

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»)

Научный руководитель:	Юрова Елена Анатольевна Кандидат технических наук
Научный консультант:	Балакирев Николай Александрович Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
Официальные оппоненты:	Лодыгин Алексей Дмитриевич Доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории пищевой и промышленной биотехнологии, заведующий кафедрой прикладной биотехнологии факультета Пищевой инженерии и биотехнологий имени академика А.Г. Храмцова ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» Соловьева Ольга Игнатьевна Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры Частной зоотехнии, института зоотехнии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Ведущая организация:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»

Защита состоится 17 декабря 2026 г. в 13 часов 00 минут на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.1.515.01 при ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» по адресу 115093, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к.7, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» <http://www.vnimi.org>.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года.

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат технических наук, доцент

Т.С. Бычкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. 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, такой 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 Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 (далее – Стратегия НТР РФ) 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 Ondarza (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 коров 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.

Работа выполнена на животноводческом комплексе СХП «Новомарковское» (ГК «Молвест») и в лаборатории «Технохимического контроля» ФГАНУ ВНИМИ. 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 скормливания дрожжевого гидролизата для животноводческих и перерабатывающих предприятий.

Степень достоверности результатов.

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 11 печатных работ, в том числе: 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 5 статей в сборниках трудов конференций и журналах РИНЦ и Белого списка; 1 программа для ЭВМ.

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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены научная новизна, практическая значимость, положения, выносимые на защиту, представлены результаты апробации и публикации, а также данные по структуре и объему диссертационной работы.

В главе 1 представлен всесторонний анализ существующих нормативных требований и научных данных, касающихся качества и безопасности молока–сырья. Рассмотрены сведения о влиянии факторов кормления и компонентного состава рациона на свойства молока, а также обобщены исследования, посвящённые использованию дрожжевых добавок в рационах коров. Сформирована теоретическая база для моделирования дизайна эксперимента.

В главе 2 изложена структура, организация, методология и схема постановки и проведения исследования (рис. 1).

