

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» (ФГАНУ «ВНИМИ»)

На правах рукописи

Серба Екатерина Владиславовна

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРОЖЖЕВОГО
ГИДРОЛИЗАТА В РАЦИОНАХ ДЖЕРСЕЙСКИХ КОРОВ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОКА**

4.3.3 – Пищевые системы

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
Юрова Елена Анатольевна,
кандидат технических наук

Научный консультант:
Балакирев Николай Александрович,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН

Москва, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	11
1.1. Качество молока-сырья как основа технологической цепи производства молочных продуктов.....	11
1.1.1 Ключевые компоненты молока-сырья.....	13
1.1.2 Биохимический состав и особенности молока коров джерсейской породы.....	22
1.2. Влияние факторов кормления на молочную продуктивность, состав и свойства сырого молока.....	25
1.2.1. Роль кормовых добавок в коррекции состава и свойств молока лактирующих коров.....	27
1.2.1.1 Системы нормирования, типы кормов и обоснование применения кормовых добавок в рационах высокопродуктивных молочных коров....	27
1.2.1.2 Дрожжевые компоненты.....	31
1.3. Заключение по обзору литературы.....	37
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	40
2.1. Объекты исследования.....	40
2.2. Методы исследования.....	42
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	55
3.1. Динамика показателей продуктивности.....	55
3.2. Физиологические показатели пищевой адаптации.....	60
3.2.2. Морфологические показатели крови.....	65
3.2.3. Переваримость питательных веществ.....	67
3.3. Влияние дрожжевого гидролизата на качественные показатели молока-сырья.....	74
3.3.1. Массовая доля жира и жирнокислотный состав жировой фазы.....	74
3.3.2. Массовая доля белка и показатели белкового обмена.....	82
3.3.2.1. Расширенные результаты качества белковых компонентов.....	92
3.3.3. Минеральный профиль молока.....	100

3.4. Оценка технологических свойств молока.....	103
3.5. Экономическая эффективность и рекомендации.....	112
3.6. Производственная апробация на животноводческом комплексе.....	116
3.7. Производственная апробация результатов в условиях молокоперерабатывающего завода.....	117
ВЫВОДЫ.....	119
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	122
СПИСОК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	124
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	144
Приложение А.....	144
Приложение Б.....	145
Приложение В.....	146
Приложение Г.....	147
Приложение Г1.....	150
Приложение Г2.....	153
Приложение Г3.....	156
Приложение Д.....	159
Приложение Е.....	164
Приложение Ж.....	165
Приложение З.....	166
Приложение И.....	167
Приложение К.....	168
Приложение М.....	170
Приложение М1.....	171
Приложение М2.....	172
Приложение М3.....	174
Приложение М4.....	176
Приложение Н.....	178

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Развитие молочного скотоводства в условиях импортозамещения и повышения конкурентоспособности отечественной продукции требует поиска и внедрения эффективных решений, направленных на увеличение продуктивности животных и улучшение качества молока-сырья. Одним из ключевых направлений является оптимизация кормления высокопродуктивных коров, в частности, за счет применения новых видов кормовых добавок, способных положительно влиять на метаболизм животных и технологические свойства производимого молока.

Особую значимость приобретают исследования, ориентированные на развитие породы с ценным биохимическим составом молока, такие как джерсейская. Несмотря на высокое содержание сухих веществ, невысокая общая молочная продуктивность этих животных ограничивает их широкое использование в промышленных масштабах. В этой связи актуален поиск зоотехнических приемов, позволяющих повысить удои и одновременно усилить технологические преимущества молока данной породы.

В настоящее время на первое место выходит развитие систем кормления и эффективность применения кормов и кормовых добавок. Перспективным классом кормовых добавок являются продукты переработки микробной биомассы, в частности, гидролизаты дрожжей. В отличие от живых дрожжей или их автолизатов, ферментативные гидролизаты характеризуются высокой биодоступностью за счет содержания низкомолекулярных пептидов, свободных аминокислот и функциональных компонентов (β -глюканы, маннан-олигосахариды). Однако механизмы их влияния на нутритивный статус лактирующих коров, биохимический состав молока и, что особенно важно, на его технологические свойства при переработке изучены недостаточно полно. Отсутствуют научно обоснованные рекомендации по дозированию и схемам скармливания дрожжевого гидролизата (ДГ) для коров джерсейской породы.

Необходимо рассматривать производство молока как единую технологическую цепочку от животного до конечного продукта. Качество конечной продукции формируется на каждом звене этой цепи, и любые изменения в кормлении неизбежно отражаются на метаболизме коров, составе и физических свойствах молока, а следовательно, на его пригодности к переработке. Именно показатели сырья определяют выход и качество готового продукта, и могут приводить к снижению его качества и технологическим потерям.

Направление стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегия НТР РФ) Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» позволяет оценить проводимые исследования как перспективные.

Следовательно, изучение влияния кормовых добавок – в частности, гидролизата хлебопекарных дрожжей – на организменный статус коров, состав молока и его технологические свойства обладает высокой значимостью, поскольку обеспечивает научную основу для управления всей цепью формирования качественной молочной продукции.

Диссертационная работа выполнена в рамках Государственного задания FNSS 2022-0004

Степень разработанности темы. Исследованиям влияния специализированных кормовых добавок на качественные и технологические показатели сырого молока лактирующих коров посвящены научно-исследовательские работы отечественных и зарубежных ученых: Аристова А.В., Билькова В.А., Бурякова Н.П., Воеводиной Ю.А., Гамко Л.Н., Горлова И.Ф., Коломиеца С.Н., Новиковой Т.В., Рыжакиной Т.В., Рядчикова В.Г., Сложенкиной М.И., Смирновой Л.В., A.N. Hristov (USA), P.C. Garnsworthy (UK), U. Moallem (Israel), F.A.P. Portela Santos (Brazil), W. Zhu (China), M.B. de Oндарза (USA), K.E. Olagaray (USA) и др.

Целью работы является научное обоснование эффективности скармливания дрожжевого гидролизата лактирующим коровам в качестве фактора направленной коррекции нутритивного состава и технологических свойств сырого молока.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и последовательно реализованы следующие **задачи**:

1. Анализ и систематизация научно–теоретической информации в области влияния специализированных кормовых добавок на основе дрожжей на физико-химические и технологические показатели сырого молока коров молочных пород.

2. Разработка схемы и методики проведения научно–производственного опыта с включением дрожжевого гидролизата в рацион лактирующих коров джерсейской породы, предусматривающей формирование однородных групп–аналогов, определение оптимальных доз и режима скармливания гидролизата, составление сбалансированных рационов для опытных групп.

3. Изучение влияния дрожжевого гидролизата на продуктивность и физиологические показатели коров опытных групп.

4. Исследование влияния дрожжевого гидролизата на физико-химические показатели сырого молока коров.

5. Изучение влияния свойств молока опытных и контрольной групп коров на технологические аспекты производства кисломолочных продуктов - творога.

6. Анализ экономической эффективности применения дрожжевого гидролизата в рационах коров джерсейской породы.

7. Разработка практических рекомендаций для предприятий по использованию дрожжевого гидролизата в кормлении коров джерсейской породы с целью повышения качества и увеличения выхода молочной продукции.

Научная новизна

Впервые научно обоснована роль дрожжевого гидролизата в рационах лактирующих коров джерсейской породы как средства направленной коррекции нутритивного профиля и технологических свойств сырого молока, что открывает возможность управления качеством молочной продукции на уровне сырья.

Установлены новые закономерности влияния добавки на продуктивность и химический состав молока (содержание жира, белка, сухих веществ, мочевины), расширяющие представления о продуктах гидролиза дрожжей как функциональном компоненте рациона лактирующих коров.

Выявлены особенности формирования свойств молока-сырья, проявляющихся в технологических особенностях производства творога.

Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены оптимальные доза и схема применения дрожжевого гидролизата, обеспечивающие сбалансированность показателей продуктивности и качества молока коров джерсейской породы.

Теоретическая и практическая значимость.

Разработана и апробирована технология кормления, позволяющая получать молоко-сырье с улучшенными технологическими свойствами для производства высококачественных кисломолочных продуктов с повышенной потребительской и пищевой ценностью.

Предложен алгоритм применения дрожжевого гидролизата для производства сырого молока с повышенной биологической ценностью белка и улучшенным соотношением белковых фракций, востребованного перерабатывающими предприятиями. Разработан патент (заявка №2026118835) на способ повышения продуктивности лактирующих коров и качества сырого молока. Разработана программа для ЭВМ №2025689126, позволяющая моделировать корректирующие мероприятия для улучшения производственных показателей поголовья и сырья.

Разработан стандарт организации СТО № 00419785–089–2025 «Молоко-сырое коровье «Премиум» Технические условия».

Установлено, что применение дрожжевого гидролизата в рационах лактирующих коров, оказывает положительное влияние на процесс выработки творога, увеличение его выхода и повышение массовой доли белка и кальция. Разработан стандарт организации СТО № 00419785-092-2026 «Творог «Джерси» ТУ».

Подтверждена экономическая целесообразность использования дрожжевого гидролизата в молочном скотоводстве с учетом комплексного влияния на продуктивность коров, качество сырья и выход готовой продукции.

Методология и методы исследований.

В диссертационной работе применялись стандартизированные современные высокоэффективные методы анализа, изложенные в технической документации и специализированной литературе, обеспечивающие комплексное выполнение поставленных задач.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Комплекс экспериментальных данных, подтверждающих эффективность направленного улучшения нутритивного состава молока, путем введения в рацион лактирующих коров дрожжевого гидролизата.
2. Обоснование оптимальной схемы применения дрожжевого гидролизата.
3. Эмпирически обоснованные особенности изменения технологических свойств молока–сырья, и их влияние на показатели коагуляции, формирование сгустка и выход кисломолочных продуктов.
4. Результаты исследования технологической возможности применения дрожжевого гидролизата для направленной модификации молока–сырья, используемого в технологиях производства молочных продуктов.
5. Экономическая эффективность внедрения разработанной схемы скармливания дрожжевого гидролизата для животноводческих и перерабатывающих предприятий.

Степень достоверности результатов.

Работа выполнена на животноводческом комплексе СХП «Новомарковское» (ГК «Молвест») и в лаборатории «Технохимического контроля» ФГАНУ ВНИМИ. Достоверность полученных результатов основана на выполнении измерений в необходимом количестве повторностей, с применением статистической и математической обработки результатов эксперимента, аттестованного и поверенного оборудования. Сформулированные в диссертационной работе выводы и предложения подтверждены методами вариационной статистики.

Апробация результатов работы. Основные результаты исследования были доложены и обсуждены на 7 международных и всероссийских конференциях, в том числе: Международная научно-практическая конференция молодых учёных «Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов» (Лосино-Петровский, 2022); V Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные научные исследования в современном мире» (Уфа, 2024); Международная научно-практическая конференция «Устойчивое технологическое развитие аграрно-пищевых систем – гарантия продовольственной безопасности» (Волгоград, 2025); Международная научно-практическая конференция «Неделя молодежной науки» (Москва, 2026); Международная научно-практическая конференция «Разработка и развитие инновационных регионально-ориентированных аграрно-пищевых технологий» (Волгоград, 2026).

Основные научные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях и отмечены профессиональным научным сообществом.

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно. Непосредственный вклад автора состоит в анализе научно-технической литературы, постановке целей и ключевых задач, разработке дизайна и проведении эмпирического исследования, анализе и обработке полученных результатов, формулировании итоговых выводов и рекомендаций.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертация соответствует пунктам 9 и 10 паспорта научной специальности 4.3.3. «Пищевые системы» (технические науки) и пунктам 9, 18 и 20 паспорта научной специальности 4.2.4. «Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства» (технические науки).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 14 печатных работ, в том числе: 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 7 статей в сборниках трудов конференций и журналах РИНЦ и Белого списка.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, аналитического обзора, методической части, результатов собственных исследований и их анализа, а также выводов, списка использованных источников литературы и приложений. Основной текст работы изложен на 143 страницах машинописного текста, содержит 23 таблицы, 17 рисунков и 16 приложений. Список литературы включает 161 литературный источник, из них 87 на русском и 74 на иностранном языке.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Качество молока-сырья как основа технологической цепи производства молочных продуктов

Технологическая цепь производства молочных продуктов характеризуется высокой степенью гетерогенности факторов, влияющих на конечные свойства изделий: зоотехнические параметры (порода, физиологическое состояние, здоровье лактирующих животных), режимы первичной обработки, транспортировки и хранения, а также условия промышленной переработки [8, 22, 24, 53, 57, 64, 70, 73].

В этой системе качество молока-сырья выступает в роли системообразующего фактора, детерминирующего не только нутритивные свойства, но и биологическую ценность конечного продукта [17, 107]. Состав и свойства молока-сырья (массовая доля белка, жира, соматические клетки, бактериальная обсемененность, термоустойчивость, кислотность) напрямую определяют выход продукта, динамику ферментативных и микробиологических процессов (сбраживание, сычужное свертывание), структурно-механические характеристики сгустка, а также предотвращение пороков органолептического профиля при хранении [46, 75]. Отклонение контролируемых показателей от регламентированных уровней приводит к нарушению стабильности параметров переработки, снижению эффективности оборудования и, как следствие, к экономическим потерям [84, 85]. Однако молоко-сырье представляет собой продукт биологического синтеза, что определяет его зависимость от целого спектра факторов производства [24, 61].

Учитывая лабильность состава сырого молока и кумулятивный эффект предшествующих технологических операций, особую значимость приобретает внедрение принципов мониторинга и систем прослеживаемости, охватывающих цепь – «от фермы до прилавка» (Рис. 1.1.). Такой подход позволяет на каждом этапе идентифицировать критические контрольные

точки, прогнозировать риск технологических сбоев и своевременно корректировать режимы переработки. [60, 61].

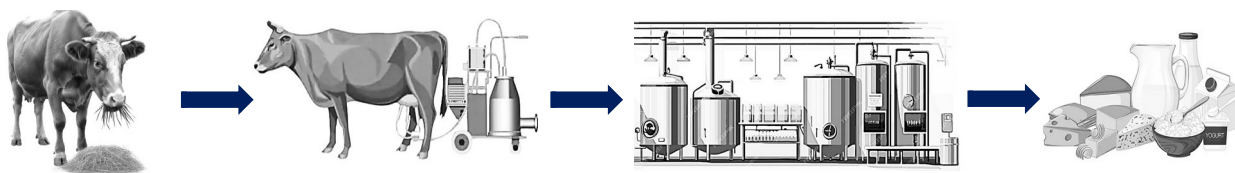


Рисунок 1.1. – Визуализация цепи «от фермы до прилавка»

Поэтому в процессе производства самого молока как продукта, получаемого от животных, в частности, крупного рогатого скота (КРС), необходимо учитывать исходные условия: породный состав поголовья [92, 107], ветеринарно-санитарное обеспечение, производственные лактационные периоды, полноценность рациона, технологию доения, очистки, хранения и транспортировки сырья [52, 71, 86]. Таким образом, рассмотрение качества молока-сырья без учета конкретных условий и этапов его производства на ферме является методологически несостоятельным. Химический состав и технологические свойства сырого молока являются основным условием для принятия решения о его дальнейшей переработке в определённый вид молочной продукции. [65,79]. Несмотря на обилие публикаций, единая методология комплексной оценки технологических свойств (сыропригодности, термоустойчивости, коагуляции) отсутствует. Большинство исследований ограничено определением массовой доли жира, белка и СОМО, реже – содержанием мочевины или соматических клеток [19, 38]. Лишь единичные работы включают фракционирование белков, аминокислотный или жирнокислотный анализ [54, 92], хотя именно эти параметры определяют пригодность молока для производства специализированных продуктов [5, 39]. Технические регламенты (ТР ТС 033/2013) и ГОСТы [85, 86] устанавливают требования к физико-химическим показателям, но для специализированных продуктов их недостаточно, т.к. зачастую требуются дополнительные критерии оценки сырья (казеин/сывороточные белки, соотношение Са:Р, жирнокислотный профиль).

В работах отечественных ученых, обоснована необходимость расширенных показателей качества молока-сырья [2, 65]. Для этого требуется глубокий биохимический анализ составных компонентов молока-сырья.

1.1.1 Ключевые компоненты молока-сырья.

Ключевыми функциональными и нутритивными компонентами молока являются белки. Серьезной задачей при исследовании белков молока является определение их чистоты, стабильности и гетерогенности [3]. Традиционное разделение на казеиновую и сывороточную фракции лишь схематично описывает состав белка [142], в то время как белковый профиль включает множество генетических вариантов [89], продуктов естественного протеолиза и высокомолекулярных агрегатов [157], а аминокислотный скор демонстрирует биологическую ценность белка [1, 4, 74]. Точная идентификация и количественная характеристика качества белковых компонентов являются фундаментальной задачей как для научных исследований в области пищевых биотехнологий и физиологии лактации, так и для прикладных задач молочной промышленности [5,6]. Белковый комплекс выполняет двойную функцию:

1. обуславливает пищевую и биологическую ценность готовой продукции за счет сбалансированного аминокислотного профиля (высокое содержание незаменимых аминокислот – лизина, треонина, метионина, валина, лейцина, изолейцина, фенилаланина, триптофана);

2. определяет технологическую пригодность сырья для производства широкого спектра молочных продуктов, прежде всего ферментированных (сыры, творог, йогурты) и кислотных (кисломолочные напитки, казеинаты).

Количественное содержание белка (МДБ, %) является наряду с жирностью одним из ключевых показателей, подлежащих обязательному определению при приемке молока-сырья с фермы. Данный параметр имеет прямое экономическое значение (ценообразование с учетом базисной белковости) и технологическое значение – определяет выход готовой

продукции на производстве [86]. Снижение массовой доли белка в сырье на 0,1% приводит к уменьшению выхода сыра на 0,8–1,2% при фиксированных технологических параметрах, что создает экономическую нагрузку на перерабатывающее предприятие.

Однако исключительно количественный учет общего белка является недостаточным для надежного прогнозирования технологических свойств сырья. Качественный состав белка (Рис. 1.2) обуславливается соотношением казеиновой и сывороточной фракций, полиморфизмом казеинов и степенью мицеллярной организации [107].

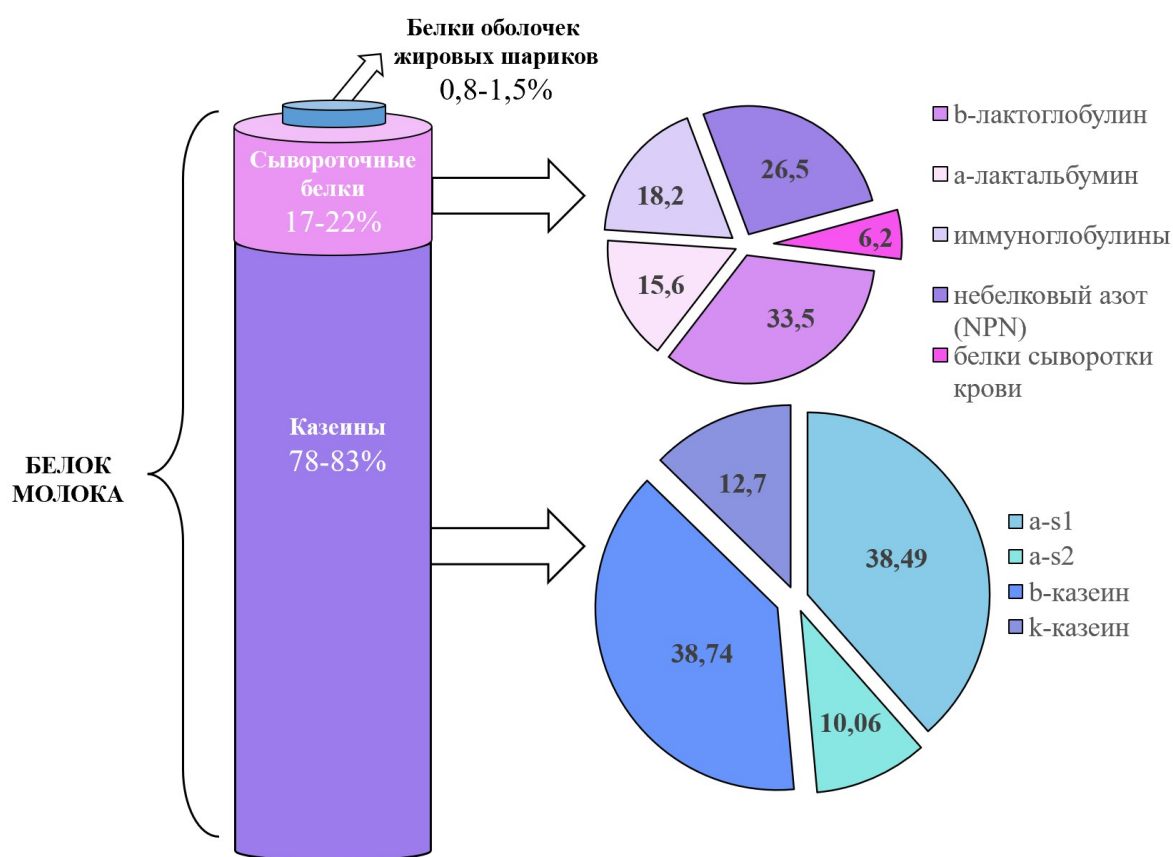


Рисунок 1.2 – Состав белка молока крупного рогатого скота [67]

Соотношение казеина и сывороточных белков (К/СБ) в норме составляет около 4:1. Нарушение его в сторону увеличения доли сывороточных белков может происходить при несоблюдении режимов доения, заболеваниях вымени (маститы) нарушением работы ЖКТ (ацидозы, кетозы), а также на определенных стадиях лактации [105,110]. Повышенное содержание сывороточных белков, обладающих термолабильностью (особенно β-

лактоглобулин и α -лактальбумин), негативно сказывается на термоустойчивости молока и приводит к снижению выхода сыра за счет снижения сычужной свертываемости и ухудшению показателей термоустойчивости.

Казеин в молоке находится в форме мицелл – надмолекулярных комплексов, стабилизированных коллоидным фосфатом кальция [148]. Технологически значимыми характеристиками являются:

- Массовая доля казеина (абсолютная и в пересчете на общий белок). Казеиновое число ниже 75% свидетельствует о нарушении здоровья животного либо о накоплении продуктов протеолиза при длительном хранении сырья [76].

- Полиморфизм казеинов (генетические варианты кальций-чувствительного α s1-казеина). Доказано, что присутствие варианта В α s1-казеина коррелирует с лучшей сычужной свертываемостью, более плотным сгустком и более высоким выходом сыра по сравнению с вариантом А. Генетический полиморфизм не определяется при приемочном контроле на заводе, однако опосредованно влияет на результаты технологических тестов и должен учитываться при работе с сырьем от разных поставщиков [84].

Состояние казеиновых мицелл (степень гидратации, размер, количество связанного фосфата кальция) определяет их стабильность к нагреванию и коагулирующим агентам. На этапе кормления изменение рН молока вследствие нарушения кормления (ацидоз или алкалоз у животного) может нарушать структуру казеиновых мицелл. При приемке молока с фермы обязательному контролю подлежат: массовая доля белка (инфракрасные анализаторы), определение сычужно-бродильной пробы (скорость свертывания, качество сгустка), косвенные тесты на содержание соматических клеток, а также измерение титруемой кислотности и рН. Целесообразным является использование автоматических анализаторов белкового состава с разделением на казеиновую и сывороточную фракции (например, метод

капиллярного электрофореза или иммуноферментный анализ для контролируемых лабораторий) [147].

Точная идентификация и количественная характеристика качества белковых компонентов являются фундаментальной задачей как для научных исследований в области пищевых биотехнологий и физиологии лактации, так и для прикладных задач молочной промышленности. Современные методы лабораторного анализа, такие как высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), и капиллярный электрофорез (КЭ), имеют особое практическое значение для молочной отрасли. ВЭЖХ обеспечивает сепарацию белков на основе различий в их поверхностной гидрофобности. Ценность метода для анализа молока заключается в исключительно высокой воспроизводимости, и возможности прямого сопряжения с масс-спектрометрией. Это позволяет не только детально разделить основные казеиновые фракции, и сывороточные белки, но и точно определить их количественное соотношение, идентифицировать генетические полиморфизмы и проследить изменения, произошедшие в ходе технологической обработки, т.е. денатурацию и гликирование. Метод капиллярного электрофореза (КЭ) представляет собой принципиально иной подход, основанный на разной подвижности заряженных молекул белка в буферном растворе под действием высокого напряжения внутри кварцевого капилляра небольшого диаметра. Такой метод обладает особой эффективностью при анализе сывороточных белков без предварительной денатурации [19] и способен детектировать даже мельчайшие изменения в белковом профиле, к которым относятся, например, специфические продукты протеолиза и степень фосфорилирования. Эти изменения оказывают критическое влияние на сыропригодность молочного сырья и микробиологический статус [76].

Белок молока нельзя достоверно оценить исключительно по его массовой доле в сухом веществе сырья, т.к. его фракционный и аминокислотный состав, и мицеллярная структура определяются

преимущественно на этапе производства в животноводческих комплексах под влиянием зоотехнических и зоогигиенических факторов [14, 37, 55]. В условиях реального производственного процесса отсутствие контроля этих качественных характеристик при приемке молока с животноводческого комплекса создает высокую вариабельность технологических свойств сырья, препятствующих стабильному производству стандартизированной продукции на перерабатывающем заводе. Мониторинг качественного состава белка на самой ферме и их контроль при последующей переработке являются необходимыми условиями эффективного производства молочной продукции [65].

Вторым важным компонентом молока является жир, представляющий собой сложный липидный комплекс, который является одним из основных нутриентных и энергетических компонентов молока-сырья. Молочный жир уникален своим биохимическим составом, а именно, жирнокислотным профилем, включающим более 400 различных жирных кислот [154]. Значительную долю жирнокислотного профиля молочного жира составляют насыщенные (пальмитиновая, стеариновая, миристиновая), мононенасыщенные (олеиновая) и полиненасыщенные (линолевая, линоленовая) кислоты, а также короткоцепочечные летучие жирные кислоты (масляная, капроновая, каприловая, каприновая), которые в значительной степени обуславливают специфические органолептические свойства, таких как цвет, текстура, вкус, и запах молочных продуктов [78]. Структурно молочный жир находится в форме жировых шариков, окруженных оболочкой из фосфолипидов и белков, что определяет его эмульсионное состояние [21].

Количественное содержание жира (МДЖ, %), наряду с МДБ, является первичным показателем, подлежащим обязательному определению при приемке молока-сырья с фермы. Этот параметр имеет прямое экономическое значение, поскольку лежит в основе расчетов за поставленное сырье (ценообразование по базисной жирности) и определяет выход готовой продукции при сепарировании, нормализации и производстве цельномолочных продуктов. Отклонения фактической массовой доли жира от

референтных значений требуют корректировки режимов нормализации на перерабатывающем заводе, что вносит дополнительный технологический этап и повышает риск ошибок дозирования. Жирнокислотный профиль жировой фазы сырья, температура плавления, консистенция, а также устойчивость к окислительным процессам, в значительной степени варьируется в зависимости от породных особенностей, стадии лактации, рациона кормления, сезона года и должна учитываться при переработке [41, 78, 80]. С технологической точки зрения, ключевыми параметрами, подлежащими контролю, являются: соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот [153]. Преобладание насыщенных кислот повышает температуру плавления жира (в интервале от 21 до 36 °C), что влияет на консистенцию масла, сыра и сливочных продуктов, а также на их органолептические свойства.

Содержание короткоцепочечных летучих жирных кислот (C4:0 – C10:0). Масляная кислота (C4:0) и капроновая кислота (C6:0) вносят основной вклад в формирование аромата молочных продуктов [21]. Их концентрация чувствительна к рациону кормления животных: при использовании силоса или нарушении соотношения грубых и концентрированных кормов содержание этих кислот снижается, что приводит к ослаблению органолептических свойств готовой продукции [159].

Устойчивость молочного жира к окислению (содержание природных антиоксидантов – токоферолов, каротиноидов, а также контроль перекисного числа). Молоко от коров, получающих рационы с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот без адекватной антиоксидантной защиты, характеризуется повышенной склонностью к окислительной порче, проявляющейся в развитии окисленного (прогорклого) привкуса в масле и других жиросодержащих продуктах уже на этапе хранения [61,98].

Размер жировых шариков и характер эмульсии. Полидисперсность жировой фазы влияет на эффективность сепарирования (выход сливок, жирность обезжиренного молока), скорость сливообразования и стабильность эмульсии

при гомогенизации [72, 126]. Молоко с повышенным содержанием мелкодисперсных жировых шариков (например, в конце лактации) хуже сепарируется.

Качественный состав жира, обусловленный преимущественно зоотехническими факторами, должен подвергаться мониторингу как на приемке, так и в процессе переработки. Игнорирование качественных характеристик ЖКС при приемке молока с фермы создает риск неконтролируемой вариабельности потребительских свойств готовой продукции и снижает эффективность технологических операций на перерабатывающем заводе [21].

Важным метаболическим маркером качества питания и состояния ЖКТ [96, 140] коров является мочевины, представляющая собой низкомолекулярное азотсодержащее соединение небелковой природы, присутствующее в молоке в концентрациях, отражающих интенсивность азотистого обмена. Физиологически мочевины образуется в печени как конечный продукт обезвреживания аммиака, генерируемого в рубце при микробной деградации протеина корма и небелковых азотистых веществ. Поступая в кровоток, мочевины пассивно диффундирует в молоко, где ее концентрация коррелирует с уровнем мочевины в крови (коэффициент корреляции 0,85–0,90). В норме содержание мочевины в молоке составляет 20–35 мг/дл (3,3–5,8 ммоль/л). Отклонения от указанного диапазона служат интегральным индикатором протеиново-энергетического дисбаланса в рационах кормления.

Повышенное содержание мочевины в молочном сырье (>35–40 мг/100 мл) свидетельствует о дефиците легкоферментируемых углеводов в кормосмеси, необходимых для утилизации аммиака микробиотой рубца. Такие нарушения приводят к угнетению микробиоты рубца, повышенной нагрузке на печень и риску кетоза [23]. Пониженное содержание мочевины (<15–20 мг/100 мл), наоборот, свидетельствует о дефиците протеина и вероятном избытке концентрированных кормов в рационе, т.е. избытке энергии, которая

недостаточно используется в процессе переваривания протеина и полностью утилизирует весь свободный аммиак, поступивший с кормом [91].

Технологическая значимость контроля мочевины при приемке молока обусловлена ее влиянием на оценку белкового потенциала и технологические параметры переработки сырья на заводе. Кроме того, молоко с высоким уровнем мочевины хуже свертывается под действием сычужного фермента, что приводит к ухудшению выхода сыра и творога и снижению их качества. При этом, сырье с таким же уровнем массовой доли белка, но физиологически нормальным уровнем мочевины будет обладать всеми необходимыми технологическими свойствами, что позволяет более эффективно использовать сырье на молоко перерабатывающем заводе [97].

Особый интерес в вопросе оценки качества молочного сырья представляет комплекс минеральных веществ, представленный макро- и микроэлементами, находящимися в растворимых ионной и коллоидной формах, а также в составе органических компонентов. Массовая доля золы молока в соответствии с литературными данными составляет 0,7–0,8% (Dairy processing Handbook) [32]. Минеральный профиль молока-сырья формируется под влиянием комплекса факторов: стадия лактации коровы, возраст, здоровье вымени, рацион кормления, особенно содержание и соотношение макро- и микроэлементов в кормах, наличие минеральных добавок, сбалансированность рациона, геохимические особенности региона, сезон года [93], изменение состава кормовой базы, а также породная принадлежность [41, 95, 132].

При приемке молока-сырья минеральный состав подлежит контролю как фактор, определяющий его технологическую пригодность для дальнейшей дифференцированной переработки на продукцию. Ключевое значение в данном аспекте имеет кальций-фосфорное соотношение, определяющее структурную целостность казеиновых мицелл. Однако, смещение равновесия в сторону увеличения ионизированного кальция, происходящее за счет нарушения охлаждения после доения и при транспортировке, и, как следствие,

накопления молочной кислоты в сырье, снижает термоустойчивость молока [32] и вызывает риск коагуляции при стерилизации или ультравысокотемпературной обработке. Напротив, дефицит ионизированного кальция на поздних этапах лактации или при нарушении баланса рациона во время переработки приводит к образованию дряблого сгустка и снижению выхода сыра и творога [27-29].

Магний участвует в формировании казеиновых мицелл, конкурируя с кальцием за связывание с фосфатными группами. Повышенное содержание магния снижает термоустойчивость и ухудшает сычужную свертываемость, однако в нормальном молоке его концентрация (10–14 мг/100 мл) значительно ниже кальция (100–140 мг/100 мл), что ограничивает его влияние на технологические свойства.

Калий и натрий определяют осмотическое давление молока и водный баланс. В норме соотношение Na:K составляет 0,2–0,3, а содержание калия (140–160 мг/100 мл) существенно превышает содержание натрия (40–60 мг/100 мл). Повышение натрия и хлоридов при одновременном снижении калия является диагностическим признаком мастита – такое молоко характеризуется ухудшенной термоустойчивостью и сниженной сычужной свертываемостью [81]. Электропроводность молока (норма 4,0–5,0 мСм/см при 20°C) служит скрининговым тестом на мастит и нарушение солевого баланса [128].

Микроэлементы – железо, медь и марганец – в концентрациях, превышающих физиологические нормы (медь >0,05 мг/кг, железо >0,3 мг/кг), катализируют реакции липидной перекисидации, инициируя окислительную порчу молочного жира с развитием металлического или прогорклого привкуса в масле и других жиросодержащих продуктах. Их содержание зависит от состава кормов (высокая концентрация меди – при использовании кормов с противомикробными добавками) и коррозии технологического оборудования. Йод и селен являются эссенциальными микроэлементами [6], чье содержание в молоке определяется геохимическими особенностями региона (йод- или

селен-дефицитные биогеохимические зоны [5]) и коррекцией рациона (йодированная соль, селенит натрия в премиксах) [26, 66]. Их контроль необходим при производстве специализированных продуктов (детское питание).

С точки зрения дифференциации сырья при промышленной переработке, минеральный профиль молока определяет его целевое назначение. Молоко с оптимальным кальций-фосфорным балансом (содержанием ионизированного кальция 1,0–1,5 ммоль/л) пригодно для производства стерилизованных и ультравысокотемпературно обработанных продуктов, а также для сыроделия [32, 55, 61].

Таким образом, для обеспечения стабильного производства высококачественной и безопасной молочной продукции необходима выработка системного подхода, интегрирующего мониторинг расширенного спектра показателей качества сырья на этапе его получения (с учётом породных, кормовых и физиологических факторов) и последующую параметрическую коррекцию технологических режимов переработки. Ликвидация выявленных пробелов в научном знании требует проведения целенаправленных исследований, сочетающих детальный биохимический анализ молока-сырья с апробацией его технологических свойств в контролируемых промышленных условиях.

1.1.2 Биохимический состав и особенности молока коров джерсейской породы

Джерсейская порода является уникальным генетическим ресурсом. От коров этой породы получают молоко с высоким содержанием сухих веществ (13–18%), жира (5,5–6,5%) и белка (3,8–4,5%). Их продуктивность значительно ниже, чем у высокопродуктивных пород [146], при этом, качественно сырьё джерси гораздо более ценное, т.к. в молоке, например, голштинской породы МДБ колеблется в пределах 3,15–3,47%, а у черно-пестрой – 3,05–3,36% [33, 49, 50, 111, 124]. Коровы джерсейской породы отличаются высокой конверсией корма и пищевой адаптивностью [35]. Однако экономическая ценность молока

этой породы значительно зависит от грамотной дифференциации сырья при приемке на перерабатывающем предприятии, т.е. наибольшая эффективность достигается при производстве сыров, масла и творога, и снижается при выработке питьевого молока, что важно учитывать специалистам на производстве [87, 141]. Помимо низкой валовой продуктивности (18–24 кг/сут) [118], выделяют критические производственные аспекты: высокую сезонную изменчивость, проявляющуюся, в первую очередь, в размахе колебаний показателей массовой доли жира и белка, которые могут быть на 30-50% выше, чем у голштинской породы [20]. Так же, в научной литературе отмечается чувствительность джерсейских коров к тепловому стрессу [90], а в работе коллектива корейских ученых установлено, что субклинические маститы у этой породы быстрее сказываются на термоустойчивости молочного сырья [115]. Рентабельность производства молока-сырья достигается только при цене реализации на 15–25% выше базовой [118], что подтверждается исследованиями отечественных ученых Столяровой О.А. [73] и Евсениной М.В. [20]. Вегетативный статус у джерсейских коров сильнее влияет на состав молока, чем у голштинской породы [33, 43]. Харитонов Е.Л. и др. [77] показали, что синхронизация распада углеводов и азота в рубце у джерсейской породы имеет более узкий диапазон оптимума, что подчеркивает необходимость грамотного нормирования рационов. Ученые из Индии и Канады выявили повышенное содержание лактоферрина и иммуноглобулинов [94], что повышает биологическую ценность молочного белка, имеющего, неоспоримые преимущества перед молочным белком других специализированных молочных коров [78]. Эти белки, помимо защитной функции, являются носителями дополнительных количеств незаменимых аминокислот, в частности лейцина, изолейцина и валина, играющих важную роль в анаболических процессах организма человека.

Исследования, проведенные в условиях высокогорного кормления [116, 142], подтвердили, что между молоком голштинской и джерсейской пород существуют статистически значимые различия по содержанию 14

аминокислот ($p < 0,05$), что указывает на принципиальные качественные отличия аминокислотного профиля [54,92]. Белок молока джерсейской породы характеризуется повышенным содержанием всех незаменимых аминокислот, особенно лимитирующих. Наибольший удельный вес в молочном белке, в зависимости от генотипа, занимают глутаминовая кислота (21,5–22,7%), лейцин (9,5–9,7%) и пролин (9,4–9,5%). Особую ценность представляет высокое содержание незаменимых аминокислот, что способствует максимальному приближению аминокислотного сора молока джерсейской породы к идеальной шкале ФАО/ВОЗ. Такая высокая биологическая ценность делает молоко джерси особенно ценным для производства продуктов детского, лечебно-профилактического и функционального питания [51, 100, 101].

Казеиновое число у джерсейской породы превышает 78–82%, что значительно выше, чем у голштинской (75–77%). Поскольку казеин является основным источником фосфорилированных незаменимых аминокислот, его повышенное содержание обуславливает более высокую биологическую ценность джерсейского молока при производстве сыров и творога [121].

При производстве ферментированных продуктов (сыры, творог, йогурты) более полный и сбалансированный аминокислотный профиль джерсейского молока обеспечивает лучшие условия для развития заквасочных микроорганизмов, которые активно используют свободные аминокислоты и пептиды в процессе кислотообразования и протеолиза. Это приводит к формированию более выраженного вкусо-ароматического букета готовых продуктов и ускорению процесса биотрансформации белков в биодоступные пептиды и аминокислоты.

Физиологические исследования Мкртчян Г.В. [51] и Милаевой И.В. [49] выявили, что биохимические параметры крови у коров джерсейской породы с разным уровнем белка в молоке достоверно различаются, что указывает на необходимость индивидуального подхода к дифференциации поголовья, и затем сырья. Gustavsson F. с соавторами показали, что у джерсейской породы

чаще встречаются аллели β -казеина A2 и κ -казеина BV, ассоциированные с улучшенной сычужной свертываемостью и более плотным сгустком [107].

По данным Wang F., молоко джерсейской породы содержит больше масляной, каприновой и миристиновой кислот, что придаёт сливочный вкус, но ускоряет окислительную порчу [153]. Исследования de Vitt M.G. [100] и da Silva C.B. [98] показали, что включение в рацион антиоксидантов может снизить этот риск.

Несмотря на повышенное содержание Ca, P, Mg, K, соотношение Ca:P в молоке джерсейской породы может варьировать от 1,2 до 1,5 [115]. При нарушении кормления Ca:P может выходить за пределы 1,6. Минеральный обмен тесно связан с рубцовым микробиоценозом [76].

Таким образом, для успешного использования джерсейской породы в промышленном высокоинтенсивном животноводстве необходимы направленные зоотехнические приёмы, стабилизирующие состав молока, а также направленная дифференциация сырья на приемке для дальнейшей переработки.

1.2. Влияние факторов кормления на молочную продуктивность, состав и свойства сырого молока

Кормление является наиболее управляемым фактором, определяющим до 40% вариации продуктивности и качества молока [57, 62]. Количество белка в молоке — это показатель того, насколько полноценно корова обеспечена энергией и питательными веществами; калорийность кормов влияет на интенсивность работы микроорганизмов рубца, которые синтезируют протеин, напрямую влияющий на уровень белка в молоке [25, 138]. При этом для синтеза протеина бактериям рубца необходим доступный азот, контрольным индикатором которого является мочевины молока [16, 57, 155]. Детализированные системы (NRC, CNCPS, отечественные) балансируют по 25–30 показателям [40, 56], но на практике редко реализуются из-за вариативности питательности кормов. Головин А.В. показал, что даже при соблюдении норм по сырому протеину расхождение по нераспадаемому

протеину может достигать 20% [13]. Луговой М.М. [44] и Лаврентьев А.Ю. [40] предлагают использовать новые системы оценки (например, по транзитному крахмалу). Важно учитывать не только баланс по общему белку, но и долю переваримого протеина в сыром протеине (должна составлять примерно 65%). При его сокращении до 60% значительно снижаются продуктивность и белок молока [47, 57].

Протеиновое питание: синхронизация и опасность перекоса. Как избыток, так и дефицит сырого протеина приводят к потере продуктивности и белкомолочности: в первом случае – из-за избытка аммиака и сниженного усвоения, во втором – из-за нехватки питательного компонента [62, 69]. Установлено, что с каждым %ом потерянного сырого протеина в диапазоне 9–15% содержание белка в молоке падает на 0,02% [57]. Пашаян С. А. и Вунш Б. А., предложили интегральный показатель «эффективность использования азота рубцом», но он требует дорогостоящих методов [57].

Легкопереваримые углеводы необходимы для нормальной микрофлоры рубца [155]: их недостаток приводит к общему снижению качества молока [63, 67]. Конечным продуктом микробной ферментации в рубце являются летучие жирные кислоты (ЛЖК), которые обеспечивают до 60% ежедневной потребности животных в энергии и способствуют усвоению протеина и витаминов [80, 57]. Отечественными учеными показана линейная зависимость количества концентратов в рационе и массовой доли жира в молоке. Авторы указывают на то, что избыток обменной энергии в рационе ведёт к более активному синтезу молочного жира и белка и снижению образования кетоновых тел. Но, с другой стороны, при избыточном уровне энергии рациона, провоцируется ожирение внутренних органов, что приводит к нарушению воспроизводства и общему снижению продуктивности и, как следствие, повышенной нагрузке на организм [11, 62, 81].

Влияние типа кормления и однообразия рациона. Исследования показывают, что сырое молоко от коров, поедающих однообразный рацион, имеет плохие технологические свойства и хуже подвергается сычужному

свертыванию из-за повышения количества γ -фракций казеина и смещения баланса в сторону сывороточных белков [61, 57]. Преимущественно силосное кормление провоцирует снижение удоя на 10–12%, белка – на 5–7%, замедляет свертываемость молока на 17–22% [68, 69]. Оптимальная система кормления должна включать: увеличение общего количества скармливаемых кормов, разнообразие, балансирование по энергии, белку, клетчатке, минералам и витаминам, а также высокое качество кормов [58].

Классификации кормовых добавок по спектру действия (пробиотики, пребиотики [119], ферменты, фитобиотики, органические минералы, буферы, азотсодержащие, продукты переработки микробной биомассы) подробно разработаны и описаны [14, 19, 129]. Однако доказательная база неравномерна: вопрос живых дрожжей подробно описан в научных мета-анализах Zhang [161], Garnsworthy [104], тогда как дрожжевые гидролизаты описаны разрозненно, т.к. в научной литературе представлено много разноплановых исследований на малых выборках [34, 70]. Прямое сравнение разных классов дрожжевых компонентов в одном эксперименте проведено лишь в работах Takiya [149] и Миколайчика И.Н.[48].

Общепринятые научные методы проведения экспериментальных исследований на животноводческих комплексах подразумевают оценку переваримости кормов [30,36]. Этот методический аспект соблюдается не всегда, что приводит к снижению воспроизводимости результатов и объективности выводов. Количественные модели, позволяющие прогнозировать изменение состава молока при введении добавок, отсутствуют, что обосновывает необходимость эмпирических исследований.

1.2.1. Роль кормовых добавок в коррекции состава и свойств молока лактирующих коров

1.2.1.1 Системы нормирования, типы кормов и обоснование применения кормовых добавок в рационах высокопродуктивных молочных коров

Рациональное нормирование кормления является краеугольным камнем реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров.

Лактирующая корова имеет чрезвычайно высокие потребности в энергии, протеине, минеральных веществах и биологически активных соединениях, которые необходимо удовлетворить с учётом ограниченной емкости пищеварительного тракта. В России последние нормативные документы по кормлению были опубликованы в 2003 г. В мировой и отечественной практике сложились два подхода к нормированию: обобщённое и факториальное [56].

Обобщённый метод, долгое время применявшийся в СССР и России, базируется на одновременном определении потребности в энергии и питательных веществах для поддержания жизни и получения запланированной продуктивности. Он был эффективен при удоях до 5–6 тыс. кг молока за лактацию, но перестал работать с ростом продуктивности (10–12 тыс. кг и более), так как не учитывает вариабельность индивидуальных физиологических процессов [54].

Факториальный метод является основой современного нормирования в странах с развитым молочным животноводством (США, Канада, ЕС). Общая потребность определяется как сумма потребностей на поддержание жизни, лактацию, рост, репродукцию и компенсацию изменений живой массы. Разработчиком внедрения факториального метода на постсоветском пространстве является академик В.Г. Рядчиков [64]. Применение этого метода позволяет увеличить молочную продуктивность до 6%, снизить затраты кормов на 3,6% и повысить рентабельность производства путем его оптимизации [13].

Базовые системы оценки питательности кормов на мировом уровне:

- Система NRC (NASEM): Восьмое пересмотренное издание NASEM 2021 г. содержит наиболее актуальные данные о потребностях дойных коров, включая детализированные рекомендации по белковому и энергетическому питанию [114]. Служит глобальным ориентиром.

- Система CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System): Сложная математическая модель, прогнозирующая ферментацию в рубце, потребности животных и адекватность рационов. Ключевая особенность –

детальное фракционирование углеводов (на структурные и неструктурные) и протеина (на фракции А, В, С). Позволяет управлять рубцовыми процессами, синхронизировать поступление энергии и азота, минимизировать потери и повышать синтез микробного белка. CNCPS считается одной из самых прогрессивных систем и используется на передовых животноводческих предприятиях по всему миру.

Даже при использовании факториального метода и детализированного анализа кормов на практике возникает разрыв между требуемым и фактическим потреблением питательных веществ из-за вариабельности химического состава кормов, особенно силоса, снижения потребления сухого вещества в критические периоды (транзит, пик лактации, тепловой стресс), неспособности рубцовой микрофлоры синтезировать некоторые незаменимые аминокислоты и витамины в количестве, достаточном для высокопродуктивных животных, и необходимости направленной регуляции рубцового пищеварения [103,161].

Современные подходы к кормлению высокопродуктивных коров предполагают тщательное нормирование как сырого (СП), так и переваримого протеина (ПП) с целью максимизации продуктивности при минимизации риска метаболических нарушений [18, 83]. У лактирующих коров белковый обмен представляет собой сложную систему взаимодействия между рубцовыми процессами и усвоением питательных веществ в кишечнике [31]. В рубце 50–70% поступающего протеина подвергается микробной ферментации, а образующийся аммиак при наличии достаточного количества легкодоступных углеводов используется микрофлорой для синтеза микробного белка – ключевого источника переваримого протеина для животного [149].