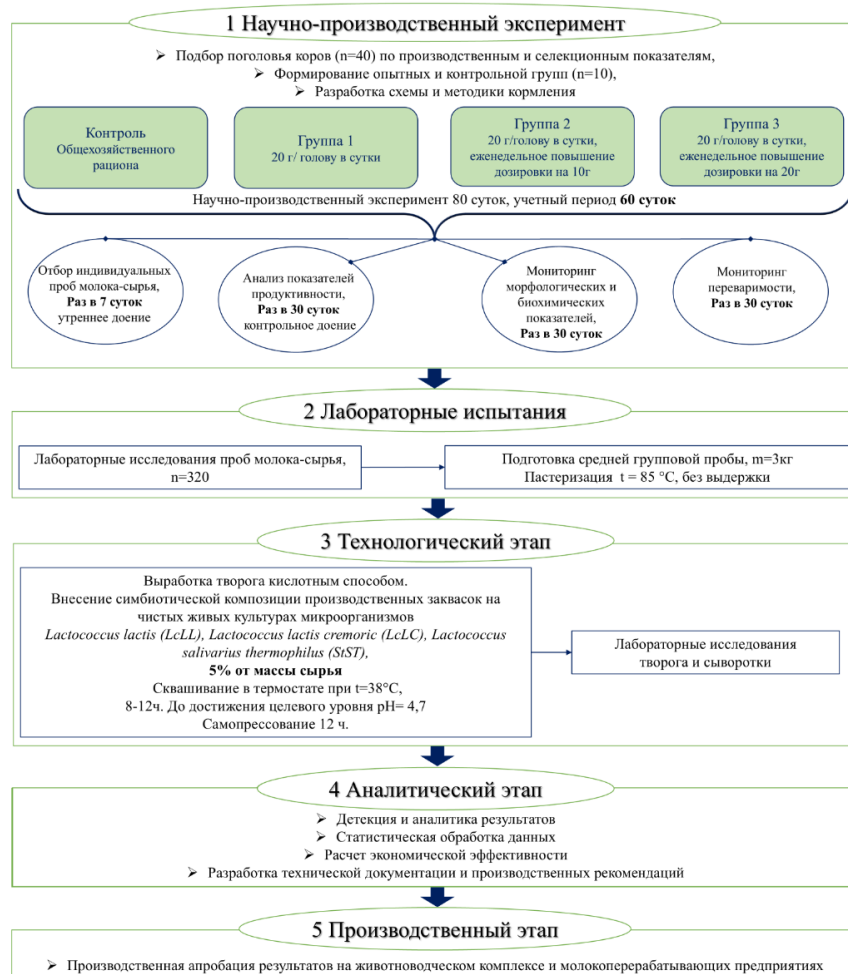


Рисунок 1 – Схема экспериментальной части исследования

Работа выполнена на животноводческом комплексе СХП «Новомарковское» (ГК «Молвест»). Для проведения опыта по принципу сбалансированных групп было отобрано 40 коров джерсейской породы. Отбор чистопородных животных проводили на основании производственных показателей: первотелки с подтвержденным статусом стельности, клинически здоровые, со средней молочной продуктивностью 18–19 кг/сут., живой массой (ЖМ) 367 ± 18 кг, в период от 110 до 150 дней лактации на момент начала исследования. Коров содержали привязным способом на общехозяйственном рационе (ОР) (табл.1).

Анализ кормосмеси проводили стандартизованными методами анализами. Для анализа ДГ (Табл.4) дополнительно применен титриметрический метод для определения степени гидролиза. 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 проводили путем сравнения фактического содержания аминокислот в белках молока со шкалой ФАО/ВОЗ.; минеральный состав (в кормах и молоке) – методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. На различных этапах работы объектами исследования явились: физиологические и производственные показатели первотельных лактирующих коров джерсейской породы, полнорационная кормосмесь, дрожжевой гидролизат, сырое молоко, а также продукт его переработки: творог. Анализ переваримости кормов проводили с помощью балансовых опытов.

Таблица 1. – 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

В рацион контрольной группы изменений не вносилось. ДГ вводили в рацион опытных групп коров в качестве постбиотической кормовой добавки с высоким уровнем питательных компонентов в биодоступной форме. ДГ скармливался индивидуально в утреннее кормление. Схема ступенчатого дозирования (табл. 2) разработана с учётом рекомендаций ГНУ «Всероссийский научно–исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса» и физиологических потребностей лактирующих коров исследуемой породы.

ДГ разработан на базе ВНИИ пищевой биотехнологии (филиал ФГБУН» ФИЦ питания) и создан методом энзиматического гидролиза хлебопекарных дрожжей

Saccharomyces cerevisiae подобранным комплексом ферментов с последующей распылительной сушкой продукта. Партия ДГ выработана в ЗАО «Биопрогресс» на базе ВНИТИБП (Моск. обл. г. Щелково) в соответствии с технической инструкцией ТИ 35-01897222-2022 без капсулирования.

Таблица 2. – Схема скормливания дрожжевого гидролизата по опытным группам

Группа	Схема кормления	Недели учетного периода эксперимента /дозирование ДГ							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Контроль	ОР	-	-	-	-	-	-	-	-
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

Анализ проб крови проводили ФГБУ «ВНИИЗЖ» (БелИЛ) фотометрическим методом с готовыми коммерческими наборами реактивов по следующим показателям: гемоглобин, альбумин, альфа–, бета–, гамма–глобулины, глюкоза, мочевины, креатинин, кальций (Са), фосфор (Р). Интерпретацию результатов проводили в соответствии с методическими указаниям по применению унифицированных биохимических методов исследования крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях: утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1982 г.

Мониторинг продуктивности проводился ежемесячно до вывода коров в сухостойный период. Анализ проб сырого молока (отбор раз в 7 суток) и выработанных из него образцов творога проводили в лаборатории Технохимического контроля ФГАНУ «ВНИМИ» стандартизованными методами. 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 $38 \pm 2^\circ\text{C}$ до достижения целевого pH 4,7.

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

В главе 3 описаны результаты исследования, в рамках которого первым этапом был проведен научно–производственный опыт в СХП «Новомарковское» Кантемировского района, Воронежской области с октября по декабрь 2024, на поголовье джерсейских коров молочнотоварной фермы. **На первом этапе** эксперимента были исследованы производственные и физиологические показатели поголовья в динамике. На рисунке 2 представлены данные отслеживания продуктивности в учетный период исследования и до завершения лактации.

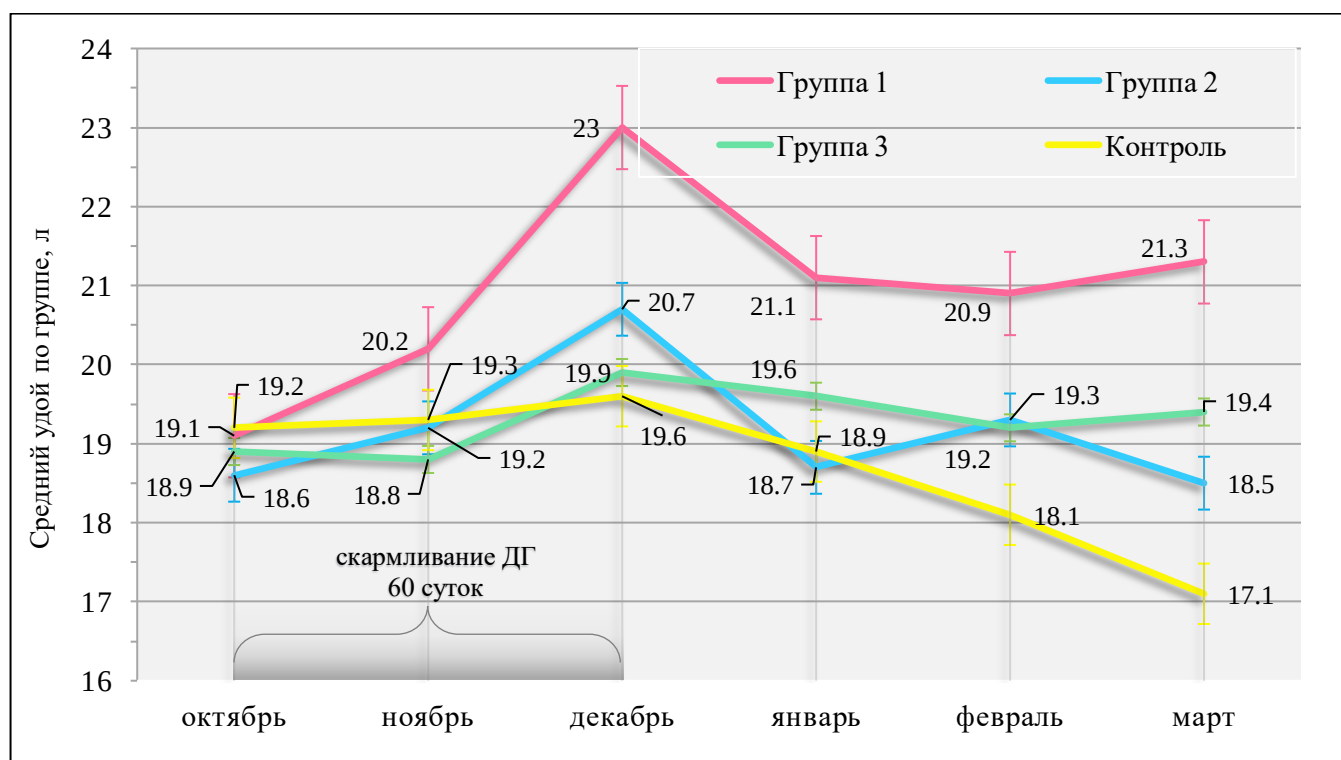


Рисунок 2 – Динамика продуктивности контрольной и опытных групп коров с учетом стандартного отклонения

В период применения ДГ удой коров 1-й группы увеличился с 19,1 до 23,0 л (60-е сутки), что соответствует приросту 20,4 %. Суммарный надой за эксперимент составил 1256 л, что на 12,04 % (135 л) выше контроля. После отмены ДГ отмечено снижение удоя, однако уровень мартовской продуктивности оставался выше исходного на 11,5 %. Во 2-й и 3-й группах также зафиксирован рост удоев к 60 суткам наблюдений (до 20,7 л и 19,9 л соответственно).