Для рациональной оптимизации и балансирования рационов высокопродуктивного скота традиционно применяются различные группы кормовых добавок [23, 31]. В частности, использование защищенных белковых и аминокислотных компонентов обеспечивает направленную доставку

незаменимых аминокислот, прежде всего, метионина и лизина, в тонкий отдел кишечника в обход рубцовой деградации, что выступает ключевым фактором интенсификации синтеза молочного белка [91,9 93]. С целью повышения энергетической ценности корма в практику внедряются углеводно-жировые комплексы и защищенные жиры. Широкое применение получили витаминно-минеральные добавки, восполняющие дефицит макро- и микроэлементов, особенно при использовании их высокоусвояемых органических форм. Важным нюансом применения таких добавок является особенность коферментная функция компонентов. Оптимизация минерального питания лактирующих коров позволяет не только увеличить среднесуточные удои в среднем на 5%, но и существенно улучшить физико-химические показатели сырья [158].

Для стабилизации процессов в преджелудках применяются специализированные регуляторы рубцового пищеварения, такие как, буферные смеси, например, бикарбонат натрия, оксид магния, а также про- и пребиотические препараты, включая продукты на основе дрожжевых культур [90, 125]. Их действие направлено на поддержание оптимального уровня pH среды, стимуляцию развития целлюлолитической микрофлоры, активацию синтеза летучих жирных кислот и наращивание микробиального белка [151, 156].

Следовательно, включение корректирующих кормовых добавок в структуру питания молочных коров является технологически обоснованной необходимостью. Данный подход способствует максимальной реализации генетического потенциала животных и направленной коррекции технологических свойств получаемого молочного сырья. Вместе с тем, при анализе отечественной и зарубежной литературы, прослеживается определенный дефицит масштабных длительных исследований в этой области. Так, в работе В. В. Зайцева с соавторами [23], посвященной оценке влияния биологически активных веществ на рубцовый метаболизм, авторы приводят убедительные данные о положительном эффекте добавок. Однако

методические ограничения эксперимента, в частности, малый объем выборки ($n \leq 12$) и ограниченный временной интервал до 60 дней, не позволяют в полной мере судить о долгосрочной стабильности и воспроизводимости полученных результатов в условиях крупных промышленных комплексов.

1.2.1.2 Дрожжевые компоненты

На сегодняшний день методологическая база прогнозной оценки и целенаправленной коррекции качества сырья при использовании кормовых добавок остаётся фрагментарной, что обосновывает необходимость специализированных исследований в этой области. Особую проблему представляет неоднородность коммерческих продуктов, классифицируемых как «дрожжевые добавки». Один и тот же продукт может одновременно содержать живые клетки (пробиотик), клеточные стенки с β -глюканами (пребиотик) и свободные аминокислоты (нутритивная добавка). В статьях, включённых в мета-анализ Лазебник К.С. с соавторами [42], фигурируют дозировки живых дрожжей от 5×10^9 до 2×10^{10} КОЕ/гол/сут, инактивированных дрожжей – от 10 до 100 г/гол/сут, причём продолжительность экспериментов варьирует от 4 до 16 недель. Такая гетерогенность (разные формы дрожжей, дозы, породы, рационы) приводит к тому, что обобщённый эффект может оказаться статистически значимым, но клинически неопределённым – сложная идентификация результатов, где добавка не работает или даёт отрицательный результат [70, 113].

Многие фундаментальные механизмы влияния дрожжей на рубцовое пищеварение установлены в модельных системах. В работе de Porri с соавторами [99] изучалось влияние живых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [11, 106] на ферментацию тропических и субтропических кормов *in vitro* с использованием рубцовой жидкости от фистульных бычков. Было показано, что добавка дрожжей увеличивает переваримость клетчатки на 8–12% и повышает концентрацию ацетата в бутылках-ферментерах. Ценность этого

исследования – в чётком доказательстве прямого стимулирующего эффекта на целлюлолитические бактерии без влияния системных факторов животного.

Однако ограничение метода *in vitro* заключается в отсутствии саливации, буферной функции слюны, кровотока и нейроэндокринной регуляции, которые у живого животного могут нивелировать или, наоборот, усиливать эффект.

Ещё более продвинутую модель представляют исследования на фистульных (с канюлей рубца) животных – например, работа Shi W. с соавторами [143], где оценивалось влияние продукта ферментации *Saccharomyces cerevisiae* в переходный период [110]. Фистульные животные позволяют многократно отбирать образцы рубцового содержимого без нарушения общего состояния. Авторы показали, что добавка стабилизировала pH рубца (разница между контрольной и опытной группой составила 0,3–0,5 единицы) и увеличила концентрацию пропионата на 15%. Ограничение фистульных моделей: хирургическое вмешательство и инородное тело (канюля) изменяют моторику рубца и микробиоценоз, а также такие животные, как правило, не находятся в состоянии лактации, поэтому их метаболический статус не соответствует высокопродуктивным дойным коровам. Следовательно, данные о механизмах, полученные на фистульных животных, могут не полностью воспроизводиться на интактных коровах с удоем 30–40 кг/сут [82, 88].

В исследовании Johnson C.A. с соавторами [113] изучено влияние экстракта *Yucca schidigera* и живых дрожжей на микробиом рубца лактирующих коров. Ампликонное секвенирование 16S рРНК выявило достоверное увеличение относительной численности *Fibrobacter succinogenes* и *Ruminococcus albi* в опытной группе на 30–40%. Ценность исследования в прямом доказательстве таксономических сдвигов, а не только косвенных метаболитов. Проблемой исследования является корреляционный дизайн: из-за которого неясно, являются ли изменения микробиома причиной или следствием улучшения продуктивности [134]. Кроме того, секвенирование

проводили на небольшой выборке (6 коров в группе), что делает статистические выводы неустойчивыми к индивидуальным вариациям.

Накопленные к настоящему времени данные позволяют уверенно утверждать, что дрожжевые продукты [131], особенно живые дрожжи [102, 135] способны модулировать рубцовое пищеварение – стабилизировать pH, стимулировать целлюлолитическую микфлору, повышать переваримость клетчатки. Однако, количественные эффекты сильно варьируют между исследованиями, что связано с различиями в форме добавки, дозировке, типе рациона и породе животных [161].

С точки зрения рубцового пищеварения, дрожжевые гидролизаты демонстрируют уникальную динамику деградации: около 25-30% их азотистых соединений минуют ферментацию в рубце, обеспечивая прямое поступление аминокислот в тонкий кишечник. С другой стороны, для соевого протеина этот показатель не превышает 15-18%. Нуклеотидная фракция служит фактором роста для рубцовой микрофлоры, повышая выход микробного белка на 12-15% по сравнению с растительными источниками белка [101, 105]. Физиологическая ценность дрожжевых гидролизатов обусловлена также наличием специфических биологически активных компонентов, таких как β -глюканы и маннан-олигосахариды, проявляющие иммуномодулирующее действие [122] через активацию TLR2/4 рецепторов макрофагов. В свою очередь, глутамин и аргинин в составе поддерживают функцию печени в условиях отрицательного энергетического баланса [7, 106]. В отличие от животных белков, дрожжевые гидролизаты не содержат избыточного количества пуриновых оснований, поэтому их применение в кормлении коров более безопасно в силу снижения риска метаболического ацидоза [33, 103].

Технологическое преимущество заключается в стабильности состава и возможности точного дозирования, тогда как качество растительных белков варьирует в зависимости от сорта растения и условий выращивания, а животные протеины требуют строгого контроля на предмет микробной

контаминации [8]. Таким образом, дрожжевые гидролизаты представляют собой оптимальный компромисс между питательной ценностью, безопасностью и функциональными свойствами для высокопродуктивных лактирующих коров.

Гидролизаты дрожжей и живые дрожжевые культуры, в свою очередь, различаются по механизму воздействия на организм лактирующих коров, что обусловлено их биохимическим составом и физиологической активностью. Живые дрожжи функционируют преимущественно как пробиотики [58, 59], улучшая условия для развития симбиотической микрофлоры рубца за счет потребления остаточного кислорода и молочной кислоты, тем самым стабилизируя pH в оптимальном диапазоне 6,2-6,5 и снижая риск развития ацидозов [9, 161]. В отличие от них, дрожжевые гидролизаты представляют собой комплекс биологически активных соединений [59, 143, 144], включающий свободные аминокислоты, низкомолекулярные пептиды, нуклеотиды и структурные компоненты клеточной стенки (β -глюканы и маннан-олигосахариды) в биодоступной форме [10]. Около 30% азотистых соединений гидролизатов, представленных преимущественно пептидами с молекулярной массой менее 5 кДа, минуют рубцовую ферментацию и всасываются непосредственно в тонком кишечнике, обеспечивая коров необходимыми компонентами для синтеза молочного белка [114, 155]. Нуклеотидные компоненты гидролизатов стимулируют синтез микробного белка в рубце, повышая его продукцию на 12-18% [131, 136]. β -глюканы активируют иммунную систему через взаимодействие с TLR2/4 рецепторами, тогда как маннан-олигосахариды проявляют пребиотическую активность, селективно стимулируя рост целлюлолитической микрофлоры и ингибируя адгезию патогенных бактерий [11, 130].

С точки зрения энергетического обмена гидролизаты обеспечивают более выраженный эффект в критические периоды лактации благодаря содержанию аргинина и глутамина, поддерживающих печеночный метаболизм, и цитозин-монофосфата, усиливающего липогенез в молочной

железе. В отличие от живых дрожжей, дающих постепенное улучшение конверсии корма на 4-6% [12], гидролизаты обеспечивают быстрый ответ в виде повышения содержания белка и жира в молоке за счет непосредственного поступления готовых метаболитов [127,150].

Гидролизаты дрожжей способны существенно улучшить физиологию пищеварения лактирующих коров за счет комплексного воздействия на рубцовые и пост-рубцовые процессы пищеварения [13]. Содержащиеся в гидролизатах свободные аминокислоты и низкомолекулярные пептиды, будучи легкоусвояемыми формами азотистых соединений, могут частично минуя рубцовую ферментацию, непосредственно всасываться в тонком кишечнике, повышая эффективность использования протеина. Одновременно, такие компоненты как β -глюканы и маннан-олигосахариды стимулируют развитие целлюлолитической микрофлоры рубца, что способствует более полному расщеплению клетчатки и увеличению продукции летучих жирных кислот – основного энергетического субстрата для лактирующих животных [108]. Стимуляция целлюлолитической микрофлоры рубца под действием β -глюканов и маннан-олигосахаридов происходит благодаря нескольким взаимосвязанным физиологическим механизмам [14]. Во-первых, эти соединения выступают в качестве специфических субстратов для бактерий рода *Fibrobacter* и *Ruminococcus*, усиливая их адгезию к растительным волокнам и активируя синтез целлюлолитических ферментов (целлюлаз, ксиланаз). Во-вторых, β -глюканы, являясь структурными компонентами клеточных стенок дрожжей, выполняют пребиотическую функцию – селективно стимулируют рост и метаболическую активность полезных рубцовых микроорганизмов, создавая конкурентное преимущество перед патогенной микрофлорой. В-третьих, маннан-олигосахариды способны связывать патогенные бактерии (такие как *Escherichia coli* и *Salmonella spp.*), предотвращая их адгезию к слизистой оболочке ЖКТ, что косвенно способствует развитию симбиотической микрофлоры [104, 108]. В результате усиленного роста целлюлолитических бактерий происходит более полная

деградация клетчатки с образованием дополнительных количеств ацетата, пропионата и бутирата [110]. Эти летучие жирные кислоты не только служат основным энергетическим субстратом для коровы (обеспечивая до 70% потребности в энергии), но и стимулируют кровообращение в рубцовой стенке, усиливая мышечную моторику преджелудков [15, 120].

Нуклеотиды и витамины группы В, присутствующие в гидролизатах [10], выступают в качестве ростовых факторов для рубцовой микрофлоры, ускоряя синтез микробного белка из аммиака, образующегося при распаде протеина корма. Это позволяет оптимизировать азотистый обмен, снижая потери азота и повышая коэффициент конверсии корма [139]. Кроме того, аргинин и другие функциональные аминокислоты гидролизата могут положительно влиять на метаболические процессы в печени, снижая риск развития кетоза и других обменных нарушений, характерных для высокопродуктивных коров в период лактации. Таким образом, включение дрожжевых гидролизатов в рацион способствует созданию более сбалансированного потока питательных веществ как на уровне рубцового пищеварения, так и на уровне метаболизма организма в целом [40, 145]. Это подчёркивает необходимость эмпирических исследований на лактирующих коровах джерсейской породы, с использованием стандартизованного гидролизата и комплексной оценкой нутритивных и технологических показателей.

В работе Такиа [149] не выявлено преимуществ живых дрожжей перед автолизатами, но качество автолизата и степень гидролиза не указано. Olagaray [130] показал более высокую стабильность эффекта у инактивированных продуктов. Однако ни одно исследование не сравнило идентичные по составу, но разные по форме дрожжевые продукты, поэтому выводы преждевременны. Оптимальный гидролизат должен иметь 30–40% аминного азота от общего [58], но в коммерческих продуктах эта цифра часто не раскрывается. β -глюканы и МОС редко количественно определяются. Это превращает исследования в оценку конкретного продукта, а не класса добавок.

Диапазон доз – от 10 до 100 г/гол/сут [109, 110] – не имеет физиологического обоснования. Лишь в единичных работах используют ступенчатое введение для адаптации рубцовой микрофлоры [133]. Передозировка может снижать удой и жир [121]. Прирост удоя от 0 до 18% [92, 142]; эффект выше при исходном удое <30 кг/сут и при тепловом стрессе [152]. Жир: повышение в 60% исследований, снижение в 10% (чаще при дозе >80 г/сут) [112, 121]. Белок: эффект проявляется только при дефиците лимитирующих аминокислот [103].

Лишь единичные исследования оценивают влияние дрожжевых гидролизатов на термоустойчивость, сыропригодность, коагуляцию молока и выход конечной продукции [87, 115]. Однако они выполнены на голштинской породе и без пробной выработки. Для джерсейской породы такие данные отсутствуют полностью.

Расчёт окупаемости часто не учитывает затраты на переработку, качественные надбавки, волатильность цен. Более того, они рассчитаны для живых дрожжей, а для гидролизатов – единичны [117].

Дрожжевые гидролизаты – перспективный, но недостаточно изученный класс добавок, особенно для джерсейской породы и технологических свойств молока. Настоящее исследование восполняет эти пробелы, предлагая комплексную оценку нутритивного состава, технологических свойств сырого молока джерсейских коров и экономической эффективности применения в их рационах дрожжевого гидролизата.

1.3. Заключение по обзору литературы

Проведённый анализ научно-технической литературы позволяет сформулировать следующие основные положения, определяющие актуальность и направленность настоящего диссертационного исследования. Установлено, что качество молока-сырья является системообразующим фактором в технологической цепи производства молочных продуктов, определяющим выход, органолептические свойства и пищевую ценность

готовой продукции. Традиционный подход к оценке сырья, ограничивающийся определением массовой доли жира, белка, СОМО, кислотности и бактериальной обсеменённости, методологически недостаточен для прогнозирования технологической пригодности молока при производстве продуктов питания. Ключевыми информативными параметрами, требующими внедрения в практику входного контроля, являются фракционный состав белков (соотношение казеин/сывороточные белки, казеиновое число), детальный жирнокислотный профиль, минеральный профиль (соотношение Са:Р, концентрация ионизированного кальция, соотношение Na:K) и метаболические маркеры, в первую очередь, мочевины.

Показано, что молоко коров джерсейской породы обладает исключительной ценностью благодаря повышенному содержанию общего белка (3,85–4,22%), высокому казеиновому числу (78–82%), а также более сбалансированному аминокислотному профилю с повышенным содержанием незаменимых аминокислот. Однако промышленное использование данной породы ограничено невысокой валовой продуктивностью (18–24 кг/сут), высокой сезонной изменчивостью состава молока и чувствительностью к стрессам, что требует применения направленных зоотехнических приёмов [109].

Кормление является наиболее управляемым фактором, определяющим до 40% вариации продуктивности и качества молока. Детализированные системы нормирования кормления (NRC, CNCPS) теоретически обоснованы, но на практике их реализация затруднена вариабельностью питательности кормов. Количественные модели, позволяющие прогнозировать изменение состава молока при введении кормовых добавок, отсутствуют. Установлено, что протеиново-энергетический дисбаланс в рационах лактирующих коров напрямую отражается на уровне мочевины в молоке, а однотипное силосное кормление приводит к ухудшению технологических свойств сырья (снижение сычужной свертываемости на 17–22%, уменьшение выхода сыра).

Перспективным решением для направленной коррекции нутритивных свойств молока-сырья являются кормовые добавки на основе дрожжевых компонентов, в частности - гидролизатов. В отличие от живых дрожжей, ферментативные гидролизаты характеризуются высокой биодоступностью за счёт содержания низкомолекулярных пептидов (30–40% аминного азота), свободных аминокислот, β -глюканов, маннан-олигосахаридов и нуклеотидов [58, 59, 142]. В литературе выявлены следующие системные пробелы:

- отсутствие исследований влияния дрожжевых гидролизатов на технологические свойства молока (термоустойчивость, сыропригодность, коагуляцию, выход готовой продукции);
- недостаточная изученность эффективности гидролизатов на джерсейской породе;
- методологическая неоднородность экспериментальных дизайнов (малые выборки, $n=8-12$, несопоставимые дозировки от 10 до 100 г/гол/сут, отсутствие ступенчатого введения);
- нераскрытость качественного состава коммерческих продуктов (степень гидролиза белка, содержание β -глюканов и МОС).

Научно-техническая литература содержит доказательства положительного влияния дрожжевых продуктов на рубцовое пищеварение и молочную продуктивность КРС. Однако комплексные исследования, связывающие применение дрожжевого гидролизата в рационах лактирующих коров джерсейской породы с детальным анализом нутритивного состава (фракционный и аминокислотный состав белка, жирнокислотный профиль, минеральный состав), технологических свойств молока и выхода готовой продукции, отсутствуют. Выявленные пробелы обосновывают актуальность, научную новизну и практическую значимость настоящего диссертационного исследования, направленного на разработку научно обоснованных рекомендаций по использованию дрожжевого гидролизата для направленной коррекции состава и свойств молока-сырья.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Диссертационная работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте молочной промышленности ФГАНУ «ВНИМИ» в рамках выполнения работ по Государственному заданию FNSS 2022-0004. Работа включает теоретический и экспериментальные этапы. Теоретический этап посвящен изучению комплексной темы коррекции нутритивных свойств молока коров на этапе кормления для получения сырья с заданными показателями. Проведен анализ 161 отечественного и зарубежного источника отраслевых журналов, диссертационных работ, монографий, методических сборников, электронных ресурсов и баз данных: eLIBRARY, CyberLeninka, Академия Google, Web of Science, PubMed, ResearchGate. На основании проведенного анализа сформулированы цель, задачи и методы проведения комплекса исследований и лабораторных испытаний (Рис. 2.1.)

Экспериментальная часть работы включала в себя 3 этапа: научно-производственный опыт, аналитические лабораторные испытания сырья, выработку двух видов молочной продукции из полученного сырья с последующей статистической обработкой результатов.

2.1. Объекты исследования.

На разных этапах объектами исследования явились:

- кормосмесь полнорационная (общехозяйственный рацион (ОР))
- кормовая добавка (дрожжевой гидролизат)
- кровь и сыворотка крови коров, фекалии, моча
- молоко сырое
- творог и сыворотка

Исследования проводили с применением стандартизированных и оригинальных методов.

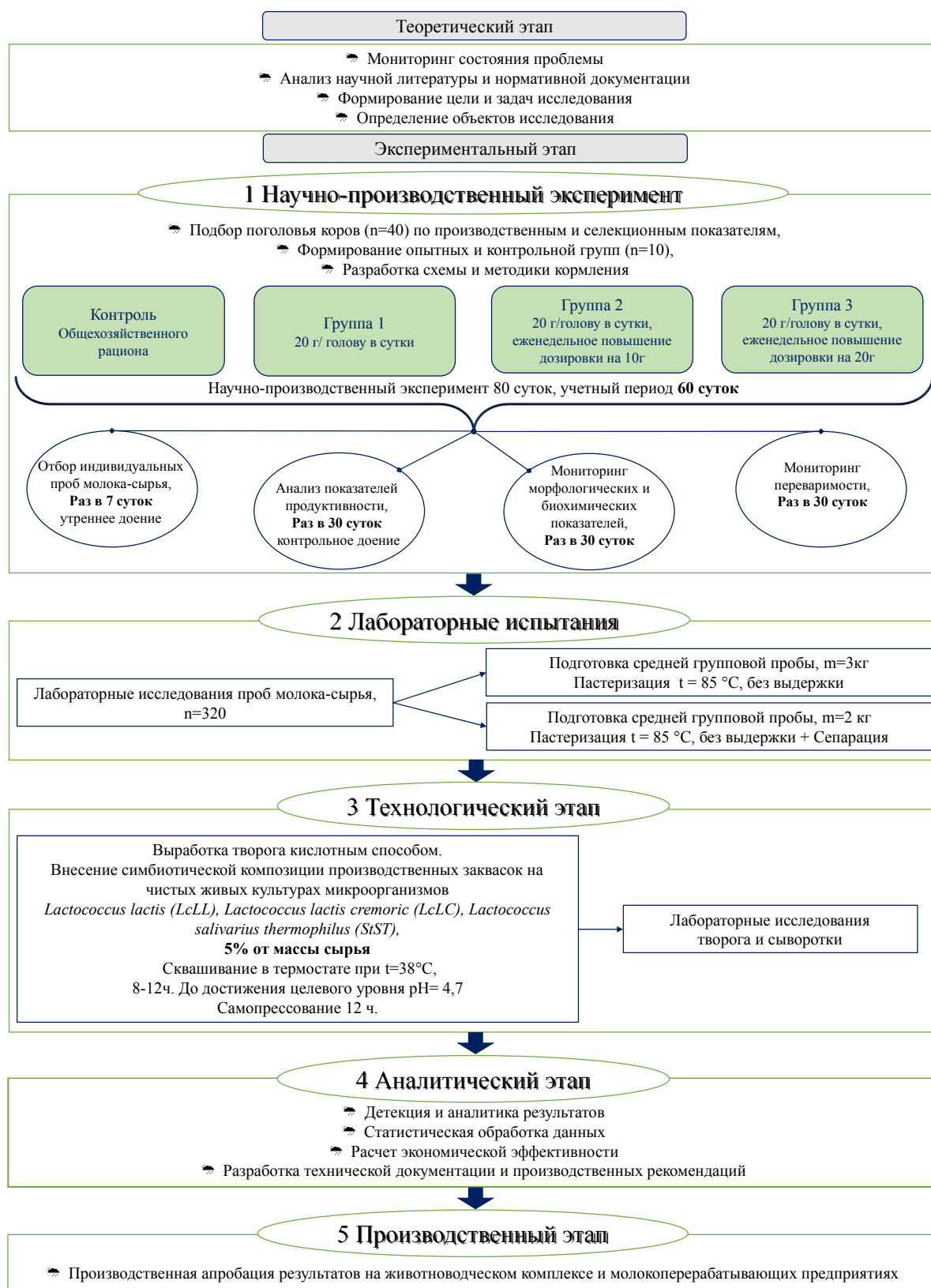


Рисунок 2.1 – Схема проведения исследований

2.2. Методы исследования.

Научно-производственный эксперимент проводили в СХП «Новомарковское» Кантемировского района, Воронежской области с октября по декабрь 2024 г (см. Приложение М1). Методика проведения исследования одобрена на заседании Ученого совета ФГАНУ «ВНИМИ» (протокол №10 от 04.07.2024). Для проведения исследований было сформировано поголовье из 40 коров джерсейской породы по принципу сбалансированных групп [45]. Было сформировано 4 группы (1 контрольная и 3 опытные) по 10 голов в каждой. Джерсейская порода была выбрана по ряду факторов: значительная биологическая ценность молока, высокая адаптивность и конверсия корма. Отбор чистопородных животных проводили без учета генотипа на основании следующих производственных показателей: племенные первотелки с подтвержденным статусом стельности, клинически здоровые, со средней молочной продуктивностью 18-19 кг/сут., живой массой (ЖМ) 367 ± 18 кг и периодом лактации от 110 до 150 дней на момент начала исследования. Коров содержали привязным способом на общехозяйственном рационе (ОР) (Табл. 2.1). Состав ОР включал в себя силос кукурузный, сенаж люцерновый, солому, кукурузу «Экокорм», шрот рапсовый, комбикорм «Джерси Ф1» и кормовую добавку «Экопролайн Мегамикс» (табл. 1).

Энергетическая ценность рациона (обменная энергия, ОЭ) была рассчитана на основании справочных данных по каждому ингредиенту по следующей формуле: $ОЭ \text{ рациона} = \sum (\text{сухое вещество, СВ ингредиента, кг} \times \text{ОЭ ингредиента, МДж/кг СВ})$. Суммарная ОЭ рациона составила 228,3 МДж, что соответствует 11,4 МДж ОЭ на 1 кг сухого вещества.

Расчет питательности полнорационной кормосмеси (Табл. 2.2., 2.3) был проведен на основании справочных и производственных данных по каждому компоненту в рецептуре рациона, предоставленных хозяйством.

Анализ кормосмеси проводили следующими стандартизованными методами:

Сырой протеин по ГОСТ 13496.4-2019 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина»

Переваримый протеин по ГОСТ 31677-2012 «Корма, комбикорма. Метод определения переваримой энергии по содержанию сырой клетчатки, сырого жира, сырого протеина» (расчетный метод)

Сухое вещество по ГОСТ 13496.3-92 «Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влажности»

Сырая клетчатка по ГОСТ 31675-2012 «Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации»

Таблица 2.1. – Общехозяйственный рацион

Ингредиент	Готовый продукт, кг	СВ, %	Сухое вещество, СВ, кг	Обменная энергия, ОЭ (расчет), МДж/кг СВ
Силос кукурузный	17,9	32,4	5,80	10,5
Сенаж люцерновый	2,71	36,9	1,00	9,0
Солома	1,16	86,2	1,00	6,0
Кукуруза Экокорм	0,57	88,3	0,50	13,5
Шрот рапсовый	0,67	89,3	0,60	12,0
Комбикорм Джерси Ф1	12,41	84,63	10,50	12,5
КД Экопролайн Мегамикс	0,66	91,53	0,60	12,0
Итого	36,08	—	20,00	*

Определение нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) проводили методом Андерсона с применением ГОСТ ISO 16472-2014 Корма для животных. Определение кислотно-детергентной клетчатки (КДК) проводили по ГОСТ ISO 13906-2013 Корма для животных. Определение содержания кислотно-детергентной клетчатки (КДК) и кислотно-детергентного лигнина (КДЛ).

Крахмал определяли по ГОСТ 31674-2012 (поляриметрический метод)

Сырой жир по ГОСТ 13496.15-2016 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира»

Оценку питательной ценности рациона проводили в пересчете на Сухое вещество рациона расчетными методами.

Таблица 2.2 – Питательная ценность рациона

Показатель	В рационе	На СВ
Сырой протеин	5,90%	13,00%
Сырая клетчатка	6,67%	14,70%
НДК	21,40%	47,30%
КДК	12,00%	26,50%
Крахмал	28,60%	63,20%
Сырой жир	1,12%	2,47%
Лизин	55,8 мг/100г	4,23 г/кг
Метионин	84,9 мг/100г	1,88 г/кг
Триптофан	43,6 мг/100г	0,96 г/кг

Содержание микро- макроэлементов (Ca, P, K, Na, Mg, I, Fe, Cu, Zn) определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) с применением ГОСТ 30502-2016 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания калия, натрия, магния, железа, меди, цинка...». Фосфор по ГОСТ 26657-2015 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора», а кальций по ГОСТ Р 52834-2007 «Корма, комбикорма. Метод определения содержания кальция».

Таблица 2.3.– Минеральный состав рациона

Элемент	В рационе, мг/кг	В СВ, мг/кг
Ca	2898,5	6400
P	1807,5	3990
K	5113,3	11300
Na	940,2	2080
Mg	1417,4	3130
Fe	251,4	560
Zn	19,3	43
Cu	4,34	9,6
I	<0,01	оценочно очень мало

Дрожжевой гидролизат разработан на базе ВНИИ пищевой биотехнологии (филиал ФГБУН» ФИЦ питания) и создан методом «мягкого»

энзиматического гидролиза дрожжевой биомассы хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* подобранным комплексом гидролитических ферментов с последующей распылительной сушкой продукта. Партия ДГ выработана в ЗАО «Биопрогресс» (см. Приложение М) на базе ВНИТИБП (Моск. обл. г. Щелково) по разработанной технологии ТИ 35-01897222-2022. Безопасность сырья для кормовой добавки подтверждена декларацией о соответствии ЕАЭС N RU Д-RU PA01.B.72060/2 действ. по 09.08.2024.

Для анализа дрожжевого гидролизата (ДГ) (Табл. 2.4) применяли стандартизованные методы анализа:

- *общий белок* ГОСТ 13496.4-2019 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина» (метод Кьельдаля);
- *массовая доля жира* ГОСТ 13496.15-2016 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира»;
- *влажность* ГОСТ 28562-2014 «Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ» (для жидких форм);
- *аминный азот* ГОСТ 31978-2012 «Биопрепараты кормовые. Метод определения содержания аминного азота» (формольное титрование);
- *общие углеводы (ОРВ)* ГОСТ 26176-91 «Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов» (Фотоколориметрический метод);
- *редуцирующие сахара* ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров» (метод Бертрона);
- *микро – макроэлементы Ca, P, K, Na, Mg, I, Fe, Cu, Zn* по ГОСТ 30502-2016 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания калия, натрия, магния, железа, меди, цинка...»

Таблица 2.4. – показатели питательности дрожжевого гидролизата

Показатель	Содержание, %
Влажность	3,80

Аминный азот	2,50	
Общие углеводы	25,60	
Редуцирующие сахара	18,70	
Общий белок	49,20	
Аминокислоты	Содержание мг/г	
	Связанные	Свободные
Aspartic acid	20,79	1,716
Serine	12,17	2,214
Threonine	10,357	3,545
Glutamic acid	36,113	18,489
Proline	20,826	10,006
Glycine	9,565	0,776
Alanine	12,486	4,189
Cystine	—	—
Valine	8,419	2,266
Methionine	5,955	1,035
Isoleucine	7,554	1,703
Leucine	13,399	4,511
Tyrosine	3,453	—
Phenylalanine	8,228	2,279
Histidine	5,467	2,754
Lysine	14,618	5,797
Tryptophan	26,284	15,729
Arginine	5,341	0,222
Общее количество	221,025	77,237
Содержание свободных АК, %	-	35
Витамины	Содержание, мг %	
Тиамин (В ₁)	2,78 – 2,85	
Рибофлавин (В ₂)	3,85 – 3,94	
Пиридоксин (В ₆)	2,15 – 2,37	
Никотиновая кислота или ниацин (РР или В ₃) 16,75 – 17,23	16,75 – 17,23	
Минеральные вещества	Содержание, %	
Фосфор	2,74	
Калий	2,58	
Кальций	0,08	
Магний	0,04	
Сера	0,03	
Кремний	0,81	

Содержание токсичных элементов определяли по ГОСТ 32884-2014 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения

содержания токсичных элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой»

Дополнительно применен титриметрический метод анализа для определения степени гидролиза (степень деструкции полисахаридов клеточных стенок дрожжей и белковых веществ протоплазмы дрожжевых клеток). Витамины группы В и жирорастворимые витамины А, D, Е определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ – МС-МСС). Аминокислотный состав определяли с применением метода капиллярного электрофореза, расчет аминокислотного сора молока-сырья проводили путем сравнения фактического содержания аминокислот в белках молока со шкалой ФАО/ВОЗ. Выбор дозировок ДГ был основан на рекомендациях специалистов кафедры кормления и кормопроизводства, Московской государственной Академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина (МГАВМиБ им. К.И. Скрябина).

Таблица 2.5. – Схема скармливания дрожжевого гидролизата по группам в учетный период эксперимента

Группа	Схема кормления	Недели учетного периода эксперимента /дозирование ДГ							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Контроль	ОР хозяйства	-	-	-	-	-	-	-	-
1	ОР + ДГ 20 г/гол/сут	20 г	20 г	20 г	20 г	20 г	20 г	20 г	20 г
2	ОР + ДГ (20→80 г) + 10 г/неделю	20 г	30 г	40 г	50 г	60 г	70 г	80 г	80 г
3	ОР + ДГ (20→140г) +20 г/неделю	20 г	40 г	60 г	80 г	100 г	120 г	140 г	140 г

Схема кормления разработана с учётом рекомендаций ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса» и физиологических потребностей коров, соответствующих их продуктивности, живой массе и составу рациона.

Продолжительность эксперимента составила 80 суток, включая подготовительный (10 суток) и заключительный (10 суток) и учетный (60 суток) периоды. ДГ скармливался индивидуально в утреннее кормление 1-3 группам коров с применением ступенчатого повышения дозировки для групп 2 и 3 с целью контроля пищевой адаптации, отслеживания оптимальных функциональных и критических дозировок ДГ. В период проведения эксперимента проводились еженедельные контрольные доения в соответствии с графиком повышения дозировок ДГ. Ежемесячно до выхода в сухостойный период отбирались пробы молока для мониторинга продуктивности, крови и фекалий, для мониторинга физиологического здоровья опытного поголовья. Показатели продуктивности определяли при индивидуальном доении с использованием инфракрасных датчиков Tru-Test (одобрено Международным комитетом по регистрации животных (ICAR)).

Расчёт среднего удоя (μ) производили по формуле:

$$\mu = \frac{\sum Y_i}{n}$$

Y_i – удой в момент времени
 $n=6$ месяцев

Расчёт стандартного отклонения (σ) производили по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

μ - средний удой

Y_i – удой в момент времени

Коэффициент вариации лактации (CV) рассчитан по формуле:

$$CV = \mu / \sigma \times 100\%$$

CV – коэффициент вариации (%),

σ – стандартное отклонение показателя лактации,
 μ) – среднее арифметическое значение того же показателя за период лактации (например, средний суточный удой).

Интегральная продуктивность (AUC*) рассчитана по формуле:

$$AUC = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (t_{i+1} - t_i)$$

Y_i – удой в момент времени t_i

Y_{i+1} – удой в следующую точку измерения

$((Y_i + Y_{i+1})/2)$ – средний удой на интервале

$(t_{i+1} - t_i)$ – ширина интервала (обычно = 1, если интервалы равны)

*Поскольку интервал равен 1 месяцу, AUC рассчитывается как сумма средних значений смежных месяцев

Индекс стабильности лактации (ИСЛ) рассчитан по формуле:

$$ИСЛ = 1 - CV/100$$

Анализ переваримости кормов проводили путем взвешивания кормосмеси, отбора проб фекалий с последующим взвешиванием, высушиванием и анализом в соответствии с общепринятыми методиками ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (Томмэ М.Ф., 1969; Овсянников А.И., 1976). Расчет переваримости производили по формуле:

Переваримость компонента = (Кол-во съеденного – Кол-во выделенного с экскрементами) / Кол-во съеденного $\times 100\%$. В расчетах используются справочные коэффициенты переваримости для разных типов кормов.

Отбор крови первотельных коров проводился на ферме животноводческого комплекса в рамках плановой диспансеризации поголовья в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства №622. Анализ проб крови проводили в ФГБУ «ВНИИЗЖ» (БелИЛ) фотометрическим методом с готовыми коммерческими наборами реактивов по следующим показателям: гемоглобин, альбумин, альфа–, бета–, гамма–глобулины, глюкоза, мочевины, креатинин, кальций (Ca), фосфор (P). Интерпретацию результатов проводили в соответствии с методическими указаниями по применению унифицированных биохимических методов исследования крови,

мочи и молока в ветеринарных лабораториях: утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1982 г.

Анализ проб сырого молока, отобранных в учетный период эксперимента, проводили в лаборатории технохимического контроля и арбитражных методов анализа ФГАНУ «ВНИМИ» в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье. Технические условия» с использованием следующих методов:

- метода Гербера определяли массовую долю жира (МДЖ) – по ГОСТ 5867-2023 с использованием центрифуги SuperVario (Германия) и бани водяной Labtex LT-TW/30;

- метода Кьельдаля определяли массовую долю белка (МДБ) – по ГОСТ 23327-98 с использованием полуавтоматической системы определения азота (белка), Китай, Hanon instruments, в комплекте: автоматизированный дистиллятор по методу Кьельдаля Hanon K9840, зав. №K4026190559, дигестор НУР-320, зав. №21003041 НУР-320;

Визуализация динамики среднегрупповых значений МДЖ и МДБ осуществлялась с применением кусочно-полиномиальной интерполяции кубическими сплайнами (уравнение вида $S_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3$ с условием непрерывности первой и второй производных в узлах). Выбор метода обоснован необходимостью адекватного отражения непрерывности физиологического процесса молокообразования. Статистическая обработка различий проводилась исключительно по дискретным данным контрольных доений. Однородность сформированных выборок подтверждена значениями коэффициента вариации (CV) МДЖ, не выходящими за пределы 16–20 %, что для данного признака классифицируется как допустимый уровень биологической вариабельности.

- гравиметрическим методом определяли сухие вещества/массовую долю влаги – по ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества» с применением установки для

измерения влажности воздушно-тепловой EM10, Франция, Chopin Technologies, зав. №4434;

- лактозу определяли по ГОСТ Р 54667-2011 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров» поляриметрическим методом с применением поляриметра автоматического AP-300, Япония, ATAGO CO., LTD, зав. №220107N;

- мочевины – колориметрическим методом по ГОСТ Р 55282-2012 «Молоко сырое. Колориметрический метод определения содержания мочевины». Метод основан на взаимодействии мочевины с диацетилмоноксимом в кислой среде в присутствии тиосемикарбазида и трехвалентного железа с образованием окрашенного комплекса.

Анализ жирно-кислотного состава проводили методом газовой хроматографии с использованием хроматографа «Кристаллюкс 4000М» с ПИД-детектором и программным обеспечением для обработки хроматографических данных «NetChrom». Для разделения применялась кварцевая капиллярная колонка Supelco-2560 100m×0,25mm×0,2µm (Sigma-Aldrich, США), неподвижная фаза FFAP. Расчет состава метиловых эфиров жирных кислот проводился методом внутренней нормализации. Идентификацию смеси проводили с использованием стандарта метиловых эфиров жирных кислот Supelco FAME 37mix components.

Пробоподготовку образцов проводили по ГОСТ 32915-2014, расчет молочного жира в жировой фазе проводили по жирно-кислотному составу (ЖКС) и содержанию масляной жирной кислоты с учетом ГОСТ Р 70238-2022. Обработка результатов проводилась с помощью программного обеспечения "NetChrom v2.1".

Контроль содержания соматических клеток проводили в соответствии с ГОСТ 23453-2011 методом проточной цитометрии с применением анализатора соматических клеток в молоке DCC, Швеция, DeLaval, зав. №11294.

Активную кислотность (pH) определяли потенциометрическим методом по ГОСТ 32892-2014. Титруемую кислотность устанавливали по ГОСТ 3624-92 (титриметрическим методом в градусах Тернера, °Т).

Для определения биологической ценности молока проводили углубленный анализ всего белкового состава в целом с учетом аминокислотного состава и последующим расчетом аминокислотного сора. Определение массовой доли истинного белка проводили расчетным методом по п. 6.28 ГОСТ Р 52054-2023 с учетом изменения небелкового азота по ГОСТ Р 55246-2012 «Молоко и молочные продукты. Определение содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля».

Казеины и сывороточные белки фракционировали путем изоэлектрического осаждения при pH 4.6. Полученные фракции подвергали диализу и лиофильной сушке. Содержание белков рассчитывали по уравнениям регрессии и выражали в граммах на литр (г/л) молока, а также в % от общего белка для оценки фракционного состава с учетом по ГОСТ 33528-2015 «Молоко и молочные продукты. Идентификация белкового состава электрофоретическим методом в полиакриламидном геле».

Расчет коэффициента корреляции (r) для МДБ и НБА проводился по формуле:

$$r = \frac{\sum (x_i - x_{cp})(y_i - y_{cp})}{\sqrt{\sum (x_i - x_{cp})^2 \sum (y_i - y_{cp})^2}}$$

X_i, Y_i – конкретное значение выборки (корова-доеение) по показателю МДБ (X) и НБА (Y)

X_{cp}, Y_{cp} – средние значения МДБ(X) и НБА (Y) по группам.

Фракционирование белковых компонентов (казеины, сывороточные, БСА) методом ВЭЖХ проводили на жидкостном хроматографе «МАЭСТРО» (Россия). Градиентное элюирование осуществляли с использованием двух растворителей: А (0,1% ТФУ в воде) и Б (0,1% ТФУ в ацетонитриле). Скорость потока составляла 1.0 мл/мин, детектирование проводили при длине волны 214 нм (пептидная связь) и 280 нм (ароматические аминокислоты).

Аминокислотный состав образцов молока определяли по методике М 04-94-2021 «Пищевые продукты, продовольственное сырье, пищевые добавки. Идентификация проводилась с использованием хроматографа высокоэффективного жидкостного Agilent 1260 Infinity II с масс-селективным детектором типа тройной квадруполь Ultivo Triple Quad LC/MS (Сингапур).

Оценку биологической ценности белков молока-сырья проводили путем расчета аминокислотного сора. Расчет осуществляли путем сравнения фактического содержания незаменимых аминокислот в исследуемых образцах с эталонной шкалой (стандартом) ФАО/ВОЗ.

Изучение макро- и микроэлементного профиля в молоке проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП). Измерения выполняли в соответствии с требованиями ГОСТ Р ISO 27085-2012.

Расчет интегрального индекса минеральной полноценности (ИИМП) производили по математической пропорции, где площадь радара контрольной группы (см. Приложение Д) была принята за 100%.

Витамины группы В – по ГОСТ EN 14122-2020 «Продукция пищевая. Определение содержания витамина В₁ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» (EN 14122:2014, IDT), ГОСТ EN 14663-2014 «Продукция пищевая. Определение витамина В₆ (включая гликозилированные формы) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», ГОСТ EN 14152-2020 «Продукция пищевая. Определение содержания витамина В₂ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» (EN 14152:2014, IDT), ГОСТ EN 14164-2014 «Продукты пищевые. Определение витамина В₆ с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии» (EN 14164:2008, IDT). Все эксперименты проводились в 3-5 повторностях.

Выработка творога производилась кислотным методом с использованием композиции заквасочных культур *Lactococcus lactis* (LcLL), *Lactococcus lactis cremoris* (LcLC) и *Streptococcus salivarius thermophilus* (StST)

в соотношении (4:4:7), вносимых в количестве 5% от объема молока. Скваживание проводили при $38 \pm 2^\circ\text{C}$.

Для достоверной оценки качества и пищевой ценности выработанных образцов творога в диссертационной работе применялись стандартизированные методы анализа, регламентированные действующими стандартами согласно ГОСТ 31453-2013 Творог. Технические условия.

Статистический анализ данных и их визуализацию осуществляли с использованием пакета программ «Statistica 2010» (Statsoft, США) и «Microsoft Excel», (Microsoft, США).

Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики: однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим использованием критерия Тьюки. Для попарного сравнения выборок разного размера и оценки статистически значимых различий между образцами применяли HSD тест.

Для анализа различий внутри групп и между ними применяли критерий Фишера (F).

Межгрупповая дисперсия отражает разницу между средним значением в каждой группе и общим средним значением всех данных. Внутригрупповая дисперсия отражает разброс данных внутри каждой отдельной группы, учитывая индивидуальные показатели каждого опытного образца. Для определения p-value при использовании F-критерия учитывают параметры степени свободы: df_1 (межгрупповой) рассчитывается как $(n-1)$, где n – кол-во групп (т.е. для данного исследования $df_1=3$); df_2 (внутригрупповой) рассчитывается как $(N-n)$, где N – общее количество объектов (т.е. для данного исследования $df_2=36$). Нормальность распределения данных внутри групп ($n=10$ коров, 240 точек) была проверена с помощью теста Шапиро-Уилка. Уровень значимости был установлен на уровне $p < 0,05$, $p < 0,002$, $p < 0,001$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть диссертационного исследования посвящена последовательному изучению особенностей производства молока джерсейских коров, получавших в качестве кормовой добавки дрожжевой гидролизат. В этой главе изучено влияние ДГ на продуктивность и физиологические показатели коров опытных групп, а также на физико-химический состав сырого молока и его технологические показатели при производстве молочной продукции, в частности, творога.

3.1. Динамика показателей продуктивности

Применение гидролизата дрожжевой биомассы в качестве кормовой добавки в рационе коров опытных групп способствовало улучшению метаболических процессов, что отражено, в первую очередь, в динамике молочной продуктивности. Тест Шапиро-Уилка подтвердил нормальное распределение данных по удою во всех группах и временных точках ($p > 0,05$), что обосновывает применение ANOVA для статистического сравнения средних значений.

Мониторинг продуктивности всех групп коров позволил установить значимые закономерности. Часть лактационной кривой контрольной группы, представленная на графике (рис. 3.1.), соответствует нормальному физиологическому спаду лактации перед выходом в сухостойный период, т.к. эксперимент проводился со 110-150 до 170-210 дня лактации, а отслеживание продуктивности проводилось до запуска. Контрольная группа показала равномерное колебание продуктивности в 1,5-2,5% и планомерное снижение на 2-3% каждые 30 суток до достижения минимальной отметки в 17,1л на 9 месяц лактации.

Предположительно, более высокая доза ДГ обеспечила стабильность функционирования рубцовой микрофлоры и более эффективное

использование питательных веществ, что позволило избежать резкого снижения надоев после отмены добавки и спровоцировало эффект накопления [102].

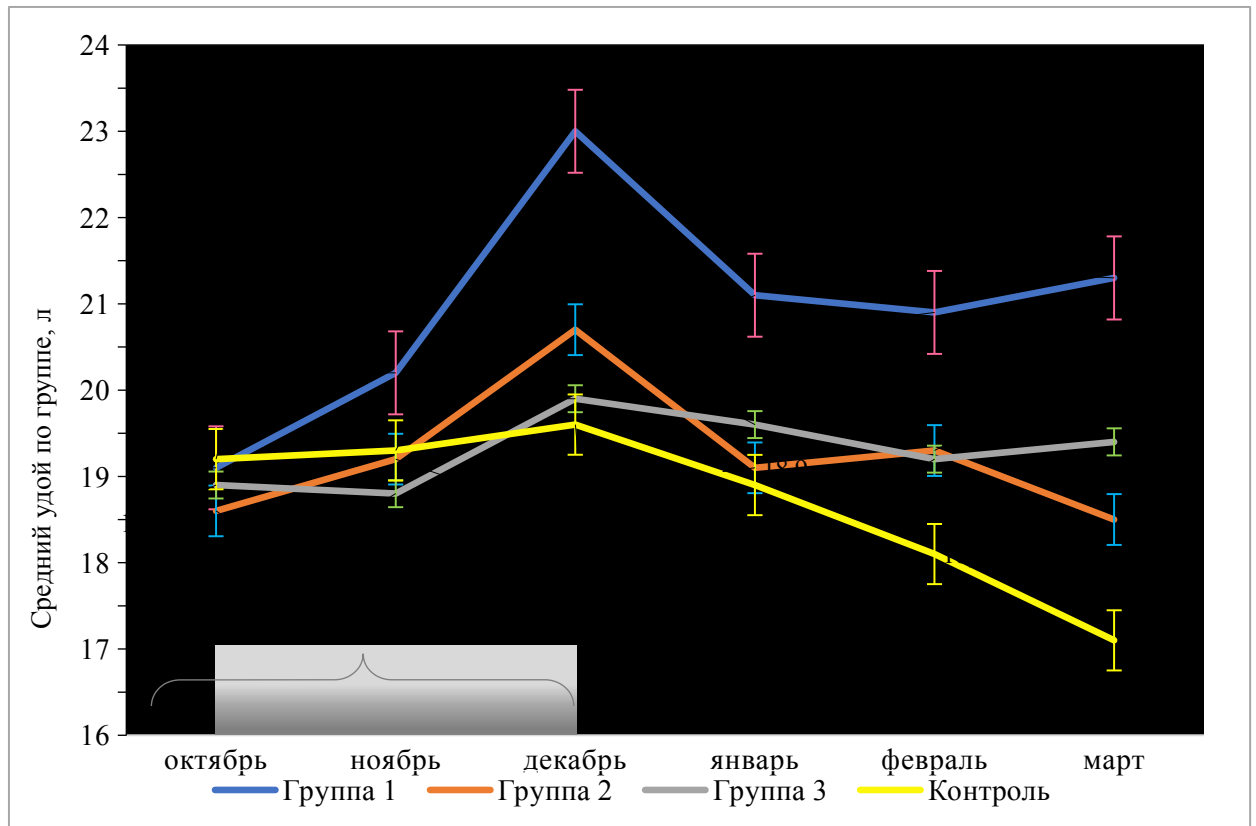


Рисунок 3.1. – Динамика изменений молочной продуктивности по группам в ходе эксперимента (с учетом стандартного отклонения) с отслеживанием отдаленных эффектов

В период применения ДГ у коров 1-й группы (20 г ДГ/гол/сутки) наблюдали планомерный рост удоя с 19,1 л до 23 л (Рис. 3.1), что соответствует увеличению продуктивности на 20,4 %. После прекращения применения добавки удой снизился на 9,2%, однако к 9 месяцу лактации (марта 2025 г.) оставался на 11,5 % выше исходного уровня, что нивелирует физиологичный спад продуктивности к периоду запуска испытуемых коров. (табл. 3.1.).