Наибольший валовой удой за лактацию получен от коров получавших 20г ДГ на голову в сутки (табл. 3) – 64 025 кг, что на 7 532 кг, что на 13,3 % превышает показатель контрольной группы (56 493 кг). Данная схема скормливания ДГ обеспечила наибольшую реализацию продуктивного потенциала животных, однако стабильность полученных данных ниже, чем в других опытных группах. Коровы, получавшие ДГ по схеме от 20 до 80 г/гол/сут., продемонстрировали валовой удой 58 981 кг, превышающий показатели продуктивности контрольной группы на 2 488 кг (4,4 %).

Таблица 3 – Валовая продуктивность опытных (1,2,3) и контрольной групп коров за лактацию с учетом средних показателей МДЖ и МДБ $^{**}(p < 0,01)$

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

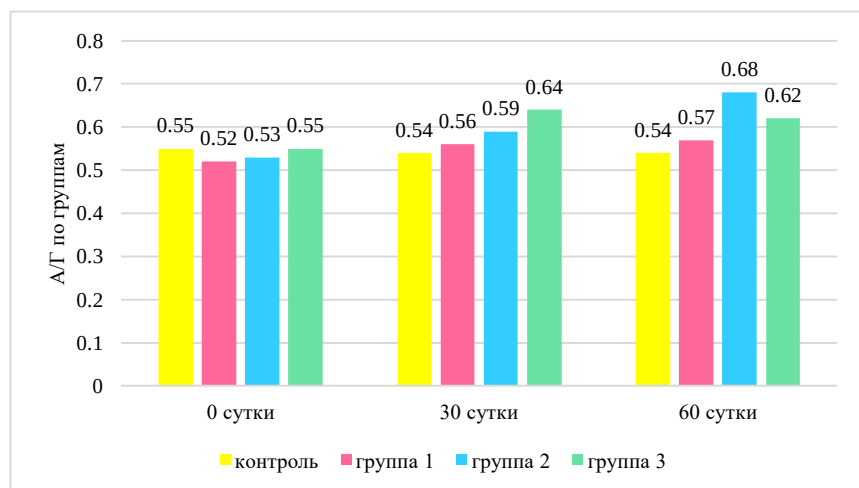


Рисунок 3 – Изменение альбумин-глобулинового соотношения в крови групп коров на 0, 30 и 60 сутки скормливания ДГ

Примечание: внутри групп $SD < 0,11$

В сыворотке крови снизились гамма-глобулины на 16,3 – 20,7%, что указывает на снижение иммунной нагрузки. Соотношение альбумина к глобулинам имело положительную динамику во всех опытных группах, особенно со ступенчатой схемой дозирования от 20 до 80 г/гол/сутки: (0,53→0,59→0,68), т.е. для данного показателя это наиболее благоприятный эффект (рис.4).

Уровень альбуминов в сыворотке крови коров опытных групп повысился относительно начала эксперимента: на 4,2% в 1 группе (от $34,5 \pm 1,8$ до $36,1 \pm 1,9$), на 11,4 % во 2 группе (от $35,2 \pm 4,5$ до $39,2 \pm 4,8$), на 11,0% в 3 группе (от $35,3 \pm 2,8$ до $39,2 \pm 4,8$), а в контрольной понизился на 3,5%. Эти изменения свидетельствуют о положительном влиянии ДГ на синтетическую функцию печени и белковый обмен.

Введение ДГ вызывало кратковременный подъём уровня мочевины при ступенчатых схемах скормливания (до 7,81 и 7,75 ммоль/л к 30 суткам, соответственно), после чего, к 60 суткам отмечено существенное снижение концентрации до 5,28–5,85 ммоль/л, что отражает улучшенную утилизацию азота.