В группах 2 (40 г ДГ/гол/сут.) и 3 (80 г ДГ/гол/сут.) также отмечено увеличение надоев в период применения ДГ от 18,6 л и 18,9 л до 20,7 л и 19,9 л соответственно, т.е. на 10,2 % в группе 2 и 5,1% в 3. Отдаленный эффект в группе 2 продемонстрирован скачкообразными колебаниями, что может

свидетельствовать о перестройке организма после отмены более высокой концентрации добавки (20+10 г/гол/еженедельно), чем в 1 группе (20 г/гол/сутки). В 3 группе таких колебаний не наблюдали (от 19,9 л в декабре 2024 г. к 19,6 л в январе 2025 г.).

Таким образом, наиболее яркий эффект скармливания ДГ на продуктивность был достигнут при дозировке 20 г/гол/сутки: к 60 суткам удой увеличился на 17,9 %, по сравнению с контрольной группой. После отмены ДГ отмечено снижение удоя, однако уровень продуктивности на 9 месяц лактации оставался выше исходного на 11,5 %. Во 2-й и 3-й группах также наблюдался рост удоев (до 20,7 л и 19,9 л в сутки, соответственно).

Таблица 3.1. – Валовая продуктивность опытных (1,2,3) и контрольной групп коров за лактацию с учетом средних показателей МДЖ и МДБ

Группа животных	Удой, кг ($M \pm m$)	СР Жир, %	СР Белок, %
Контроль (n=10)	5649,3 $\pm$ 178,60	4,32 $\pm$ 0,11	4,52 $\pm$ 0,06
1 (n=10)	6402,5** $\pm$ 182,20	5,20 $\pm$ 0,10*	4,40 $\pm$ 0,05
2 (n=10)	5898,1 $\pm$ 149,20	5,20 $\pm$ 0,07*	4,53 $\pm$ 0,04
3 (n=10)	5775,3 $\pm$ 146,10	5,33 $\pm$ 0,08*	4,52 $\pm$ 0,04

**($p < 0,01$)

Наибольший валовой удой за лактацию получен от коров группы 1 (табл. 3.1.) (постоянная доза ДГ 20 г/гол/сут) – 64 025 кг, что на 7 532 кг или 13,3 % превышает показатель контрольной группы (56 493 кг). Данная схема скармливания ДГ обеспечила максимальную реализацию продуктивного потенциала животных, однако стабильность полученных данных ниже, чем в других опытных группах. Этот факт критичен для стабильности производства молока и прогнозирования продуктивности. У коров группы 2 отмечен валовой удой 58 981 кг, превышающий показатели продуктивности контрольной группы на 2 488 кг (4,4 %). Ступенчатое дозирование ДГ обеспечивает наиболее стабильную динамику лактационной кривой, а также минимальные колебания МДЖ и МДБ (табл. 3.1.). От коров 3 группы за лактацию получен удой 57 753 кг (+1 260 кг, или +2,2 % относительно показателей контрольной группы). В этой группе прослеживается обратная

зависимость между темпом наращивания дозировки ДГ и итоговой валовой продуктивностью: минимальная продуктивность получена при наиболее интенсивной схеме повышения дозирования.

Стабильность производства молочного сырья и рентабельность тех или иных технологических решений напрямую зависит от предсказуемости результатов, поэтому дополнительно проведен математический анализ лактационной динамики (табл. 3.2). Количественная оценка характера лактационных кривых, основанная на расчёте среднего удоя (μ), среднеквадратического отклонения (σ), коэффициента вариации (CV) и индекса стабильности лактации (ИСЛ), позволила объективизировать влияние различных схем скармливания дрожжевого гидролизата (ДГ) на динамику молочной продуктивности (табл. 3.2.).

Таблица 3.2. – Анализ стабильности лактации по группам испытуемых коров.

Группа	μ , кг	σ	CV, %	ИСЛ
Контроль (n=10)	18,7±0,30	0,94	5	0,95
1(n=10)	20,93±0,41**	1,29	6,17	0,938
2 (n=10)	19,17±0,26	0,82	4,27	0,957
3 (n=10)	19,3±0,13	0,42	2,17	0,978

**($p < 0,01$)

Контрольная группа животных характеризовалась нормальным для данной фазы лактации плавным снижением удоев. Средний показатель суточной продуктивности составил 18,70 кг при $\sigma = 0,94$ кг. CV достиг 5%, а ИСЛ – 0,950, что отражает физиологический тренд затухания лактационной деятельности перед запуском.

В группе 1 наблюдался высокий уровень продуктивности, однако сопровождающийся дестабилизацией лактационной кривой. Величина стандартного отклонения возросла до 1,29 кг, коэффициент вариации увеличился до 6,17%, а ИСЛ снизился до 0,938. Применение фиксированной дозировки 20 г/гол/сут обеспечивает максимальный валовой надой, но

характеризуется наименьшей прогнозируемостью суточных удоев из-за выраженного продуктивного пика в середине учетного периода с последующим снижением.

Ступенчатое повышение дозировки ДГ с шагом 10 г способствовало формированию умеренно стабильной лактационной деятельности. Средний удой по группе увеличился относительно контроля на 0,47 кг и составил 19,17 кг (+2,5%), среднеквадратичное отклонение снизилось до 0,82 кг, а ИСЛ составил 0,957. Зафиксированный в январе спад удоя до 18,7 кг свидетельствует о реакции организма опытных коров на отмену добавки при данной схеме дозирования. Это может быть связано с недостаточным сроком кормления, что при такой дозировке не дает эффекта накопления от применения ДГ.

Наиболее стабильная лактация достигнута в Группе 3. Лактационная кривая данной группы является эталонной по равномерности. Стандартное отклонение в этой группе в 2,2 раза ниже контроля, коэффициент вариации составляет 2,17%, а индекс стабильности лактации (ИСЛ = 0,978) является наивысшим среди всех групп животных. Средний удой зафиксирован на уровне 19,30 кг (+3,2% к контролю). Отсутствие резких колебаний удоя после отмены добавки (январь 19,6 кг, март 19,4 кг) указывает на формирование устойчивого метаболического фона.

Проведённый анализ динамики молочной продуктивности показал, что введение ДГ в рацион коров оказывает значимое влияние, характер которого определяется схемой дозирования добавки, однако не является напрямую дозозависимым. Наибольший прирост валового удоя обеспечивается при постоянной минимальной дозировке 20 г/гол/сут., однако эта схема сопровождается снижением стабильности лактационной кривой и повышенной вариабельностью суточных надоев, что ограничивает прогнозируемость продукционного процесса. Напротив, ступенчатое наращивание дозировки в обоих вариантах (группы 2 и 3) даёт меньший абсолютный прирост продуктивности, но способствует формированию

устойчивого метаболического фона, что выражается в оптимизации лактационной кривой, снижении внутригрупповых колебаний и сохранении достигнутого уровня удоев после отмены добавки. Таким образом, выбор оптимальной стратегии применения дрожжевого гидролизата должен основываться не только на максимизации надоя, но и на целевых показателях технологической надёжности производства, поскольку повышение дозировки смещает приоритет с пиковой продуктивности в сторону физиологической стабильности и предсказуемости лактационного процесса. Полученные результаты свидетельствуют о наличии дозозависимого компромисса между величиной продуктивного эффекта и устойчивостью ответной реакции организма, что требует учёта производственных задач при разработке практических рекомендаций по кормлению.

3.2. Физиологические показатели пищевой адаптации

3.2.1. Биохимические показатели сыворотки крови

Основной проблемой интерпретации биохимических показателей крови и сыворотки стало отсутствие межгосударственного стандарта по гематологии и биохимии крови и сыворотки крупного рогатого скота (КРС): не существует унифицированных систем оценки диапазона контролируемых показателей здоровья животных с учетом породного разнообразия и физиологического состояния поголовья КРС.

Отбор проб осуществляли на 0, 30-е и 60-е сутки учетного периода эксперимента. Включение ДГ в рацион положительно сказалось на белковом обмене у коров опытных групп. Общие данные биохимического анализа сыворотки крови представлены в приложении Б. Об этом свидетельствует улучшение соотношения альбумин-глобулин (А/Г) в сыворотке крови (рис. 3.2). В опытных группах 1, 2 и 3 зафиксировано статистически значимое снижение уровня гамма-глобулинов на 16,3-20,7 % ($p < 0,05$) (рис. 3.2.1.), что указывает на снижение иммунной нагрузки. Концентрация альбуминов в сыворотке крови коров опытных групп увеличилась относительно исходных

значений в 1 группе на 4,2 %, во 2 группе на 11,4 %, в 3 группе на 11,0 %, тогда как в контрольной группе отмечено снижение уровня альбуминов на 3,5 %. Эти изменения свидетельствуют о положительном влиянии ДГ на синтетическую функцию печени и белковый обмен [12]. Соотношение альбумина к глобулинам имеет положительную динамику во всех опытных группах, особенно во 2-й: (0,53→0,59→0,68). Наиболее благоприятный эффект оказала схема скармливания ДГ в дозировке 40 г/гол/сутки.

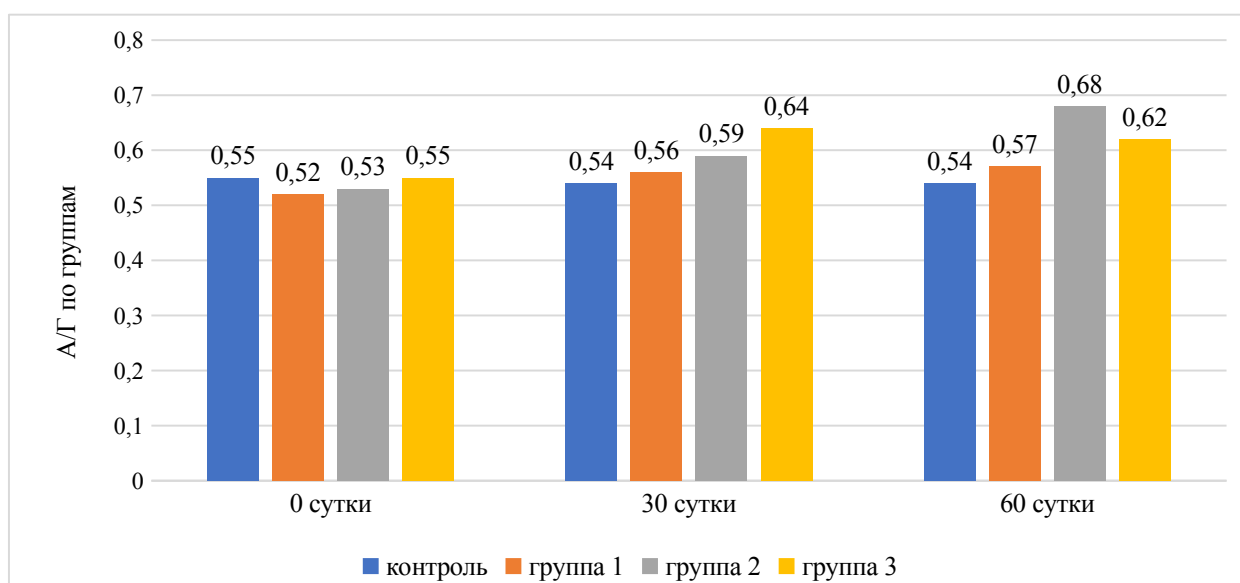


Рисунок 3.2. – Изменение альбумин-глобулинового соотношения в крови групп коров на 0, 30 и 60 сутки скармливания ДГ

Примечание: Разброс индивидуальных значений внутри групп характеризовался стандартным отклонением (SD), не превышающим 0,11, что свидетельствует об однородности выборки и отсутствии выбросов, искажающих физиологическую картину

Динамика концентрации мочевины в крови коров отражает адаптацию организма к новому кормовому компоненту (Табл.3.3.).

Таблица 3.3. – Изменения концентрации мочевины в крови коров

Группа	Мочевина, ммоль/л (норма 2,8 – 8,8 ммоль/л), SD		
	0 сутки	30 суток	60 суток
Контроль	6,9±1,3	7,0±1,4	6,85±1,25
1	6,55±1,25	6,65±1,18	5,28±1,23*
2	7,51±1,10	7,81±0,95	5,18±0,86**
3	6,9± 1,4	7,75± 0,6	5,85±0,81*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ при указанном SD по t-критерию Стьюдента

Во 2-й и 3-й группах к 30-му дню отмечено повышение уровня мочевины на 3,99 % и 12,3 % соответственно, в то время как в контрольной и первой группах концентрация оставалась относительно стабильной. Значительное повышение уровня мочевины в 3-й группе, вероятно, связано с четырёхкратным превышением дозировки ДГ по сравнению с 1-й группой, что позволяет предположить возможность превышения оптимальной дозы в 80 г/гол/сут. В группе 2 повышение есть, но оно ниже, что говорит о нормальной пищевой адаптации печени животных к ДГ. На начальном этапе эксперимента часть аминокислот из ДГ могла подвергаться дезаминированию с образованием мочевины. К 60-м суткам уровень мочевины в группе 2 снизился до минимальных значений, в то же время при такой схеме скармливания ДГ произошло наибольшее снижение до $28,5 \pm 5\%$, по сравнению с началом учетного периода эксперимента, что свидетельствует о более эффективном усвоении белка и более плавной пищевой адаптации животных к введению ДГ в рацион. Таким образом, при оценке эффективности применения ДГ следует учитывать не только конечные значения, но и динамику изменений, поскольку резкие колебания могут указывать на стресс и повышенную нагрузку на организм. В группах 1 и 2 показатели достоверно снизились относительно начала эксперимента на 19,4 и 30,1 % соответственно, что демонстрирует предпочтительность таких схем кормления для оптимизации азотистого обмена, особенно, учитывая стабильность полученных результатов и отсутствие критических колебаний показателя. В контрольной группе зафиксирован менее эффективный метаболизм белка, что подтверждает целесообразность применения ДГ.

Оценку сбалансированности минерального питания проводили на основании концентрации Са и Р в крови. ДГ, вероятно, способствовал лучшему усвоению Са, так как в опытных группах концентрация Са достоверно увеличилась по сравнению с контрольной. В осенне-зимний период, когда у коров часто наблюдается дефицит витамина D, применение ДГ, возможно, частично компенсировало этот дефицит (рис. 3.3)

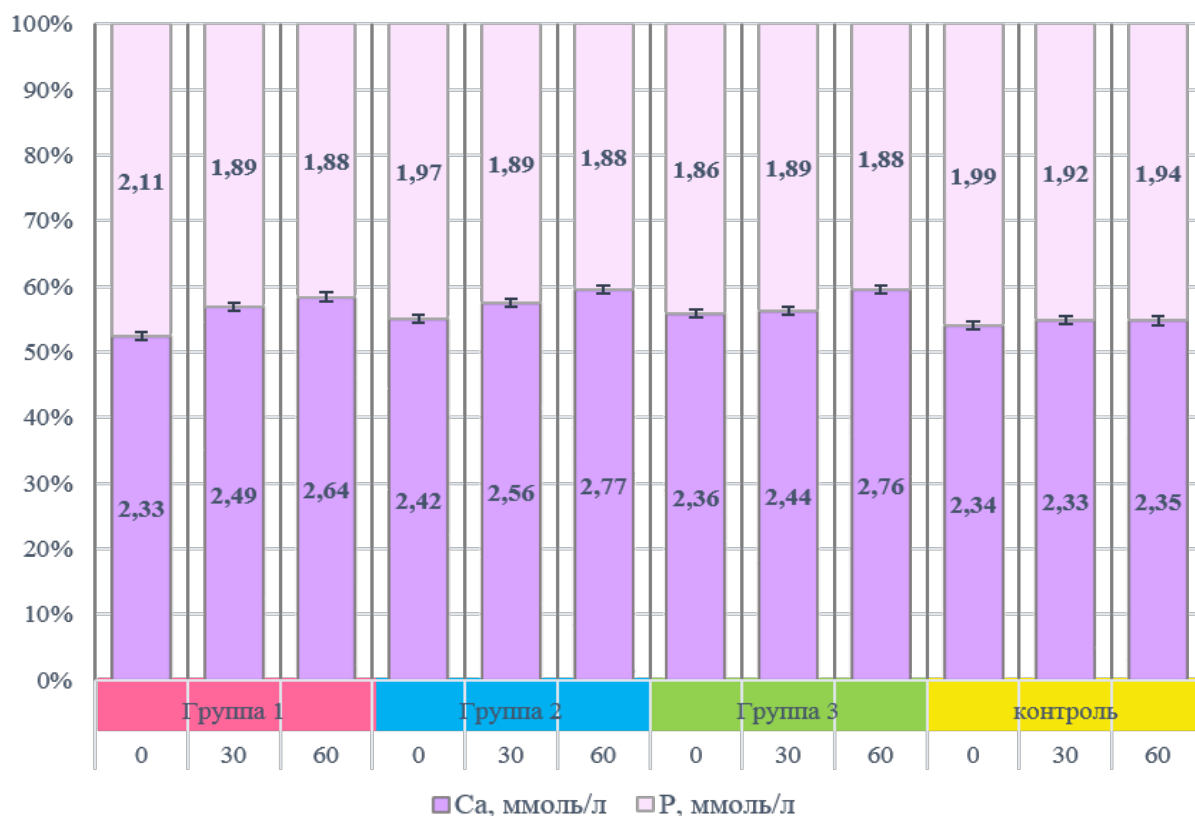


Рисунок 3.3 – Динамика изменения массовой доли Ca и P в крови коров опытных и контрольной групп на 0, 30 и 60 сутки

Примечание: Гомогенность выборок оценивали по стандартной ошибке (SE), которая не превышала 0,05 по всем группам животных.

Положительное влияние на усвоение кальция и фосфора связано с наличием в ДГ аминокислот: лизина (14,61%), треонина (10,37%) и метионина (5,95%).

Во 2-й группе треонин способствовал более равномерному распределению макроэлементов в крови (см. рис. 3.3.). В 3-й группе избыток треонина, возможно, привёл к временному угнетению всасывания фосфора, однако к 60-му дню произошла стимуляция синтеза витамин D-зависимых белков, что проявилось в наибольшем увеличении концентрации кальция (+16,9%).

Наибольший прирост относительно содержания Ca в начале эксперимента отмечен в группе 3 к 60-му дню (на 16,9 %), при этом в группах 1 и 2 повышение происходило более плавно (рис. 3.3.) и сопровождалось снижением концентрации P на 11,0 % и 4,6 % соответственно.

Для оценки влияния ДГ на метаболизм рассматривали динамику изменения соотношения Са/Р в опытных группах по сравнению с началом эксперимента и показателями контрольной группы (рис. 3.4.), учитывая важность баланса Са и Р для нормального углеводного, белкового и жирового обмена у животных.

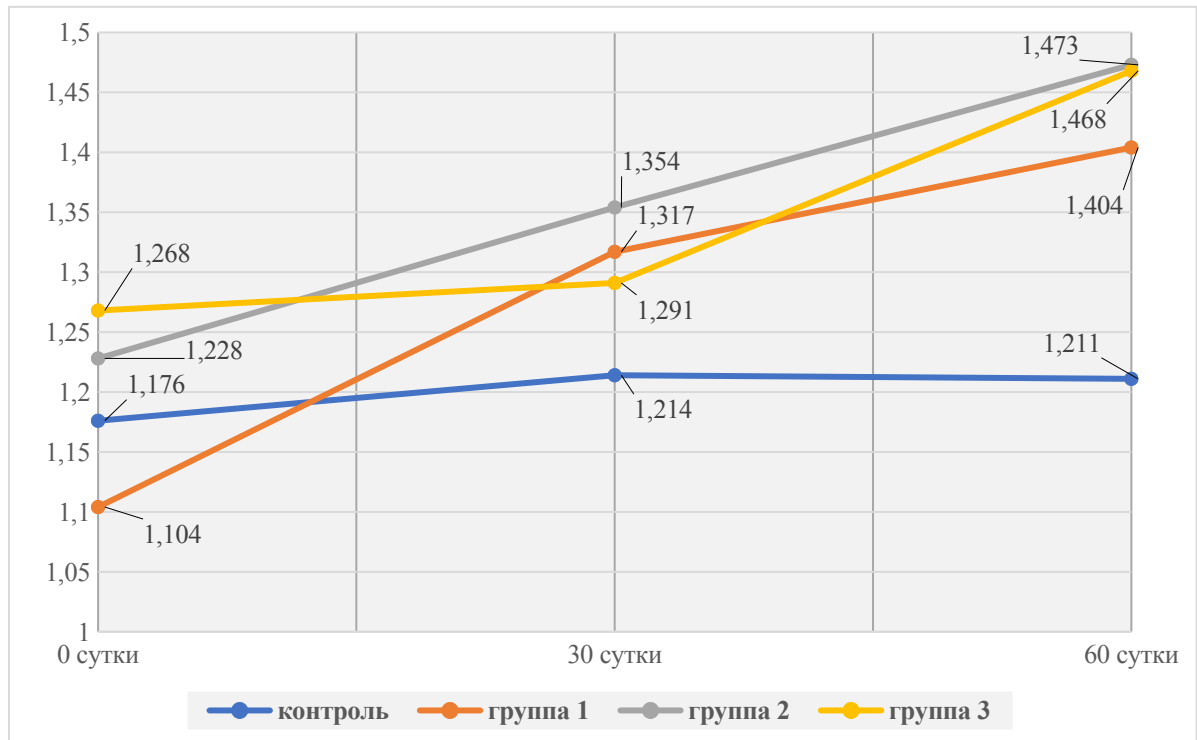


Рисунок 3.4. – Динамика изменений соотношения Са и Р в крови коров в течение 60 дней по группам

Примечание: Гомогенность выборок оценивали по стандартной ошибке (SE), которая не превышала 0,05. стандартному отклонению (SD), которое для показателя Са:Р не превышало 0,18.

По сравнению с контрольной группой наибольший рост соотношения Са/Р отмечен во 2-й (21,63 %) и 3-й (21,2 %) группах. Различный характер динамических кривых отражает неодинаковую физиологическую реакцию организма животных в опытных группах. В первой группе наблюдали более резкий рост соотношения Са/Р к 30-м суткам (на 19,29 %), по сравнению со всеми опытными и контрольной группой, что, вероятно, связано с изначально более низким балансом Са/Р в этой группе, что обусловило более выраженную компенсацию дефицита на начальных этапах эксперимента. В третьей группе на 30-е сутки повышение соотношения Са/Р было недостоверным (1,81 %) и

могло быть связано с тем, что до начала эксперимента соотношение кальция и фосфора в крови коров этой группы были наиболее высокими.

ДГ способствует более эффективному связыванию Са и Р в организме, что подтверждается увеличением соотношения Са/Р в опытных группах. В группах 1 и 2 увеличение содержания кальция происходило более плавно, чем в группе 3, а содержание фосфора снижалось (–11 % и –4,6 %), что свидетельствует о перераспределении фосфора в обменных процессах.

Нормализация кальциевого обмена в опытных группах, подтверждает улучшение абсорбционной способности кишечника, вероятно, обусловленное оптимизацией рН-условий в рубце и повышением доступности минеральных элементов. Снижение активности трансаминаз в группе 3 свидетельствует о стабилизации мембран гепатоцитов и уменьшении цитолитических процессов, что, в совокупности с ростом альбумина, указывает на гепатопротекторный эффект дрожжевого гидролизата.

Таким образом, ДГ улучшает минеральный обмен в организме коров не благодаря наличию Са и Р в своем составе, а в результате активации процессов всасывания Са обусловленной высокой концентрацией витаминов группы В, которые выступают коферментами в ключевых реакциях энергетического обмена. Дефицит этих витаминов приводит к снижению выработки АТФ. Нехватка энергии ухудшает работу кальциевых насосов, регулирующих уровень Са в крови коров. При этом транспорт и утилизация Са и Р регулируются благодаря поступлению легкоусвояемых форм лизина и метионина [63, 117].

3.2.2. Морфологические показатели крови.

Оценка физиологического статуса высокопродуктивных коров джерсейской породы проведена на основании комплексного анализа морфологических показателей крови, подробно описанных в приложении А. Все исследуемые параметры находились в пределах референсных значений, установленных для клинически здоровых коров джерсейской породы, что

свидетельствует об отсутствии патологических сдвигов на фоне применения кормовой добавки. Установленные изменения гематологических и биохимических показателей свидетельствуют о системном метаболическом эффекте дрожжевого гидролизата, механизм которого, по-видимому, обусловлен несколькими факторами.

Уровень гемоглобина в контрольной группе повысился с $93,2 \pm 3,1$ до $108,5 \pm 3,4$ г/л (+16,4%), в группах 1, 2 и 3 – до $120,5 \pm 2,9$, $120,2 \pm 4,6$ и $119,0 \pm 4,6$ г/л соответственно. При этом в опытных группах уже к 30-м суткам эксперимента концентрация гемоглобина достигала 116–119 г/л против $102,5 \pm 5,5$ г/л в контроле, что свидетельствует об ускоренном восстановлении эритропоэза под влиянием дрожжевого гидролизата. Такой эффект в опытных группах согласуется с данными литературы о действии дрожжевых гидролизатов, содержащих комплекс витаминов группы В, железа и других микроэлементов в биодоступной форме [123, 130, 153]. Более быстрое достижение нормативных значений гемоглобина в опытных группах (к 30-м суткам) по сравнению с контролем указывает на улучшение усвоения нутриентов за счет нормализации рубцового пищеварения.

Снижение уровня лейкоцитов и γ -глобулинов в опытных группах при сохранении их стабильности в контроле интерпретируется как иммуномодулирующее действие добавки. Высокий уровень γ -глобулинов в контрольной группе на протяжении всего эксперимента может свидетельствовать о хронической антигенной нагрузке, тогда как их снижение в группах 1–3 указывает на нормализацию гуморального иммунного ответа и уменьшение воспалительного фона, что подтверждается снижением общего числа лейкоцитов в опытных группах.

Таким образом, применение кормовой добавки на основе дрожжевого гидролизата в рационе коров джерсейской породы в период 100–210 дней лактации способствует оптимизации метаболического статуса по ключевым системам: улучшает кислородтранспортную функцию крови, нормализует

иммунный ответ, стабилизирует энергетический и минеральный обмены, а также проявляет гепатопротекторные свойства.

3.2.3. Переваримость питательных веществ

Эффективность использования кормовых средств в значительной мере определяется их переваримостью в желудочно-кишечном тракте, которая, в свою очередь, зависит от активности симбионтной микрофлоры рубца. Для объективной оценки динамики ферментативных процессов коэффициенты переваримости определяли в трех временных точках: 0, 30 и 60 сутки учетного периода, что позволило проследить адаптационные реакции организма и микробиоты рубца (табл. 3.4).

Таблица 3.4. – Коэффициенты переваримости питательных веществ

Показатель	Группа	0 сутки	30 сутки	60 сутки
Сухое вещество	Контроль	64,2 ± 1,33	63,8 ± 1,20	64,0 ± 1,39
	1	64,0 ± 1,42	64,7 ± 1,30	64,3 ± 1,23
	2	64,3 ± 1,26	65,8 ± 1,11*	66,2 ± 1,04*
	3	64,1 ± 1,36	66,0 ± 1,17*	65,4 ± 1,14
Органическое вещество	Контроль	65,8 ± 1,26	65,5 ± 1,33	65,6 ± 1,36
	1	65,6 ± 1,33	66,5 ± 1,20	66,2 ± 1,26
	2	65,9 ± 1,23	67,6 ± 1,14*	68,0 ± 1,11**
	3	65,7 ± 1,30	67,9 ± 1,17*	67,1 ± 1,28
Сырой протеин	Контроль	67,2 ± 1,42	66,9 ± 1,52	67,0 ± 1,58
	1	67,0 ± 1,49	68,2 ± 1,39	67,8 ± 1,33
	2	67,3 ± 1,39	69,4 ± 1,30*	70,0 ± 1,23*
	3	67,1 ± 1,45	69,8 ± 1,20*	68,9 ± 1,26
Сырой жир	Контроль	72,0 ± 1,58	71,7 ± 1,52	71,9 ± 1,64
	1	71,8 ± 1,64	72,6 ± 1,46	72,3 ± 1,52
	2	72,1 ± 1,52	72,5 ± 1,39	73,1 ± 1,33
	3	71,9 ± 1,58	72,6 ± 1,36	72,5 ± 1,42
Сырая клетчатка	Контроль	52,0 ± 1,74	51,6 ± 1,64	51,8 ± 1,80
	1	51,8 ± 1,80	52,7 ± 1,58	52,3 ± 1,52
	2	52,1 ± 1,68	55,2 ± 1,52*	56,7 ± 1,42*
	3	51,9 ± 1,77	54,3 ± 1,45	52,5 ± 1,55
БЭВ	Контроль	76,5 ± 1,30	76,0 ± 1,35	76,3 ± 1,28
	1	76,3 ± 1,33	77,5 ± 1,25	77,0 ± 1,30
	2	76,6 ± 1,28	78,8 ± 1,20*	79,5 ± 1,15*
	3	76,4 ± 1,32	79,0 ± 1,19*	78,2 ± 1,18*

Анализ данных таблицы 3.4 показал, что фоновые показатели переваримости на начало эксперимента (0 сутки) во всех группах были

статистически однородны, что свидетельствует о корректно сформированных группах-аналогах. В контрольной группе коэффициенты переваримости на протяжении всего опыта оставались стабильными, что подтверждает однородность условий кормления и отсутствие влияния внешних факторов.

К 60-м суткам эксперимента в группе 2 коэффициент переваримости сухого вещества достиг 66,2 %, превысив контрольный показатель на 2,2 п.п.. Это превышение может быть обусловлено активизацией ферментативной активности рубцовой микрофлоры, о чем так же свидетельствует повышение переваримости органического вещества до 68,0 %. В контроле этот показатель оказался ниже на 2,4%. Обращая внимание на группу 3, важно отметить выраженный пик повышения переваримости к 30-м суткам, составивший 66,0 % по СВ, однако к 60-м суткам данный показатель понизился до 65,4 % и стал недостоверно отличен от показателей контрольной группы. Данная закономерность указывает на адаптивное снижение ферментативной активности при длительном поступлении высоких доз ДГ, что, вероятно, связано с избыточной продукцией аммиака и сдвигом рН баланса в сторону щелочности.

В рамках исследования отмечена корреляционная зависимость между показателями балансового опыта и динамикой протеинового обмена. Таким образом, в группе 2 зафиксировано достоверное увеличение переваримости сырого протеина с 67,3 % до 70,0 % к 60 суткам, т.е. повышение составило 2,7% относительно начала исследования, и, в свою очередь, на 3,0 п.п. выше контрольных значений. Однако схема скормливания, примененная в группе 3, привела к неоднозначному эффекту, несмотря на максимальное значение переваримости на 30-е сутки 69,8 %. К завершению эксперимента этот показатель снизился на 0,9%. Данный феномен объясняется тем, что избыток аминного азота и пептидов, поступающих с гидролизатом, ингибирует активность протеаз рубцовых бактерий, снижая ферментативный потенциал за счет принципа обратной связи, описанного академиком П.К. Анохиным.

Еще одним важным маркером оптимального рубцового пищеварения является переваримость сырой клетчатки. Наиболее показательна динамика переваримости структурных углеводов. В контрольной группе уровень переваримости клетчатки остался в диапазоне 51,6–51,8 %, т.к., питательная ценность общехозяйственного рациона, задаваемого коровам контрольной группы, отличалась умеренным содержанием именно легкодоступных углеводов. При том же рационе, но с добавлением схемы скармливания, примененной в группе 2, переваримость клетчатки у коров этой группы к 60 суткам достигла 56,7 %, превысив контроль на 4,9 п.п.. Такая закономерность является доказательством стимуляции целлюлолитической микрофлоры, в частности, *Ruminococcus flavefaciens* и *Fibrobacter succinogenes*. Важно, что в группе 3 переваримость клетчатки, достигнув пика на 30-е сутки (54,3 %), к 60-м суткам резко упала до 52,5 %, что практически нивелирует положительный эффект. Это свидетельствует о том, что при высоких дозировках ДГ создаются условия для сдвига рН и угнетения целлюлолитических микроорганизмов, которые наиболее чувствительны к кислотно-щелочному равновесию.

Достоверных межгрупповых различий по переваримости сырого жира не выявлено, однако отмечена тенденция к повышению данного показателя во всех опытных группах (в среднем на 1,0–1,2 %), что, по-видимому, обусловлено оптимизацией микробиального липолиза в рубце. Переваримость безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) имела максимальный положительный эффект в группе 2, достигнув к 60-м суткам 79,5 % против 76,3 % в контроле ($p < 0,05$). В группе 3 также зафиксирован достоверный прирост (78,2 %, $p < 0,05$), однако он оказался менее выраженным, чем в группе 2, что указывает на частичное использование легкоферментируемых углеводов на энергетическое обеспечение процессов детоксикации аммиака, а не на анаболические цели.

Одним из наиболее объективных критериев оценки эффективности использования кормового белка и физиологической полноценности рационов является баланс азота, отражающий как процессы ферментативного распада в

желудочно-кишечном тракте, так и интенсивность межклеточного обмена. В связи с этим, для установления оптимальной дозировки дрожжевого гидролизата (ДГ) в рационах высокопродуктивных коров джерсейской породы нами был проведён физиологический балансовый опыт, результаты которого представлены в таблице 3.5. Анализ полученных данных позволил выявить ряд закономерностей, связанных с дозозависимым эффектом изучаемой кормовой добавки.

Таблица 3.5 – Баланс азота в рационах подопытных коров (средние показатели за 60 суток учетного периода эксперимента), ($X \pm Sx$)

Показатель	Группа			
	Контроль	1	2	3
Принято с рационом, г/гол/сут.	416,00 $\pm$ 1,37	417,57 $\pm$ 1,25	419,15 $\pm$ 1,34	422,30 $\pm$ 1,13
Выделено с калом, г	136,45 $\pm$ 2,23	130,70 $\pm$ 2,17	125,74 $\pm$ 2,14**	123,73 $\pm$ 1,99**
Переварено, г	279,55 $\pm$ 2,07	286,87 $\pm$ 2,08*	293,41 $\pm$ 2,03**	298,57 $\pm$ 1,92**
Выделено азота с молоком, г	139,82 $\pm$ 1,28	145,76 $\pm$ 1,56	143,21 $\pm$ 1,34	143,21 $\pm$ 1,58
Выделено азота с мочой, г	139,22 $\pm$ 2,27	143,44 $\pm$ 2,14	143,77 $\pm$ 2,09	155,26 $\pm$ 1,98**
Выделено азота с молоком, % от принятого	33,61 $\pm$ 0,31	34,91 $\pm$ 0,37*	34,17 $\pm$ 0,32	33,91 $\pm$ 0,37
% от переваренного	50,02 $\pm$ 0,45	50,81 $\pm$ 0,54**	48,81 $\pm$ 0,46**	47,97 $\pm$ 0,53**
Всего выделено, г	415,49 $\pm$ 1,28	419,90 $\pm$ 1,56	412,72 $\pm$ 1,34	422,20 $\pm$ 1,58
Отложено в теле, г	+0,51 $\pm$ 1,28	-2,33 $\pm$ 1,56	+6,43 $\pm$ 1,34**	+0,10 $\pm$ 1,58
Усвоено азота, г	140,33 $\pm$ 0,48	143,43 $\pm$ 0,56	149,64 $\pm$ 0,51**	143,31 $\pm$ 0,59
% от принятого	33,73 $\pm$ 0,37	34,35 $\pm$ 0,34	35,70 $\pm$ 0,39**	33,93 $\pm$ 0,42
% от переваренного	50,19 $\pm$ 0,46	49,99 $\pm$ 0,51	51,00 $\pm$ 0,53	47,99 $\pm$ 0,59
Мочевина в молоке, мг%	30,50 $\pm$ 0,58	26,92 $\pm$ 0,93***	27,42 $\pm$ 0,77**	28,38 $\pm$ 0,64*

На первом этапе оценки азотистого метаболизма установлено, что включение ДГ в структуру рациона оказало статистически значимое влияние на процессы ферментации в рубце, что проявилось в изменении количества

азота, экскретируемого с фекалиями. Установлено, что количество принятого с рационом азота во всех подопытных группах было сопоставимым и находилось в пределах физиологической потребности, составляя от 416,00 г/гол/сут. (контроль) до 422,30 г/гол/сут. (группа 3). Разница между группами не превышала 1,5 %, что позволяет корректно сопоставлять показатели баланса без внесения поправок на разный уровень кормления.

В данном аспекте можно утверждать, что получен дозозависимый эффект, т.к. снижение выделения азота с калом было пропорционально повышению дозировки ДГ в рационах опытных групп коров. В контрольной группе этот показатель составил 136,45 г, тогда как в группах, получавших ДГ со ступенчатым дозированием, а именно в группах 2 и 3, он снизился до 125,74 и 123,73 г соответственно. Это меньше контрольных показателей на 7,85 и 9,32%.

При этом, эффект не был зафиксирован только в группах с повышением дозировки. Первые тенденции к снижению потерь азота с калом наблюдались в группе с дозировкой 20г/гол/сут. Но в рамках данного исследования достоверные и значимые различия проявились в группе, где дозировка достигала 40 и 60 г/гол/сут. Т.е. данная картина свидетельствует о наличии определенной пороговой концентрации ДГ в рационе для данного комплекса показателей, а значит, эффект от более низкой дозировки будет нивелирован физиологическими процессами в организме животных.

Во время анализа данных, было также обнаружено закономерное возрастание количества переваренного азота, пропорциональное снижению его потерь с каловыми массами. В группе 2 переварено 293,41 г, а в группе 3 – 298,57 г, что на 4,96 и 6,80 % выше контрольных значений ($p < 0,01$). Полученные данные свидетельствуют об активизации протеолитической активности рубцового содержимого. Вероятно, дрожжевой гидролизат, обладая факторами роста и короткоцепочечными свободными аминокислотами, стимулирует размножение целлюлолитической и амилолитической микрофлоры, что, в свою очередь, улучшает условия для

ферментации белковой фракции корма и повышает коэффициент их истинной переваримости.

При анализе абсолютного выхода азота с молоком установлено, что максимальное значение зафиксировано в группе 1. Однако интерпретация данного факта должна проводиться в комплексе с показателями баланса азота и качественного состава молока. Повышенный абсолютный выход молочного азота в группе 1 сопровождается отрицательным азотистым балансом ($-2,33$ г), что свидетельствует о мобилизации тканевых белков для обеспечения высокого уровня лактации. В группах 2 и 3, напротив, при несколько меньшем абсолютном выходе азота с молоком ($143,21$ г), зафиксировано повышение коэффициента конверсии кормового азота в молочный белок. При этом в группе 2 отмечен достоверно положительный баланс азота ($+6,43$ г), что указывает на переориентацию метаболизма с катаболического на анаболический тип. Следовательно, более высокие дозировки ДГ (особенно 40 г/гол/сут.) обеспечивают не просто экстенсивное наращивание удоя, а интенсивное улучшение биосинтеза белка молока при одновременном восстановлении белкового статуса организма, что является физиологически более предпочтительным для долголетнего продуктивного использования животных.

При расчете эффективности использования переваренного азота обнаружена высокодостоверная ($p < 0,01$) разница между группами. В группе 1 данный показатель достиг $50,81$ %, что максимально среди всех групп. В группах 2 и 3 наблюдается достоверное снижение этого показателя до $48,81$ и $47,97$ % соответственно ($p < 0,01$). Это указывает на снижение биологической ценности переваренного азота при высоких дозировках ДГ.

Важным подтверждением перераспределения метаболических потоков служит показатель концентрации мочевины в молоке. Мочевина является конечным продуктом обезвреживания аммиака в печени, и её уровень в молоке тесно коррелирует с балансом энергии и белка в рубце. Во всех опытных группах зафиксировано достоверное снижение этого показателя. Наиболее

значительное понижение отмечено в группе 1 – до 26,92 мг% ($p < 0,001$), в группе 2 – до 27,42 мг% ($p < 0,01$), а в группе 3 – до 28,38 мг% ($p < 0,05$). Снижение мочевины в молоке свидетельствует о повышении эффективности использования аммиака, образующегося в рубце, для синтеза микробного белка.

Показатель отложенного азота в теле (ретенция) является интегральным критерием анаболических процессов. Балансовый опыт выявил существенные различия между группами. В контрольной группе баланс был близок к нулю и составил +0,51 г, что характерно для установившейся лактации при сбалансированном рационе. В группе 1 зафиксирован отрицательный баланс (-2,33 г), что, вероятно, связано с мобилизацией белковых резервов организма на фоне повышенного синтеза молока. Наиболее интересный результат получен в группе 2, где зафиксирован максимальный положительный баланс +6,43 г ($p < 0,01$). Это свидетельствует о переключении метаболизма в анаболическую фазу, что является высокозначимым физиологическим эффектом для коров в середине лактации, так как способствует восстановлению белкового статуса и кондиции животных без снижения молочной продуктивности.

В группе 3 отложение азота в теле практически не отличалось от контроля (+0,10 г), что, на фоне резкого возрастания выделения азота с мочой (155,26 г против 139,22 г в контроле, $P < 0,01$). Это свидетельствует о том, что при данной дозировке ДГ имеет место избыточный распад белка, а не его конструктивный метаболизм. Интегральный коэффициент усвоения азота (отношение суммы азота молока и отложенного в теле к принятому) подтверждает выявленные закономерности. В группе 3, несмотря на высокую переваримость, усвоение от переваренного азота упало до минимального значения – 47,99 %, что ниже контроля на 2,2 %. Это убедительно доказывает, что дальнейшее увеличение дозировки ДГ. ведет к снижению биологической эффективности рациона.

Улучшение ферментативной активности рубца, подтверждённое динамикой коэффициентов переваримости, служит физиологической основой для положительной ретенции азота, повышения эффективности использования кормового белка и формирования устойчивого анаболического статуса. Оптимальной стратегией является не максимальная дозировка ДГ, а обеспечение баланса между стимуляцией ферментации и сохранением гомеостаза рубцовой микрофлоры.

3.3. Влияние дрожжевого гидролизата на качественные показатели молока-сырья

На этапе лабораторных испытаний полученного молочного сырья были определены основные качественные показатели, в соответствии с ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия»: в каждой партии определяли активную и титруемую кислотность, кол-во соматических клеток, массовую долю влаги, жира и белка, массовую долю СОМО, небелковый азот, истинный белок, мочевины. Дополнительно были проведены специализированные лабораторные испытания белкового профиля, аминокислотного и минерального состава.

Анализы активной кислотности рН и титруемой кислотности при приемке молока для исследований, соответствовали нормальным показателям сырого молока. Уровень соматических клеток на протяжении всего эксперимента во всех пробах находился в нормальном диапазоне от 180000 до 230000 кл./мл с единичными выпадками до 270000 кл./мл.

3.3.1. Массовая доля жира и жирнокислотный состав жировой фазы

Анализ динамики МДЖ проводился с учетом групповых и индивидуальных изменений в ходе проведения эксперимента (Рис. 3.5). Во всех трех экспериментальных группах, получавших ДГ, отмечено статистически значимое повышение средней массовой доли жира в молоке по сравнению с контролем и началом исследования. Полученные данные визуально отражены на графиках 3.5. и 3.6.

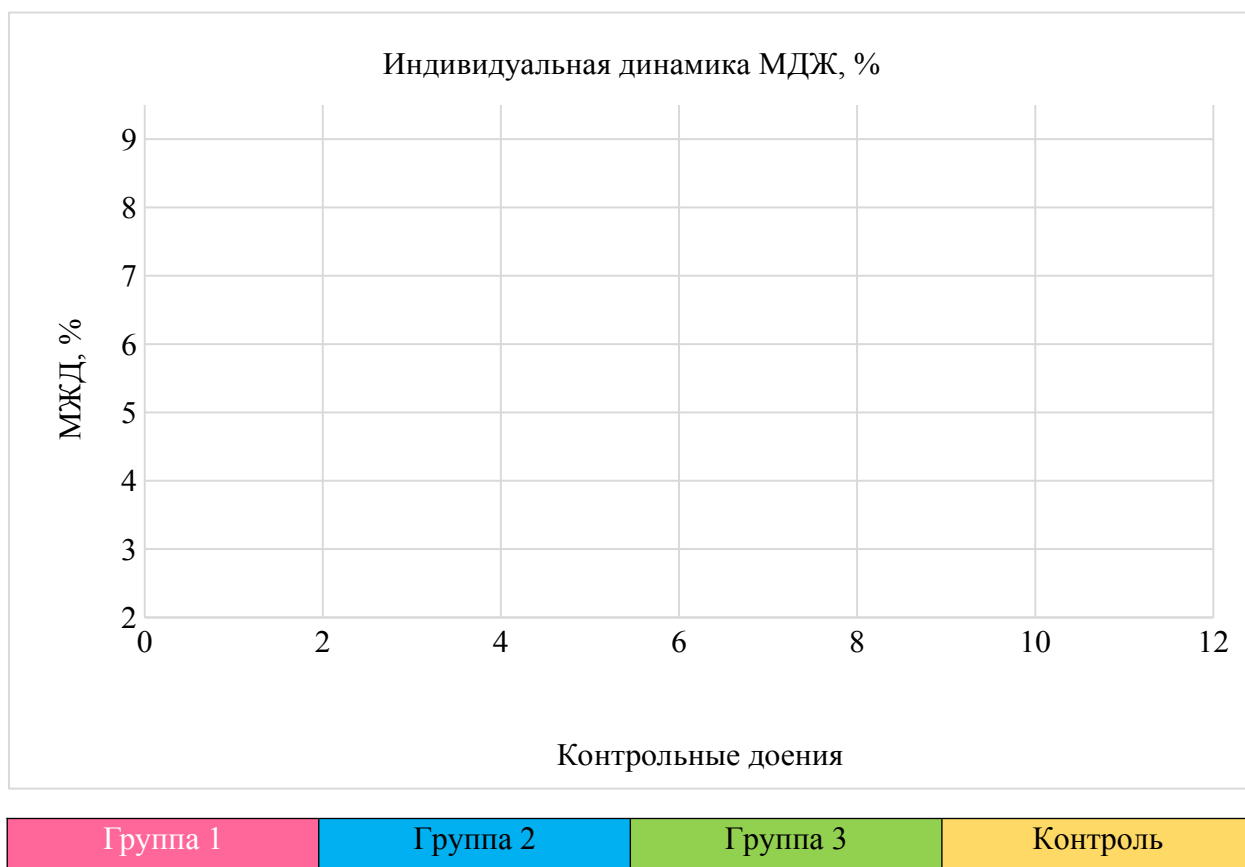


Рисунок 3.5 – Динамика фактических изменений МДЖ индивидуально, %

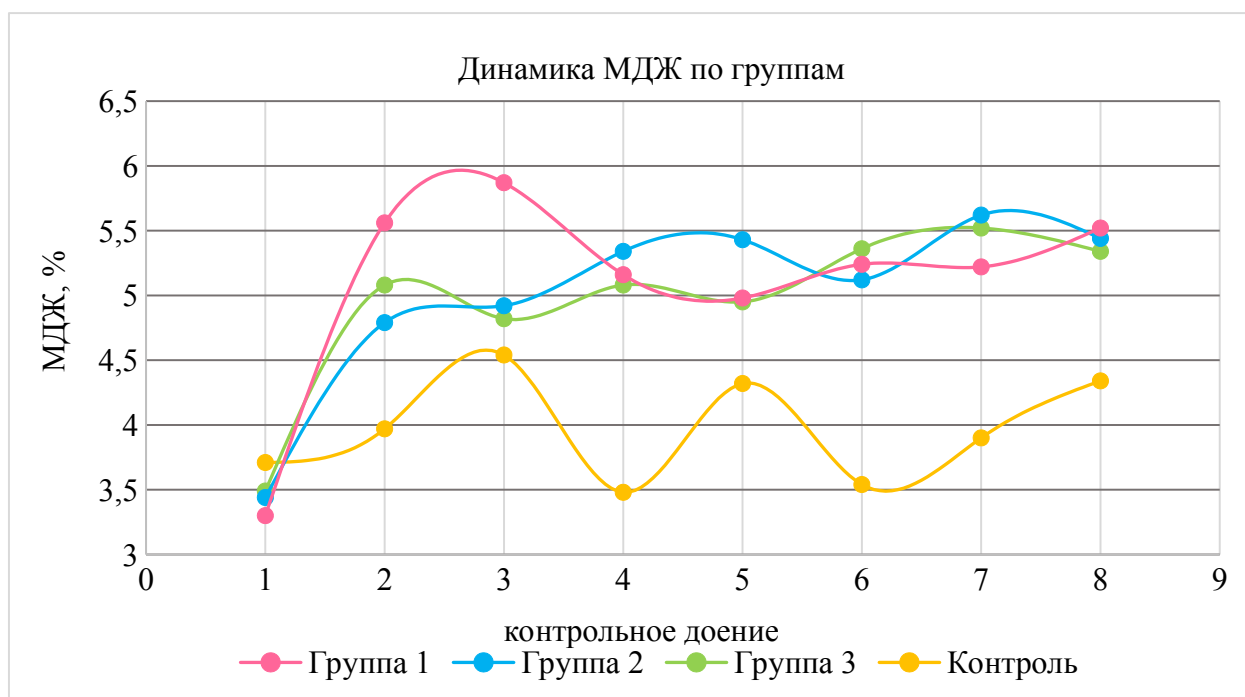


Рисунок 3.6 – Динамика фактических изменений МДЖ по группам, %

Примечание: Соединение средних значений выполнено методом интерполяции кубическими сплайнами для отражения непрерывного характера секреции молочного жира. Коэффициент вариации (CV) внутри групп в среднем за период наблюдений составил 4,9–12,6 %.

Абсолютное преимущество составляет от 0,82 до 1,06 п.п., относительное – от 21,0 % до 27,1 %.

Наибольший средний эффект зафиксирован в группе 1: средняя МДЖ за все время эксперимента – 5,09 %, что на 27,1 % выше контроля. Максимальное преимущество над контролем также принадлежит группе 1 (+0,94 п.п., +20,3 % на 2-м доении).

Относительно исходного уровня (1-е доение) экспериментальные группы демонстрируют прирост МДЖ в 1,9–2,0 раза выше, чем контроль: пиковый относительный прирост достигает 65,3 % (группа 1) против 32,3 % в контроле. К концу наблюдения (8-е доение) группа 1 сохраняет наибольший относительный прирост (+58,3 %).

Индивидуальная вариабельность существенно различается. Самая стабильная корова в исследовании – 20553 (контроль, $\sigma = 0,68$). Наименее стабильны коровы 21062 (группа 1, $\sigma = 1,52$) и 527268 (группа 3, $\sigma = 1,55$), что указывает на высокую физиологическую лабильность под действием экспериментальных рационов.

По совокупности всех животных абсолютные значения МДЖ составили от 3,0 % (min) до 8,5 % (max). Общий размах варьирования показателя достиг 7,0 %.

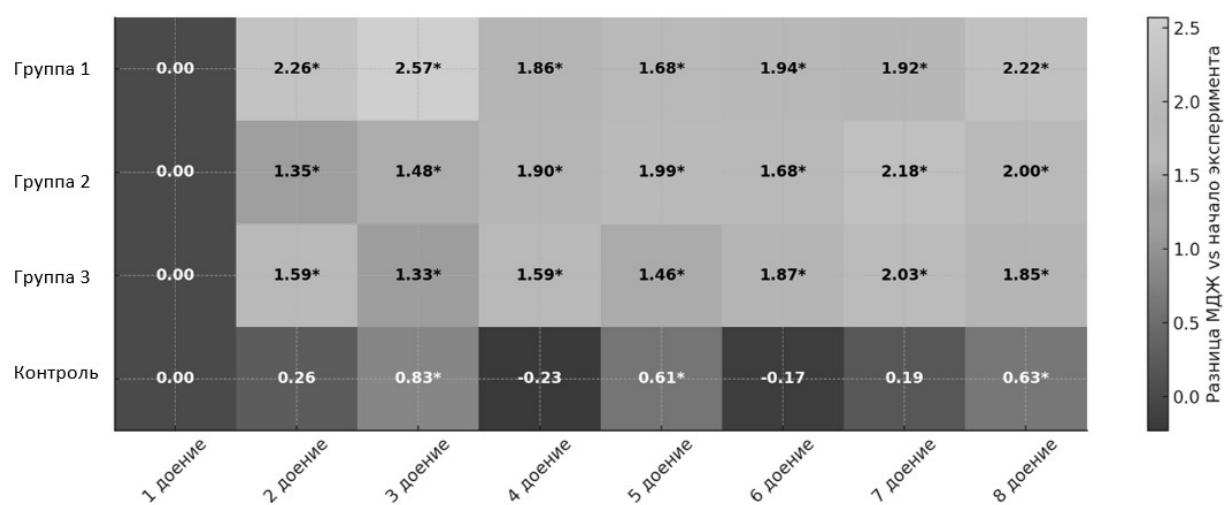
На графиках 3.5. и 3.6. прослеживается схожесть траектории изменений для всех трёх групп животных: быстрый рост к 3-ей неделе и «плато/колебания» к 5–7-ой неделям.

Для визуального моделирования относительных изменений МДЖ по группам в динамике были использованы тепловые карты (Рис.3.7 А, Б), на которых продемонстрированы статистические данные по этому показателю. Для всех групп был применен комплексный статистический анализ, включающий тесты Фишера и Тьюки, используемые совместно для решения сразу нескольких задач. На первом этапе анализа с помощью F-теста определено наличие достоверных изменений в целом. Последующее попарное

сравнение групп применялось с целью идентификации конкретных достоверных различий между группами в конкретный момент времени (доеение).

Все три экспериментальные дозировки ДГ (группы 1, 2, 3) обеспечивают статистически значимое повышение средней МДЖ в молоке по сравнению с контролем.

А)



Б)

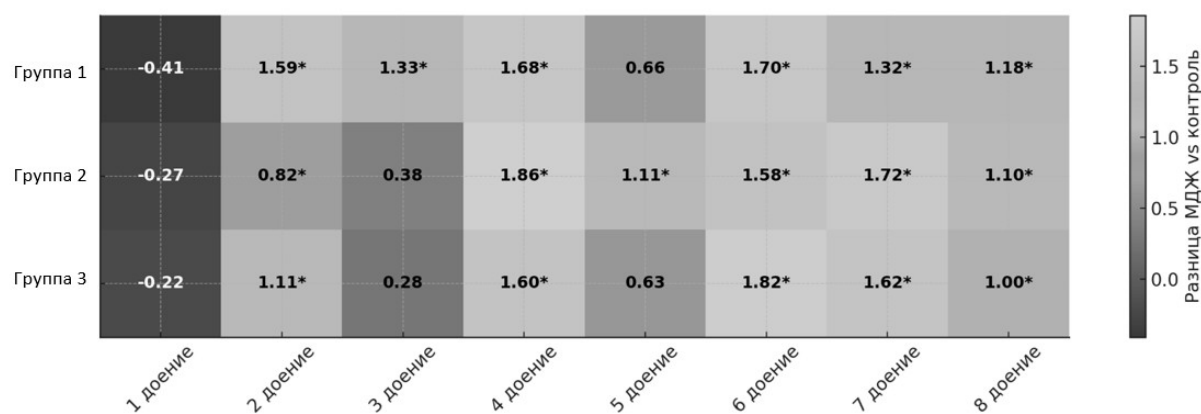


Рисунок 3.7– Оценка изменений МДЖ относительно начала эксперимента (А) и контрольной группы (Б), * - $p < 0.05$

Абсолютное преимущество составляет от 0,97 до 1,11 п.п., относительное – от 24,4 % до 27,9 %. Относительно исходного уровня (1-е доение) экспериментальные группы демонстрируют прирост МДЖ в 3,0–4,5

раза выше, чем контроль: пиковый относительный прирост достигает 74,8 % (группа 1) против 16,4 % в контроле. К концу эксперимента (8-е доение) группа 1 сохраняет наибольший относительный прирост МДЖ (67,3 %).

В группе 1 средняя МДЖ составила 5,09 %, что выше показателей контрольной группы на 1,11 п.п. (27,9 %). Исходный уровень МДЖ составил 3,30 %; пиковое значение 5,77 % (третье доение). Наибольшая стабильность показателя МДЖ установлена у коровы № 20806: CV=11,1 % при размахе 3,2–5,2 %, наименьшая стабильность – №21062: CV=28,6 % тах абсолютная жирность в группе (7,8 %). Таким образом, рацион группы 1 обеспечивает наиболее высокое статистически значимое повышение массовой доли жира среди всех экспериментальных групп (абсолютная дельта +1,11 п.п., относительный прирост от первого доения 74,8 %) при умеренных внутригрупповых различиях.

В группе 2 средняя МДЖ за 8 доений составила 5,01 %, что выше контрольного показателя (3,98 %) на 1,03 п.п. (25,9 %). Различия статистически значимы согласно ANOVA ($F_{3,36}=15,17$; $p<0,001$) и тесту Тьюки ($p=0,002$). Исходный уровень МДЖ составил 3,44 %; пиковое значение 5,62 % (седьмое доение) обеспечило абсолютный прирост +2,18 п.п. Самая стабильная корова (20182) имела CV=9,4 % при размахе МДЖ 3,6–6,0 %. Наименее стабильная (527113) с CV=23,9 % оказалась рекордсменом группы по абсолютной жирности (7,4 %).

В группе 3 средняя МДЖ составила 4,95 %, что выше контрольного показателя на 0,97 п.п. (24,4 %). Анализ дельт относительно контроля выявил эпизодический характер эффекта: минимальное преимущество зафиксировано на втором доении (+0,09 п.п., +2,3 %), максимальное – на седьмом доении (+1,62 п.п., +41,5 %). На 8 доении дельта сохранялась на уровне +0,98 п.п. (+22,6 %). Относительно 1-го доения исходный уровень составил 3,49 %; пиковое значение 5,52 % (7 доение) обеспечило абсолютный прирост +2,03 п.п., который к восьмому доению снизился до +1,83 п.п. Наименьший CV зафиксирован у коровы № 20182 (7,7 %). Рекордный показатель МДЖ среди

всех коров, участвовавших в экспериментальном исследовании, зафиксировано у коровы № 527268 с CV=30,8 %: пиковая жирность 9,0 % на 6-м доении и 6,0 % на 7-м. Скармливание ДГ в рационах лактирующих коров-первотелок джерсейской породы является эффективным инструментом направленной коррекции не только количественных, но и качественных параметров молочного жира. Повышение МДЖ молока опытных групп коров, независимо от дозировки, связано с активацией общего липогенеза. Стабильность жирно-кислотного профиля на фоне увеличения МДЖ является положительным и физиологически обоснованным результатом, соотносимым с другими научными исследованиями [78], позволяющим увеличить пищевую и энергетическую ценность молока без риска ухудшения его технологических свойств.

В ходе аналитической оценки данных установлено, что механизм действия ДГ заключается в метаболической модуляции рубцового пищеварения и процессов липогенеза в молочной железе, а не в прямом переносе жирных кислот в молоко. ДГ обладает высоким содержанием свободных аминокислот, а так же в его состав входят легко доступные редуцирующие сахара в концентрации 18,7% на СВ (Табл 2.4). Такой комплекс компонентов создал оптимальные условия для синхронизации энерго-азотистого обмена в рубце. В данном исследовании эти условия стали причиной эффективной утилизации аммиака микрофлорой: образовавшийся избыточный ацетат и бета-гидроксibuтират послужили первичными субстратами для активной стимуляции синтеза жирных кислот в секреторных клетках вымени. Данные по этому блоку исследований отражены в Приложении В, где продемонстрировано значительное увеличение суммарной доли коротко- и среднецепочечных насыщенных жирных кислот, синтезируемых в молочной железе, а именно миристиновой, каприновой и масляной.

В пробах молока всех коров опытных групп были зафиксированы достоверные отличия от анализов молока контрольной группы. Суммы

короткоцепочечных НЖК относительно контроля на 60-е сутки были больше на 19,6% в Группе 1, 16,5% в Группе 2 и 11,4% в Группе 3. Снижение суммы кислот C18:0 и C18:1 на 19,3%, 16,7% и 11,4%, соответственно. Доля миристиновой кислоты, возросла в 1 группе до 14,0%, а в контроле только до 12,0% в контроле, т.е. на 16,7% больше, а лауриновой – до 5,2% против 3,9%, т.е. на 33,3%. Данная динамика является прямым отражением породной способности джерсейской породы к интенсивной утилизации ацетата и бета-гидроксibuтирата и усиленной оптимизации рубцовой ферментации под действием компонентов ДГ, что подтверждает общую высокую конверсию корма этой породы.

В отличие от выраженной динамики короткоцепочечных кислот, концентрация пальмитиновой кислоты во всех опытных группах осталась стабильно в пределах нормы не зависимо от дозировки гидролизата и периода исследования. Данная стабильность представляет собой характерную метаболическую особенность джерсейской породы, у которой пальмитиновая кислота находится под генетическим контролем. С технологической точки зрения, сохранение стабильного уровня пальмитиновой кислоты при одновременном росте короткоцепочечных кислот формирует у молочного жира коров подходящий профиль для маслоделия. Этот фактор обеспечивает оптимальную пластичность и термоустойчивость продукта без риска нарушения органолептических показателей, т.е. избыточной твердости или крошливости [1, 27-29].

В проанализированных пробах сырого молока было выявлено низкое содержание олеиновой кислоты [80]. Полученные за учетный период данные в динамике свидетельствуют о снижении ее доли в опытных группах, особенно в Группе 1 на 19,0% относительно начала эксперимента. Снижение стеариновой кислоты с 10,0% до 8,0% при практически неизменном соотношении стеариновой и олеиновой кислот (0,51–0,52) является благоприятным для технологической переработки и характерным для сырья испытываемой породы.

В ходе эксперимента в группе 1 отмечен оптимальный жирнокислотный состав по совокупности технологических показателей группа 2 заняла промежуточное положение по большинству ЖК. Она не имела статистически значимых отличий от группы 1, однако показала самый значимый абсолютный прирост КЛК на пике лактации почти на 50% на 30-е сутки, что делает данную дозировку предпочтительной в аспекте повышения функциональной ценности молока и молочного жира. Дальнейшее повышение дозировки по схеме, примененной в группе 3, приводит к статистически менее выраженному эффекту по сравнению с группой 1, а прирост КЛК в данной группе не достигал порога статистической значимости, что делает высокую дозировку технологически и экономически нецелесообразной. Таким образом, главной закономерностью, обнаруженной в ходе изучения ЖКС, стала нелинейная дозозависимость, т.к. в группе 1 отмечен наибольший прирост МДЖ и наиболее выраженные сдвиги ЖКС. Дозировка со ступенчатым повышением на 10 г/гол/сут. демонстрирует высокий пиковый прирост КЛК на 30-е сутки. Дозирование с еженедельным шагом в 20 г/гол/сут. не обеспечивает пропорционального усиления эффекта и характеризуется наименьшими значениями по большинству показателей.

ДГ является эффективным инструментом направленной коррекции количественных и качественных параметров молочного жира у коров джерсейской породы. Механизм действия заключается в метаболической модуляции рубцового пищеварения и активации липогенеза в молочной железе, что подтверждается ростом доли короткоцепочечных ЖК и снижением доли длинноцепочечных. Наиболее сбалансированный эффект по совокупности продуктивных, качественных и экономических критериев достигнут при применении минимальной фиксированной дозировки, примененной в группе 1.

3.3.2. Массовая доля белка и показатели белкового обмена

Важным критерием оценки эффективности скармливания дрожжевого гидролизата являлась массовая доля белка, рассматриваемая в динамике с учетом групповых и индивидуальных изменений. Преобразования биологической ценности белка оценивались по комплексу показателей: фракционный состав (с учетом МД истинного белка и небелкового азота (НБА)), белковый профиль, аминокислотный скор.

Эффект включения ДГ на концентрацию МДБ в молоке неоднозначен, поскольку статистических значимых различий в результате обработки массива экспериментальных данных выявлено не было. При этом следует обратить внимание на установленные различия в МДБ для некоторых отдельно взятых коров (Рис. 3.8).

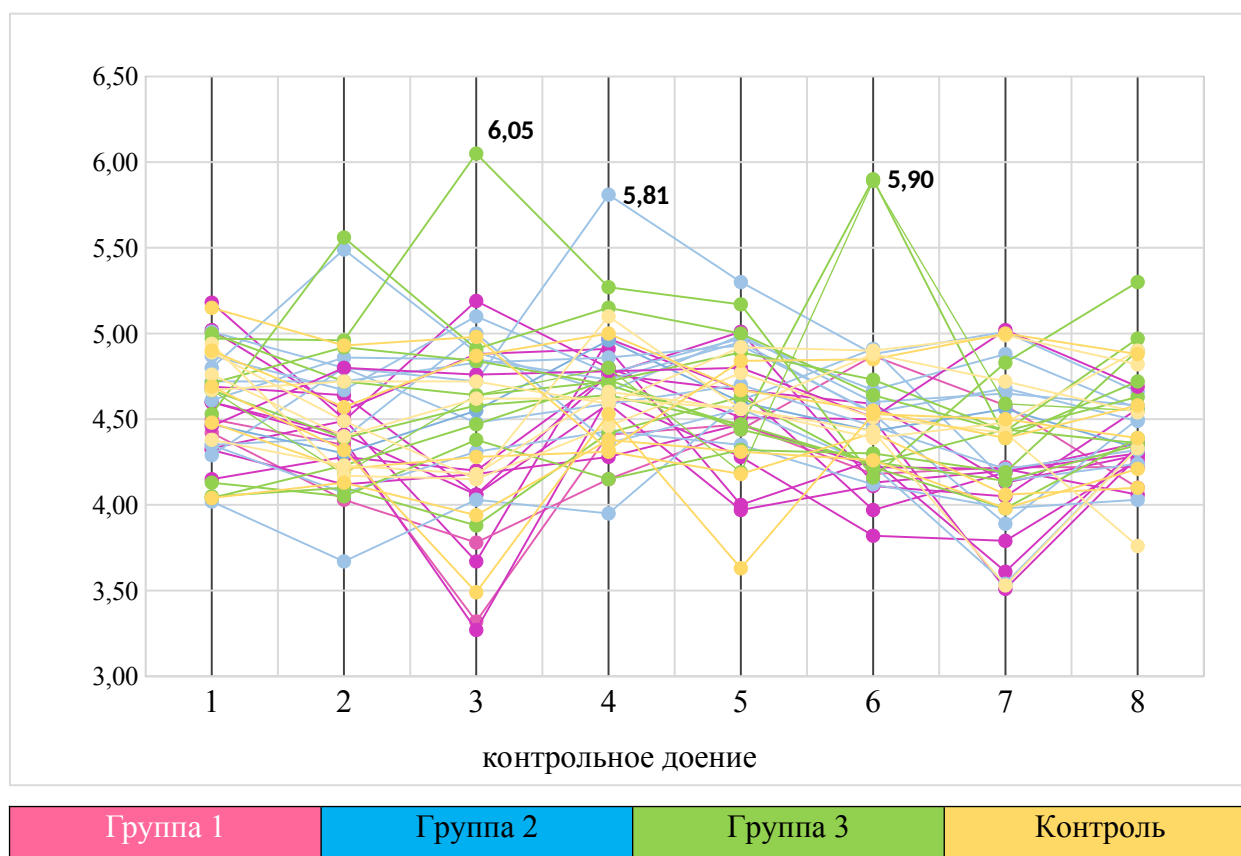


Рисунок 3.8 – Динамика изменений МДБ с учетом индивидуальных показателей коров (n=40)

Наиболее ярким с точки зрения научного наблюдения является феномен коровы 21169 (группа 3), достигшей на третьем доении абсолютного рекорда

эксперимента 6,05%, что превышает породный оптимум почти на 2 п.п., и сохранившей значения выше 5,00% на четырёх из восьми доений, однако данный всплеск концентрации сопровождался последующим падением суточного удоя и не конвертировался в прирост валового выхода белка. У коровы №151082 из первой группы, отмечена устойчивая восходящая траектория от стартовых 4,32% до финальных 4,53%, то есть прирост составил 0,21 п.п. на фоне общего снижения в группе, что свидетельствует об индивидуальной метаболической предрасположенности к положительному ответу на минимальную дозу добавки. В группе 2 корова 526914 с пиковым значением 5,81% на четвёртом доении, что является вторым результатом опыта, однако, как и в случае с рекордсменкой третьей группы, этот пик оказался изолированным и не был подкреплён ростом продуктивности.

На шестом доении были зафиксированы наиболее высокие индивидуальные пики массовой доли белка у следующих животных: корова № 527268 5,90%, корова № 527027 5,89%. Эти животные относились к группе 3.

Анализируя эти данные, можно заключить, что ДГ выступает как метаболически активная кормовая добавка, способная гармонизировать обмен азота, оптимизировать использование нутриентов рубцовой микробиотой и повысить продуктивность животных без увеличения метаболической нагрузки.

На старте эксперимента все испытываемые группы животных характеризовались достаточно близкими значениями МДБ в диапазоне 4,2 – 4,8%, что является типичным уровнем для джерсейской породы на данном отрезке лактации. Уже на втором доении обозначилась разнонаправленная динамика: в контроле зафиксировано снижение до 4,38%, тогда как вторая группа, напротив, показала прирост до 4,66%. Первая и третья группы сохранили относительную стабильность с незначительными колебаниями в пределах 0,02 п.п. (рис.3.10).

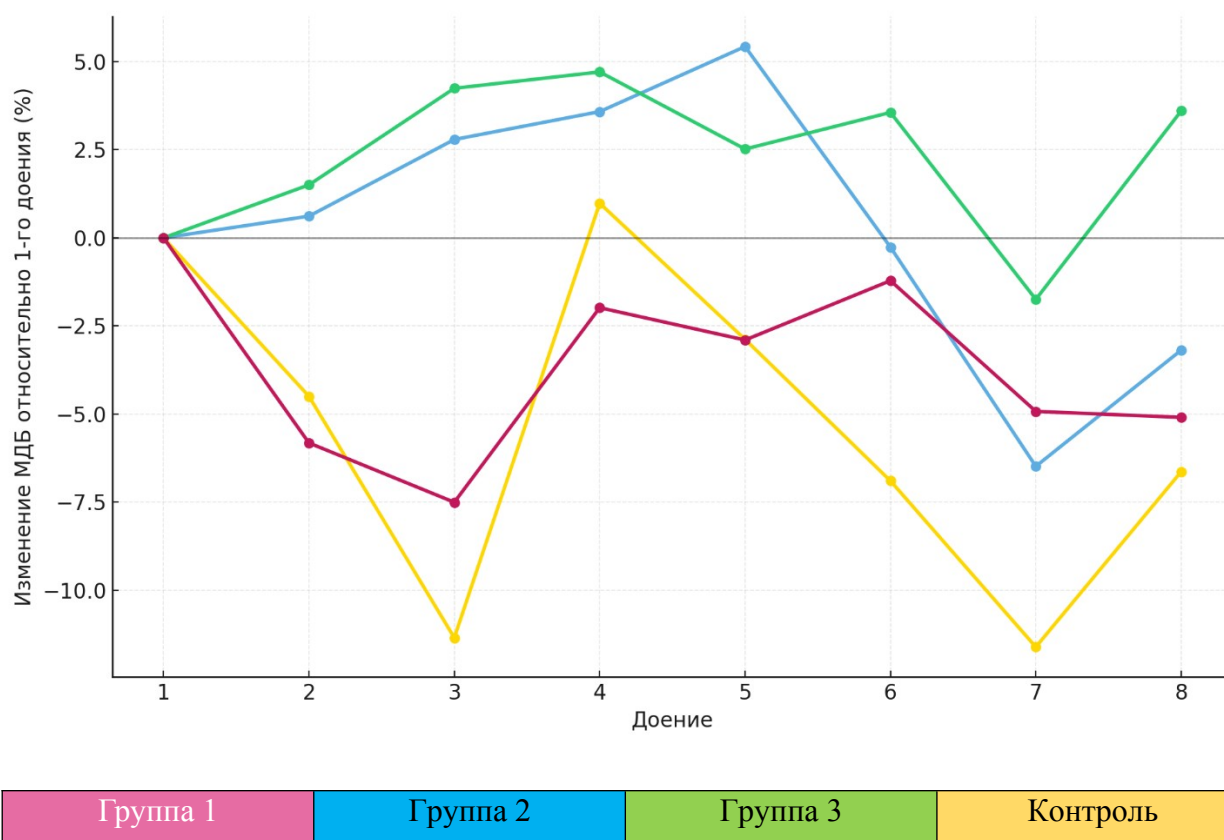


Рисунок 3.9 – Изменение МДБ относительно первого измерения (%)

Примечание: Внутригрупповой CV, рассчитанный по восьми последовательным доениям и отражающий амплитуду временных колебаний концентрации белка относительно собственного среднего уровня, составил в первой опытной группе 3,55%, во второй – 4,27%, в третьей – 8,71%, в контрольной – 5,21%.

Сравнение МДБ по группам в динамике и относительно начала эксперимента показало нормальные физиологические колебания, коррелирующие с уровнем удоя и фазой лактации на каждый момент контрольного анализа проб (рис.3.8, 3.9).

С 21 по 35 сутки эксперимента произошло относительное выравнивание МДБ, например, на 5 неделе зафиксированы практически идентичные значения 4,42%, 4,41% и 4,41% соответственно, а в молоке контрольной группы – 4,18%. Данный отрезок учетного периода эксперимента может стать основой для обоснования рентабельности применения ДГ в рационах коров корректирующей кормовой добавки.

В отрезок 6-8 доений, соответствующий заключительной фазе эксперимента, а именно 42-60 суткам, впервые отчётливо проявилось расхождение траекторий опытных групп между собой в зависимости от схемы кормления ДГ. В группе 2 отмечены наиболее высокие значения МДБ на финише 4,58% на 7 и 4,58% на 8 доении, что является самым высоким показателем среди всех групп к 60 суткам. Группа 1 показала плавное снижение МДБ до 4,31% с 6 к 8 доению. В группа 3, напротив, отмечено наиболее резкое падение МДБ с 4,47% на 6 доении до 3,68% на 8, т.е. молоко этой группы имело минимальную концентрацию белка среди всех групп. Пробы контрольной группы содержали в себе около 3,70% белка, что сопоставимо с показателем 3 группы.

Таким образом, минимальная фиксированная доза 20 г на голову в сутки обеспечила снижение вариабельности относительно контроля на 31,9%, в то время как максимальная ступенчатая доза до 140 г обусловила рост вариабельности на 67,2% относительно контроля и в 2,45 раза относительно первой группы. Дополнительно рассчитанный коэффициент вариации опытных групп относительно контроля, осреднённый по всем восьми доениям, составил 7,05% для первой группы, 8,12% для второй и 9,30% для третьей, что количественно подтверждает минимальное отклонение траектории первой группы от физиологического тренда, задаваемого контрольными животными. Относительная динамика концентрации белка от стартового уровня, принятого за 100%, выявила следующие финальные значения к восьмому доению: первая группа – 93,3%, вторая – 99,2%, третья – 80,9%, контроль – 81,9%. Формально высокий финальный результат группы 2 полностью нивелируется установленным ранее эффектом концентрирования. По совокупности трёх независимых критериев: минимальной внутригрупповой вариабельности, наименьшего отклонения от контрольной траектории и предотвращения критических падений концентрации белка – фиксированная доза дрожжевого гидролизата 20 г на голову в сутки признана оптимальной, обеспечивающей физиологически приемлемый уровень колебаний белкомолочности. Общий

спад МДБ после 5–6 доения (на 35 – 48 сутки), обуславливает рентабельные сроки применения ДГ в рационах опытных коров.

Важным аспектом исследования стало изучение соотношения МДЖ и МДБ, как основных качественных показателей молока (рисунок 3.10). Расчёт соотношения массовой доли жира (МДЖ) к массовой доле белка (МДБ) по восьми последовательным доениям был произведен для каждой подопытной группы. Данный индекс является важнейшим диагностическим маркером метаболического статуса лактирующих коров и позволяет дифференцировать физиологические адаптационные сдвиги от патологических нарушений обмена веществ.

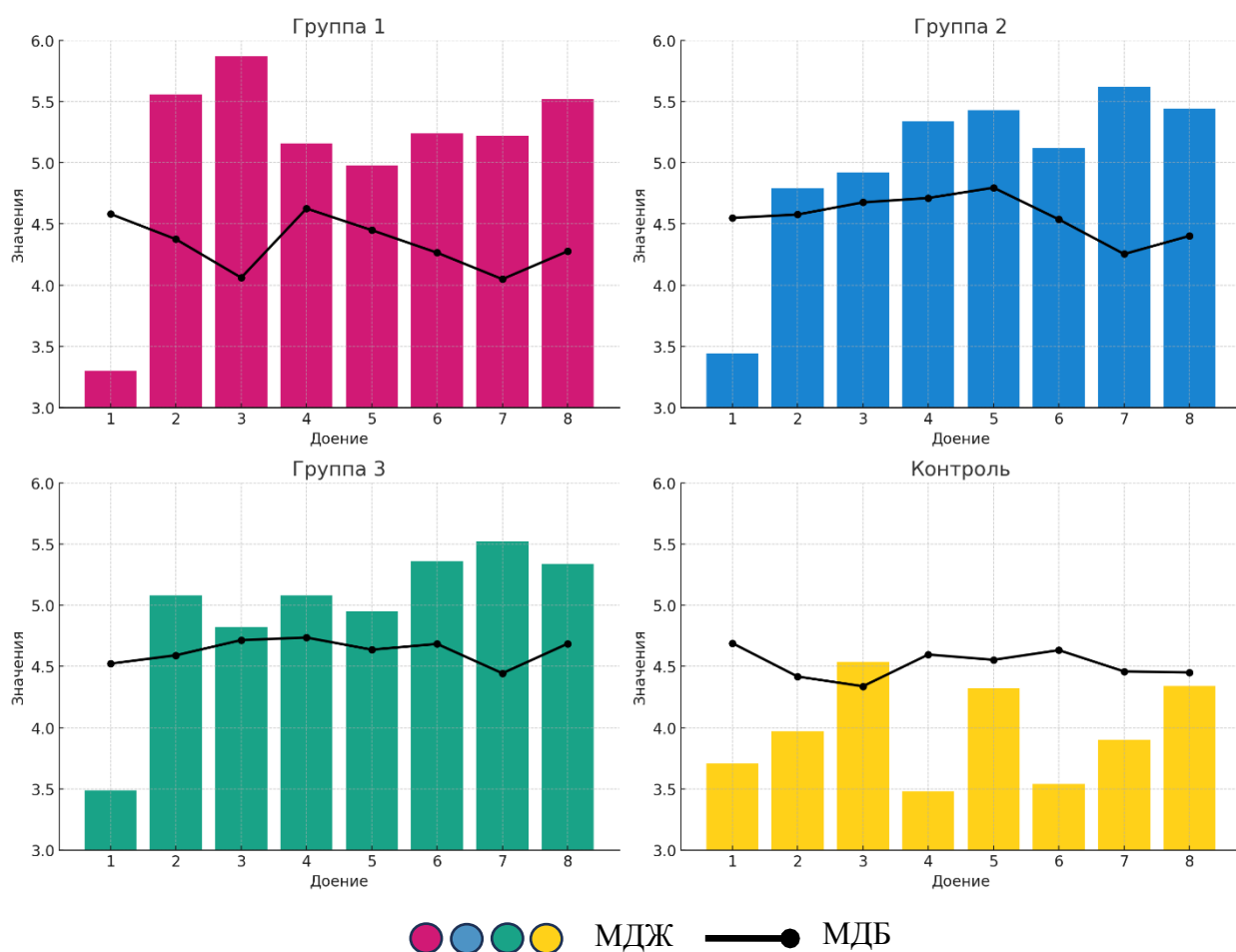


Рисунок 3.10 - динамика соотношения МДЖ к МДБ с учетом индивидуальных показателей коров.

Для джерсейской породы физиологически нормальным считается соотношение жир/белок в диапазоне 1,1–1,4, значения ниже 1,1 указывают на

риск ацидоза, выше 1,5 – на чрезмерную мобилизацию жировых резервов организма и энергетический дефицит [137].

Выявлены принципиальные дозозависимые различия в метаболическом статусе подопытных животных. Группа 1 характеризовалась наиболее сбалансированным профилем с амплитудой колебаний от 1,00 до 1,24, (рис. 3.11) что полностью укладывается в физиологическую норму для джерсейской породы. Контрольная группа, напротив, на всём протяжении опыта демонстрировала стабильно пониженные значения со средним показателем 0,96 и критическими падениями до 0,77 на шестом и 0,82 на четвёртом доениях, что указывает на избыток крахмала в рационе. В группе 3 отмечен восходящий тренд от пограничного min стартового значения 1,00 до оптимальных 1,24 к восьмому доению, что говорит об оптимизации энерго-протеинового баланса рациона.

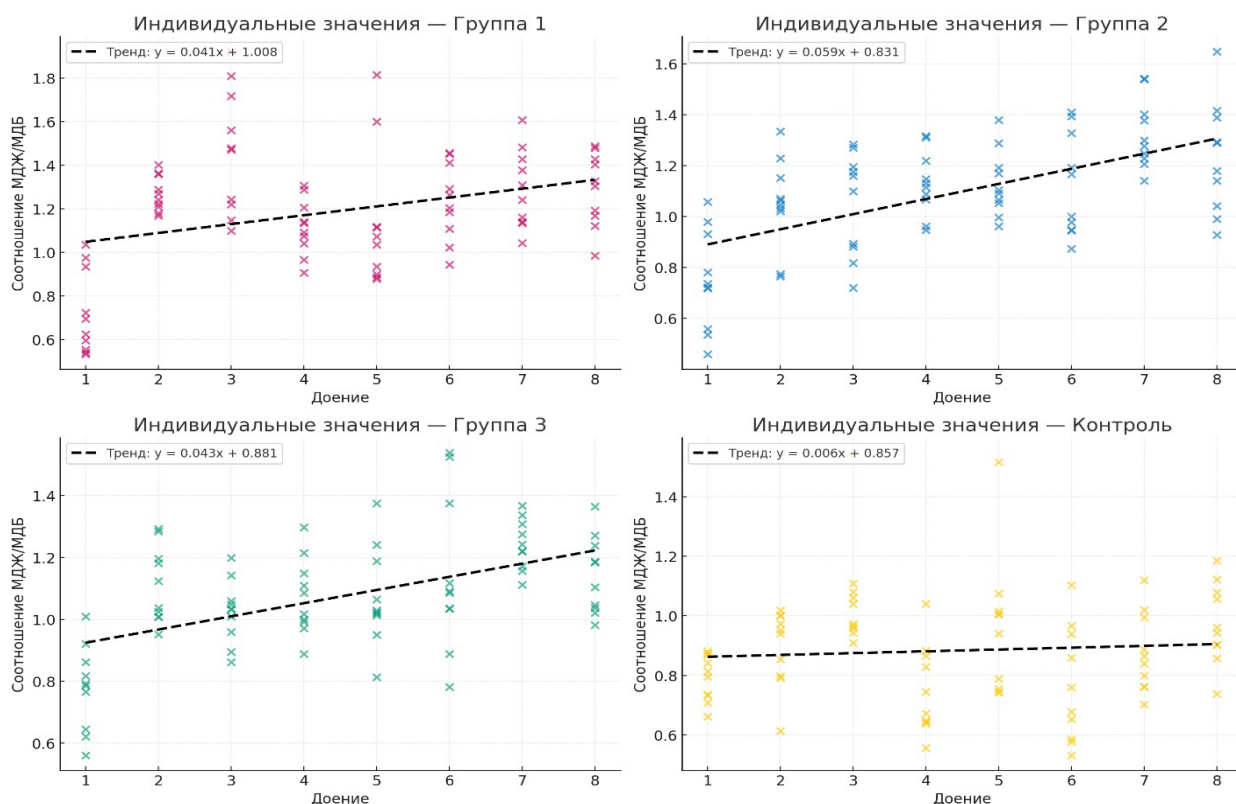


Рисунок 3.11– динамика соотношения МДЖ к МДБ с учетом индивидуальных показателей коров и обозначением линии тренда по каждой группе

Наиболее интенсивный рост соотношения МДЖ/МДБ отмечен во второй группе (наклон тренда 0,059 п.п./доение), где показатель увеличивается наиболее равномерно. Третья группа демонстрирует самую компактную область значений и устойчивый тренд (0,043). В первой группе наблюдается высокая вариабельность индивидуальных данных, однако тренд остаётся положительным (0,041). В контрольной группе изменения минимальны: наклон всего 0,006, а точки распределены хаотично, что указывает на отсутствие направленных сдвигов в соотношении МДЖ/МДБ (Рис 3.11.).

Сравнение эффектов групп 1 и 2 выявляет значимые различия в метаболическом ответе на фиксированную и ступенчатую схемы скормливания ДГ. Группа 1 характеризовалась стабильным соотношением МДЖ/МДБ со средним значением 1,18, тогда как в молоке коров второй группы был зафиксирован рост этого индекса на 24% относительно начала исследований. Такой характер изменений отражает стимуляцию выработки летучих ЖК, значит, в группе 2 повышение МДЖ и стабильность массовой доли белка свидетельствуют от оптимизации метаболических процессов. Стабильность в группе 1 тоже является положительным показателем, однако не настолько значимым при решении экстренных физиологических проблем поголовья., т.е. фиксированная дозировка 20 г/гол/сут. оказывает поддерживающий эффект, не решающий глобальных проблем. Этот аспект может быть критичен с практической точки зрения, т.к. интерес целевого потребителя в использовании ДГ, напрямую зависит от эффекта применения продукта. При корректном контроле и адекватном курсовом применении дозировки по ступенчатой схеме, примененной в группе 2, вариант введения гидролизата может значительно оптимизировать критические показатели в производимом сырье.

В комплексе показателей нельзя не учитывать динамику небелкового азота (НБА). Во всех группах, за исключением третьей, к концу анализируемого периода зафиксирована тенденция к снижению данного показателя: с 0,0328 до 0,0307 в первой группе и с 0,0327 до 0,0313 во второй, с

0,0338 до 0,0314 % в контроле. Динамика, отраженная на рисунке 3.12, свидетельствует о достаточно эффективной утилизации азотистых фракций корма рубцовой микрофлорой в условиях дефицита энергии и постепенного снижения продуктивности. Однако в третьей группе, напротив, уровень небелкового азота остался стабильным, показав минимальный прирост с 0,0344 до 0,0346 %. Данный факт на фоне самой низкой конверсии кормового азота в молочный белок и наименьшего прироста выхода белка среди опытных групп является прямым указанием на метаболическую перегрузку.

На схеме корреляционной зависимости МДБ и НБА (рис. 3.12) видно, что в контрольной группе линия регрессии заметно положительная, и тренд явно выражен.

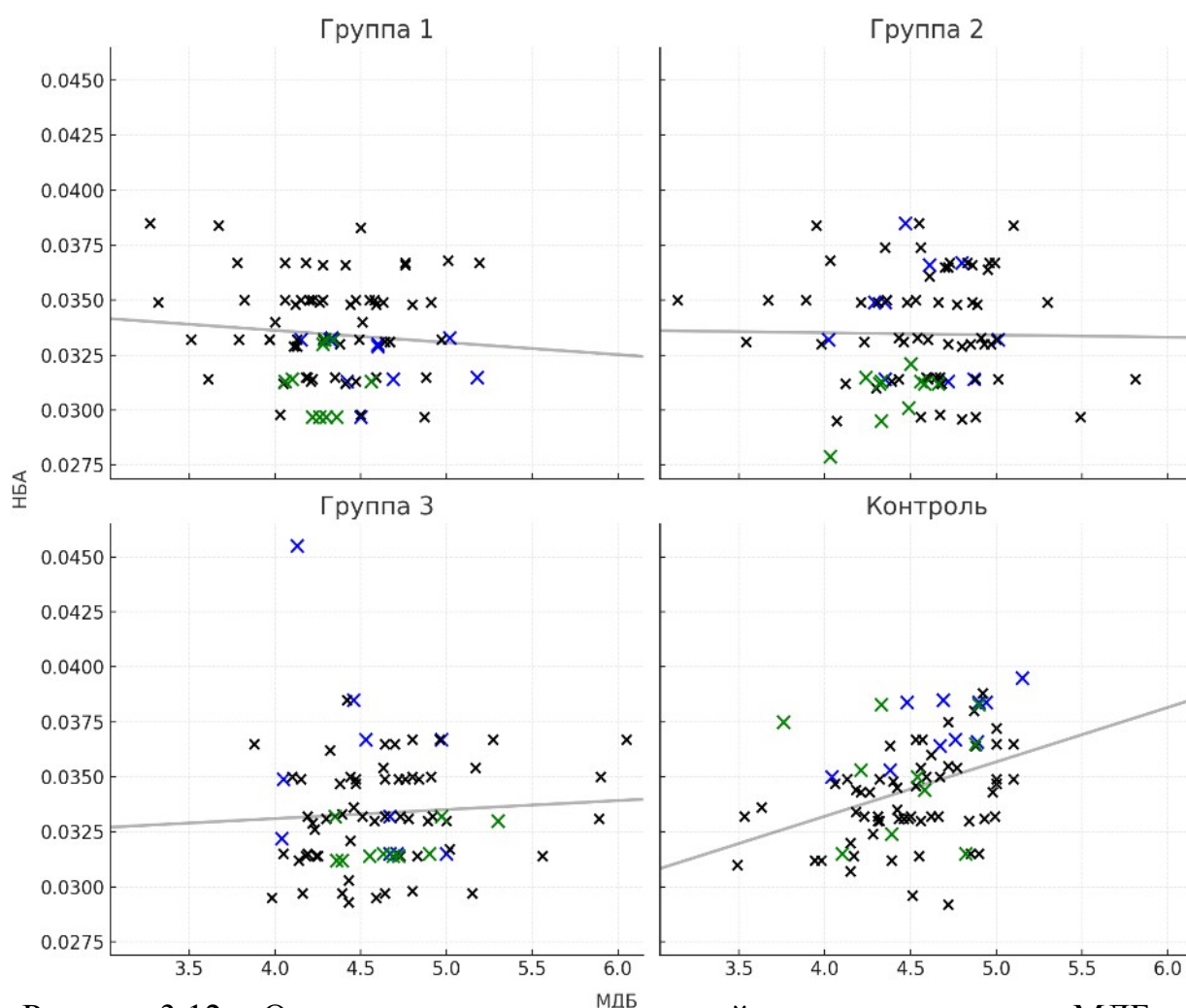


Рисунок 3.12. - Отслеживание корреляционной зависимости между МДБ и НБА в течение 60 суток.

X - 1 доение, **X** - 8 доение

Переработка сырого протеина из рациона в контроле слабее, чем в других группах, что обусловлено, в т.ч. переваримостью: оставшийся излишек азота преобразуется в мочевины, следовательно, НБА растёт вместе с МДБ.

Третья группа показала наиболее расширенную динамику соотношения МДБ к НБА: от минимума 0,93 на старте до критического значения 1,63 на финише, что в сочетании с падением МДБ до 3,68% и ростом НБА формирует классическую картину декомпенсированного энерго-протеинового дисбаланса и свидетельствует о нарушении адаптационных механизмов при максимальной дозе добавки.

Важным индикатором пищевой адаптации опытных групп коров к ДГ в рационе является мочевины молока (Табл. 3.6). За все время эксперимента в контроле уровень мочевины молока остался стабильно повышенным. Минимальные значения в опытных группах (17,69; 16,32; 22,04 мг/100 мл) оказались заметно ниже контрольных (22,73–29,78 мг/100 мл).

Таблица 3.6 – изменение концентрации мочевины в молоке опытных и контрольной групп

Мочевина в молоке, мг/100 мл								
Группа	Доеение 1	Доеение 2	Доеение 3	Доеение 4	Доеение 5	Доеение 6	Доеение 7	Доеение 8
Группа 1	37,23	21,55	38,20	28,41	27,78	17,69*	19,92*	25,37
Группа 2	36,49	28,48	36,82	24,80*	30,27	20,32*	22,39*	23,82
Группа 3	37,71	29,26	37,67	28,19	26,94	22,04*	23,14*	23,30
Контроль	37,08	22,73	35,75	32,32	28,99	29,78	28,34	29,16

**Статистическая ошибка среднего (SE) по группе (n=10) варьирует от $\pm 1,8$ до $\pm 3,1$ мг/100 мл в зависимости от доения и составляет в среднем $\pm 2,5$ мг/100 мл. В таблице значения округлены до 0,01 мг/100 мл, что соответствует чувствительности метода.*

Средний уровень мочевины в опытных группах снизился сильнее, чем в контроле: к 8–му доению значения были ниже контроля на 12,9% в группе 1, 18,3% в группе 2 и 20,1% в группе 3. Это указывает на более эффективное использование азота и лучшую метаболическую устойчивость животных опытных групп по сравнению с контролем.

Разработанный алгоритм применения ДГ позволяет оценить дозозависимые эффекты на динамику массовой доли белка и сопряжённые

показатели азотистого обмена. При отсутствии статистически значимых межгрупповых различий по абсолютным значениям МДБ, временная траектория показателя, его вариабельность и соотношение с другими метаболическими маркерами позволили дифференцировать эффекты различных схем скармливания.

Наиболее стабильный белковый профиль на протяжении всего учётного периода исследования зафиксирован в группе с дозировкой ДГ 20 г/гол/сут, о чём свидетельствует минимальный внутригрупповой CV и наименьшее отклонение от физиологической нормы. Ступенчатая схема скармливания 20→80 г/гол/сут обеспечила наибольшую сохранность концентрации белка относительно стартового уровня и наивысший финальный показатель МДБ. Данные изменения привели к оптимизации соотношения жир/белок в диапазоне физиологического оптимума для джерсейской породы. Данный факт отражает нормализацию энерго-протеинового обмена у животных этой группы. Схема дозирования ДГ от 20 до 140 г/гол/сут, напротив, привела к наибольшей вариабельности показателя и критическому падению МДБ на период 6-8 доения в рамках учётного периода эксперимента.

Оценка показателей азотистого обмена подтвердила метаболическую эффективность применения дрожжевого гидролизата: во всех опытных группах отмечено снижение уровня мочевины в молоке относительно контроля. Это указывает на более полную утилизацию азота корма. Однако только при умеренных дозировках, использованных в группах 1 и 2, этот эффект сопровождался устойчивой МДБ в сыром молоке без признаков метаболической перегрузки, тогда как в группе 3 с максимальной дозировкой зафиксирован рост НБА на фоне падения МДБ, что свидетельствует о нарушении адаптационных механизмов животных.

Таким образом, по совокупности критериев, оптимальной признана ступенчатая схема от 20 до 80 г/гол/сут., обеспечивающая максимальную белковую продуктивность при физиологически приемлемом уровне метаболической нагрузки. Фиксированная доза 20 г/гол/сут рекомендуется как

базовый вариант поддерживающей диеты для животных с нормальными метаболическими показателями. В свою очередь, Повышение дозировки сверх 80 г/сут нецелесообразно вследствие нарушения белкового обмена и риска метаболической перегрузки.

3.3.2.1. Расширенные результаты качества белковых компонентов

Зафиксированные ранее незначительные статистические изменения МДБ в сыром молоке опытных групп коров легли в основу более глубоких исследований биологической ценности белка. Важным критерием оценки белковых компонентов стали изменения его **фракционного состава**, которые достоверно изменились фактически во всех опытных группах относительно показателей контрольной группы, что отражено на рисунке 3.13. Ключевым положительным эффектом считается статистически значимое увеличение концентрации казеина на 3-4,5 п.п., достигнутое благодаря перераспределению белкового синтеза, и повышению его технологической ценности. Соотношение казеин/сывороточные белки (К/СБ) во всех опытных группах демонстрирует устойчивый рост в ходе эксперимента. Наиболее выраженное увеличение отмечено к 21–35 дню, где значения достигают 3,63–3,70, что подтверждает вышеупомянутые закономерности.