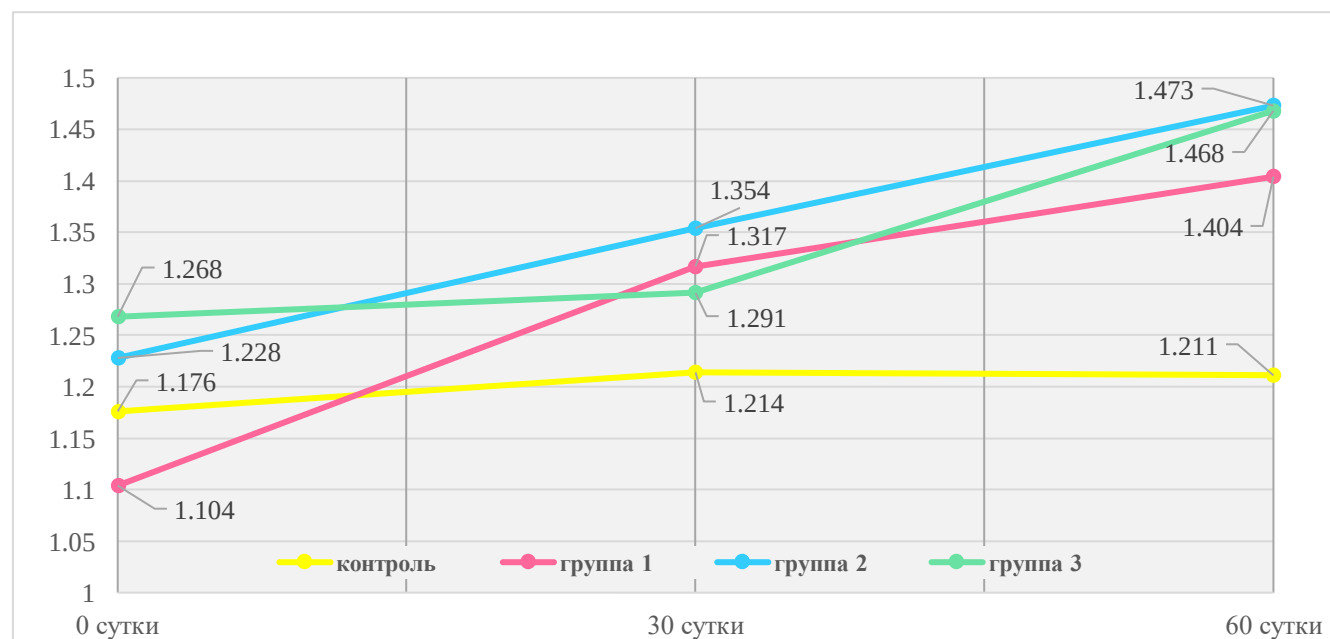


Рисунок 4 – Динамика изменений соотношения Са и Р в крови коров в течение 60 дней по группам

Примечание: Гомогенность выборок оценивали по стандартной ошибке (SE), $< 0,05$. стандартному отклонению (SD) $< 0,18$ для показателя Са:Р

Еще одним эффектом применения ДГ стало увеличение кальций–фосфорного соотношения (рис.4), которое достигло +16,0% при фиксированной дозировке, +21,6% при схеме от 20 до 80 г/гол/сут., и +21,2% при схеме от 20 до 140 г/гол/сут., соответственно. По сравнению с контрольной группой наибольший рост соотношения Са/Р отмечен при схеме от 20 до 80 г/гол/сут, 21,63 %. Различный характер динамических кривых отражает неодинаковую 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.

Для 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.4).

Таблица 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*

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

К 60-м суткам коэффициенты переваримости питательных веществ достоверно превысили контроль на 2,2–4,9 п.п. при дозировке от 20 до 80 г/гол/сут., что свидетельствует об активизации целлюлолитической и протеолитической

микрофлоры рубца. Балансовый опыт выявил дозозависимое снижение потерь азота с калом (на 7,85–9,32 % в группах 2 и 3), однако эффективность его использования различалась: в группе 1 повышенный выход азота с молоком сопровождался отрицательным балансом и, следовательно, мобилизацией тканевых белков. В группе 2 достоверно положительный баланс азота (+6,43 г, $p < 0,01$).

На втором этапе научно-производственного опыта, был проведен комплекс лабораторных испытаний сырого молока, полученного от испытуемого поголовья коров. Анализы активной кислотности pH, титруемой кислотности, соответствовали нормальным показателям для сырого молока высшего сорта в соответствии с ГОСТ Р 52054-2023. Уровень соматических клеток постоянно находился в норме от 180000 до 230000 кл/мл с единичными выпадками до 270000 кл/мл.

Оценка изменений МДЖ в молоке коров в течение 8-ми недель эксперимента показала статистически значимое пролонгированное влияние ДГ на этот показатель в молоке всех опытных групп коров с 14 по 60 сутки учетного периода (рис. 5).

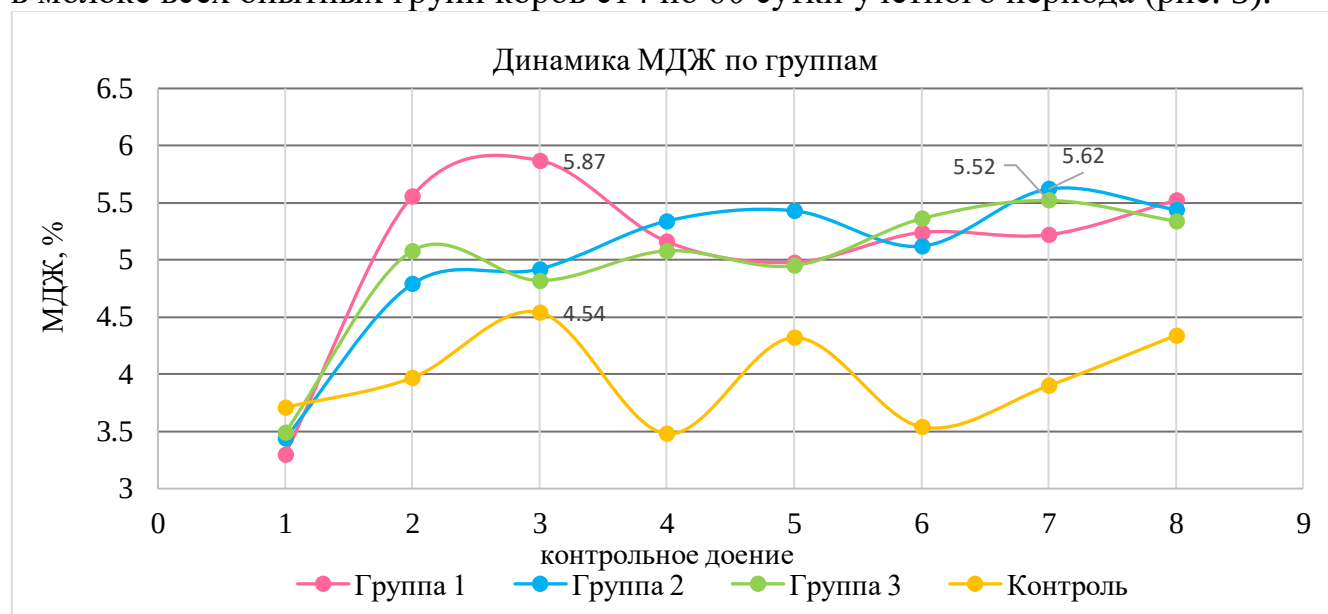


Рисунок 5 – Динамика фактических изменений МДЖ по группам, %

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 %.

В жирнокислотном составе (ЖКС) молока всех опытных групп отмечено достоверное увеличение суммы короткоцепочечных насыщенных жирных кислот на 11,4–19,6 % к контролю на 60-е сутки и снижение суммы стеариновой и олеиновой кислот (на 11,4–19,3 %) при стабильном уровне пальмитиновой кислоты, что формирует благоприятный для маслоделия профиль молочного жира. Наиболее сбалансированный эффект по совокупности показателей МДЖ и ЖКС достигнут при дозировке 20 г/гол/сут., однако колебания показателей при схеме от 20 до 80 г/гол/сут. более прогнозируемые и стабильные, что может быть критично для производственных задач.