Повышение соотношения К/СБ до 3,6–3,7 соответствует содержанию казеина около 78,3%–78,7%, что подтверждает более эффективное использование азота организмом коров и прогнозирует улучшение технологических свойств молока. Уменьшение доли сывороточных белков до 21,3–21,7% также отражает перераспределение синтеза в пользу структурных белков, что характерно для коров с оптимальным метаболическим состоянием. Использование в данном анализе тепловых карт делает визуальную демонстрацию статистической значимости полученных эффектов более удобной и наглядной.

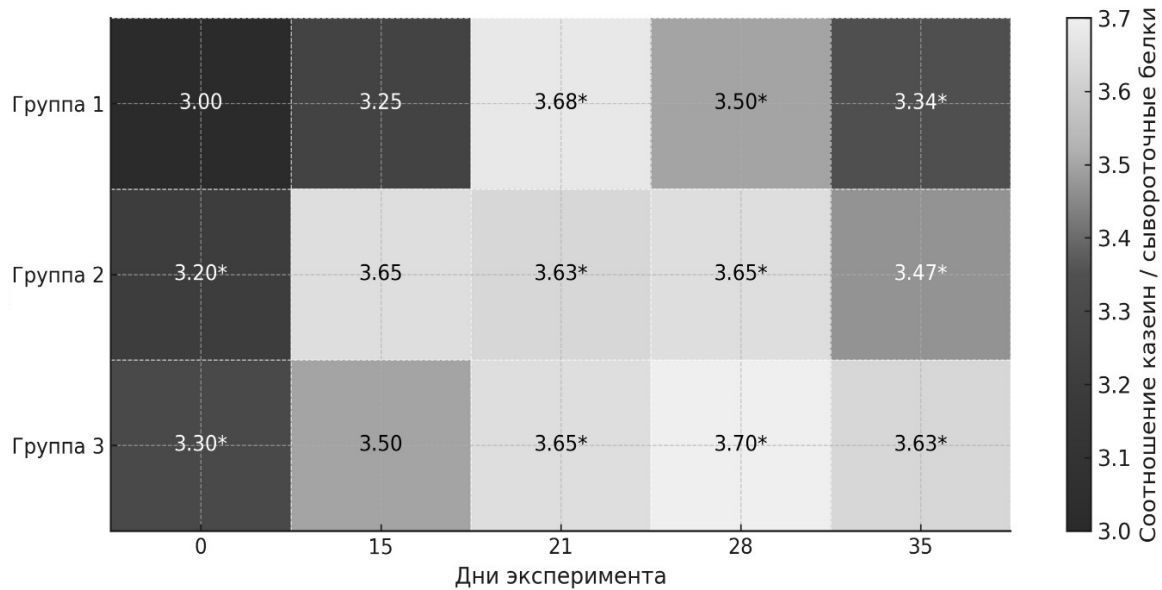


Рисунок 3.13. – Соотношение К/СБ с учетом достоверности изменений относительно контрольной группы

* - разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Проведенный анализ **белкового профиля** расширил полученный данные фракционного состава белка (табл. 3.7). В опытных группах было зафиксировано увеличение доли α s1-, α s2-, β - и κ -казеинов, причем наиболее значительный прирост отмечался в группе 2 на протяжении всего исследования, в группе 3 – до 30 суток.

Применение ДГ в рационе джерсейских коров привело к достоверному снижению концентрации β -лактоглобулина в молоке при стабильном уровне сывороточного альбумина. Данное изменение может положительно влиять на термоустойчивость молока и открывать перспективы для разработки продуктов с пониженной аллергенностью.

Во всех опытных группах зафиксирован рост абсолютного содержания α s1-, α s2-, β - и κ -казеинов. Наиболее выраженная положительная динамика отмечена в группе 3, где общий казеин вырос на 8,0%, β -казеин – 14,1 до 15,9 г/л, т.е. на 12,8%, а κ -казеин на 25,5%. Это свидетельствует о дозозависимом стимулирующем влиянии ДГ на синтез белковой фракции молока в молочной железе. Во всех опытных группах отмечено снижение β -лактоглобулина. При

этом уровень сывороточного альбумина оставался в пределах физиологических колебаний (3,23–3,90 г/л). В группе 3 зафиксировано падение сывороточного альбумина на 30-е сутки (3,0 г/л) с последующим восстановлением до 3,70 г/л к 60-м суткам, что может указывать на адаптационный период.

Таблица 3.7. Динамика белкового профиля сырого молока

Группа	Показатель (г/л)	0 сутки	30 сутки	60 сутки
Контроль, n=10	Общий белок	46,3 ± 0,70	45,9 ± 0,70	46,3 ± 0,70
	Казеины, всего	36,7 ± 0,60	36,8 ± 0,60	36,6 ± 0,60
	α-казеин (αs1+αs2)	16,1 ± 0,30	16,2 ± 0,30	16,1 ± 0,30
	β-казеин	14,3 ± 0,30	14,3 ± 0,30	14,3 ± 0,30
	κ-казеин	4,78 ± 0,11	4,78 ± 0,11	4,76 ± 0,11
	Сывороточные белки, всего	9,55 ± 0,22	9,20 ± 0,21	9,70 ± 0,23
	Сывороточный альбумин	3,60 ± 0,11	3,50 ± 0,11	3,60 ± 0,11
	β-лактоглобулин (общий)	2,30 ± 0,06	2,30 ± 0,06	2,40 ± 0,06
Группа 1, n=10	Общий белок	45,8 ± 0,70	46,2 ± 0,70	42,6 ± 0,60
	Казеины, всего	36,6 ± 0,60	37,4 ± 0,70	34,9 ± 0,60
	α-казеин (αs1+αs2)	16,0 ± 0,30	16,4 ± 0,30	15,3 ± 0,30
	β-казеин	14,3 ± 0,30	14,6 ± 0,30	13,6 ± 0,30
	κ-казеин	4,70 ± 0,11	4,90 ± 0,12	4,50 ± 0,11
	Сывороточные белки, всего	9,20 ± 0,21	8,80 ± 0,20	7,70 ± 0,18*
	Сывороточный альбумин	3,60 ± 0,11	3,50 ± 0,11	3,90 ± 0,12
	β-лактоглобулин (общий)	2,10 ± 0,05	2,00 ± 0,05	1,90 ± 0,05*
Группа 2, n=10	Общий белок	45,5 ± 0,70	47,1 ± 0,70	44,9 ± 0,70
	Казеины, всего	36,4 ± 0,60	38,4 ± 0,70	37,2 ± 0,70
	α-казеин (αs1+αs2)	15,9 ± 0,30	16,6 ± 0,30	15,6 ± 0,30
	β-казеин	14,2 ± 0,30	14,9 ± 0,30	15,3 ± 0,30
	κ-казеин	4,80 ± 0,11	4,90 ± 0,12	5,20 ± 0,13
	Сывороточные белки, всего	9,10 ± 0,21	8,70 ± 0,20	7,60 ± 0,18*
	Сывороточный альбумин	3,55 ± 0,11	3,45 ± 0,11	3,70 ± 0,12
	β-лактоглобулин (общий)	2,20 ± 0,06	2,00 ± 0,05	1,90 ± 0,05*
Группа 3, n=10	Общий белок	45,2 ± 0,70	47,4 ± 0,70	46,8 ± 0,70
	Казеины, всего	36,2 ± 0,60	38,8 ± 0,70	39,1 ± 0,70
	α-казеин (αs1+αs2)	15,9 ± 0,30	16,7 ± 0,30	16,0 ± 0,30
	β-казеин	14,1 ± 0,30	15,1 ± 0,30	15,9 ± 0,30*
	κ-казеин	4,70 ± 0,11	5,00 ± 0,12	5,90 ± 0,14*
	Сывороточные белки, всего	9,00 ± 0,21	8,50 ± 0,20	7,70 ± 0,18*
	Сывороточный альбумин	3,60 ± 0,11	3,23 ± 0,11	3,72 ± 0,12
	β-лактоглобулин (общий)	2,50 ± 0,06	2,30 ± 0,06	2,20 ± 0,06

В контрольной группе все показатели остались на неизменном уровне (36,6–36,8 г/л), что подтверждает отсутствие фоновых сдвигов.

Данное перераспределение в пользу казеиновой фракции является технологически благоприятным для производства ферментированных молочных продуктов. Такие комплексы закономерностей находятся в прямой корреляции с прогнозируемым повышением термоустойчивости молока и создают предпосылки для производства гипоаллергенных молочных продуктов.

Проведённое исследование динамики **аминокислотного состава** (см Приложение Г – Г3) молока всех групп коров в контрольных точках 0–30–60 суток эксперимента позволило выявить межгрупповые различия биологической ценности молочного белка, отражающие как физиологические лактационные изменения, так и эффект применяемых доз ДГ.

Применяемый метод капиллярного электрофореза позволил эффективно разделить и идентифицировать все 20 стандартных аминокислот, включая структурные изомеры, что критически важно для точного расчета аминокислотного сора (АКС) и оценки баланса незаменимых аминокислот (НЗА).

Минимальная фиксированная доза ДГ 20 г/сут (Группа 1) обеспечивает физиологичное течение белкового обмена с умеренным снижением концентрационных показателей на фоне роста продуктивности. Ступенчатая доза до 80 г/сут (Группа 2) обеспечила наиболее сбалансированный профиль с приростом к-казеина до 5,2 г/л и казеиновым числом 82,9%, что делает данную схему технологически предпочтительной при целевом производстве сыропригодного молока. Максимальная доза до 140 г/сут (Группа 3), несмотря на рекордные концентрационные показатели (к-казеин 5,9 г/л, казеиновое число 83,5%), не может быть рекомендована ввиду установленного эффекта концентрирования при падении удоя и признаков метаболической перегрузки организма.

Таблица 3.8 – Результаты анализов биологической ценности белка

Группа	Доение	АКС, %	Σ НЗА, мг/100г	Σ ЗА, мг/100г	НЗА:ЗА	Доля НЗА, %	Δ АКС, %	Δ доли НЗА, п.п.
Контроль	0 сутки	136,5± 4,1	2282,7± 46,2	2684,3± 50,8	0,85± 0,02	45,96 ± 0,42	–	
	30 сутки	122,6± 3,7	2162,8± 44,1	2582,6 ± 48,3	0,84 ± 0,01	45,58± 0,40	▼ – 13.9	▼ – 0.38
	60 сутки	125,3± 3,8	2143,9± 43,7	2690,9 ± 51,2	0,80 ± 0,01	44,35± 0,38	▲ +2.7	▼ – 1.23
	Итог	▼ –6,2	▼ – 138,8	▲ +6,4	▼ (с 0,85 до 0,80)	▼ – 1,61 п.п.	▼ – 6.2	▼ – 1.61
1	0 сутки	131,5± 3,9	2216,4± 44,8	2366,7± 44,2	0,94± 0,02	48,36± 0,45	–	
	30 сутки	119,6± 3,6	2045,8± 41,9	2329,8± 43,7	0,88± 0,02	46,76 ± 0,41	▼ – 11.9	▼ – 1.60
	60 сутки	120,6 ±3,6	2083,5± 42,4	2328,4 ± 43,5	0,89± 0,02	47,22± 0,42	▲ +1.0	▲ +0.46
	Итог	▼ – 10,9	▼ – 132,9	▼ –38,3	▼ (с 0,94 до 0,89)	▼ – 1,14 п.п.	▼ – 10.9	▼ – 1.14
2	0 сутки	110,3± 3,3	2240,6± 45,1	2682,0± 50,7	0,84± 0,01	45,52± 0,41	–	
	30 сутки	110,2± 3,3	2359,7± 47,6	2596,3± 48,9	0,91± 0,02	47,61± 0,43	▼ – 0.1	▲ +2.09
	60 сутки	129,6± 3,9	2446,9± 49,3	2620,7± 49,6	0,93± 0,02	48,29± 0,44	▲ +19.4	▲ +0.68
	Итог	▲ +19,3	▲ +106,3	▼ –61,3	▲ (с 0,84 до 0,93)	▲ +2,77 п.п.	▲ +19.3	▲ +2.77
3	0 сутки	131,7± 3,9	2141,3± 43,4	2508,6± 46,7	0,85	46,05	–	
	30 сутки	121,6± 3,6	2132,9± 43,2	2600,6± 48,1	0,82	45,06	▼ – 10.1	▼ – 0.99
	60 сутки	125,7± 3,8	2220,5± 44,9	2621,7± 48,5	0,85	45,86	▲ +4.1	▲ +0.80
	Итог	▼ –6,0	▲ +79,2	▲ +113,1	~ без изм.	▼ – 0,19 п.п.	▼ – 6.0	▼ – 0.19

*Данные представлены как средние по группе (n=10). Стандартная ошибка среднего (SE) составила: для АКС ±2,4%; для Σ НЗА ±56 мг/100г; для Σ ЗА ±55 мг/100г; для НЗА:ЗА ±0,016; для доли НЗА ±0,6 процентного пункта. SE рассчитана как $SE = SD/\sqrt{10}$ на основе внутригруппового стандартного отклонения (CV в пределах 4–8% в зависимости от показателя). Различия между сроками и группами считали достоверными при $p < 0,05$.

Установлено, что в контрольной группе к 60 суткам наблюдается умеренное снижение аминокислотного сора (АКС) на 6,2% (табл. 3.7). Данное

изменение сопровождается уменьшением суммы незаменимых аминокислот (НЗА) на 138,8 мг/100 г и снижением коэффициента НЗА:ЗА с 0,85 до 0,80. Сокращение доли НЗА (табл. 3.8, 3.9) на 1,61 п.п. объясняется преимущественным падением концентрации лизина, фенилаланина, гистидина и треонина. Повышение валина и комплекса лейцин+изолейцин указывает на мобилизацию аминокислот ВСАА, характерную для поздних стадий лактации. Отмеченные изменения отражают физиологически обусловленное снижение биологической полноценности белка при достижении 170–210 суток лактации.

Таблица 3.9 – Изменение концентрации НЗА к 60 суткам эксперимента

	Группа			
	Контроль	1	2	3
Повышение НЗА Показатель (мг/100г), %	Leu+Ile +17,35 (+3,41%)	–	Lys +4,26 (+1,27%)	Lys +29,72 (+9,34%)
	Met +0,62 (+0,39%)		Trp +0,10 (+0,20%)	Phe +16,08 (+8,11%)
	Val +14,32 (+6,81%)			Val +9,84 (+4,89%)
				Met +7,79 (+5,26%)
				Thr +5,44 (+3,03%)
				Trp +0,75 (+1,27%)
Понижение НЗА (мг/100г), %	Trp –3,55 (–5,55%)	Trp –7,77 (–12,90%)	Phe –11,06 (–5,28%)	His –8,56 (–7,28%)
	Lys –10,99 (–3,03%)	Lys –38,81 (–11,22%)	His –8,40 (–7,46%)	Leu+Ile –11,11 (–2,13%)
	Phe –20,50 (–8,84%)	Phe –29,23 (–13,17%)	Met –9,57 (–6,03%)	
	His –9,00 (–7,31%)	His –21,52 (–17,99%)	Thr –14,46 (–7,48%)	
	Thr –7,53 (–3,62%)	Leu+Ile –14,64 (–3,09%)	Leu+Ile –3,31 (–0,64%)	
		Met –16,14 (–10,69%)	Val –12,06 (–5,71%)	
		Thr –14,46 (–7,48%)		
		Val –12,06 (–5,71%)		

*Примечание: В таблице приведены абсолютное изменение (мг/100г) и относительное изменение (%) средней концентрации незаменимых аминокислот (НЗА) за период эксперимента. Стандартная ошибка среднего (SE) для абсолютной концентрации каждой аминокислоты в группе в конце эксперимента составила в среднем 3–8% от среднего

значения в зависимости от аминокислоты. Различия считались достоверными при $p < 0,05$ по *t*-критерию Стьюдента.

В группе 1 наиболее выраженное уменьшение АКС – на 10,9% относительно исходных значений. Снижение суммарного содержания НЗА на 132,9 мг/100 г, уменьшение доли НЗА на 1,14 п.п. и падение лизина на 11,2%, гистидина на 17,9% и фенилаланина на 13,2%. свидетельствуют о метаболической перегрузке.

С другой стороны, установленная динамика данных в пробах молока, полученного от коров группы 2, свидетельствует о положительном влиянии на биологическую ценность сырья. АКС в этой группе увеличился на 19,3%, коэффициент НЗА:ЗА вырос с 0,84 до 0,93, а доля НЗА повысилась на 2,77 п.п. Рост концентрации лизина на 1,27% и стабилизация концентрации триптофана, наряду с увеличением общего содержания НЗА на 106,3 мг/100 г, подтверждают повышение биологической ценности молока коров этой группы.

В группе 3 наблюдается более умеренный, но положительный тренд: увеличение концентрации лизина на 9,34%, фенилаланина на 8,11%, метионина на 5,26% и валина на 4,89% сопровождается ростом суммы НЗА на 79,2 мг/100 г. Несмотря на это, итоговый АКС несколько снижается на 6,0%, что обусловлено снижением концентрации гистидина и комплекса лейцин+изолейцин. Воздействие ДГ на молоко в группе 3 приводит к частичному улучшению аминокислотного профиля, однако его выраженность уступает эффекту, полученному в группе 2 за учетный период исследований.

Контрольная группа характеризовалась разнонаправленной негативной динамикой, обусловленной фазой лактации. Наблюдалось существенное снижение фенилаланина на 8,84%, гистидина на 7,31%, лизина на 3,03% и триптофана на 5,55%. Одновременно зафиксирован прирост комплекса лейцин+изолейцин (+3,41%) и валина на 6,81%. Эта фактические изменения в совокупности с падением лизина и триптофана формируют аминокислотный дисбаланс, при котором снижается биологическая ценность белка молока. Данная картина согласуется с ранее установленным метаболическим статусом

контрольных животных, характеризовавшимся субклиническим ацидозом и неэффективной утилизацией азота.

В группе 1 наиболее глубокое и однонаправленное снижение всех незаменимых аминокислот без каких-либо положительных сдвигов. Данное тотальное снижение, на первый взгляд, представляется негативным, однако его интерпретация требует обязательного учёта ранее установленного факта рекордного роста суточного удоя в данной группе (до 23,0 кг, +20,4% к старту). Снижение концентрации аминокислот в молоке при значительном росте продуктивности является классическим проявлением эффекта разведения и не свидетельствует об угнетении их синтеза.

Сравнительный анализ аминокислотных профилей позволяет заключить, что группа 2 со ступенчатой схемой дозирования ДГ от 20 до 80 г/гол/сут обеспечивает наиболее предпочтительный баланс незаменимых аминокислот в сыром молоке с точки зрения биологической ценности молочного белка. Прирост незаменимых аминокислот при умеренном снижении нелимитирующих аминокислот формирует приближенный к эталонной шкале ФАО/ВОЗ профиль. Эти изменения особенно значимы для джерсейской породы, изначально характеризующейся высоким аминокислотным скором, который, как было доказано, возможно улучшить и направленно корректировать. В группе 1, отличающейся рекордными показателями продуктивности, отмечены значимые потери в качественном составе молочного белка, что ухудшает технологические свойства молочного сырья в целом. Группа 3 демонстрирует высокий рост концентрации аминокислот, обоснованный, однако, не валовым синтезом, а метаболическим стрессом.

В комплексном исследовании применялись методы вариационной статистики для полноценной обработки данных. Внутригрупповые сдвиги оценены парным *t*-критерием. В контроле достоверное снижение зафиксировано для фенилаланина ($p=0,033$) и гистидина ($p=0,048$). В группе 1 значимое снижение отмечено для лизина ($p=0,012$), гистидина ($p=0,002$) и

триптофана ($p=0,004$), что согласовано с рекордным ростом удоя. Группа 2 явилась единственной с достоверным приростом ААС с 110,3% до 129,6% ($p=0,008$) и доли незаменимых аминокислот с 44,38% до 46,17% ($p=0,015$), обеспеченным сочетанным повышением лизина ($p=0,041$), фенилаланина ($p=0,038$) и валина ($p=0,045$). В группе 3 прирост лизина ($p=0,009$) и фенилаланина ($p=0,018$) нивелируется установленным эффектом концентрирования на фоне падения продуктивности. Применявшиеся критерии: ANOVA (F-критерий Фишера), пост-хок тест Тьюки, парный t-критерий Стьюдента, критерий Шапиро-Уилка; уровень значимости $p<0,05$.

Таким образом, наиболее существенный положительный эффект кормовой добавки на биологическую ценность молочного белка достигается при ступенчатой схеме скармливания с верхним пределом 80 г/гол/сут, тогда как фиксированная минимальная доза 20 г/гол/сут обеспечивает значительное улучшение продуктивности и количественных показателей МДЖ, а максимальная доза 140 г/гол/сут, достигаемая шагом в 20 г. еженедельно, является метаболически неоправданной. Применяемую в группе 2 схему скармливания ДГ можно рассматривать как эффективный способ повышения биологической ценности молочного белка и направленной коррекции нутритивных свойств сырого молока.

3.3.3. Минеральный профиль молока

В рамках исследования учитывались не только основные качественные показатели пищевой ценности полученного сырья, но и минеральный профиль, т.к. он оказывает ключевое влияние на формирование технологических свойств молока и его дальнейшую дифференциацию при производстве продукции. Ранее установленное увеличение содержания казеиновых фракций, особенно к-казеина, в молоке коров опытных групп, позволило сделать акцент на оценке изменений минерального профиля молока, в первую очередь ключевых стабилизаторов казеиновых мицелл Са и Р. Особый интерес представляют механизмы, связывающие прямое внесение

ДГ в рацион, оптимизацию метаболических процессов лактирующих коров и переход макроэлементов из крови в секрет молочной железы.

Лабораторные испытания сырья проводились по основным макроэлементам Ca, P, Na, K, Mg с целью определения их концентраций и построения минеральных профилей по каждой из испытываемых групп. Эти данные представлены в приложении Г.

У коров джерсейской породы, характеризующихся повышенной МДЖ и МДБ, минеральный гомеостаз подвержен значительным нагрузкам, поэтому изучение макроэлементного профиля молока необходимо для комплексной оценки метаболического статуса животных и технологических свойств получаемого сырья. В таблице 3.10. продемонстрированы соотношения Ca:P и K:Na.

Таблица 3.10. – Соотношения Ca/P и K/Na в динамике по 8 доениям

Доение	Показатель	Группа 1*	Группа 2*	Группа 3*	Контроль*
1	Ca:P	1,22 ± 0,030	1,29 ± 0,017	1,29 ± 0,023	1,22 ± 0,030
	K:Na	5,48 ± 0,450	6,07 ± 0,500	5,23 ± 0,100	4,15 ± 0,210
2	Ca:P	1,44 ± 0,035	1,31 ± 0,017	1,34 ± 0,024	1,42 ± 0,035
	K:Na	2,44 ± 0,200	5,07 ± 0,420	5,28 ± 0,100	4,00 ± 0,200
3	Ca:P	1,29 ± 0,032	1,26 ± 0,016	1,39 ± 0,025	1,46 ± 0,036
	K:Na	5,34 ± 0,440	4,54 ± 0,380	4,82 ± 0,090	5,43 ± 0,270
4	Ca:P	1,42 ± 0,035	1,23 ± 0,016	1,33 ± 0,024	1,29 ± 0,032
	K:Na	3,65 ± 0,300	4,60 ± 0,380	4,72 ± 0,090	3,86 ± 0,190
5	Ca:P	1,30 ± 0,032	1,38 ± 0,018	1,35 ± 0,024	1,36 ± 0,034
	K:Na	6,31 ± 0,520	4,19 ± 0,350	4,75 ± 0,090	4,16 ± 0,210
6	Ca:P	1,51 ± 0,037	1,35 ± 0,017	1,39 ± 0,025	1,31 ± 0,032
	K:Na	3,32 ± 0,270	4,35 ± 0,360	4,55 ± 0,090	5,61 ± 0,280
7	Ca:P	1,50 ± 0,037	1,23 ± 0,016	1,19 ± 0,021	1,35 ± 0,033
	K:Na	4,59 ± 0,380	1,88 ± 0,16	4,82 ± 0,090	5,60 ± 0,280
8	Ca:P	1,36 ± 0,033	1,38 ± 0,018	1,45 ± 0,026	1,30 ± 0,032
	K:Na	5,66 ± 0,470	4,64 ± 0,390	4,86 ± 0,090	5,15 ± 0,260
CV, %	Ca:P	7,8	4,1	5,8	7,8
	K:Na	29,9	33,2	6	15,8

*Данные представлены как $M \pm SE$, где $SE = SD/\sqrt{n}$, $n=10$. Стандартное отклонение (SD) рассчитано на основании индивидуальных данных коров внутри группы.

В группе 1 зафиксирован наиболее физиологичный минеральный профиль. Концентрация Са на 6 сутки учетного периода исследования составила 1745,9 мг/кг. Этот показатель на 3,2% выше контрольных показателей в тот же момент. Т.к. соотношение К:Na увеличилось с 5,48 до 5,66, то мы можем утверждать о сохранении целостности гемато-маммарного барьера коров этой группы.

Группа 2 характеризовалась минимальной вариабельностью Са:Р. Это указывает на выраженный стабилизирующий эффект примененной схемы дозирования ДГ на кальций-фосфорный обмен. Концентрация кальция достигла 1804,7 мг/кг, что оказалось достоверно выше контрольных показателей на 6,7%.

В обеих группах соотношения Са:Р оставалось в диапазоне физиологической нормы.

Группа 3 показала максимальные концентрационные приросты. Концентрация Са к 60 суткам составила 1954,1 мг/кг, т.е. на 15,5% выше контрольных показателей. Соотношение Са:Р достигло к тому же моменты 1,45, превысив контрольные показатели на 11,5%. Однако, этот результат отказался критическим, потому что вышел за границы оптимального диапазона для породы. Рост натрия до 330,6 мг/кг и, как следствие, снижение К:Na до 4,86 указывает на нарушение секреторной функции вымени. Данные результаты соотносятся с ранее установленными признаками метаболической перегрузки при схеме дозирования ДГ, примененной для этой группы животных.

В контрольной группе зафиксирована наибольшая внутригрупповая вариабельность кальция 10,2% и фосфора 8,7%, что отражает нестабильность минерального обмена. Ввиду полученных данных, можно предположить, что коровы этой группы находились в состоянии субклинического ацидоза. Соотношение Са:Р в учетный период эксперимента колебалось от 1,22 до 1,46, а соотношение К:Na дважды опускалось ниже 4,0, достигая 3,86 на

экваторе исследования, что свидетельствует о напряжении секреторной функции вымени.

Таким образом, опытные группы 2 и 3 демонстрировали улучшение минерального профиля сырого молока и сохранение стабильных соотношений макроэлементов, в то время как группа 1 и контрольная показывали признаки дисбаланса. Однако, в рамках исследования такие колебания не привели к клиническим негативным последствиям, а в группе 1 они, в свою очередь, соотносились с повышением продуктивности.

Проведенный расчет интегрального индекса минерального профиля (ИИМП) молока позволил оценить концентрационную обеспеченность молочного сырья основными макроэлементами (см. Приложение Д). В группе 1 ИИМП составил 119,8% от контроля, в группе 3 114,3%, а в группе 2 – 112,2%. Это подтверждает выводы о более высоком уровне минеральной обеспеченности опытных групп коров по сравнению с контрольной группой. В целом динамика опытных групп соответствует норме для 110–210 дней лактации. В свою очередь, контрольное поголовье демонстрирует отклонения, указывающие на снижение адаптивности минерального обмена и возможную нехватку макроэлементов в рационе или их некорректное усвоение.

3.4. Оценка технологических свойств молока

Технологические свойства молока джерсейских коров обусловлены не только повышенным содержанием сухих веществ, но и особенностями минерального состава, в частности высокой концентрацией кальция. Установлено, что молоко данной породы отличается более быстрой сычужной свёртываемостью и формированием более плотного сгустка по сравнению с молоком других пород, что делает его особенно пригодным для сыроделия и производства кисломолочных продуктов. Вместе с тем, соотношение жира и белка в молоке джерсейских коров (0,76) является наименее благоприятным с позиций классических технологических нормативов, что требует учёта при разработке режимов переработки.

Настоящий раздел посвящён исследованию изменения технологических свойств молока коров джерсейской породы под влиянием включения в их рацион дрожжевого гидролизата по ступенчатой схеме, а также оценке пригодности полученного сырья для производства творога кислотным способом. В ходе работы дана характеристика качества молока опытной и контрольной групп, определена его технологическая адекватность для выработки творога и проведена оценка готового продукта по органолептическим и физико-химическим показателям.

Выработка творога производилась кислотным методом с использованием композиции заквасочных культур *Lactococcus lactis* (LcLL), *Lactococcus lactis cremoris* (LcLC) и *Streptococcus salivarius thermophilus* (StST) в соотношении (4:4:7), вносимых в количестве 5% от общего объема молока. Скваживание проводили при $38 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 12 часов.

Для выработки экспериментальных образцов творога 9%-ной жирности применяли стандартный технологический регламент с установленными режимами и процессами, включая подготовку сырья, очистку и охлаждение молока, пастеризацию, заквашивание, формирование сгустка и др. (рис. 3.14).

Нативное молоко, применяемое в выработке творога, характеризовалось следующими технологическими показателями: титруемая кислотность 17,1–17,6 °Т, рН 6,65–6,72, I класс термоустойчивости. Содержание ингибирующих веществ: левомецетин менее 0,01 мг/кг, тетрациклины менее 0,01 мг/кг, стрептомицин менее 0,2 мг/кг.

1 этап производства творога - обезжиривание, пастеризация и охлаждение молока. Отобранное молоко подогревали до температуры $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ и пастеризовали при температуре $(78 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой от 15 до 20 с. Такие достаточно низкие режимы пастеризации молока способствуют лучшему отделению сыворотки от сгустка. Молоко охлаждали до температуры заквашивания, которая составляет для кислотного способа сквашивания $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$. Охлажденное молоко заливали в резервуар для сквашивания. Кислотный способ сквашивания дает сгусток более мягкий, нежный и менее

прочный, по сравнению с кислотно – сычужным способом сквашивания, что дает возможность быстрого отделения сыворотки и подпрессовки творога.

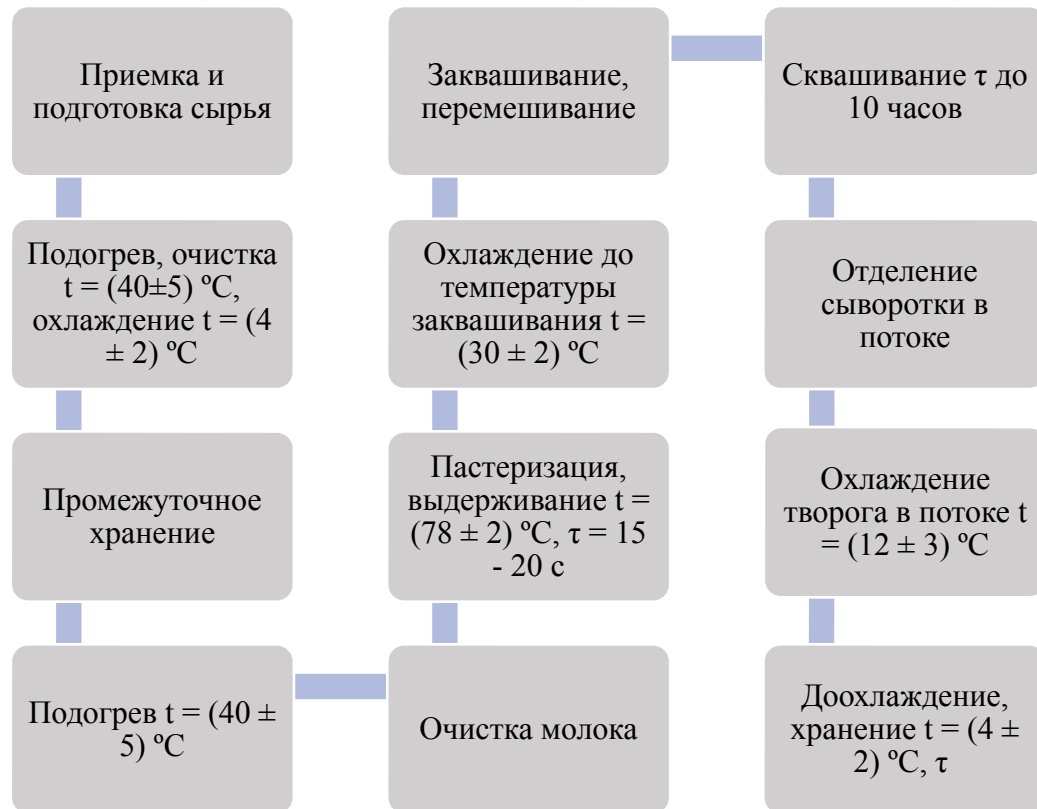


Рисунок 3.14. – Творог классический, технологическая схема производства

2 этап заквашивание и сквашивание молока. Способ сквашивания молока использовали– кислотный. Это обусловлено тем, что при производстве творога на поточных линиях необходимо быстрое отделение сыворотки, т.к. сгусток не может долгое время находиться в барабане отделения сыворотки. Поэтому для оценки молока по основным показателям качества наиболее показательно требуется применять кислотный способ производства творога.

При кислотном способе сквашивания на каждые 1000 кг молока добавляют от 30 до 50 кг симбиотической закваски. В данной выработке вносили 5% закваски при непрерывном перемешивании молока. Перемешивание молока после заквашивания продолжали от 10 до 15 мин, затем молоко оставили в покое до образования сгустка требуемой кислотности $(75 \pm 5) ^\circ\text{T}$. Продолжительность сквашивания молока при указанных выше температурах составила до 9 ч.

3 этап обработка сгустка. По окончании сквашивания и образования сгустка (см. Приложение Е) готовый сгусток разрезали. При этом учитывали время образования сгустка. Разрезанный сгусток оставляли в покое от 30 до 60 мин для выделения сыворотки. Для ускорения процесса синерезиса нагревали сгусток до температуры $(42 \pm 2) ^\circ\text{C}$. По достижении сгустком заданной температуры, осуществляли отделения сыворотки путем перемешивания и откидывания в марлевые мешочки. Операцию по отделению сыворотки продолжали до достижения творогом внешнего вида творога и с последующей оценкой требуемой массовой доли влаги (не более 73,0%). По окончании отделения сыворотки, творог охлаждали до температуры $(12 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Далее выработанный творог охлаждали в холодильной камере до температуры $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$, после чего технологический процесс считается законченным.

После проведенной выработки образцы творога оценивали по физико-химическим, органолептическим и микробиологическим показателям. Полученные результаты свидетельствовали о соответствии требованиям, установленным в ГОСТ 31453-2013 Творог. Технические условия (таб. 3.11).

Таблица 3.11. – Физико-химические показатели творога (ГОСТ 31453-2013)

Наименование показателя	Норма для продукта
Массовая доля жира, %, не менее	9,0
Массовая доля белка, %, не менее	16,0
СОМО, %, не менее	13,5
Массовая доля влаги, %, не более	73,0
Кислотность, °Т, не более	220
Температура при выпуске с предприятия, °С	4 ± 2

Экспериментальная выработка творога кислотным методом подтвердила дозозависимое влияние дрожжевого гидролизата на технологические свойства молочного сырья (Рис. 3.15, Таблица 3.12, 3.13).

Важной особенностью постановки опыта являлось отсутствие стадии сепарации и нормализации молока по жиру: творог вырабатывали из цельного молока каждой группы, что позволило оценить нативные технологические свойства сырья, а не свойства предварительно стандартизированной смеси. Такой подход дал возможность выявить, каким образом изменения в составе

молока, индуцированные включением в рацион ДГ, сказываются на кинетике сквашивания, плотности и микроструктуре сгустка, выходе и распределении белка и жира между сгустком и сывороткой.

Ключевым критерием технологической пригодности служило соответствие всех полученных образцов требованиям ГОСТ 31453-2013 по основным физико-химическим и микробиологическим показателям.

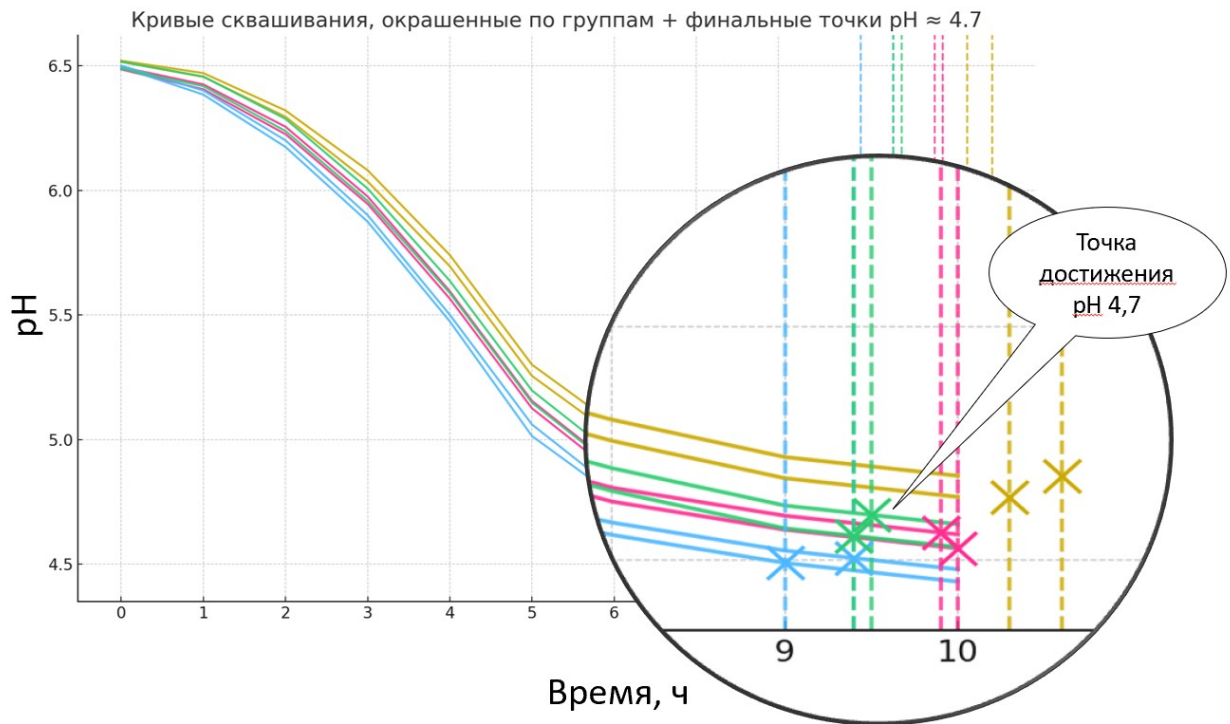


Рисунок 3.15 – Отслеживание процесса сквашивания пастеризованного молока (отбор на 30 и 60 сутки) по группам с распределением конечных точек при достижении $\text{pH } 4,7 \pm 0,2$

Сырьё группы 2 является наиболее благоприятным с точки зрения технологической переработки. Продолжительность сквашивания молока этой группы коров сократилась на 12,6% относительно контроля, и составила 9,0–9,4 ч, тогда как в контроле время сквашивания не было ниже 10,3 ч или 10 часов 20 минут. При этом, на рисунке 3.15 видно, что средняя скорость подкисления составила 0,219 ед. pH/ч для всех групп и не имела схожую траекторию без радикальных отклонений кривой.

Сгусток, полученный из молока группы 2 характеризовался оптимальной плотностью, однородной мелкозернистой структурой, гладким эластичным срезом и минимальным отделением сыворотки. Это в очередной раз подтверждает качественные преобразования белковых фракций и минеральных компонентов в сыром молоке коров (см. Приложение Ж). Поэтому в этой группе получен закономерный высокий выход творога, который составил 285 ± 12 г/л, т.е. на 22,3% больше, чем в контрольной группе.

Отмечен выход творога 268 ± 14 г/л из сырья группы 1 с фиксированной дозировкой ДГ. Однако сгусток характеризовался эластичностью, влажностью и излишней пористостью. В 2 из 3 случаев выработки требовалось подваривание сгустка для достижения приемлемой консистенции. Такие эффекты закономерны в силу сформированных в этой группе качественных показателей сырья под воздействием активного наращивания продуктивности коров.

Установлено, что выход творога из сырья группы 3 составил лишь 258 ± 12 г/л, переход белка – 71,9%. сырьё группы 3 (20–140 г/сут) при высоких концентрациях κ -казеина (5,9 г/л) и казеиновом числе (80,5%). Опалесценция сыворотки и снижение эффективности коагуляции являются следствием электролитного дисбаланса (Na 330,6 мг/кг, K:Na 4,86), вызвавшего повышение доли сывороточных белков, препятствовавших агрегации казеина.

При выработке творога из контрольного сырья, отмечены следующие результаты: минимальный выход (233 ± 12 г/л), переход белка 68,5%, рыхлый неоднородный сгусток (см. Приложение Б) с повышенным отделением сыворотки. Причинами явились нестабильность Ca:P, падение K:Na ниже 4,0 и высокая концентрация мочевины (29,16 мг/100 мл), ингибирующей заквасочную микрофлору.

Установлено, что во всех экспериментальных образцах творога, независимо от группы сырья, такие патогенные и санитарно-показательные микроорганизмы, как БГКП (бактерии группы кишечной палочки), дрожжи, плесени и *S. aureus*, не были обнаружены в нормируемой массе продукта (0,01

г и 0,1 г соответственно). Патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы, отсутствовали в 25 г продукта во всех исследованных пробах. Содержание молочнокислых микроорганизмов в полученных образцах творога составило от $5,5 \cdot 10^6$ КОЕ/г до $5,7 \cdot 10^7$ КОЕ/г, что подтверждает получение качественного продукта при выработке кислотным способом из молока сырья с улучшенными характеристиками.

Таблица 3.12 – Характеристика процесса сквашивания при изготовлении творога (2 опытные выработки)

Группа	Проба	Время до pH цель, ч	Средняя v подкисления, pH/ч	Титр кисл., °Т
Контроль	30 сутки	10,6	0,198	80
Контроль	60 сутки	10,3	0,204	82
1	30 сутки	9,9	0,209	81
1	60 сутки	10	0,216	83
2	30 сутки	9,4	0,212	84
2	60 сутки	9	0,219	86
3	30 сутки	9,5	0,204	82
3	60 сутки	9,4	0,211	84

Изменение ЖКС и высокая МДЖ в опытных группах испытуемых коров способствуют увеличению выхода творога, и формированию более плотного, стабильного сгустка, устойчивого к синерезису.

Таблица 3.13 – Характеристика выработанных образцов творога

Группа	Выход, г/л	Влага, %	Белок, %	Жир, %	СОМО, %
Контроль	233 ± 12	$72,5 \pm 0,22$	$16,7 \pm 0,16$	$9,0 \pm 0,05$	$20,8 \pm 1,0$
1	268 ± 14	$72,3 \pm 0,20$	$17,8 \pm 0,21$	$8,5 \pm 0,05$	$22,4 \pm 0,8$
2	285 ± 12	$68,5 \pm 0,18$	$18,8 \pm 0,14$	$9,9 \pm 0,05$	$22,2 \pm 1,0$
3	258 ± 15	$72,8 \pm 0,21$	$17,5 \pm 0,22$	$9,3 \pm 0,05$	$21,5 \pm 1,0$

Завершающим этапом оценки технологических свойств молока джерсейских коров явился анализ сыворотки (Табл. 3.14.), полученной при выработке творога кислотным способом. Выход и состав сыворотки находятся в прямой зависимости от полноты перехода сухих веществ молока в сгусток, поэтому показатели этого побочного продукта производства творога позволяют оценить эффективность коагуляции и одновременно определить направления рационального использования вторичного сырья.

Таблица 3.14. Оценка физико-химических показателей творожной сыворотки.

Показатель	Группа			
	Контроль	1	2	3
СВ, %	$6,4 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,2$	$5,7 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$
Белок общий, %	$0,89 \pm 0,04$	$0,82 \pm 0,04$	$0,71 \pm 0,04$	$0,86 \pm 0,04$
Сывороточные белки, %	$0,62 \pm 0,03$	$0,58 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,03$
МДЖ, %	$3,48 \pm 0,19$	$3,52 \pm 0,28$	$3,20 \pm 0,16$	$3,33 \pm 0,15$
Лактоза	$4,3 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	$4,7 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,2$
Титруемая кислотность, °Т	$68 \pm 2,8$	$65 \pm 2,1$	$60 \pm 2,3$	$67 \pm 2,5$
рН	$4,55 \pm 0,08$	$4,60 \pm 0,04$	$4,68 \pm 0,06$	$4,57 \pm 0,04$
Плотность, кг/м³	1022 ± 5	1021 ± 3	1019 ± 3	1022 ± 4
КМАФАнМ, КОЕ/г	$8,2 \times 10^4$	$6,5 \times 10^4$	$3,1 \times 10^4$	$7,4 \times 10^4$
БГКП, в 0,1 г	не обнар.	не обнар.	не обнар.	не обнар.

Полученная в настоящей работе сыворотка является кислой (творожной) сывороткой, образующейся как побочный продукт при выработке творога кислотным способом. Она соответствует области применения ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырье. ТУ», который распространяется на сыворотку, получаемую при изготовлении сыров, творога и казеина, и предусматривает её использование как для дальнейшей переработки, так и на кормовые цели. Качественные показатели полученной сыворотки позволяют рассматривать ее в качестве сырья для вовлечения в производственную переработку.

Творожная сыворотка от молока коров группы 2 характеризуется наименьшим остаточным содержанием белка (0,71%), минимальной массовой долей жира (0,15%) и наименьшей минеральной нагрузкой (Са 55 мг/100 г, Р 48 мг/100 г), а также наилучшей прозрачностью и наименьшей микробной обсеменённостью (КМАФАнМ $3,1 \times 10^4$ КОЕ/г). Полученная сыворотка наиболее ценна как сырьё для осветлённых и ферментированных сывороточных напитков.

Сыворотка из-под творога, выработанного из молока групп 1 и 3 отличается повышенной мутностью, а в группе 3 отмечена выраженная

опалесценция. Такое сырье не подходит для напитков, где нормируется прозрачность, но может служить сырьём для получения сгущённой или сухой сыворотки с последующим пищевым или кормовым использованием.

Контрольная сыворотка имеет наибольшее остаточное содержание белка и жира, а также максимальную мутность и микробную обсеменённость. Прямой сброс такой сыворотки сопряжён с высокими экологическими издержками, поэтому приоритетным является кормовое использование, допускаемое ГОСТ 34352-2017 и ГОСТ 35005 - 2023, а при ограниченности каналов сбыта целесообразна анаэробная переработка с получением биогаза и удобрений.

В ходе испытаний установлено, что полученная творожная сыворотка от сырья коров всех экспериментальных групп по физико-химическим, органолептическим и микробиологическим показателям соответствует требованиям ГОСТ 34352-2017. Сыворотка может рассматриваться как полноценное вторичное сырьё для дальнейшей переработки.

Таким образом, оптимальной для максимального выхода творога с повышенным качеством (табл. 3.11, см. Приложение Б и В) признана ступенчатая схема скормливания ДГ 20–80 г/гол/сут., обеспечившая прирост выхода продукта на 22,3%. Фиксированная доза ДГ 20 г/гол/сут. рекомендована как базовая; доза ДГ 140 г/сут технологически нецелесообразна в силу комплекса качественных изменений сырья, спровоцированных повышенными дозами ДГ и экономической необоснованности затрат.

Анализ образцов, выработанных из молока разных групп, позволил определить оптимальную схему кормления с позиций не только продуктивности, но и технологической эффективности сырья, а также установить дозировки, при которых наблюдается дестабилизация белково-минерального комплекса, снижающая качество готового продукта.

3.5. Экономическая эффективность и рекомендации

Важной составляющей исследовательской работы по внедрению кормовых добавок в рационы лактирующих коров, является экономическая оценка эффективности их применения. Зоотехнический и технологический анализ представлены в предыдущих разделах этой работы. Экономическое обоснование подчеркивает обоснованность полученных результатов и демонстрирует перспективы внедрения производственных рекомендаций.

В данном разделе представлен двухуровневый расчет, т.к. в работе учитывается вся цепь производства молочной продукции от кормления животных до готового продукта, т.е. необходимо учитывать потребности и фермерского предприятия и молокоперерабатывающего завода.

Опираясь на научно обоснованные закономерности, обнаруженные в ходе исследования, был произведен расчет экономической эффективности применения ДГ в рационах лактирующих коров (табл.3.15) с учетом трех основных факторов: породные особенности поголовья, запрос предприятия и разработанная схема скормливания. Стоимость 1 кг ДГ составила 560 р.

Таблица 3.15 – Расчет экономической эффективности применения ДГ для животноводческого комплекса

Показатель	Сутки	Группа			
		Контроль	1	2	3
Суточный удой, кг	0	19,2	19,1	18,6	18,9
	30	19,3	20,2	19,2	18,8
	60	19,6	22,8	20,7	19,9
МДЖ, %	0	3,41	3,3	3,44	3,49
	30	3,48	5,16	5,53	5,08
	60	4,34	5,52	5,44	5,34
Цена 1 кг, руб.	0	51,1	51,1	51,1	51,1
	30	51,1	56,2	56,2	56,2
	60	51,1	56,2	56,2	56,2
Выручка за день, руб.	0	981,1	976,1	950,5	965,8
	30	986,2	1135,3	1079,1	1056,6
	60	1001,6	1281,4	1164,4	1118,4
Затраты на ДГ в сутки, руб.	0	0	0	0	0
	Продолжение таблицы 3.15.				
	30	0	11,2	33,6	56
	60	0	11,2	44,8	78,4

Полные затраты за день, руб.	0	850,5	850,5	850,5	850,5
	30	850,5	861,7	884,1	906,5
	60	850,5	861,7	898,3	928,9
Прибыль за день, руб.	0	130,6	125,6	100,0	115,3
	30	135,7	273,6	192,0	150,1
	60	151,1	419,6	266,1	189,5
Рентабельность, %	0	15,3	14,7	11,76	13,6
	30	15,9	31,8	21,7	16,6
	60	17,8	48,6	25,2	20,4

При базовой себестоимости содержания 1 коровы 850 р/сут. и дозировке 20-40 г/гол/сут. (560 р/кг), суточные расходы на добавку составляют 11,2 – 22,4 руб на голову. За 40–дневный курс (рекомендуемый оптимум от 20 до 40 г на голову в сутки) происходит увеличение себестоимости содержания на 448 – 896 р на корову в месяц, что составляет 2,0–3,7% от общих затрат.

Применение ДГ окупается за счёт производственного эффекта: повышения удоев, улучшения качества молока (МДЖ, АКС, фракционный состав белка, минеральный профиль) и увеличения выхода готовой продукции при переработке (табл. 3.14)

Средние розничные и закупочные цены на творог 9%, 2026 г.:

- Данные Росстата (Тверская область, апрель 2026): 504,84 руб./кг
- Данные Росстата (Курская область, январь 2026): 475,83 руб./кг
- Госзакупки (школы, 2026): 370,30 руб./кг
- Госзакупки (другие учреждения): 380 – 488,33 руб./кг
- Данные продаж АТОЛ (февраль 2026): ~484 руб./кг

Для фасованного творога 9% жирности в рознице средняя цена превышает 450-500 руб./кг. Оптовые цены по госзакупкам крупных партий – 370-400 руб./кг.

Пересчёт экономической эффективности произведен с ценой 390 руб./кг. (Табл.3.16.)

Таблица 3.16. – Расчет экономической эффективности производства творога.

Показатель	Группы			
	Контроль	1	2	3
Молоко				
Суточный удой, кг	18,70 ± 0,30	20,93 ± 0,41	19,5 ± 0,26	19,30 ± 0,13
Получено молока за 60 сут, кг	1122 ± 18	1255,8 ± 24,6	1170,2 ± 15,6	1158,0 ± 7,8
МДЖ (60 сут), %	4,34 ± 0,23	5,52 ± 0,25	5,44 ± 0,34	5,34 ± 0,18
МДБ (60 сут), %	4,49 ± 0,11	4,27 ± 0,06	4,48 ± 0,13	4,59 ± 0,07
Закупочная цена молока базовая, руб./кг	51,1	51,1	51,1	51,1
Надбавка за молоко, %	0	10	10	10
Итоговая закупочная цена молока, руб./кг	51,1	56,21	56,21	56,21
Затраты на закупку молока за 60 сут, руб.	57334	70570	65776	65101
Переработка				
Затраты на переработку, руб./кг	10,0 ± 0,5	9,7 ± 0,5	9,0 ± 0,5	9,4 ± 0,5
Затраты на переработку за 60 сут, руб.	11 220	12 181	10 352	10 885
Затраты на лабораторный контроль за 60 сут, руб.	1122 ± 135	1122 ± 135	1122 ± 135	1122 ± 135
Итого затрат завода за 60 сут, руб.	69676	83873	77250	77108
Творог				
Выход творога из 1 кг молока, г	233 ± 12	268 ± 14	285 ± 12	258 ± 15
Получено творога за 60 сут, кг	261,4 ± 18,1	336,6 ± 23,3	333,4 ± 18,7	298,8 ± 18,5
Базовая цена творога, руб./кг	390	390	390	390
Надбавка за творог по СТО, %	0	5	15	10
Итоговая цена творога, руб./кг	390	409,5	448,5	429,0
Выручка от творога за 60 сут, руб.	101946	137838	149530	128185
Эффективность переработки				
Прибыль завода за 60 сут на 1 корову, руб.	32 270	53965	72280	51077
Рентабельность переработки творога, %	46,3	64,3	93,56	66,24
Дополнительная прибыль завода на 1 корову за 60 сут (сверх контроля), руб.	—	21695	40010	18807

Таким образом, на 2026 год со стоимостью творога ~390 руб./кг, интегральный экономический эффект для стада из 100 джерсейских коров при направленной переработке молока на творог от применения ДГ составляет ~1,4 млн рублей за 40-дневный курс.

На основе установленных закономерностей разработаны практические рекомендации, включающие оптимальные дозировки, режим введения дрожжевого гидролизата и условия его применения для получения молока с улучшенными технологическими свойствами, пригодного для производства высококачественных кисломолочных продуктов.

Для корректного подбора необходимой дозировки и курса введения ДГ разработаны инструменты:

1. Программа для ЭВМ №2025689126 (см. Приложение К), предполагающая расчет необходимого курса на основании данных поголовья (порода, продуктивность, живая масса, качественные показатели молока, специализация) и целевого запроса конкретного хозяйства.

2. Патент (заявка № 2026118835) на способ повышения продуктивности лактирующих коров и качества сырого молока. В документе предложена схема курсового ступенчатое применения дрожжевого гидролизата в рекомендуемых дозировках в рационах лактирующих коров (см. Приложение Л).

Для успешной реализации результатов исследований в реальной производственной экономике разработаны следующие документы:

3. Стандарт организации СТО № 00419785–089–2025 «Молоко сырое коровье «Премиум» ТУ» (см. Приложение З), устанавливающий расширенный перечень требований к качественным показателям молока-сырья по ГОСТ Р 52054-2023.

4. Стандарт организации СТО 00419785-092-2026 «Творог «Джерси» ТУ» (см. Приложение И), устанавливающий расширенный перечень требований к творогу по ГОСТ 31453-2025.

3.6. Производственная апробация на животноводческом комплексе

В результате проведенных исследований установлен ряд преимуществ применения ступенчатой схемы скармливания 20 → 80 г/голову в сутки ДГ с еженедельным повышением дозировки на 10 г/голову в сутки с предположительным оптимальным учетным периодом 40 суток.

Исходя из полученных данных были организованы более широкие исследования по изучению эффективности применения дрожжевого гидролизата. Апробация проводилась с целью проверки адекватности данной схемы внедрения ДГ в условиях СХП «Новомарковское», Кантемировского района Воронежской области. Для исследования были сформированы 2 группы первотельных лактирующих коров джерсейской породы – контрольная и опытная, по 60 голов в каждой (n=120). Группы были сформированы по принципу сбалансированных групп-аналогов. Коровы получали тот же общехозяйственный рацион, что и опытные группы коров во время основного научно-производственного эксперимента.

Основными критериями, позволяющими оценить эффективность внесения ДГ по вышеуказанной схеме, являлись: среднесуточная молочная продуктивность и валовый удой за учетный период, МДЖ, МДБ и концентрация Са в молоке (таблица 3.17).

Таблица 3.17. – Результаты производственной апробации

Показатель	Группа	
	Контроль	Опыт
Кол-во голов в группе	60	60
Количество дней	100	100
Количество дней учетного периода	40	40
Среднесуточная продуктивность коров, кг	20,24±1,13	22,19±1,25
Валовый удой за учетный период, кг	48581,00	53246,00
Валовый удой за период опыта, кг	121423,00	133164,00
Содержание жира в молоке, %	4,10±0,21	4,95±0,33
Содержание белка в молоке, %	3,91±0,18	4,1±0,22
Концентрация Са, мг/л	1313,22±116,43	1526,34±127,15

Результаты производственной апробации позволили установить факт повышения валового удоя в группе коров, которым скармливали дрожжевой гидролизат, на 11741,00 кг. При этом, уровень рентабельности производства молока джерсейских коров находится в более сильной зависимости от качественных показателей, чем у других молочных пород коров. Таким образом, в ходе апробации подтвердились данные, полученные в ходе научно-производственного эксперимента – у опытного поголовья зафиксировано повышение МДЖ на 17,17% (0,85 п.п.). МДБ достоверно не изменилась, однако этот показатель количественно сохранился при повышении удоя, что свидетельствует о комплексном влиянии ДГ на метаболизм опытного поголовья. Было зафиксировано повышение концентрации Са в опытной группе на 16,2% относительно контрольной группы, где применялся базовый рацион хозяйства.

Комиссией принято положительное решение о внедрение ДГ по разработанной схеме дозирования в рационы лактирующим коровам джерсейской породы в расширенном масштабе.

3.7. Производственная апробация результатов в условиях молокоперерабатывающего завода

Результаты работы были апробированы в условиях ОАО «Брянский молочный комбинат». (см. Приложение М4).

В период с 9.02.2026 по 22.02.2026 в условиях цеха по производству творога была проведена опытно-промышленная выработка творога с МДЖ 9,0% по ТИ к СТО 00419785-092-2026 «Творог «Джерси». ТУ» кислотно-сычужным способом. Для выработки использовано сборное молоко коровье сырое, полученное от коров джерсейской породы (1лактация, привязное содержание, стойловый период), в рацион которых была введена экспериментальная схема скармливания ДГ. Партия сырья в соответствии с СТО №00419785-089-2025 составила 1500кг и характеризовалась следующими показателями: МДБ 4,7%, МДЖ 6,2%, МД мочевины 29,5%, МД истинного белка 3,95%, НБА 0,031%,

МД Са 192,6 мг%, Сычужная проба – I класс, термоустойчивость - 80°/I, КМАФАнМ $1,2 \cdot 10^5$ КОЕ/см³.

Технологические особенности процесса не отличались от общепринятых согласно ТИ для творога, вырабатываемого кислотно-сычужным способом. Физико-химические показатели готовой продукции представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Физико-химические показатели готовой продукции

Показатель	Значение
МДБ, %	22,6
МДЖ, %	9,0
МДВ, %	64,5
МД Са, мг%	173
Кислотность титруемая, °Т	190
Фосфатаза	Отсутствует
БГКП в 0,01г продукта	Не обнаружены
Кол-во молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/г	$1,8 \cdot 10^7$
Цвет	Кремовый равномерный по всей массе

Полученный продукт отвечает требованиям СТО №00419785-092-2026. Процесс сквашивания сырья до целевых показателей pH $4,7 \pm 0,2$ и органолептических показателей сгустка был на 7,8% быстрее обычного производственного процесса сквашивания и составил 6,30 мин. По результатам производственной проверки получено положительное заключение.

Внедрение СТО № 00419785-089-2025 «Молоко сырое коровье «Премиум» ТУ» производилось на производственных площадках ООО «Жуковское молоко» (см. Приложение М3) и АО «Вимм-Билль-Данн» (см. Приложение М2). Сырье от джерсейских коров, получавших ДГ по разработанной схеме, превосходило стандартные требования для молока коровьего высшего сорта согласно ГОСТ Р 52054-2023 На предприятиях принято решение о целевом использовании молока джерсейских коров, получавших ДГ, для производства продукции премиального сегмента.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа научно-технической литературы обоснована необходимость комплексного исследования, связывающего применение дрожжевого гидролизата (ДГ) с детальным изучением нутритивного состава и технологических свойств молока коров молочных пород, в частности, джерсейской, для дальнейшего применения в производстве молочной продукции с повышенными нутритивными свойствами.

2. Разработана и апробирована методика научно-производственного опыта на 40 первотельных коровах джерсейской породы ($n=10$ в группе), предусматривающая четыре схемы кормления: контроль (общехозяйственный рацион), группа 1 (фиксированная доза ДГ 20 г/гол/сут), группа 2 (ступенчатая схема от 20 до 80 г/гол/сут ДГ с шагом 10 г/гол/неделю) и группа 3 (ступенчатая схема от 20 до 140 г/гол/сут ДГ с шагом 20 г/гол/неделю). Продолжительность эксперимента составила 80 суток, включая 60 суток учетного периода с еженедельным контрольным доением и отбором проб крови, молока и кала на 0, 30 и 60-е сутки. Методологическая основа включала стандартизированные методы анализа и статистическую обработку с применением ANOVA и post-hoc теста Тьюки, что обеспечило достоверность и воспроизводимость полученных результатов.

3. Выявлено выраженное положительное влияние дрожжевого гидролизата в рационах лактирующих джерсейских коров на продуктивность и метаболический статус опытного поголовья. Биохимические показатели крови подтвердили положительное влияние добавки на белковый и минеральный обмен. Альбумин-глобулиновое соотношение наиболее выражено выросло при дозировке от 20 до 80 г/гол/сут: от 0,53 до 0,68. Уровень мочевины снизился на 19,4–30,1% во всех опытных группах. Соотношение Ca/P в крови увеличилось на 19,3–21,6%, соответственно. Фиксированная доза 20 г/гол/сут обеспечила увеличение суточного удоя на 20,4%, а валового удоя на 13,3% (в

общей сложности от коров этой группы получено 64025 кг за лактацию, средний суточный удой составил 20,9 л/гол/сутки). Наиболее стабильная лактационная кривая отмечена в группе, получавшей ДГ по ступенчатой схеме с еженедельным шагом в 20 г. Переваримость сухого вещества у коров при дозировке 20-80г/гол/сут достигла 66,2 %, сырого протеина – 70,0 %, сырой клетчатки – 56,7 %. Балансовый опыт выявил положительную ретенцию азота при той же дозировке на 6,43 г/гол/сут. При фиксированной дозировке 20 г/гол/сут установлен отрицательный баланс азота 2,33 г, относительно контрольных показателей.

4. Установлено, что ДГ обеспечивает направленную коррекцию нутритивного состава молока, характер которой определяется схемой дозирования. Максимальное повышение массовой доли жира (МДЖ) достигнуто при дозировке 20 г/гол/сут: среднее значение 5,09 % (на 27,1 % больше контрольных показателей). В молоке коров, получавших ДГ по ступенчатой схеме введения также отмечен достоверный прирост МДЖ до 5,01 % и 4,95 % к 60 суткам учетного периода, соответственно. Несмотря на то, что абсолютные значения массовой доли белка статистически не различались, выявлены принципиальные качественные изменения белковых компонентов. При дозировке 20-80 г/гол/сут зафиксирован максимальный прирост β -казеина на 7,7 %, к-казеина на 8,3 %. В свою очередь при 20 г/гол/сут без повышения дозировки к 60-м суткам отмечено снижение общего белка до 42,6 г/л, т.е. на 7,0 % на фоне рекордного роста удоя. Аминокислотный скор при дозировании по схеме 20-80г/гол/сут увеличился на 19,3 %. Прирост лизина составил 1,27 %, зафиксирована стабилизация концентрации триптофана, в то время как в молоке контрольной группы и при дозировке 20г/гол/сут отмечено снижение аминокислотного скор на 6,2 и 10,9 % соответственно. Минеральный профиль характеризовался ростом концентрации кальция при ступенчатом дозировании ДГ (1804,7 и 1954,1 мг/кг), что сопровождалось минимальной вариабельностью соотношения кальция к фосфору при схеме 20-80г/гол/сут, составившей 4,1 % В группе с более критической схемой дозирования

зафиксировано нарушение соотношения этих макроэлементов и падение соотношения К:Na до 4,86 указывает на нарушение секреторной функции вымени, что делает данную дозировку непригодной для дальнейшего использования.

5. Установлено влияние свойств молока опытных групп коров на технологические процессы выработки творога. При схеме дозирования от 20 до 80 г/гол/сут наблюдались самые благоприятные для производства творога закономерности, а именно, сокращение времени сквашивания на 12,6%, улучшение свойств сгустка, увеличение выхода творога на 22,3%.

6. Доказана экономическая эффективность применения ДГ в рационах лактирующих коров для животноводческих и молокоперерабатывающих предприятий. Установлено, что применение ДГ по ступенчатой схеме от 20 до 80 г/гол/сут является высокорентабельным. Дополнительная прибыль, обусловленная приростом продуктивности коров, повышением качества молока и увеличением выхода творога, обеспечила чистый доход порядка 1,4 млн руб. со стада в 100 коров за один 40-дневный курс скормливания.

7. На основе полученных результатов разработаны и внедрены практические рекомендации и нормативные документы для предприятий. Разработана программа для ЭВМ №2025689126, позволяющая моделировать схему скормливания ДГ с целью направленной коррекции свойств молока и продуктивности лактирующих коров. Разработан Патент (заявка № 2026118835) на способ повышения продуктивности лактирующих коров и качества сырого молока. Разработанные на основе полученных результатов стандарты организации СТО № 00419785–089–2025 «Молоко сырое коровье «Премиум» ТУ» и СТО 00419785-092-2026 «Творог «Джерси» ТУ» применены в производственных условиях.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АКС – Аминокислотный скор

АЛТ – Аланинаминотрансфераза (фермент крови)

АСТ – Аспартатаминотрансфераза (фермент крови)

А/Г – Альбумин-глобулиновое соотношение (в сыворотке крови)

БГКП – Бактерии группы кишечной палочки

БСА – Бычий сывороточный альбумин

БЭВ – Безазотистые экстрактивные вещества

ВСАА – Аминокислоты с разветвленной боковой цепью: лейцин, изолейцин, валин)

ВЭЖХ-МС-МС – Высокоэффективная жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием

ДГ – Дрожжевой гидролизат (кормовая добавка, объект исследования)

ЖКС – Жирнокислотный состав

ЖМ – Живая масса (животных)

НЗА / ЗА – Незаменимые аминокислоты / Заменимые аминокислоты

ИИМП – Интегральный индекс минеральной полноценности

ИСЛ – Индекс стабильности лактации

КДК – Кислотно-детергентная клетчатка

КДЛ – Кислотно-детергентный лигнин

КЛК – Конъюгированная линолевая кислота

КОЕ – Колониеобразующие единицы

КРС – Крупный рогатый скот

К/СБ – Соотношение казеин / сывороточные белки

КЭ – Капиллярный электрофорез

ЛЖК – Летучие жирные кислоты

МДБ – Массовая доля белка

МДВ – Массовая доля влаги

МДЖ – Массовая доля жира

МОС – Маннан-олигосахариды

НБА – Небелковый азот

НДК – Нейтрально-детергентная клетчатка

НЖК – Насыщенные жирные кислоты

ОР – Общехозяйственный рацион

ОРВ – Общие (растворимые и легкогидролизуемые) углеводы;

ОЭ – Обменная энергия

ПИД – Пламенно-ионизационный детектор (для газовой хроматографии)

п.п. – Процентный пункт

СВ – Сухое вещество

СОМО – Сухой обезжиренный молочный остаток

СП – Сырой протеин

ТФУ – Трифторуксусная кислота (для ВЭЖХ)

ФАО/ВОЗ – Продовольственная и сельскохозяйственная организация
Объединённых Наций / Всемирная организация здравоохранения

ЭВМ – Электронно-вычислительная машина (программа для ЭВМ)

ANOVA – Дисперсионный анализ (Analysis of Variance)

CNCPS – Cornell Net Carbohydrate and Protein System (система оценки
углеводного и белкового питания коров Корнеллского университета)

CV – Коэффициент вариации

HSD – критерий Тьюки, пост-хок тест

ICAR – International Committee for Animal Recording (Международный
комитет по регистрации животных)

n – Объём выборки (количество животных в группе)

NRC – National Research Council (США) (национальный совет по
исследованиям)

СПИСОК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаркова Е. Ю., Семипятный В. К. Систематизация оценки белкового компонента в продуктах энтерального питания // Пищевая промышленность. 2024. № 8. С. 139–143.
2. Антипова Т. А. Научно-практическое обоснование оптимизации качественных показателей молока сельскохозяйственных животных, используемого для производства продуктов детского питания : дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2010.
3. Афанасьева А. И., Сарычев В. А. Модификация метаболизма и продуктивности молочного скота при применении ферментно-пробиотической кормовой добавки Профорт // Животноводство и кормопроизводство. 2025. № 1. URL
4. Балакина Н. В. Эффективность применения соевого и рапсового шротов в рационах молочных коров // Актуальные проблемы общества, экономики и права. – СПб., 2022. С. 140–144.
5. Барковская И. А., Рябова А. Е., Рожкова И. В. Комплексная модификация белкового профиля молочной сыворотки как подход к созданию обогащенных белковых ингредиентов // Пищевые системы. 2025. Т. 8. № 2. С. 221–230.
6. Барковская И. А., Ярышев В. Ю., Блиадзе В. Г. и др. Математическая оценка изменения углеводного и белкового профилей молока при термической нагрузке // Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55. № 4. С. 794–806.
7. Базылев М. В., Букас В. В., Левкин Е. А. и др. Инновационные подходы использования кормовых дрожжей в животноводстве // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 2(50). URL
8. Бекасова, Л. С. Конверсия корма и продуктивность австрийских симменталов в период их адаптации : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.08 / Бекасова Лидия Степановна; [Место защиты: Курская гос. с.-х. акад. им. И. И. Иванова]. – Курск, 2012. – 132 с.

9. Букатина М. В. Биохимические показатели сыворотки крови коров в зависимости от физиологического состояния // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола, 2023. С. 594–596.
10. Булгакова Д. А. и др. Влияние типов защищённых жиров в кормлении высокопродуктивных коров на жирнокислотный состав молока // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – №. 7 (213). – С. 88-93.
11. Быкова О. А., Теплякова Н. В., Косилов В. И. Молочная продуктивность крупного рогатого скота при использовании натуральных кормовых добавок // Agrarian Bulletin of the Urals. 2025. Vol. 25. No. 4. P. 597–605.
12. Васильева С. В., Конопатов Ю. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота: учебное пособие. – 2-е изд. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. 185 с.
13. Волгин В. И., Романенко Л. В., Прохоренко П. Н. и др. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности. – М. : Российская академия наук, 2018. 260 с.
14. Востриков П. С., Рыжков Е. И. Состав и свойства молока в зависимости от зоотехнических факторов // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции. – Воронеж, 2021. С. 30–32.
15. Головин А. В. Нормирование рационов молочных коров по нераспадаемому протеину белковыми добавками растительного происхождения // Аграрная наука. 2024. № 8. С. 67–73.
16. Головин А.В. (2024) Эффективность использования растительных белковых концентратов при оптимизации протеинового питания молочных коров. Животноводство и кормопроизводство 4. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-rastitelnyh-belkovyh-kontsentratov-pri-optimizatsii-proteinovogo-pitaniya-molochnyh-korov>

17. Горлов И. Ф., Сложенкина М. И., Храмова В. Н. и др. Новые тенденции в разработке и производстве мясной и молочной продукции повышенной биологической ценности. – Волгоград : РАНХиГС, 2018. 120 с.
18. Григорьев Д. Ю., Пирогов Д. А., Фризен Д. В. Влияние нового активатора рубцовой микрофлоры на молочную продуктивность коров // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 4. С. 46–51.
19. Дубова Е. А., Буйлова Л. А., Острцова Н. Г. и др. Об «истинном» белке и содержании мочевины в молоке // Молочная промышленность. 2017. № 4. С. 48–49.
20. Евсенина М. В. Молочная продуктивность, качество молока и молочных продуктов при использовании в рационах коров микроводоросли *Spirulina platensis* : дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2019.
21. Евсюкова А. О. Оценка триглицеридного состава сырого коровьего молока // Молочная промышленность. 2024. № 3. С. 43–49. DOI: 10.21603/1019-8946-2024-3-4.
22. Егорова К. Д., Ларионов Г. А. Оценка качества молока в зависимости от времени доения // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2(17). С. 63–67.
23. Зайцев В. В., Сеитов М. С., Зайцева Л. М. и др. Влияние биологически активных добавок на регуляцию рубцового пищеварения и микробиоценоз лактирующих коров // Известия ОГАУ. 2022. № 3(95). URL
24. Зайцев С. Ю., Колесник Н. С., Боголюбова Н. В. Особенности аминокислотного состава молока коров в зависимости от времени года // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2023. Т. 255. № 3. С. 160–168.
25. Захарова Л. Н. Кормление и молочная продуктивность крупного рогатого скота разных пород // Ларионовские чтения-2023. – Якутск : ИД СВФУ, 2023. С. 143–148.

26. Зернов В. С., Казаков В. С. Оптимизации рационов для молочных коров с учетом питательности корма и премиксов // Научно-практический потенциал для сельского хозяйства. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. С. 20–24.
27. Зобкова З. С., Зенина Д. В., Фурсова Т. П. О твороге как национальном продукте // Молочная промышленность. 2016. № 1. С. 28–30.
28. Зобкова З. С., Харитонов Д. В. Инновации в технологиях творога и йогурта // Молочная промышленность. 2015. № 10. С. 46.
29. Зобкова З. С. О некоторых технологических аспектах производства творога и творожных продуктов // Молочная промышленность. 2025. № 2. С. 32–35.
30. Игнатьева Н. Л. Содержание и структура белка в молоке коров-дочерей быков отечественной и импортной селекции // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – Вологда, 2019. С. 216–221.
31. Йылдырым Е. А., Ильина Л. А., Лаптев Г. Ю. и др. Микробиом рубца и продуктивность дойных коров под влиянием энтеросорбента микотоксинов заслон®-фито // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 6. С. 1144–1153
32. Кандинская Е.С. Мониторинг содержания кальция в сыром молоке коров / Е.С. Кандинская, С.В. Редькин, Г.В. Чебакова // Ветеринария сегодня. - 2019. №. 1. 29-33 с.EDN:[QXROSV](#)
33. Кашаева А. Р., Мухаметгалиев Н. Н. Влияние периода лактации на белковый состав и сыропригодность молока коров // Ученые записки КГАВМ. 2013. Т. 216. С. 169–172.
34. Козинец А. И., Бородин А. Ю. Использование высушенной живой дрожжевой культуры *Saccharomyces boulardii* в рационах дойных коров // Зоотехническая наука Беларуси. 2025. Т. 60. № 1. С. 181–188.
35. Колодина Е. Н., Артемьева О. А., Котковская Е. Н. и др. Изучение биологической безопасности дрожжей рода *Candida* как потенциального источника кормового белка // Вестник ОрелГАУ. 2016. № 5. URL

36. Косолапов В. М. и др. Организация полноценного кормления высокопродуктивных коров: рекомендации. – М. : ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2008. 119 с.
37. Кремешков А. Ю., Горелик О. В. Качество молока, влияние различных факторов на его показатели // Молодежь и наука. 2020. № 9. – С. 112–117.
38. Кулова Ф.М., Карапетянц А.Н. (2015) Эффективность влияния уровня протеинового питания коров на молочную продуктивность и качество молочного сырья. Известия Горского государственного аграрного университета 52(2):99–103
39. Курятова Е. В., Тюкавкина О. Н., Груздова О. В. Профилактика ацидоза коров пробиотическим препаратом и его влияние на молочную продуктивность // Дальневосточный аграрный вестник. – 2021. – №. 3 (59). – С. 44-54.
40. Лаврентьев А. Ю., Данилова Н. В., Шерне В. С. Новая система оценки питательности кормов и потребность в кормах для коров // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2022. № 4(23). С. 39–45.
41. Ларина О. В., Алифанов С. В. Породы крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, разводимые в Воронежской области // Эффективное животноводство. 2022. № 5(180). С. 50–51.
42. Лазебник К. С. и др. Потенциал использования различных форм дрожжей на примере *Saccharomyces cerevisiae* в рационах сельскохозяйственных животных (обзор литературы) // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2025. Т. 17. № 1. С. 564–592.
43. Левахин Юрий Иванович, Нуржанов Баер Серекпаевич Конверсия энергии корма и экономическая эффективность включения жиросодержащей добавки в рацион лактирующих коров // Животноводство и кормопроизводство. 2015. №2 (90). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konversiya-energii-korma-i-ekonomicheskaya->

[effektivnost-vklyucheniya-zhirosoderzhaschey-dobavki-v-ratsion-laktiruyuschih-korov](#)

44. Луговой М. М., Подольников В. Е., Луговая И. С. Молочная продуктивность коров при включении в рацион кормовой добавки с повышенным уровнем содержания нерасщепляемого протеина и транзитного крахмала // БИО. 2021. № 4(247). С. 20–25.
45. Мартынова Е. Н. (сост.) Методология и методы научных исследований в животноводстве : учеб. пособие. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. 108 с.
46. Метёль В. С., Куликова И. К., Анисимов Г. С. Анализ современных методов фракционирования молочного сырья // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2018. № 2(65). С. 27–32.
47. Методические указания по применению унифицированных биохимических методов исследования крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях / В. Т. Самохин, П. Е. Петров, И. М. Беляков [и др.] ; Главное управление ветеринарии МСХ СССР, ВАСХНИЛ, ВНИИ незаразных болезней животных. – Москва: [б. и.], 1983. – 62 с.
48. Миколайчик И. Н., Морозова Л. А., Арзин И. В. Влияние дрожжевых пробиотиков на переваримость питательных веществ рациона и уровень молочной продуктивности коров // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 7. С. 28–32.
49. Милаева И. В. Особенности метаболизма лактирующих коров // RJOAS. 2017. № 2(62). С. 275–281.
50. Мищенко В. А. и др. Метаболические заболевания крупного рогатого скота // Ветеринария сегодня. – 2021. – №. 3. – С. 184-189.
51. Мкртчян Г. В. Показатели биохимического и клинического анализа крови у коров джерсейской породы с разным уровнем белка в молоке // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2(191). С. 153–157.
52. Молочная продуктивность и качество получаемого молока в зависимости от технологии машинного доения коров / Ю. В. Истранин, Ж. А.

Истранина, В. Н. Минаков, С. Г. Лебедев // Гигиенические и технологические аспекты повышения продуктивности животных. – Витебск : ВГАВМ, 2022. С. 31–34.

53. Молочная продуктивность джерсейской породы с разным вегетативным статусом / М. М. Наумов, А. С. Емельянова, Т. Н. Макарова, Е. Е. Степура // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК. – Курск: Курская ГСХА, 2022. Ч. 3. С. 99–104.

54. Морозков Н. А., Третьяков С. В. Эффективность использования дрожжевой пробиотической добавки Левисел Sc Плюс в кормлении дойных коров // Известия ОГАУ. 2015. № 5(55). URL

55. Оконешникова Ю. А., Антипина В. П. Факторы, влияющие на состав и свойства молока коров // Фундаментальные и прикладные научные исследования. – Пенза, 2020. С. 80–82.

56. Панфилова Г. И., Левандовская А. В. Влияние азотсодержащей кормовой добавки на молочную продуктивность коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 8. URL

57. Пашаян С. А., Вунш Б. А. Белковый обмен в рубце у дойных коров // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10. С. 90–95.

58. Пирогов Д. А., Николаев С. И., Чехранова С. В. и др. Активатор рубцовой микрофлоры «Мегабуст Румен» в кормлении коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2025. № 2(80). С. 290–298.

59. Пищевые ингредиенты для продуктов здорового питания / Н. В. Байлова, О. А. Василенко, Н. А. Галочкина [и др.]. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2023. С. 70–90.

60. Полынкова Н. Э. Функциональные молочные продукты // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2018. № 8. С. 176–179.

61. Прошкина Т. Г., Белов А. Н., Одегов Н. И., Шалимова Е. В. Влияние сезонных особенностей состава молока на сыропригодность // Сыроделие и маслоделие. 2010. № 3. С. 28–31.

62. Рудаков О. Б., Рудакова Л. В. Аминокислотный анализ белков молока // Переработка молока. 2019. Т. 12. № 242. С. 32–35.
63. Рядчиков В. Г., Астахова Д. П., Сень Т. А. и др. Эффективность сухих пекарских дрожжей рода *Saccharomyces cerevisiae* в рационах молочных коров // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. URL
64. Рядчиков В. Г. Факториальное нормирование питания высокопродуктивных молочных коров // Зоотехния. 2018. № 7. С. 12–17.
65. Савина И. П., Семенов С. Н. Сыропригодность молока. Инновационные пути и решения. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2017. 159 с.
66. Семенихина В. Ф., Рожкова И. В., Бегунова А. В. [и др.] Влияние микробиологических и технологических факторов на качество творога // Контроль качества продукции. 2018. № 5. С. 53–57.
67. Серба Е. В., Юрова Е. А. Влияние зоотехнических факторов на белковый состав сырого коровьего молока // Аграрная наука. 2024. Т. 387. № 10. С. 192–200.
68. Серба Е. В., Крючкова Е. Р., Соколова Е. Н., Серба Е. М. Биотехнологические процессы получения кормовых добавок на основе дрожжей // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов. – Лосино-Петровский, 2022. С. 226–233.
69. Серба Е. М., Оверченко М. Б., Римарева Л. В. и др. Биологически активные добавки для животных на основе конверсии вторичных биоресурсов микробного происхождения // Ветеринария и кормление. 2019. № 5. С. 22–24.
70. Смирнова Л. В., Субботин С. В., Хоштария Е. Е. Применение дрожжевого пробиотика в рационах молочных коров // Молочнохозяйственный вестник. 2014. № 2(14). С. 37–42.
71. Смоленкова О. В., Новикова О. А., Асадова М. Г. Влияние породы крупного рогатого скота на технологические свойства молока // Актуальные проблемы современных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Курск : Курская ГСХА, 2022. С. 222–228.

72. Степанова М. В., Ярлыков Н. Г., Лапина Е. М. Влияние кормления коров на качество и химический состав молока // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 4(56). С. 45–51.
73. Столярова О. А. Состояние и перспективы развития молочного подкомплекса, специализированного рынка молока и молочной продукции. – Пенза : Пензенский ГАУ, 2011. 176 с.
74. Торкова А. А., Рязанцева К. А., Агаркова Е. Ю. и др. Рациональный дизайн ферментных композиций для получения функциональных гидролизатов сывороточных белков коровьего молока // Прикладная биохимия и микробиология. 2017. Т. 53. № 6. С. 580–591.
75. Федулова Л. В. Теоретическая обоснованность и практическая эффективность комплексного подхода к исследованиям специализированных пищевых продуктов : дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2021. 361 с.
76. Фертикова Д. М., Кислякова Е. М., Селезнева Н. В., Фертиков В. О. Перспективы использования поликомпонентной буферной смеси с включением дрожжей в кормлении коров // Вестник КрасГАУ. 2022. № 3(180). С. 107–112.
77. Харитонов Е. Л., Березин А. С., Лысова Е. А. Влияние синхронизации распада в рубце углеводов и азотистых компонентов корма на состояние метаболизма и продуктивность у лактирующих коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. № 3. С. 82–91.
78. Харитонов Е. Л., Панюшкин Д. Е. Кормовые и метаболические факторы формирования жирнокислотного состава молока у коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2016. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kormovye-i-metabolicheskie-factory-formirovaniya-zhirkislotnogo-sostava-moloka-u-korov>
79. Хромова Л. Г., Сычев А. И., Черных А. С. Молочная продуктивность, качество и безопасность молока коров, произведенного в условиях интенсивной технологии // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 2. С. 65.

80. Хромова Л. Г., Мирошина С. Е., Морозова Н. И. Жирнокислотный состав липидов молока коров голштинской породы различного экогенеза // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. ПА Костычева. – 2023. – Т. 15. – №. 1. – С. 108-114.

81. Часовщикова М. А., Губанов М. В. Показатели состава молока как индикатор качества кормления молочного стада коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4(102). С. 292–298.

82. Чевтаева Н. Д. Биохимические показатели крови высокопродуктивных коров при включении в рацион дрожжевой пробиотической добавки «КЛЮВЕР про» // Биология в сельском хозяйстве. 2025. № 2(47). С. 22–27.

83. Чевтаева Н. Д. и др. Молочная продуктивность и качество молока высокопродуктивных коров при использовании инновационной дрожжевой добавки «КЛЮВЕР ПРО» // Аграрный научный журнал. 2025. № 5. С. 72–78.

84. Юрова Е. А. Контроль качества и безопасности продуктов функциональной направленности на молочной основе // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 12–15.

85. Юрова Е. А. Нормирование показателей качества и идентификационных характеристик молока-сырья // Молочная промышленность. 2015. № 8. С. 26–28.

86. Юрова Е. А., Фильчакова С. А., Ананьева Н. В. Молоко как основа для производства специализированных продуктов питания с улучшенными нутритивными свойствами // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5(182). С. 206–215.

87. Якупов Т. Р., Мусин Р. Р., Зиннатов Ф. Ф. и др. Изменения биохимического профиля крови лактирующих коров // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2024. № 2. Т. 258, № 2. – С. 246–250. doi:10.31588/2413_4201_1883_2_258_246

88. Acharya S., Pretz J. P., Yoon I., Scott M. F., Casper D. P. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the lactational performance of mid-lactation dairy cows // *Translational Animal Science*. 2017. Vol. 1. No. 2. P. 221–228.
89. Agregán R., Echegaray N., López-Pedrouso M. et al. Proteomic Advances in Milk and Dairy Products // *Molecules*. 2021. Vol. 26. No. 13. P. 3832.
90. Al-Qaisi M., Horst E. A., Mayorga E. J. et al. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on heat-stressed dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. No. 10. P. 9634–9645.
91. Alothman M. et al. The “Grass-Fed” Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk // *Foods*. 2019. Vol. 8. No. 8. P. 350.
92. Amalfitano N., Stocco G., Mauramy A., Pegolo S., Cecchinato A., Bittante G. Quantitative and qualitative detailed milk protein profiles of 6 cattle breeds: Sources of variation and contribution of protein genetic variants // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. No. 12. P. 11190–11208.
93. Bernabucci U. et al. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows // *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. No. 3. P. 1815–1827.
94. Bhat S. A., Ahmad S. M., Ibeagha-Awemu E. M. et al. Comparative milk proteome analysis of Kashmiri and Jersey cattle identifies differential expression of key proteins involved in immune system regulation and milk quality // *BMC Genomics*. 2020. Vol. 21. No. 1. P. 161.
95. Caroli A. M., Chessa S., Erhardt G. J. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition // *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92. No. 11. P. 5335–5352.
96. Carpinelli N. A., Halfen J., Trevisi E. et al. Effects of peripartal yeast culture supplementation on lactation performance, blood biomarkers, rumen fermentation, and rumen bacteria species in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. No. 10. P. 10727–10743.

97. Coleman D. N., Jiang Q., Lopes M. G. et al. Feeding a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product before and during a feed restriction challenge on milk production, plasma biomarkers, and immune function in Holstein cows // *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. skad019.
98. da Silva C. B., Zampar A., Danieli B. et al. Effects of Incorporation of Essential Oils in the Jersey Cow Diet on the Quality of Produced Dairy Products (Milk, Cream, and Colonial Cheese) // *Foods*. 2025. Vol. 14. No. 16. P. 2788.
99. de Poppi A. C., Lazzari G., Gomes A. L. M. et al. Effects of feeding a live yeast on rumen fermentation and fiber degradability of tropical and subtropical forages // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. Vol. 101. No. 15. P. 6220–6227.
100. de Vitt M. G., Signor M. H., Corrêa N. G. et al. Combination of Phytoactives in the Diet of Lactating Jersey Cows: Effects on Productive Efficiency, Milk Composition and Quality, Ruminal Environment, and Animal Health // *Animals*. 2024. Vol. 14. No. 17. P. 2518.
101. Du Z., Yamasaki S., Oya T. et al. Ensiling characteristics of total mixed ration prepared with local feed resources in Mozambique and their effects on nutrition value and milk production in Jersey dairy cattle // *Animal Science Journal*. 2020. Vol. 91. No. 1. e13370.
102. Er M., Cengiz Ö. The effects of ration particle size and live yeast supplementation on dairy cows performance under heat stress conditions // *Tropical Animal Health and Production*. 2023. Vol. 55. No. 2. P. 130.
103. *Gandra J.R., Takiya C.S., Gandra E.R. et al.* Feeding live or inactive yeast to primiparous Jersey cows: nutrient digestibility, rumen fermentation, and milk fatty acid profile // *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2024. Vol. 68. № 5. P. 961–975. <https://doi.org/10.1080/00288233.2024.2319822>.
104. Garnsworthy P. C., Saunders N., Goodman J. R. et al. Effects of live yeast on milk yield, feed efficiency, methane emissions and fertility of high-yielding dairy cows // *Animal*. 2025. Vol. 19. No. 1. 101379.

105. Grigoletto N. T. S., Ghizzi L. G., Gheller L. S. et al. Effects of a blend of live yeast and organic minerals or monensin on performance of dairy cows during the hot season // *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. No. 11. P. 11634–11645.
106. Guo J., Xu L., Khalouei H. et al. *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products reduce bacterial endotoxin concentrations and inflammation during grain-based subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 3. P. 2354–2368.
107. Gustavsson F., Buitenhuis A. J., Johansson M. et al. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows // *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97. No. 6. P. 3866–3877.
108. Halfen J., Carpinelli N., Del Pino F. A. B. et al. Effects of yeast culture supplementation on lactation performance and rumen fermentation profile and microbial abundance in mid-lactation Holstein dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. No. 11. P. 11580–11592.
109. Heirbaut S., Jing X. P., Stefańska B. et al. Diagnostic milk biomarkers for predicting the metabolic health status of dairy cattle during early lactation // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No. 1. P. 690–702.
110. Hiltz R. L., Steelreath M. R., Degenshein-Woods M. N. et al. Effects of *Saccharomyces cerevisiae boulardii* (CNCM I-1079) on feed intake, blood parameters, and production during early lactation // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No. 1. P. 187–201.
111. Jiang Q., Palombo V., Sherlock D. N. et al. Alterations in ileal transcriptomics during an intestinal barrier challenge in lactating Holstein cows fed a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product identify potential regulatory processes // *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. skad277.
112. Jiang Y., Ogunade I. M., Pech-Cervantes A. A. et al. Effect of sequestering agents based on a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product and clay on the ruminal bacterial community of lactating dairy cows challenged with dietary aflatoxin B1 // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. No. 2. P. 1431–1447.

113. Johnson C. A., Snelling T. J., Huntington J. A. et al. Effect of feeding *Yucca schidigera* extract and a live yeast on the rumen microbiome and performance of dairy cows fed a diet excess in rumen degradable nitrogen // *Animal*. 2023. Vol. 17. No. 10. 100967.
114. Kidane A., Gregersen Vhile S., Ferneborg S. et al. Cyberlindnera jadinii yeast as a protein source in early- to mid-lactation dairy cow diets: Effects on feed intake, ruminal fermentation, and milk production // *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 3. P. 2343–2353.
115. Kim J.-E., Lee H.-G. Amino Acids Supplementation for the Milk and Milk Protein Production of Dairy Cows // *Animals*. 2021. Vol. 11. P. 2118.
116. Knoblock C. E., Shi W., Yoon I., Oba M. Effects of supplementing a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during the periparturient period on the immune response of dairy cows fed fresh diets differing in starch content // *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102. No. 7. P. 6199–6209.
117. Kukhar Y. V. et al. Кормовая добавка для повышения молочной продуктивности коров // *Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university*. 2022. № 4(115). С. 135–147.
118. Lees A. M., Olm J. C. W., Lees J. C., Gaughan J. B. Influence of feeding *Saccharomyces cerevisiae* on the heat load responses of lactating dairy cows during summer // *International Journal of Biometeorology*. 2022. Vol. 66. No. 2. P. 275–288.
119. Li Y., Shen Y., Niu J. et al. Effect of active dry yeast on lactation performance, methane production, and ruminal fermentation patterns in early-lactating Holstein cows // *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. No. 1. P. 381–390.
120. Lim D.H., Han M.H., Ki K.S., Kim T.I., Park S.M. et al. Changes in milk production and blood metabolism of lactating dairy cows fed *Saccharomyces cerevisiae* culture fluid under heat stress // *Journal of Animal Science and Technology*. 2021. Vol. 63. № 6. P. 1433–1442. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e114>.

121. Lv Y., Xu C., Sun Q. Evaluation of the in vitro probiotic properties of *Ligilactobacillus salivarius* JCF5 and its impact on Jersey yogurt quality // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2025. Vol. 105. No. 7. P. 3857–3867.
122. Marins T. N., Gutierrez Oviedo F. A., Costa M. L. G. F. et al. Impacts of feeding a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on productive performance, and metabolic and immunological responses during a feed-restriction challenge of mid-lactation dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No. 1. P. 202–218.
123. Martins L. F., Oh J., Melgar A. et al. Effects of phytonutrients and yeast culture supplementation on lactational performance and nutrient use efficiency in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No. 3. P. 1746–1756.
124. Mauramy A., Pegolo S., Malchiodi F., Bittante G., Cecchinato A. Milk protein composition in purebred Holsteins and in first/second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbeliarde and Brown Swiss bulls // *Animal*. 2018. Vol. 12. No. 10. P. 2214–2220.
125. Meller R. A., Wenner B. A., Ashworth J. et al. Potential roles of nitrate and live yeast culture in suppressing methane emission and influencing ruminal fermentation, digestibility, and milk production in lactating Jersey cows // *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102. No. 7. P. 6144–6156.
126. Mun J. W., Oh S. Y., Kim E. R., Choi D. M., Chun J. Y. Characterization of premium soft ice creams produced from Jersey and Holstein milk // *Food Science and Animal Resources*. 2026. Vol. 46. No. 1. P. 44.
127. NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. – Washington, DC: The National Academies Press, 2021. 504 p.
128. Neves T. F. F., Fischer V., Solano F. B., Pereira J. R. A., de Souza Martins A. Milk Stability: Physicochemical and Performance Parameters in Highly Technified Holstein and Jersey Herds // *Food Science & Nutrition*. 2025. Vol. 13. No. 10. e71095.

129. Nikkhah, M., Chamani, M., Sadeghi, A. A., & Hasan-Sajedi, R. (2023). Effects of enzymatically hydrolyzed yeast supplementation on blood attributes, antioxidant status and gene expression of cytokines in vaccinated dairy cows. *Animal Biotechnology*, 34(8), 3329–3336. <https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2140058>
130. Odunfa O. A., Dhungana A., Huang Z., Yoon I., Jiang Y. Effects of a liquid and dry *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product feeding program on ruminal fermentation, total tract digestibility, and plasma metabolome of Holstein steers receiving a grain-based diet // *Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 102. skae223.
131. Olagaray K. E., Sivinski S. E., Saylor B. A. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on feed intake parameters, lactation performance, and metabolism of transition dairy cattle // *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102. No. 9. P. 8092–8107.
132. Olthof L. A., Domecq J. J., Bradford B. J. Analysis of Jersey versus Holstein breed profitability on north central US dairies // *JDS Communications*. 2023. Vol. 4. No. 5. P. 344–348.
133. Patton R. A. Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: a meta-analysis // *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93. No. 5. P. 2105–2118.
134. Pérez-Rodríguez M.L., Serrano-Carretero A., García-Herrera P., Cámara-Hurtado M., Sánchez-Mata M.C. Plant-based beverages as milk alternatives? Nutritional and functional approach through food labelling // *Food Research International*. 2023. Vol. 173(1). P. 113244.
135. Razzaghi A., Malekkhahi M., Brito A. F. Lactation performance, milk fat output, and nutrient digestibility responses to the addition of liquid molasses or yeast culture in dairy cows fed super-conditioned corn // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No. 9. P. 6080–6093.

136. Rodrigues A. A., Reis S. S., Costa D. C. D. C. C. et al. Yeast-fermented cassava as a protein source in cattle feed: systematic review and meta-analysis // Tropical Animal Health and Production. 2023. Vol. 55. No. 2. P. 67.
137. Salah N., Legendre H., Paiva E. et al. Quantification of the Environmental Impact of Feeding Yeast Probiotic *Saccharomyces cerevisiae* Actisaf Sc 47 in Dairy Cow: A Life Cycle Assessment Approach // Animals. 2024. Vol. 14. No. 15. P. 2202.
138. Sallam S. M. A., Abdelmalek M. L. R., Kholif A. E. et al. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* live cells and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the lactational performance of dairy cows // Animal Biotechnology. 2020. Vol. 31. No. 6. P. 491–497.
139. Saran Netto A., Salles M. S. V., Roma Júnior L. C. et al. Increasing Selenium and Vitamin E in Dairy Cow Milk Improves the Quality of the Milk as Food for Children // Nutrients. 2019. Vol. 11. No. 6. P. 1218.
140. Sauls-Hiesterman J. A., Olagaray K. E., Sivinski S. E., Bradford B. J., Stevenson J. S. First postpartum ovulation, metabolites and hormones in follicular fluid and blood in transition dairy cows supplemented with a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product // Theriogenology. 2021. Vol. 164. P. 12–21.
141. Seminara J.A., Callero K.R., Frost I.R., Martinez R.M., McCray H.A. et al. Calcium dynamics and associated temporal patterns of milk constituents in early-lactation multiparous Holsteins // Journal of Dairy Science. 2023. Vol. 106. № 10. P. 7117–7130. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-23142>.
142. Sharma N., Sharma R., Rajput Y. S., Mann B., Singh R., Gandhi K. Separation methods for milk proteins on polyacrylamide gel electrophoresis: Critical analysis and options for better resolution // International Dairy Journal. 2021. Vol. 114. P. 104920. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104920
143. Shi W., Knoblock C. E., Murphy K. V. et al. Effects of supplementing a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during the periparturient period on performance of dairy cows fed fresh diets differing in starch content // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. No. 4. P. 3082–3096.

144. Sivinski S. E., Meier K. E., Mamedova L. K. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on oxidative status, inflammation, and immune response in transition dairy cattle // *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 11. P. 8850–8865.
145. Sordillo L. M. Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity // *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99. No. 6. P. 4967–4982.
146. Sun X., Wang Y., Wang E. et al. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* Culture on Ruminal Fermentation, Blood Metabolism, and Performance of High-Yield Dairy Cows // *Animals*. 2021. Vol. 11. No. 8. P. 2401.
147. Sundrum A. Metabolic Disorders in the Transition Period Indicate that the Dairy Cows' Ability to Adapt is Overstressed // *Animals*. 2015. Vol. 5. No. 4. P. 978–1020.
148. Suriyapha C., Supamong C., So S., Wanapat M., Cherdthong A. Bioconversion of agro-industrial residues as a protein source supplementation for multiparous Holstein Thai crossbreed cows // *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17. No. 9. e0273916.
149. Swartz T. H. et al. Effects of dietary rumen-protected choline supplementation to periparturient dairy cattle on inflammation, metabolism, and performance during an intramammary lipopolysaccharide challenge // *Journal of Dairy Science*. – 2023. – T. 106. – №. 12. – C. 8561-8582.
150. Takiya C. S., Chesini R. G., de Freitas A. C. et al. Dietary supplementation with live or autolyzed yeast: Effects on performance, nutrient digestibility, and ruminal fermentation in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2024. Vol. 107. No. 7. P. 4495–4508.
151. Terré M., Maynou G., Bach A., Gauthier M. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 supplementation on performance and rumen microbiota of dairy calves // *The Professional Animal Scientist*. 2015. Vol. 31. No. 2. P. 153–158.
152. Thomas M., Serrenho R. C., Puga S. O., Torres J. M., Stangaferro M. Effect of feeding a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product to Holstein cows exposed to high temperature and humidity conditions on milk production

performance and efficiency – A pen-level trial // *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No. 7. P. 4650–4665.

153. Walther B. et al. Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk // *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 988707.

154. Wang F., Chen M., Luo R. et al. Fatty acid profiles of milk from Holstein cows, Jersey cows, buffalos, yaks, humans, goats, camels, and donkeys based on gas chromatography-mass spectrometry // *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol. 105. No. 2. P. 1687–1700.

155. Wang X. et al. Characteristics of ruminal microbiota and metabolome in Holstein cows differing in milk protein concentrations // *Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 100. No. 11. skac253.

156. Wang, D., Wang, X., Cheng, H., Yin, W., An, Y., Li, M., Chen, X., Ma, Y., Zhang, X., & Zhen, Y. (2025). Effect of yeast culture supplementation on rumen microbiota, regulation pathways, and milk production in dairy cows of different parities. *Animal Feed Science and Technology*, 321, 116244. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116244>

157. Wei Z., Li W., Wang X. et al. Investigating changes of proteome in the bovine milk serum after retort processing using proteomics techniques // *Food Science & Nutrition*. 2022. Vol. 10. No. 2. P. 307–316.

158. Wu X., Weng L., Zhang J., Liu X., Huang J. The Plasma Membrane Calcium ATPases in Calcium Signaling Network // *Current Protein and Peptide Science*. 2018. Vol. 19. № 8. P. 813–822. <https://doi.org/10.2174/1389203719666180416122745>.

159. Yalçın S., Yalçın S., Can P., Gürdal A., Bağcı C., Eltan Ö. The Nutritive Value of Live Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and Its Effect on Milk Yield, Milk Composition and Some Blood Parameters of Dairy Cows // *Animal Bioscience*. 2011. Vol. 24. No. 10. P. 1377–1385.

160. Yoo J., Song M., Park W. et al. A Comparison of Quality Characteristics in Dairy Products Made from Jersey and Holstein Milk // *Food Science of Animal Resources*. 2019. Vol. 39. No. 2. P. 255–265.

161. Zhang Q., Ma L., Zhang X. et al. Feeding live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) improved performance of mid-lactation dairy cows by altering ruminal bacterial communities and functions of serum antioxidation and immune responses // BMC Veterinary Research. 2024. Vol. 20. No. 1. P. 245.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Морфологические показатели опытного поголовья коров (4*n=10)

Показатель	Норма	Ед. изм.	Группа	0 сутки	30 сутки	60 сутки
Эритроциты	5,0 - 7,5	10 ¹² /л	Контроль	5,71 ± 0,22	5,90 ± 0,28	6,04 ± 0,25
			1	5,55 ± 0,18	5,97 ± 0,20	6,20 ± 0,24
			2	5,64 ± 0,16	6,04 ± 0,24	6,15 ± 0,21
			3	5,48 ± 0,19	6,18 ± 0,22	6,25 ± 0,26
Гематокрит	24,0 - 26,0	%	Контроль	33,2 ± 1,5	34,4 ± 1,8	35,1 ± 1,6
			1	32,8 ± 1,2	34,9 ± 1,4	36,2 ± 1,5
			2	33,0 ± 1,4	35,2 ± 1,6	35,8 ± 1,3
			3	32,0 ± 1,6	35,8 ± 1,5	36,5 ± 1,8
Лейкоциты	4,6 - 12,0	10 ⁹ /л	Контроль	8,5 ± 0,7	8,7 ± 0,8	8,9 ± 0,7
			1	8,8 ± 0,6	8,5 ± 0,6	8,2 ± 0,5
			2	8,6 ± 0,8	8,3 ± 0,7	8,0 ± 0,6
			3	9,2 ± 0,9	8,0 ± 0,6	7,8 ± 0,5
Тромбоциты	82,6 - 690,0	10 ⁹ /л	Контроль	415 ± 35	430 ± 40	450 ± 38
			1	405 ± 30	445 ± 35	460 ± 32
			2	410 ± 38	450 ± 42	455 ± 36
			3	390 ± 32	470 ± 28	475 ± 34
Гемоглобин	90,0-140,0	г/л	Контроль	93,2±3,1	102,5± 5,5	108,5± 3,4
			1	91,0±2,2	116,0±2,3	120,5±2,9
			2	94,0±2,6	119,5±4,8	120,2±4,6
			3	95,1± 5,2	118± 3,4	119± 4,6

Приложение Б

Биохимические показатели сыворотки крови опытного поголовья коров (4*n=10)

Показатели	Норма	контроль			Группа 1			Группа 2			Группа 3		
		0 сутки	30 сутки	60 сутки	0 сутки	30 сутки	60 сутки	0 сутки	30 сутки	60 сутки	0 сутки	30 сутки	60 сутки
Альбумин	30-55 %	36,9± 3,3	35,8± 3,6	35,6± 2,9	34,5±1, 8	36,2±1, 7	36,1 ± 1,9	35,2±4, 5	37,4±5, 2	39,2±4, 8	35,3±2, 8	38,2±3, 8	39,2±3, 6
Альфа- глобулины	12,0-21,0 %	17,9± 2,3	18,0±2, 6	18,5± 2,7	18,2±0, 8	17,4±0, 9	16,8±0, 9	18,4±1, 3	18,2±1, 5	17,0±1, 6	18,1±1, 6	17,4±1, 5	16,7±1, 5
Бета- глобулины	8,3-16,0 %	11,5±2, 9	11,3±3, 2	13,1±2, 8	10,8±2, 4	10,9±2, 5	10,8±2, 3	11,8±2, 2	11,6±1, 9	10,7±2, 1	11,5±2, 7	12,1±2, 6	11,9±2, 3
Гамма- глобулины	22,0 - 40,0%	36,5±2, 1	36,4±2, 6	36,6±2, 3	37,4±2, 1	36,2±2, 1	31,3±2, 2	35,9±2, 3	32,7±1, 3	29,6±1, 6	34,2±4, 3	30,1±3, 4	27,3±3, 2
Глюкоза	2,2 - 3,3ммоль /л	1,50±0, 53	2,00- 2,25	2,18 - 2,37	1,22±0, 43	2,24±0, 48	2,94±0, 33	1,1±0,2 9	2,45±0, 23	2,95±0, 31	1,05± 0,49	3,34± 0,23	2,91± 0,28
Мочевина	2,8 - 8,8 ммоль/л	6,9±2,3	7,0±2,4	5,3 - 8,4	6,55±1, 25	6,65±1, 18	5,28±1, 23	7,51±1, 10	7,81±0, 95	5,20±0, 86	6,9± 2,3	7,75± 0,6	5,0± 0,8
Креатинин	55,8 - 162,4 мкмоль/л	70,1±5, 6	71,5±5, 4	72,3±5, 1	69,5±3, 2	72,5±2, 8	73,1±3, 9	71,5±4, 7	73,5±3, 8	73,2±3, 6	71,6±4, 6	72,5±4, 9	72,7±6, 2
Кальций	2,5 - 3,3ммоль /л	2,34± 0,18	2,33±0, 21	2,35±0, 24	2,33±0, 29	2,49±0, 29	2,64±0, 22	2,42±0, 31	2,56±0, 27	2,77±0, 29	2,36±0, 16	2,44± 0,22	2,76± 0,23
Фосфор	1,4 - 1,9ммоль /л	1,99± 0,14	1,92±0, 09	1,94±0, 11	2,11±0, 16	1,89±0, 18	1,88±0, 19	1,97±0, 21	1,89±0, 22	1,88±0, 23	1,86± 0,22	1,89± 0,20	1,88± 0,23
АЛТ, Ед/л	10–40	27,9 ± 3,5	27,5 ± 3,6	27,2 ± 3,4	28,4 ± 3,2	26,1 ± 3,0	24,3 ± 2,8	29,1 ± 3,8	25,4 ± 3,3	22,7 ± 3,0	30,2 ± 4,1	26,8 ± 3,2	29,5 ± 2,7
АСТ, Ед/л	50–100**	92,1 ± 8,5	91,6 ± 8,2	90,1 ± 8,0	94,2 ± 8,1	88,5 ± 7,6	82,3 ± 7,0	96,5 ± 9,2	85,1 ± 8,0	76,4 ± 6,8	98,8 ± 10,0	80,6 ± 7,5	83,9 ± 8,7

Приложение В

Таблица 1. – Динамика ЖКС

Группа животных	Контроль			Группа 1			Группа 2			Группа 3		
ЖК %, масс.	1 сутки	30 сутки	60 сутки	1 сутки	30 сутки	60 сутки	1 сутки	30 сутки	60 сутки	1 сутки	30 сутки	60 сутки
Σ												
Короткоцепочечные НЖК (C4:0–C10:0)	16,0±0,35	15,5±0,34	15,8±0,34	16,1±0,35	18,2±0,36**	18,9±0,37**	15,9±0,35	17,8±0,36**	18,4±0,36**	16,2±0,35	17,5±0,35*	17,6±0,35*
Лауриновая (C12:0)	4,0±0,10	3,9±0,10	3,9±0,10	4,1±0,10	5,0±0,11**	5,2±0,11*	4,0±0,10	4,8±0,10*	5,0±0,11*	3,9±0,10	4,6±0,10*	4,8±0,10*
Миристиновая (C14:0)	12,0±0,19	11,8±0,18	12,0±0,19	12,1±0,19	13,5±0,20**	14,0±0,21**	11,9±0,19	13,3±0,20*	13,8±0,21*	12,0±0,19	13,1±0,19*	13,3±0,20*
Пальмитиновая (C16:0)	31,5±0,28	32,0±0,29	32,5±0,29	32,0±0,29	32,5±0,29	31,5±0,28	31,8±0,28	32,2±0,28	31,6±0,28	31,5±0,28	32,3±0,29	32,2±0,29
Стеариновая (C18:0)	10,5±0,16	11,0±0,17	11,5±0,17	10,0±0,15	8,5±0,14**	8,0±0,13**	10,2±0,15	8,8±0,14*	8,5±0,14**	10,3±0,16	9,0±0,15*	9,2±0,15*
Олеиновая (C18:1, цис-9)	20,0±0,25	19,8±0,24	19,5±0,24	19,5±0,24	16,5±0,22**	15,8±0,21***	19,8±0,25	17,0±0,23*	16,5±0,22**	19,5±0,24	17,5±0,23*	17,2±0,23*
Линолевая (C18:2)	2,5±0,06	2,6±0,07	2,6±0,07	2,5±0,06	2,2±0,06*	2,0±0,05*	2,5±0,06	2,3±0,06	2,1±0,06*	2,6±0,06	2,4±0,06	2,3±0,06
α-Линоленовая (C18:3)	0,80±0,04	0,80±0,04	0,70±0,04	0,80±0,04	0,60±0,03	0,50±0,03	0,80±0,04	0,70±0,04	0,60±0,03	0,70±0,04	0,70±0,04	0,60±0,03
КЛК (цис-9, транс-11) руменовая кислота	0,60±0,03	0,60±0,03	0,60±0,03	0,60±0,03	0,80±0,04*	0,90±0,04**	0,60±0,03	0,90±0,04**	0,80±0,04*	0,60±0,03	0,70±0,04	0,70±0,04

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с контролем в те же сутки

Приложение Г

Таблица 1. – Аминокислотный состав молока сырья контрольной группы коров на 0 сутки

Доеение 1 (0 сутки)										
Аминокислота мг/100г	Номер животного									
	20553	20579	20739	20973	21474	150976	526959	527020	527046	526898
Триптофан	62,7	66,2	69	58,7	67,2	70,7	63,5	66,2	53,8	62
Глутаминовая кислота+глутамин	1073	1089,5	1172,6	1055,3	1100,2	1223,3	1034,3	1072,6	879,3	987,8
Аспарагиновая кислота+аспарагин	352,3	380,6	447,6	379,1	418,1	437,5	376,3	372,3	332,4	348,8
Цистин	50,5	53,4	60,9	51,9	56,9	63,8	50,3	60,5	45,4	56,7
Аргинин	129,1	132,7	145,1	124,6	141,5	147	145,7	139,3	112,9	130,5
Лизин	334,3	349,3	378,9	327	372,4	382,8	391,5	391,1	293	401,4
Тирозин	165,2	158,9	173,7	148,2	169,4	164,5	178,8	190,6	134,3	178,6
Фенилаланин	224,3	221,7	238,1	212	232,1	240,1	258,5	250,3	199,4	242,6
Гистидин	117,9	125,6	140,9	117,8	129,3	145	109,4	122,2	109,2	114,5
Лейцин+изолейцин	507	495,2	521,9	459,8	521,5	503,5	526,7	587,8	413,1	550,7
Метионин	159,3	158,1	172,9	141,6	168,6	168,3	170,7	164,3	140,3	153,9
Валин	194,1	202,7	221,7	187,8	216,1	222,6	207	228,8	176,6	244,1
Пролин	513,9	530,8	580,6	500,9	565,9	549,7	554,7	585,4	447,8	548,5
Треонин	191,9	201,9	220,9	198,3	215,3	225,5	217	223,4	174,7	209,3
Серин	253,8	264,7	277,8	253	275,3	286,5	280,3	291,1	243,4	321,2
Аланин	165,6	172,4	185,4	163	183,8	190	186,2	185,8	159,1	174,1
Глицин	98,4	101,9	114,9	92,7	103,6	112,3	95,9	99,9	88	93,6

Приложение Г (продолжение)

Таблица 2. – Аминокислотный состав молока сырья контрольной группы коров на 30 сутки

Доеение 2 (30 сутки)										
Аминокислота мг/100г	Номер животного									
	20553	20579	20739	20973	21474	150976	526959	527020	527046	526898
Триптофан	57,4	62,7	53,9	54,3	55,3	57,8	58,1	58,9	47,9	55,9
Глутаминовая кислота+глутамин	961,3	1176,5	933,8	920,3	1050	1114,1	922,3	999,8	906,3	890
Аспарагиновая кислота+аспарагин	351,8	400,4	332,6	345,2	412,4	406,6	335,5	395	340,4	314,3
Цистин	45,6	54,5	49,3	47,7	46,5	52,4	44,8	49	45,4	51
Аргинин	115,5	129,3	117,4	112,9	121,7	127,6	130	116,6	116,5	117,6
Лизин	318,6	349,1	327,1	310,8	337,9	327,9	364,3	326,5	315	361,6
Тирозин	146,1	153,3	155,2	165,2	168,4	173,3	159,4	161,2	129,5	160,9
Фенилаланин	188,9	233,2	208,9	193,3	197,5	207,3	230,5	194,5	197,8	218,6
Гистидин	102,2	123,5	109,3	110,1	108,3	126,6	97,5	111,9	105,1	103,2
Лейцин+изолейцин	461,3	491,5	463,5	467,9	558,1	583,2	490,1	546	419,4	496,1
Метионин	142,4	166,6	152,4	146,4	153,9	162,4	152,2	152,3	142,3	138,6
Валин	189,8	210,6	203,9	220,5	213,2	227,9	184,5	215	181,9	219,9
Пролин	471,1	524,2	444,5	453,8	472,5	496,8	525,3	482	443,6	474,2
Треонин	169,2	208,9	176,9	189,7	162	194,1	193,5	172,3	187,4	188,5
Серин	243,7	283,7	248,1	243,1	290,7	269,6	249,9	265,4	270,3	289,4
Аланин	168,4	199,1	173,1	165,3	166,3	166	159,4	166	158,6	156,8
Глицин	82,2	92,4	85,1	83,2	88,2	94,5	85,5	87,6	72,3	84,4

Приложение Г (продолжение)

Таблица 3. – Аминокислотный состав молока сырья контрольной группы коров на 60 сутки

Доение 3 (60 сутки)										
Аминокислота мг/100г	Номер животного									
	20553	20579	20739	20973	21474	150976	526959	527020	527046	526898
Триптофан	56,2	65,4	59,3	54,8	68,3	66	63,1	59,5	55	56,9
Глутаминовая кислота+глутамин	1058	1108,1	1025,9	1021	1144,4	1203,6	1120,1	1102,2	991,1	1059,4
Аспарагиновая кислота+аспарагин	352	409,6	371,5	338,8	418,8	419,8	401,4	378,1	368,7	346,5
Цистин	44,9	52,3	47,4	51,5	54,3	58	55,5	52,2	45,8	53,5
Аргинин	110,5	128,6	116,6	114	137,5	135,1	131,3	123,7	108,9	118,3
Лизин	327,1	380,7	345,3	341	379,3	378	361,4	340,4	304,8	353,8
Тирозин	148	172,2	156,2	149,6	173,9	200,9	192,1	180,9	150,5	148,2
Фенилаланин	190,2	221,4	200,8	207,9	224,9	235,1	224,8	211,7	181,6	215,7
Гистидин	104,1	121,1	109,9	97,2	121,7	133,9	128	120,6	104,4	100,9
Лейцин+изолейцин	497,8	579,3	525,5	469,6	549,2	579,9	544,1	518,4	509,7	487,2
Метионин	150,2	174,8	158,6	147,4	169,5	178,1	170,2	160,3	142,2	152,9
Валин	193,1	224,7	203,8	211,2	226	268,2	256,4	241,5	200,7	219,1
Пролин	476,3	531,1	502,8	468,4	539,3	545,2	527,7	487,7	449,9	461,3
Треонин	199,5	218,2	192,2	182,4	201,4	230,7	220,6	207,8	160,8	189,3
Серин	248,9	289,7	262,7	247,5	290,1	295,7	282,7	266,3	247,8	256,8
Аланин	167,1	187,2	176,4	175,1	200,5	201	192,2	181	154,9	181,6
Глицин	81,4	94,7	85,9	82,9	97,9	101,2	98,4	91,1	81,7	86

Приложение Г1

Таблица 1. – Аминокислотный состав молока сырья 1 опытной группы коров на 0 сутки

Аминокислота мг/100г	Доеение 1 (0 сутки)									
	Номер животного									
	20534	20806	20907	21062	21151	151082	526446	21115	526731	527003
Триптофан	68,6	57,9	60,8	62,1	58,5	56,8	54,3	60,2	64	58,9
Глутаминовая кислота+глутамин	1122,5	985	1000,1	1050,3	987,8	965,7	861,9	989,2	1105,7	978,7
Аспарагиновая кислота+аспарагин	391,6	366,5	381,8	375,3	329,2	368,6	313,5	372,3	374,8	358,6
Цистин	62,5	51,6	53,7	53,9	53,5	50,2	41,9	50,9	58,3	53,2
Аргинин	141,4	122,9	128,1	126,7	123,2	119,5	121,5	126,5	135,4	122,5
Лизин	393,2	338,3	334,3	330,2	367	312	340,4	328,2	397	319
Тирозин	177	147,2	153,3	150,2	168,6	143,1	149	150,4	163,7	137,1
Фенилаланин	265,5	209,2	210,1	220,3	228,9	196,1	215,4	223,3	249,8	200,1
Гистидин	137	119,4	124,3	129,3	108,1	116	91,1	122,3	127,8	120,8
Лейцин+изолейцин	541,7	466	460,5	470,7	490,2	429,8	458	462,7	542,1	419,6
Метионин	169,9	146,5	152,6	155,1	145,2	142,4	142,3	157,1	158,5	140,2
Валин	218,8	187,8	195,6	194,8	223,2	182,5	172,5	197,8	200,7	185,5
Пролин	564,4	487,9	502	511,5	517,6	478,1	490,9	501,5	522	458,1
Треонин	219,4	187,1	194,9	203,6	197,5	181,9	180,9	195,7	204,7	187,9
Серин	306,7	248	245,1	276,6	291,9	228,8	233,6	272,6	298,8	238,8
Аланин	199,6	163	163,6	178,2	164,3	152,7	149	178,2	194,4	158,3
Глицин	107,2	93,9	99,3	100,7	91	87,9	79,9	98,6	105,8	89,9

Приложение Г1 (продолжение)

Таблица 2. – Аминокислотный состав молока сырья 1 опытной группы коров на 30 сутки

Доение 2 (30 сутки)										
Аминокислота мг/ 100г	Номер животного									
	20534	20806	20907	21062	21151	151082	526446	21115	526731	527003
Триптофан	62,3	46,8	54,1	62,2	55,2	54	53,2	55,2	62,7	57,9
Глутаминовая кислота+глутамин	1122,6	902,9	1025	1102,3	935	871,1	1006,3	1028,3	1142,3	1043,2
Аспарагиновая кислота+аспарагин	387,1	349,8	367,6	412,5	345,6	312,3	363,4	341,2	450,2	388,1
Цистин	50,3	41	47,3	49,8	44,1	41,7	44,5	51,9	46,6	48,2
Аргинин	118,6	102,5	115,4	120,3	108,5	121	111,2	114,8	120	114,6
Лизин	309,7	284,6	301,2	346,1	321,2	326,2	308,8	353,2	361,4	320,9
Тирозин	160,1	141,6	159,4	167,2	145,3	148,4	153,6	157,6	163,5	158,4
Фенилаланин	218,8	166,8	195,2	213,8	186,8	208,4	171,5	214,8	210,3	191,1
Гистидин	121,3	95,9	116,5	116,5	102,2	87	100,1	105,5	117,5	109,9
Лейцин+изолейцин	498,9	456,2	543,9	525,3	488,8	438,8	473,3	472,9	523,1	536,5
Метионин	158,5	128,5	146,8	153,7	147,5	141,7	148,9	153,3	160,8	149,6
Валин	200,2	181,4	206	215,8	189,6	171,8	204	212,7	198,9	211,3
Пролин	498,6	403,1	496,8	501,3	467,7	413,3	438,8	491,3	445,8	473,6
Треонин	211,9	167,5	175,5	177,5	195,9	180,2	179,6	183,7	173,7	169,3
Серин	255,3	237,6	243,7	287,6	244,4	222,5	265,8	250,9	246,6	260,8
Аланин	179,5	140	167,1	175,1	164,1	148,4	162,3	176,3	164,4	163,1
Глицин	92,1	70,8	88,5	89,9	79,9	74,9	83,8	89,9	83,2	86

Приложение Г1 (продолжение)

Таблица 3. – Аминокислотный состав молока сырья 1 опытной группы коров на 60 сутки

Доеение 3 (60 сутки)										
Аминокислота мг/100г	Номер животного									
	20534	20806	20907	21062	21151	151082	526446	21115	526731	527003
Триптофан	60,8	52,5	51,8	51,1	50,6	47,4	54,2	52,9	54,3	48,8
Глутаминовая кислота+глутамин	1059,6	901,3	967,3	1036,5	918,9	882,8	976,2	937,7	982,8	817,4
Аспарагиновая кислота+аспарагин	351,2	307,9	325,3	334,2	314,1	288,8	336,6	316,3	357,3	299,1
Цистин	46,9	47,9	47,4	47,6	45,8	44,6	43,7	46,7	44,2	38,8
Аргинин	126,4	107,4	105,7	102,5	108,3	98,6	103,1	112,2	103,9	98,2
Лизин	381,3	326,1	314,8	318,8	302,6	294,9	269,3	297,2	295,6	270,9
Тирозин	166,9	134,5	130,2	145,6	128,2	123,5	139,2	153,6	150,5	124,2
Фенилаланин	211,5	193,6	200,8	207,9	186,9	179,7	190,3	201,7	193,4	160,6
Гистидин	102,1	105	102,2	97,2	94,3	84,1	105,5	98,5	105,1	86,9
Лейцин+изолейцин	513	461,8	472,9	470,1	467,1	406	433,8	480,3	497,6	392,3
Метионин	159,3	130,2	137,6	135,1	125,5	127,4	137,8	132,3	142,2	121
Валин	193,2	164,8	179,8	182,4	161,3	182,6	174,1	184,4	199,5	161,4
Пролин	466,3	398,3	402,2	412,9	389,7	384,4	433,6	420,9	425,5	385,2
Треонин	202,6	152,7	143,3	157,7	143,5	157,7	184,3	179,9	162,7	143,9
Серин	261,6	245,4	237,9	220,5	232,2	214	222	217,6	245,9	207,2
Аланин	166,9	143,1	152,2	148,2	144,9	151,4	156,1	149,7	155,4	143,2
Глицин	89,5	79,6	76,9	75,9	78,2	71,6	80,1	80,5	81,7	69,9

Приложение Г2

Таблица 1. – Аминокислотный состав молока сырья 2 опытной группы коров на 0 сутки

Аминокислота мг/100г	Доеение 1 (0 сутки)									
	Номер животного									
	20428	20559	20807	21033	21148	151251	526598	526914	527113	527164
Триптофан	51,2	68,1	56,6	54,3	56,1	59,2	55,1	59,5	53,3	67,6
Глутаминовая кислота+глутамин	869,4	1114,3	924,6	950,1	951,3	1123,5	1042,3	1127,1	989,9	1088,9
Аспарагиновая кислота+аспарагин	343,5	436,6	338,5	352,4	338,1	441,3	391,5	450,8	401,2	390,4
Цистин	42,6	43,6	50	46,8	44,6	49,8	52,2	49,8	50,8	52,1
Аргинин	101,4	110,7	120,1	115,8	116,5	130,2	134	124,5	132,3	151,2
Лизин	284	304,3	318	323,2	293,2	361,5	362,3	345,8	357	407,7
Тирозин	140,2	161,9	164,4	167,5	152,5	180,2	148,9	172,1	165,6	185,5
Фенилаланин	169,1	199,4	215,8	204,6	187,1	211,3	227,5	202,7	214,9	260,5
Гистидин	97,3	136,1	105,4	107,1	98	115,9	120,9	120,9	115,7	108,8
Лейцин+изолейцин	474,8	557,1	477,9	485,5	480,2	597,2	482,3	520,9	528,1	548,5
Метионин	132,4	152,5	141,6	153,1	162,3	164,7	163,7	166,8	172,5	177,1
Валин	187	212,2	197,3	211,3	189,1	228,1	209,2	228,5	235,8	214,7
Пролин	419,1	448,1	450,3	462,5	442,5	505,6	510,1	523,3	514,2	570,4
Треонин	149,8	182,3	192,5	203,3	212,3	173,3	215,5	186,2	191,6	225,2
Серин	230,8	216,3	232,9	229,7	240,7	311,1	310,9	318,6	312	278,2
Аланин	144,3	141,7	160,2	154,9	148,9	177,9	182,4	181,8	172,8	185,5
Глицин	76,1	81,6	86,2	84,9	86,2	89,3	83,2	93,8	87,7	93,6

Приложение Г2 (продолжение)

Таблица 2. – Аминокислотный состав молока сырья 2 опытной группы коров на 30 сутки

Доеение 2 (30 сутки)										
Аминокислота мг/100г	Номер животного									
	20428	20559	20807	21033	21148	151251	526598	526914	527113	527164
Триптофан	48,6	59,2	51,7	57,2	61,9	70,2	55,5	62,4	60,9	63,2
Глутаминовая кислота+глутамин	876,7	1123,5	876,5	968,7	1116,3	1317,7	961,8	1089,7	970	1123,7
Аспарагиновая кислота+аспарагин	326,2	441,3	328,8	363,4	415,3	448,4	342,6	418,7	342,6	365,4
Цистин	40,5	49,8	45,4	50,2	51,5	61	50,8	52	55,6	48,8
Аргинин	96,3	130,2	107,5	118,8	122,6	144,8	120,9	123,6	128,2	141,5
Лизин	269,6	361,5	296	327,2	343,3	391	336,9	346,1	394,1	381,6
Тирозин	133,1	180,2	157,3	173,9	169,5	171,7	159,9	170,9	175,4	173,6
Фенилаланин	160,6	211,3	184,1	203,5	204,5	261,1	215,2	206,2	238,2	243,8
Гистидин	92,4	115,9	104,9	115,9	117,6	138,3	112,6	118,6	112,5	101,8
Лейцин+изолейцин	450,8	502,3	445,6	492,5	525	550,5	491,3	485,9	501,1	513,4
Метионин	125,7	164,7	139,4	154,1	160,1	186,6	157	161,4	151,1	165,8
Валин	177,5	228,1	210	232,1	226,1	235,8	210	227,9	239,7	201
Пролин	398	505,6	432,2	477,7	506,7	498	457,8	510,9	516,9	442,2
Треонин	142,3	173,3	180,7	199,7	181,1	233,9	182,2	182,6	205,5	210,8
Серин	219,2	311,1	231,5	255,9	279,1	317,8	255,5	281,4	315,4	260,4
Аланин	137,1	177,9	157,4	174	174,5	223	178,3	175,9	170,9	173,6
Глицин	72,3	94,4	79,2	87,6	92,1	103,5	87,7	92,8	92	87,6

Приложение Г2 (продолжение)

Таблица 3. – Аминокислотный состав молока сырья 2 опытной группы коров на 60 суток

Аминокислота мг/100г	Доеение 3 (60 суток)									
	Номер животного									
	20428	20559	20807	21033	21148	151251	526598	526914	527113	527164
Триптофан	46,3	55,4	55,6	54,6	60	62,8	58,7	67,1	56,2	65,4
Глутаминовая кислота+глутамин	877,7	1068,2	931,9	992,4	1016,6	1052,9	1035,8	1149,8	998,3	1095,4
Аспарагиновая кислота+аспарагин	344,8	332,1	341	339,2	365,8	385,3	367,4	451,6	329,4	400,9
Цистин	41,2	51,2	44,2	49,5	48	49,9	46,9	53,9	48,7	52
Аргинин	101,7	118,8	112	117	118	126,5	115,4	133,3	119,9	131,6
Лизин	282,4	365,4	308,8	326,8	349,2	348,9	341,5	370	343,6	363
Тирозин	140,8	153,8	141,6	138,5	158	160	154,5	184,4	148,1	166,5
Фенилаланин	165,1	206,7	183,1	201,9	203,1	206,9	198,6	216,3	185,4	215,2
Гистидин	90,5	96,7	95,3	101,8	107,7	111,9	108,7	118,6	94,4	116,5
Лейцин+изолейцин	466,6	488,3	447,2	504,5	531,5	505,2	542,5	611,2	496,8	525,6
Метионин	128,7	146,5	138	135,5	160,4	155,9	156,8	168,6	138,4	162,2
Валин	168	210	184	179,3	206,2	207,9	201,6	220,1	199,2	216,3
Пролин	395	442,1	439,1	420,9	487,2	475,2	497,2	517,5	428,9	501,1
Треонин	135,4	181,4	164	168,1	200,2	185,3	208,3	177,4	177,6	189,7
Серин	243	246,1	236,2	250,8	265,7	266,9	259,8	318,4	255,1	277,7
Аланин	139	174,1	163,2	156,5	171,7	184,4	174,5	191,2	186,1	191,9
Глицин	69,8	82,4	79,7	84,5	86,9	90	84,9	91,4	81,4	93,7

Приложение Г3

Таблица 1. – Аминокислотный состав молока сырья 3 опытной группы коров на 0 сутки

Аминокислота мг/100г	Доеение 1 (0 сутки)									
	Номер животного									
	20182	20668	20998	21169	21246	150797	151412	526775	527027	527268
Триптофан	59,7	47,3	46,2	61,4	61,8	67,2	58,6	58,5	64,3	63,9
Глутаминовая кислота+глутамин	952,4	876,6	891,3	1051,9	1011,2	1150,2	986,3	993,2	1098,9	1095,2
Аспарагиновая кислота+аспарагин	383	360,7	325,3	432,8	382,3	418,1	374,2	335,4	447,8	448,1
Цистин	37,6	42,3	41,9	50,7	52,3	56,6	50,9	53,5	41,6	44
Аргинин	97,1	105,6	102,1	126,8	129,9	138,5	120,8	118,6	113,6	113,7
Лизин	247,4	293,4	262,3	352,1	337	372,1	332,5	362	333,1	289,5
Тирозин	142	146	138,6	175,2	154,4	169,4	143,3	154,1	161,7	166,2
Фенилаланин	169	172	165,8	206,4	221,3	212,1	217,9	222,8	197,6	197,7
Гистидин	119,4	98,9	101,3	118,7	125,6	129,3	115,4	108,1	119,4	139,7
Лейцин+изолейцин	506,5	536,7	498,6	617,2	516,4	531,5	468,1	488,3	537,6	516,6
Метионин	128,2	132,4	129,9	158,9	161,3	168,2	155,7	147,5	149,8	149,9
Валин	178,3	187	182,3	224,4	203,1	216,1	196,8	208,6	208,5	208,6
Пролин	393,1	415,6	432	498,7	470,2	515,9	489,9	481,2	435,2	459,9
Треонин	160	152,3	155,3	182,8	200,9	205,3	195,2	183,7	173,7	187,1
Серин	189,7	250,1	215,7	300,1	279,9	275,3	280,9	267,9	233,1	221,9
Аланин	124,3	144,3	132,8	173,2	183	183,8	186,1	176,3	164,4	145,4
Глицин	71,6	73	75,6	87,6	88,9	92,6	86,4	91	81,6	83,7

Приложение Г3 (продолжение)

Таблица 2. – Аминокислотный состав молока сырья 3 опытной группы коров на 30 сутки

Аминокислота мг/100г	Доеение 2 (30 сутки)									
	Номер животного									
	20182	20668	20998	21169	21246	150797	151412	526775	527027	527268
Триптофан	50,5	47,5	54,1	65,7	59,4	64,2	52,7	58,9	52,6	64,6
Глутаминовая кислота+глутамин	975,1	917,8	958,5	1159,4	958,2	1076,7	997	1117,2	979,3	1215,5
Аспарагиновая кислота+аспарагин	377,8	352,1	358,7	411,3	343,5	394	374,5	400,7	325	404,4
Цистин	44,3	42,8	43,3	52,5	45,9	51,1	49,9	51,6	49,4	51,6
Аргинин	110,7	105,3	104,6	129,1	133,1	129,4	128,2	125,8	109,3	126,9
Лизин	307,4	289,9	301	382,2	358,8	356,8	346,5	328,3	336,4	375,8
Тирозин	152,9	147,2	145,4	172,9	163,2	163,6	142,4	173,7	150,1	170
Фенилаланин	180,1	174,8	185,9	222,3	229,3	211,6	217,6	212,8	204,6	218,6
Гистидин	103,6	96,1	101,3	121,6	95,7	114,5	115,6	127	100,5	119,6
Лейцин+изолейцин	492,7	466,3	456,8	581,7	482,7	516,7	461,3	592,9	450,4	571,9
Метионин	138,7	131,1	133,7	175,5	155,9	159,4	156,6	160	146	172,6
Валин	195,9	184,8	187,7	225,6	189	212,6	200,1	224,5	202,6	221,8
Пролин	435,4	397,5	435,9	556,6	454,6	527,6	487,9	541,5	467,9	547,2
Треонин	180,9	165,3	154,3	233,1	198,2	189,5	206,1	191,3	175	229,2
Серин	256,6	241,2	250,1	290,8	244,8	272,9	297,4	265,7	239	285,9
Аланин	151,2	138,9	152,3	195,3	163,2	188,6	174,5	182,1	167,9	192
Глицин	76,4	72,4	78,2	95,1	82,3	92,1	83,2	96,4	81,7	93,5

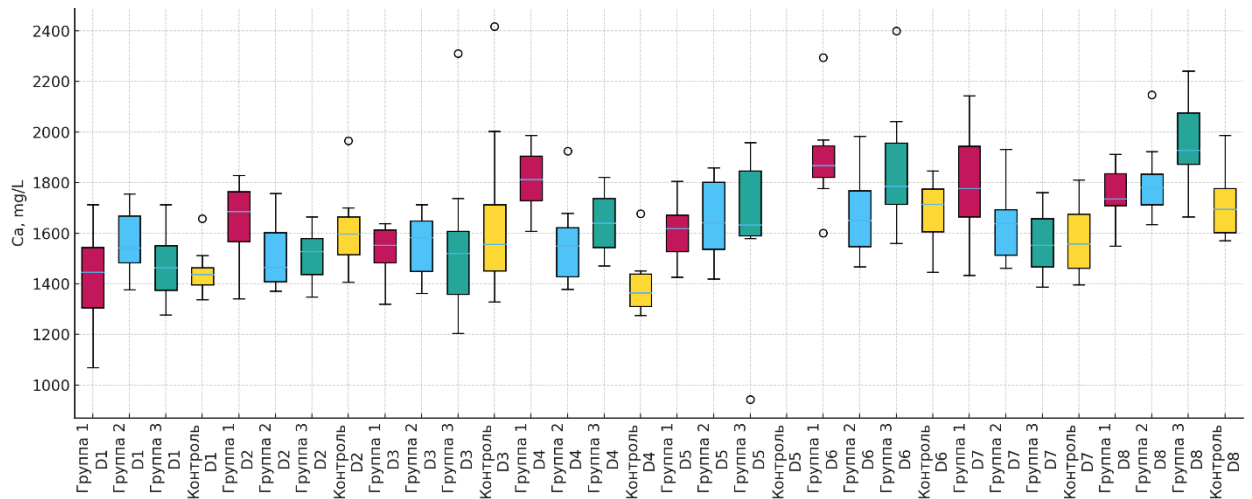
Приложение Г3 (продолжение)

Таблица 3. – Аминокислотный состав молока сырья 3 опытной группы коров на 60 сутки

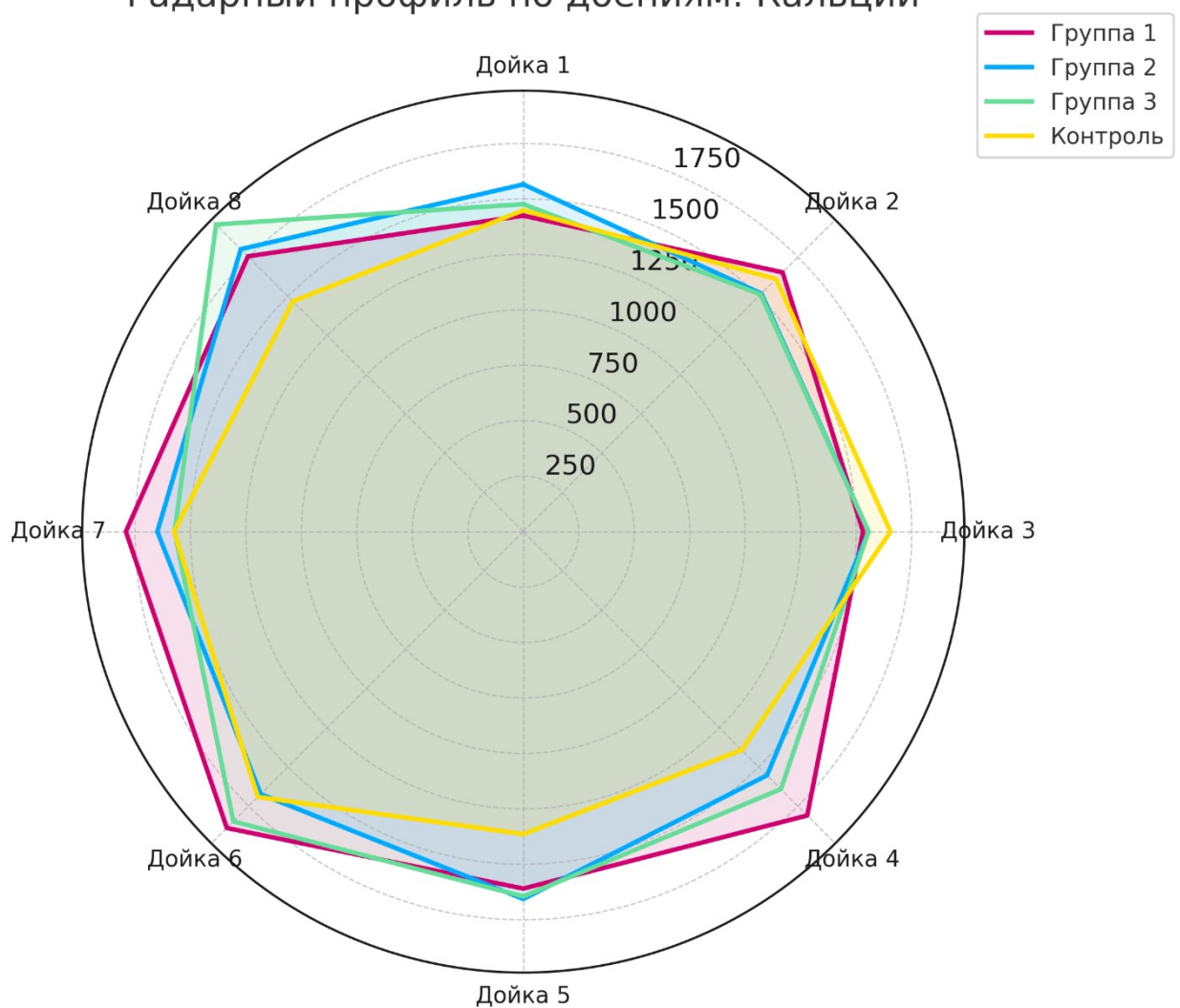
Аминокислота мг/100г	Доеение 3 (60 сутки)									
	Номер животного									
	20182	20668	20998	21169	21246	150797	151412	526775	527027	527268
Триптофан	55,4	52,3	46,8	53,8	56,1	63,6	56,7	62,4	75,4	73,9
Глутаминовая кислота+глутамин	996,1	912,8	829,8	956,4	989,9	1124,2	1039,9	1046,5	1403,7	1359,9
Аспарагиновая кислота+аспарагин	339,9	334,1	279,9	321,5	322,2	385,6	343,9	383	459,1	440,7
Цистин	48,7	43,3	41,3	46,2	48	49,6	52,3	49,6	70,8	67,6
Аргинин	109,9	109,7	99,3	103,9	106,5	121,2	115,7	125,7	156,7	161,1
Лизин	317,1	302,5	263	322,1	326,4	337	346,1	346,8	468,8	448,8
Тирозин	159,8	138,7	135,9	142,7	151,3	171,9	151,9	159	196,4	212,9
Фенилаланин	197,2	179,4	178,5	192,3	201,6	205,4	211	205,6	285,8	286,6
Гистидин	104,5	97	87,2	102,2	103,1	114,6	98,7	107	133,7	142,2
Лейцин+изолейцин	477,4	438	425	486,9	506,9	492,5	494,3	502,2	645,5	637,7
Метионин	149,4	135,2	117,1	133,7	155,7	152,3	149,6	155	202,6	209,1
Валин	205,6	180,2	163,2	186,2	195,8	229,4	214,4	206,6	270,2	260,5
Пролин	452,3	417,6	372,4	414,9	435,5	463,3	475,5	493,2	614,5	599,7
Треонин	156,5	158,1	159,2	146,5	170,2	197,4	185,1	184,2	250,8	242,7
Серин	248	231,4	192,6	238,8	250,8	252,9	251,2	265,3	340,3	329,8
Аланин	161,3	159,9	132,5	155,9	155,6	172	177,7	183,3	240,7	237,5
Глицин	82,6	78,1	71,3	80,2	80,6	86,6	84,1	89,5	106,8	102,8

Визуализация динамики изменения минерального состава молока

1. Кальций, Ca

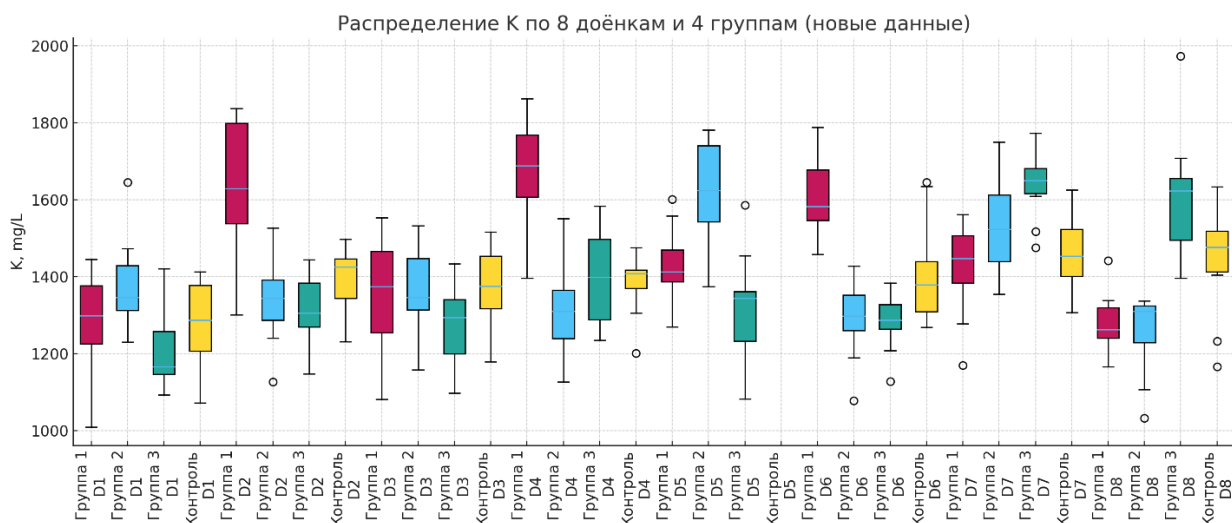


Радарный профиль по доениям: Кальций

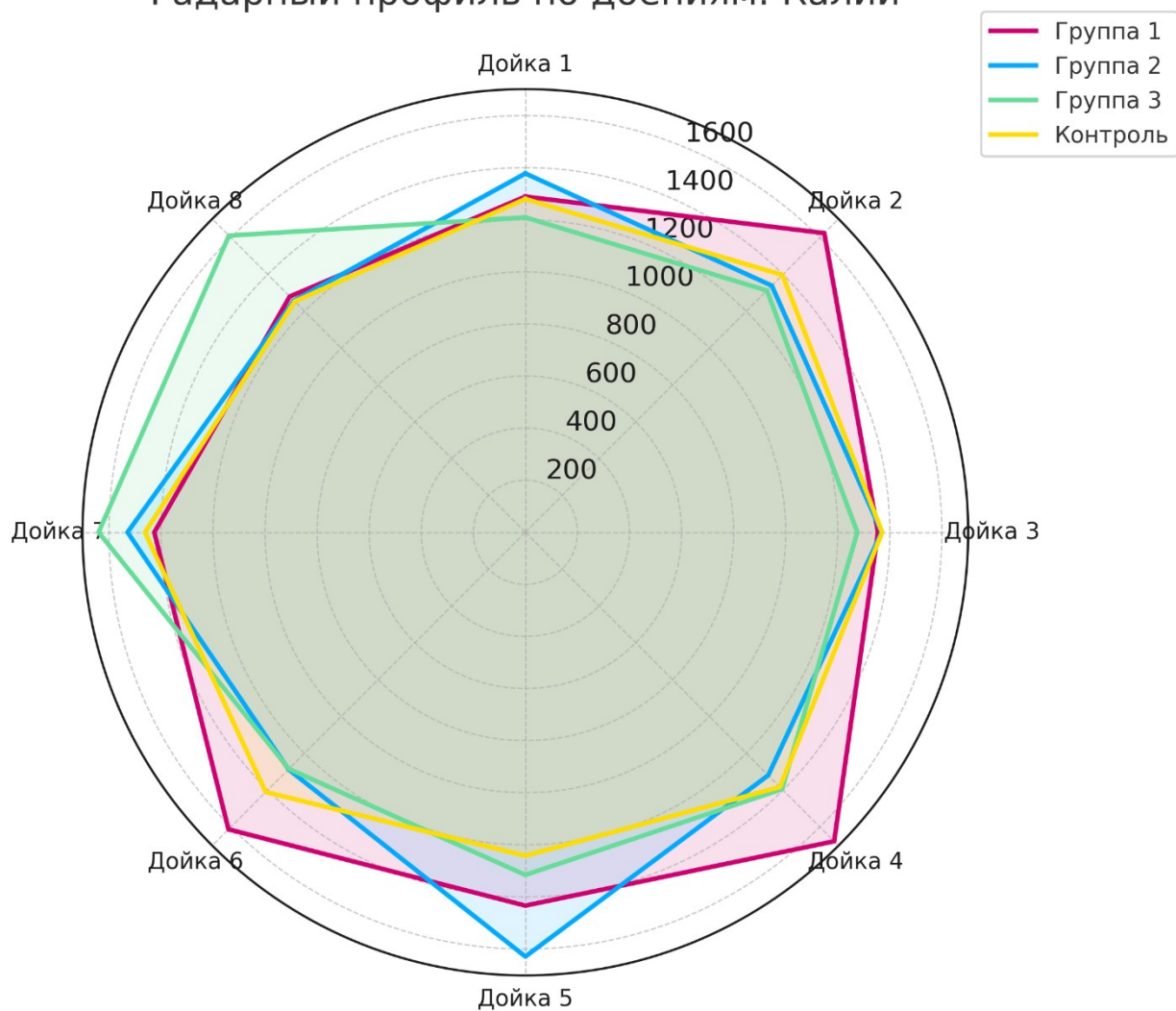


Приложение Д (продолжение)

2. Калий, К

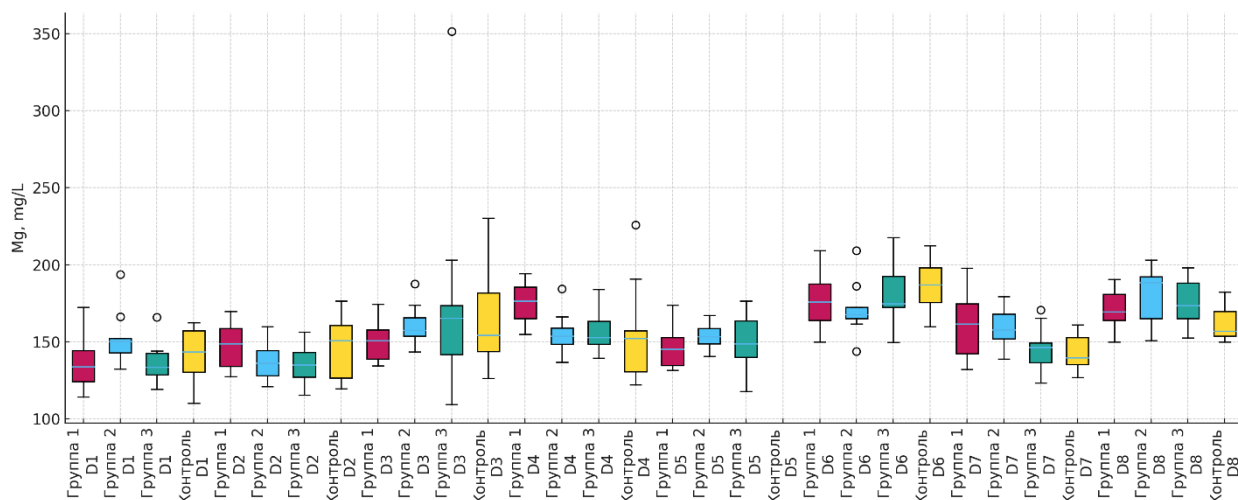


Радарный профиль по доениям: Калий

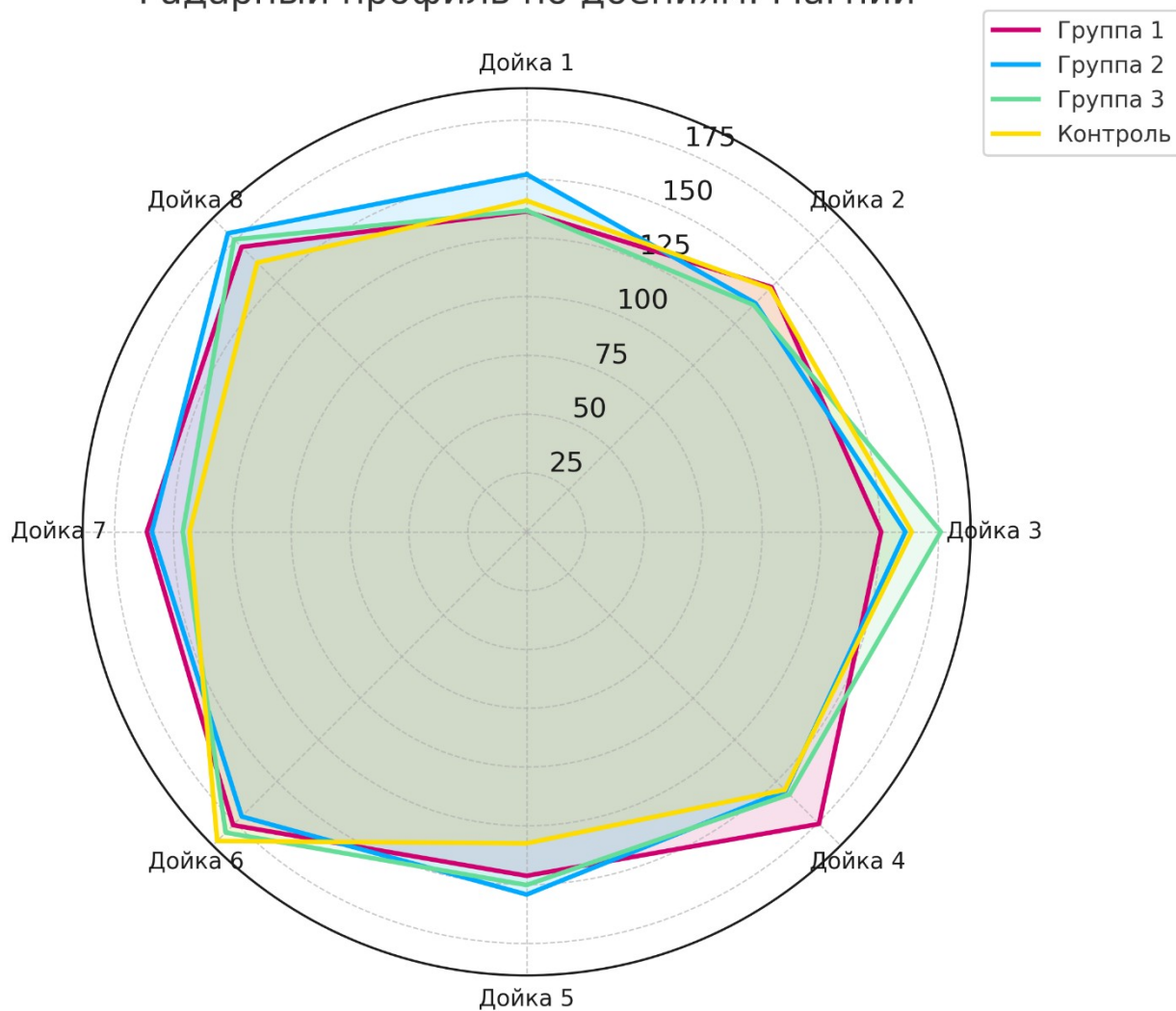


Приложение Д (продолжение)

3. Магний, Mg

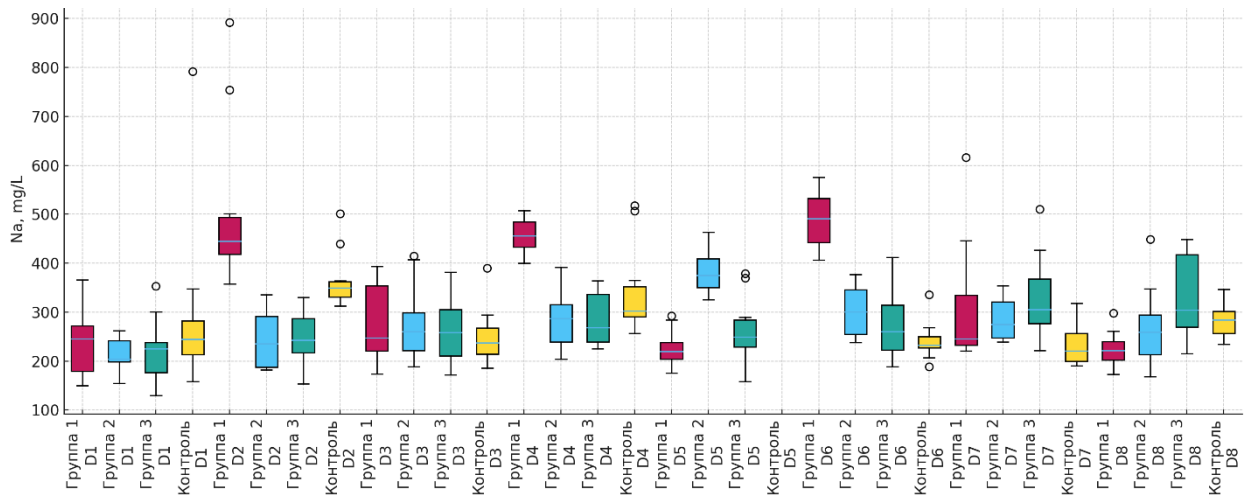


Радарный профиль по доениям: Магний

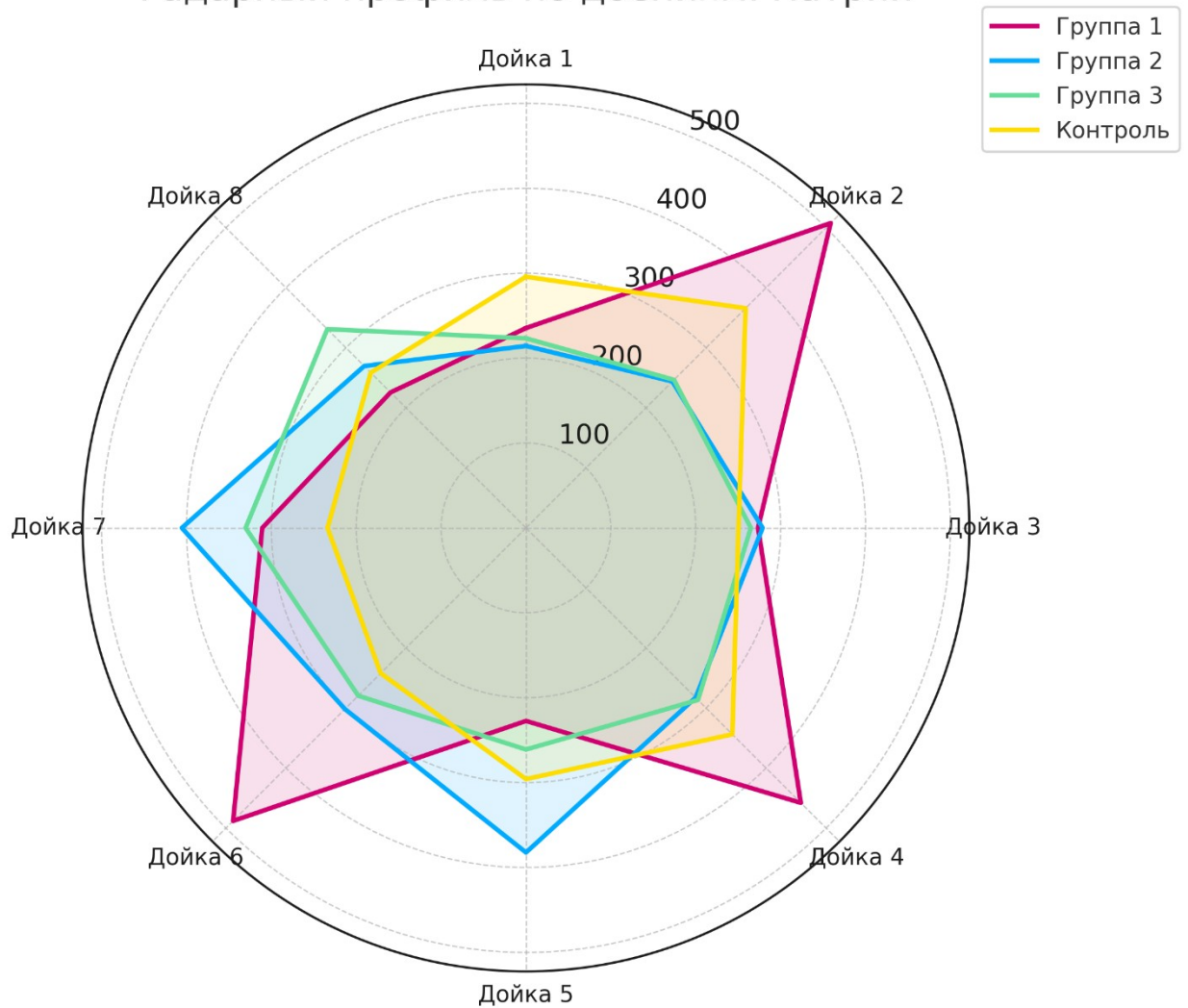


Приложение Д (продолжение)

4. Натрий, Na

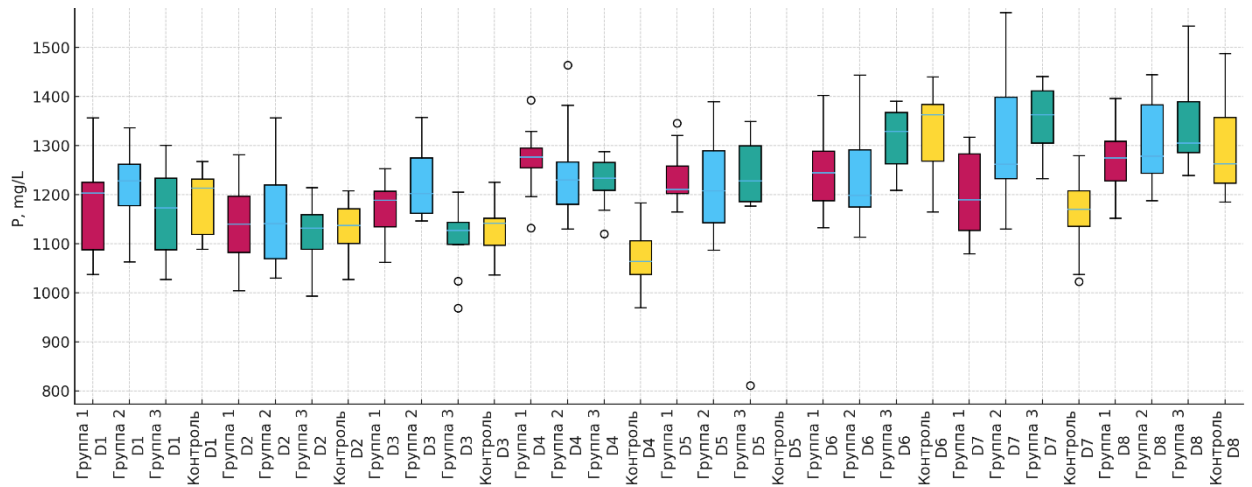


Радарный профиль по доениям: Натрий

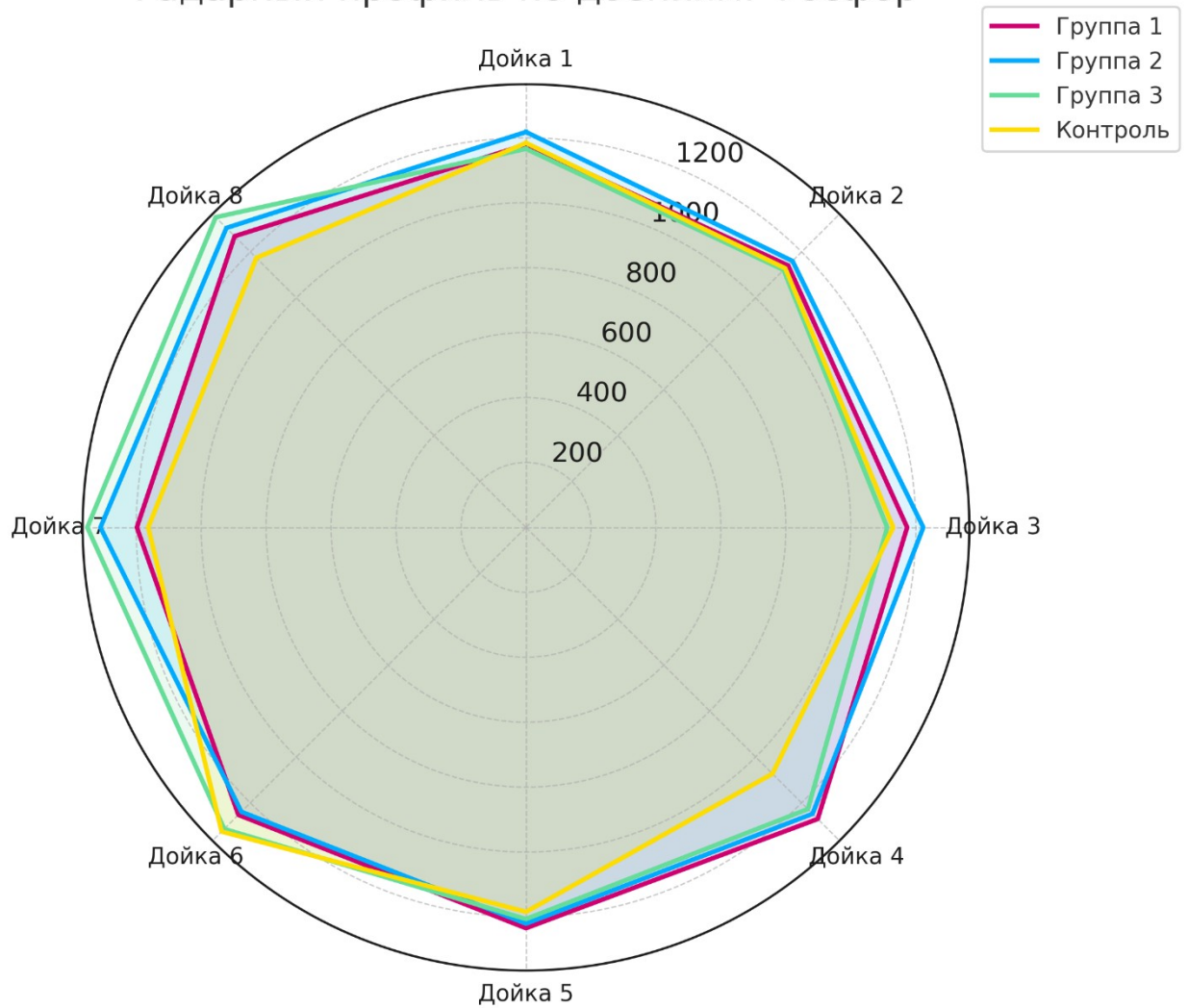


Приложение Д (продолжение)

5. Фосфор, P



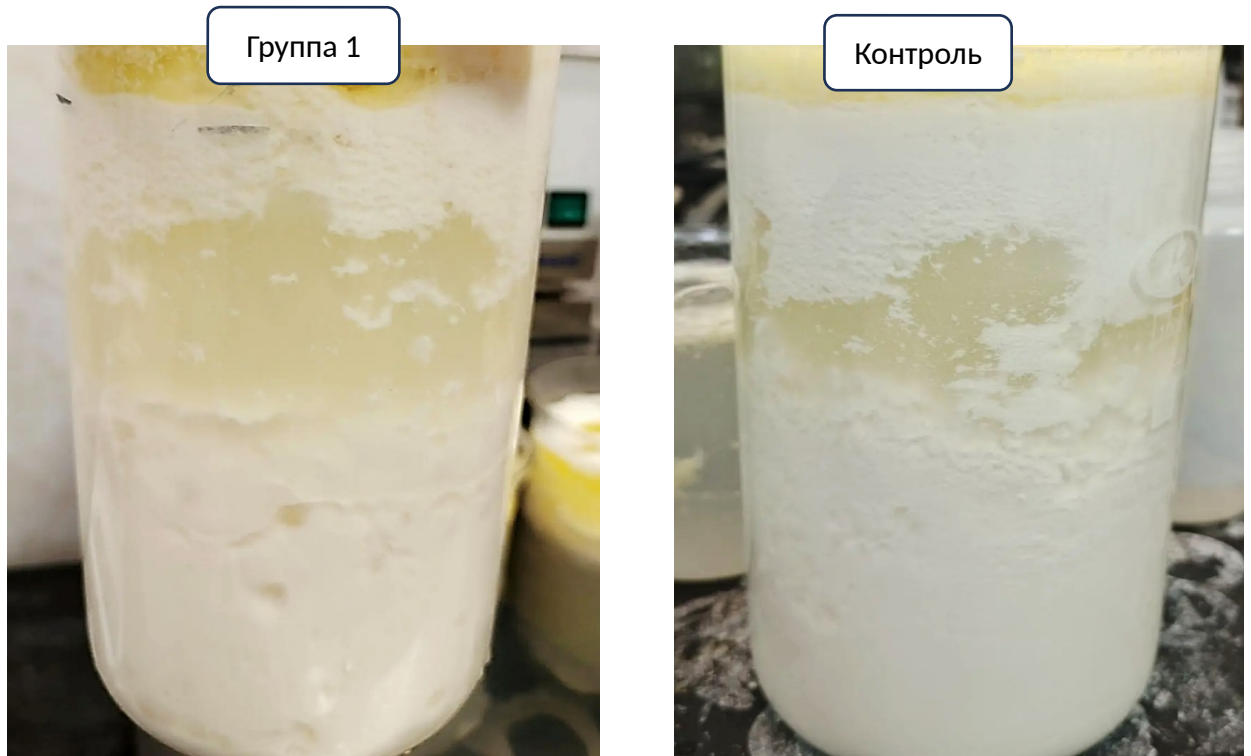
Радарный профиль по доениям: Фосфор



Приложение Е

Рисунок А,Б – Оценка формирования сгустка при производстве творога

А) Группа 1 и контроль



Б) Группа 2 и 3



Текстура творога, выработанного из молока опытных групп коров



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ФГАНУ «ВНИМИ»)



СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ

СТО
00419785–089–2025

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора по научной
работе ФГАНУ «ВНИМИ»

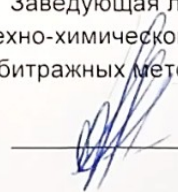
Н.С. Пряничникова

« 01 » декабря 2025 г.

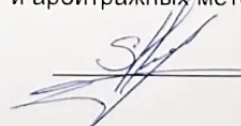
МОЛОКО СЫРОЕ КОРОВЬЕ «ПРЕМИУМ»
Технические условия

РАЗРАБОТАНО

Заведующая лабораторией
техно-химического контроля и
арбитражных методов анализа

 Е.А. Юрова

Младший научный сотрудник
лаборатории техно-химического контроля
и арбитражных методов анализа

 Е.В. Серба

Москва 2025

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ФГАНУ «ВНИМИ»)

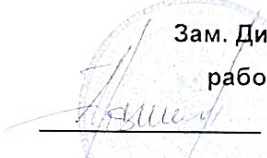


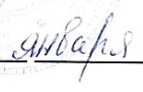
СТАНДАРТ
ОРГАНИЗАЦИИ

СТО
00419785-092-2026

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора по научной
работе ФГАНУ «ВНИМИ»

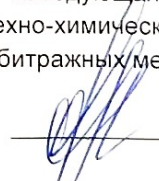

Н.С. Пряничникова

« 26 »  2026 г.

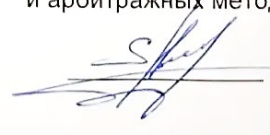
ТВОРОГ «ДЖЕРСИ»
Технические условия

РАЗРАБОТАНО

Заведующая лабораторией
техно-химического контроля и
арбитражных методов анализа


Е.А. Юрова

Младший научный сотрудник
лаборатории техно-химического контроля
и арбитражных методов анализа


Е.В. Серба

Москва 2026

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2025689126

«ПРОГРАММА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОРМЛЕНИЯ
ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ»

Правообладатель: **ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» (RU)**

Авторы: **Серба Екатерина Владиславовна (RU), Семипятный
Владислав Константинович (RU), Юрова Елена
Анатольевна (RU)**



Заявка № 2025687915

Дата поступления 15 октября 2025 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 24 октября 2025 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

Форма № 94 ИЗ, ПМ, ПО-2016

**Федеральная служба по интеллектуальной собственности
Федеральное государственное бюджетное учреждение**

**«Федеральный институт промышленной собственности»
(ФИПС)**

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-3, 125993

Телефон (8-499) 240-60-15 Факс (8-495) 531-63-18

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ И РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВКИ

17.06.2026	041921	2026118835
<i>Дата поступления</i>	<i>Входящий №</i>	<i>Регистрационный №</i>

ФИПС-ОТД * 141 РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № (заполняется Роспатентом)		ВХОДЯЩИЙ № (заполняется Роспатентом)
ПОСТУПЛЕНИЕ 17.06.2026 (дата регистрации) (исполнение документарной заявки на выдачу патента на изобретение) (патент № 2026118835)		
(85) ДАТА ПЕРЕВОДА международной заявки на национальную фазу		
☐ (86) (регистрационный номер международной заявки и дата международной подачи, установленной международным соглашением)	АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ (указывается адрес, факс, телеграмма (при наличии) или факс (сохраняется (при наличии) наименование юридического лица)) 115093, г. Москва, ул. Лосиновская, д. 35, корп. 7, ФГАНУ «ВНИИМ», в.о. директору Галстяну А.Г.	
☐ (87) (номер и дата международной публикации международной заявки)	Телефон (при наличии): 8(499)236-31-64 Факс (при наличии): Адрес электронной почты (при наличии): info@vniim.org	
☐ (96) (номер европейской заявки и дата ее подачи)	КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СВЯЗИ С ЗАЯВИТЕЛЕМ (ПАТЕНТОУЛАДАТЕЛЕМ) (для предоставления протестов, для публикации)	
☐ (97) (номер и дата публикации европейской заявки)	АДРЕС ДЛЯ СЕКРЕТНОЙ ПЕРЕПИСКИ (заполняется при подаче заявки на выдачу патента на секретное изобретение)	
ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче патента на изобретение		
В Федеральную службу по интеллектуальной собственности (Роспатент) Бережковская наб., д. 30, корп. 1, г. Москва, Г-59, ГСП-3, 125993, Российская Федерация		
(54) НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ И КАЧЕСТВА СЫРОГО МОЛОКА		
(71) ЗАЯВИТЕЛЬ (указывается фамилия, имя, отчество (при наличии) физического лица или полное наименование юридического лица (сокращенно указывается документально); адрес места жительства или адрес в пределах места нахождения, включая страны и почтовый индекс) Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИИМ») (RU), г. Москва, ул. Лосиновская, д. 35, корп. 7, Россия, 115093		ИДЕНТИФИКАТОРЫ ЗАЯВИТЕЛЯ ОГРН 1037739374672 КПП (при наличии) 770501001 ИНН (при наличии) 7705009252 СНИЛС (при наличии): ДОКУМЕНТ, удостоверяющий личность (вид, серия и номер) КОД СТРАНЫ (если не установлен) RU
☐ изобретение создано за счет средств федерального бюджета Заявитель является: ☐ государственным заказчиком ☐ муниципальным заказчиком работ (указать полное наименование работ) ☐ исполнителем по: ☐ государственному контракту ☐ муниципальному контракту ☐ соглашению о предоставлении субсидии ☐ гранту ☐ государственному заданию ☐ исполнительному заданию работ (указать полное наименование работ)		

Общее количество документов в листах	37	Лицо, зарегистрировавшее документы
Из них: - количество листов комплекта изображений изделия (для промышленного образца)	0	Шубина Т.А.
Количество платежных документов	1	
Сведения о состоянии делопроизводства по заявкам размещаются в Открытых реестрах на сайте ФИПС по адресу: www.fips.ru/registers-web		

Приложение М

Акт внедрения продукта в производственный процесс ООО «Биопрогресс»

Утверждаю:
Генеральный директор
ООО «Биопрогресс»
Албулов А.И.
«12» марта 2025г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ
продукта в производственный процесс

В соответствии с планом производственного развития предприятия на 2024 год и приказом № 02 от «21» января 2024 г. на производственной площадке ООО «Биопрогресс» была проведена работа по внедрению технологии изготовления кормовой добавки на основе гидролизата хлебопекарных дрожжей.

В период с «15» апреля 2024 г. по «30» мая 2024 г. осуществлены следующие мероприятия:

- подготовка производственного оборудования и сырьевых компонентов;
- проведение опытно-промышленной апробации технологического процесса;
- выработка партии продукта в соответствии с ТИ 35-01897222-2022;
- контроль качества готовой продукции в соответствии с требованиями нормативной документации.

По итогам внедрения на предприятии произведена партия кормовой добавки на основе гидролизата хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* подобранным комплексом гидролитических ферментов с последующей распылительной сушкой объемом 150 кг, соответствующая установленным требованиям качества.

Технология признана пригодной к дальнейшему промышленному применению, обеспечивает стабильность показателей качества и может быть включена в стандартный производственный цикл предприятия.

Настоящий акт составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу.

Члены комиссии:

Гл. технолог _____ /Фролова М.А.
Технолог _____ /Тюрмина М.Ю.
Инженер-химик _____ /Короленко Л.М.

«12» марта 2025 г.

Приложение М1

Акт внедрения кормовой добавки на животноводческом предприятии СХП
«Новомарковское»

Генеральный директор
ООО «СХП «Новомарковское»
Пулин В. А.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ
кормовой добавки на животноводческом предприятии СХП «Новомарковское»
№ 1 от «22» июля 2025 г.

В рамках научно-производственного эксперимента ФГАНУ «ВНИМИ» с 29 октября 2024 г. по 27 декабря 2024 г. на молочно-товарной ферме животноводческого комплекса СХП «Новомарковское» была проведена работа по внедрению кормовой добавки на основе гидролизата хлебопекарных дрожжей.

В процессе научно-производственного опыта проводились контрольные отборы проб биологических жидкостей. По результатам внедрения не установлено отрицательных реакций опытных групп животных. Отмечены положительные тенденции в пищеварении и молочной продуктивности опытного поголовья.

Использование кормовой добавки на основе гидролизата хлебопекарных дрожжей может быть рекомендовано для дальнейшего применения на предприятиях СХП «Новомарковское» в расширенном масштабе.

Настоящий акт составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу.

Члены комиссии:

Гл. зоотехник _____ /Овчаренко Ю. Н./

Гл. ветврач _____ /Куликов А. С./

Зам.директора по экономике _____ /Семенченко А. В./

Утверждаю:

Генеральный директор СХП «Новомарковское»

«22» июля 2025 г.



_____ /Пулин В. А./

Приложение М2**Акт внедрения СТО 00419785089-2025 «Молоко сырое коровье «ПРЕМИУМ»
АО «Вимм-Билль-Данн»**

Акционерное общество «Вимм-Билль-Данн»

(АО «ВБД»)

127591, Москва, Дмитровское шоссе, д. 108

Тел.: 8 (800) 770-74-70

8 (495) 745-80-80

Факс: 8 (495) 730-03-93

**АКТ № 1****Оценка технологических свойств и качества молока-сырья в условиях
производственной лаборатории при применении
СТО 00419785-089-2025 «Молоко сырое коровье «ПРЕМИУМ»**

Мы, нижеподписавшиеся:

- Супервайзер по поддержке производства – Кирилов А.А.;
- Региональный менеджер по входному контролю – Поликанина Л.В.;
- Руководитель отдела по аудиту и развитию поставщиков – Савин И.С.;

составили настоящий акт о нижеследующем:

1. Основание для проведения оценки

При входном контроле молока сырья отсутствует возможность дифференцирования молока, поступающего на переработку от джерсейской породы коров по показателям качества и пищевой ценности. Требуется внедрение во входной контроль предприятия документов по стандартизации, позволяющих применять дополнительные критерии оценки молока сырого с учетом установленных требований. Необходимо оценить возможность применения СТО 00419785-089-2025 «Молоко сырое коровье «ПРЕМИУМ» для расширенной оценки молока сырого при входном контроле в сравнении с действующими стандартами на молоко сырье

2. Методы и законодательные документы

- ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»;
- ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия»;
- ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия»;

Приложение М2 (продолжение)

- Программа производственного контроля предприятия
- Стандартизованные методы контроля

3. Заключение комиссии

Контроль молока-сырья, полученного от коров джерсейской породы на фоне применения кормовой добавки на основе дрожжевого гидролизата, по совокупности органолептических, физико-химических и технологических параметров превосходит стандартные требования для молока коровьего сырья высшего сорта согласно ГОСТ Р 52054-2023 и ГОСТ 31449-2013. Сырье подтвердило статус «высокотехнологичного» и пригодно для глубокой переработки без дополнительной корректировки состава.

6. Решение

Принимая во внимание высокую технологическую ценность и стабильность качественных характеристик молока сырья **РЕШИЛИ:**

1. Признать молоко коров джерсейской породы, содержащихся на рационе с дрожжевым гидролизатом, **целевым сырьевым ресурсом** для ассортимента продукции премиального сегмента.
2. Включить в «План стратегического развития производства на 2026 – 2027 г.» мероприятия по созданию обособленной сырьевой зоны на базе хозяйства-поставщика с гарантированным объемом закупок.
3. Рекомендовать технологической службе и отделу закупок проработать логистику раздельной приемки и хранения данного молока для минимизации смешивания с рядовым сырьем.

Подписи:



/Супервайзер по поддержке производства/ Кириллов А.А.



/Региональный менеджер по входному контролю/ Поликанина Л.В.



/Руководитель отдела по аудиту и развитию поставщиков/ Савин И.С.

Приложение МЗ

Акт внедрения внедрения СТО 00419785089-2025 «Молоко сырое коровье «ПРЕМИУМ»

ООО «Жуковское молоко»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
 ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«Жуковское молоко»
 242700, Брянская область, г. Жуковка, пер. Планерный, 13, тел./ факс (48334) 3-11-72, 3-14-69
 ИНН 3245006245 КПП 324501001

г. Жуковка, Брянская область

30 января 2026г.



АКТ

Оценка технологических свойств и качества молока-сырья в условиях производственной лаборатории при применении СТО 00419785-089-2025 «Молоко сырое коровье «ПРЕМИУМ»

Комиссия в составе:

- Генеральный директор – Сенченков Игорь Владимирович;
 - Начальник производства – Александрова Ирина Александровна
 - Заведующий лабораторией – Зубова Екатерина Александровна
 - Начальник отдела контроля качества – Усачёва Людмила Владимировна
- составили настоящий акт о нижеследующем:

1. Основание для проведения оценки

При входном контроле молока-сырья отсутствует возможность дифференцирования молока, поступающего на переработку от джерсейской породы коров по показателям качества и пищевой ценности. Требуется внедрение во входной контроль предприятия документов по стандартизации, позволяющих применять дополнительные критерии оценки молока сырого с учетом установленных требований. Необходимо оценить возможность применения СТО 00419785-089-2025 «Молоко сырое коровье «ПРЕМИУМ» для расширенной оценки молока сырого при входном контроле в сравнении с действующими стандартами на молоко-сырье.

2. Методы и законодательные документы

- ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»;
- ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия»;
- ГОСТ Р 52054-2023 «Молоко коровье сырое. Технические условия»;
- Программа производственного контроля предприятия;
- Стандартизованные методы контроля;

3. Заключение комиссии

Контроль молока-сырья, полученного от коров джерсейской породы на фоне применения кормовой добавки на основе дрожжевого гидролизата, по совокупности органолептических, физико-химических и технологических параметров превосходит стандартные требования для молока коровьего сырья высшего сорта согласно ГОСТ Р 52054-2023 и ГОСТ 31449-2013. Сырье подтвердило статус «высокотехнологичного» и пригодно для глубокой переработки без дополнительной корректировки состава.

4. Решение

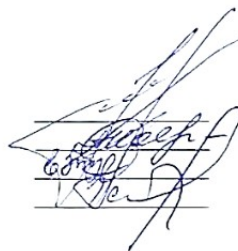
Приложение М3 (продолжение)

Принимая во внимание высокую технологическую ценность и стабильность качественных характеристик молока сырья РЕШИЛИ:

1. Признать молоко коров джерсейской породы, содержащихся на рациионе с дрожжевым гидролизатом, целевым сырьевым ресурсом для ассортимента продукции премиального сегмента.
2. Включить в «План стратегического развития производства на 2026–2027г. г.» мероприятия по созданию обособленной сырьевой зоны на базе хозяйства-поставщика с гарантированным объемом закупок.
3. Рекомендовать производственному отделу и отделу снабжения проработать логистику раздельной приемки и хранения данного молока для минимизации смешивания с рядовым сырьем.

Подписи:

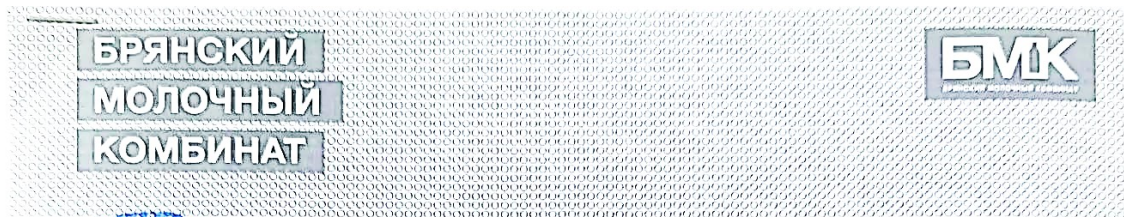
Генеральный директор
Начальник производства
Заведующий лабораторией
Начальник отдела контроля качества



Сенченков И.В.
Александрова И.А.
Зубова Е.А.
Усачёва Л.В.

Акт внедрения СТО 00419785092-2026 «Творог «Джерси» ТУ»

ОАО «БМК»

г. Брянск
«26» февраля 2026г.

АКТ

о проведении опытно-промышленной выработки творога
с использованием молока коров джерсейской породы при введении в рацион
кормовой добавки на основе дрожжевого гидролизата

Комиссия в составе:

Генеральный директор – Рябцев А.Г.;
Заместитель генерального директора по производству – Повтарь Е.Н.;
Инженер-технолог – Малашенко Н.А.;
Инженер-технолог – Прокопенко Н.А.;
Начальник творожного цеха – Ларичев А.Д.;
Инженер-микробиолог – Лубинская В.П.;

составила настоящий акт о нижеследующем:

В период с «09» февраля по «22» февраля 2026г., в условиях цеха по производству творога была проведена опытно-промышленная выработка творога с массовой долей жира 9,0% по ТИ к СТО 00419785-092-2026 «Творог «Джерси». ТУ» кислотнo-сычужным способом.

1. Характеристика сырья

Для выработки использовано сборное молоко коровье сырое, полученное от коров джерсейской породы (1-я лактация, стойловый период), в рацион которых была введена экспериментальная кормовая добавка на основе дрожжевого гидролизата (*Saccharomyces cerevisiae*, активность нуклеотидов не менее 92,0%). Партия сырья 1500 кг характеризовалась следующими показателями:

Массовая доля белка: 4,7%;
Массовая доля жира: 6,2%;
Сычужная проба: I класс;
Термоустойчивость по алкогольной пробе - 80°/I;
КМАФАнМ: $1,2 \times 10^5$ КОЕ/см³;

2. Технологические особенности процесса не отличались от общепринятых согласно технологической инструкции для творога, вырабатываемого кислотнo-сычужным способом.

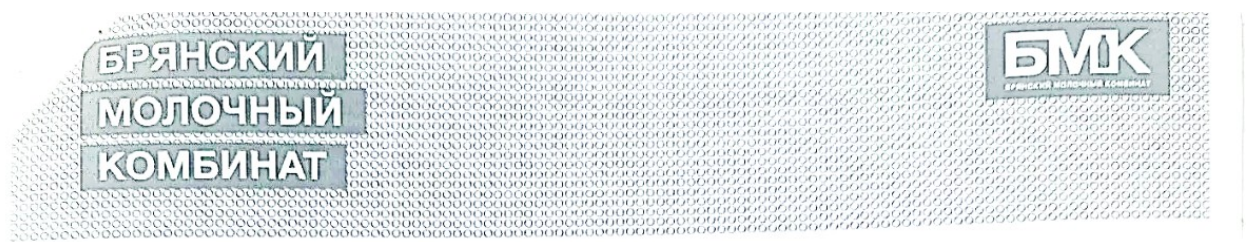
Открытое акционерное общество
«БРЯНСКИЙ МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ»
241035, Россия, Брянск, 50-я Армии 2-Б
+7 (4832) 52-74-26
E-mail: info@bmlk.ru

Joint-Stock Company
«БРЯНСКИЙ МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ»
50-Army 2b, Bryansk 241035, Russia
Tel: +7 (4832) 52-74-26
E-mail: info@bmlk.ru

Р/сч № 4070281603000000279
Брянское отделение № 6605 ПАО Сбербанк России г. Брянск
Кор. сч. № 30101810400000000601
БИК 041501601, ИНН 3232000207, КПП 325701 001
Код по ОГРН 1023201060233, по ОКПО 004 32136.



Приложение М4 (продолжение)



3. Физико-химические показатели готовой продукции

Массовая доля белка: 22,6%

Массовая доля жира: 9,0%

Массовая доля влаги: 64,5%;

Кислотность: 190°Т;

Фосфатаза: отсутствует;

БГКП в 0,01г продукта не обнаружены;

Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/г – $1,8 \cdot 10^7$;

Заключение комиссии:

Опытно-промышленная выработка подтвердила технологическую эффективность использования молока коров джерсейской породы, получаемого на фоне скормливания дрожжевого гидролизата. Технологический процесс протекал стабильно, полученный продукт полностью соответствует требованиям технического регламента таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) и СТО 00419785–092–2026 «Творог «Джерси». ТУ».

Решение:

На основании полученных положительных результатов (увеличенный выход продукта на 13,0%, улучшение структуры сгустка, консистенции продукта, уменьшение времени сквашивания) принято решение:

- Оценить положительно СТО 00419785–092–2026 «Творог «Джерси». ТУ» и установленные требования на творог, вырабатываемый из молока коров джерсейской породы.
- Включить в «План развития производства на 2026-2027г.г» возможность масштабировать производство творога из молока коров джерсейской породы, в рацион которых вводится экспериментальная кормовая добавка на основе дрожжевого гидролизата (*Saccharomyces cerevisiae*, активность нуклеотидов не менее 92,0%).

Подписи:

Генеральный директор

Заместитель генерального директора по производству

Инженер-технолог

Инженер-технолог

Начальник творожного цеха

Инженер-микробиолог

Рябцев А.Г.

Повтарь Е.Н.

Малашенко Н.А.

Прокопенко Н.Н.

Ларичев А.Д.

Лубинская В.П.

Открытое акционерное общество
«БРЯНСКИЙ МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ»
241035, Россия, Брянск, 50-й Армии 2-6
Тел: +7 (4832) 52-74-26
E-mail: info@bmk.ru

Joint-Stock Company
«BRYANSKY MOLOCHNY KOMBINAT»
50-Army 2b, Bryansk, 241035, Russia
Tel: +7 (4832) 52-74-26
E-mail: info@bmk.ru

Р/сч № 407028108080000279
Брянское отделение № 8605 ПАО Сбербанка России г. Брянск
Кор. счет № 30101810400000000000
БИК 041501601, ИНН 3232000207, КПП 325701 001.
Код по ОГРН 1023201060233, по ОКПО 001 32136.







«НАПРАВЛЕНИЯ ПРОРЫВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДОСТИЖЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ЛИДЕРСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»

МОСКВА 28 ОКТЯБРЯ 2025 ГОДА

ДИПЛОМ

ЛУЧШИЙ ПОСТЕРНЫЙ ДОКЛАД СРЕДИ АСПИРАНТОВ,
СОИСКАТЕЛЕЙ (БЕЗ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК)

I место

Серба Екатерина Владиславовна

Оценочный прогноз белкового состава молока сырьё
при использовании дрожжевой кормовой добавки
в рационах лактирующих коров



Директор, академик Галстян А.Г.





НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НИЦ ВЕСТНИК НАУКИ»

ДИПЛОМ

I - СТЕПЕНИ

ЛУЧШАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

награждается

СЕРБА ЕКАТЕРИНА ВЛАДИСЛАВОВНА

Научная работа «МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ
СЫРОГО МОЛОКА ДЖЕРСЕЙСКОЙ ПОРОДЫ КОРОВ»

по результатам Международной научно-практической конференции

«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ»

(г. Уфа, 20 сентября 2024г.)

Главный редактор
«НИЦ Вестник Науки»
к.ф.-м.н. Халиков А.Р.



НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ПЕРВЫЙ ВЕСТНИК

№ К-483-75



www.perviy-vestnik.ru







SMARTAGRO 2025

June 17-18, 2025

Videoconference • Saint Petersburg, Russia



This certificate is presented to

SERBA, EKATERINA V.

For successful participation in the
International Scientific and Practical Conference

**SMART AGRICULTURE, AGRO-
TECHNOLOGIES, AND INNOVATIONS IN
AGRIBUSINESS: FUNDAMENTAL RESEARCH,
ADVANCED TECHNOLOGIES, AND BEST
DEVELOPMENTS**

Conference Secretariat, Head



Renat O. Rustamov