В свою очередь, не было зафиксировано статистически значимых изменений массовой доли белка (МДБ). Данные, представленные на рисунке 6,

свидетельствуют о корреляции между удоем и МДБ, что подтверждается амплитудой колебаний показателей при фиксированной дозировке 20 г/гол/сут.

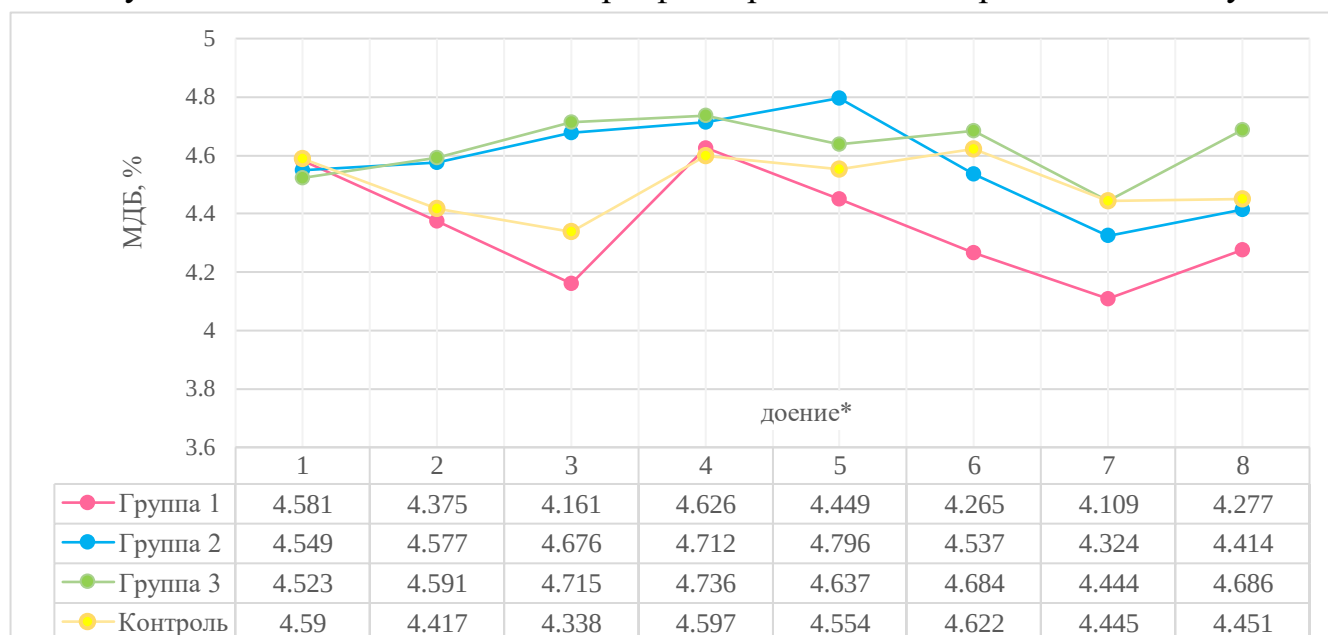


Рисунок 6 - Динамика МДБ по группам (1-8 доение)

*CV % гр. 1 – 4,0, гр. 2 – 3,3, гр. 3. – 2,2, Контроль – 2,6

Во всех опытных группах МДЖ/МДБ находится в диапазоне 1,08–1,17, тогда как в контроле оно ниже единицы (0,87), что может указывать на метаболический дисбаланс, в первую очередь на риск ацидоза рубца. Изменения в опытных группах отражают повышение МДЖ под действием ДГ при относительно стабильном уровне белка. Наиболее интенсивный рост отмечен при схеме от 20 до 80 г/гол/сут.,

Средний уровень мочевины в опытных группах снизился сильнее, чем в контроле (табл. 5): 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.

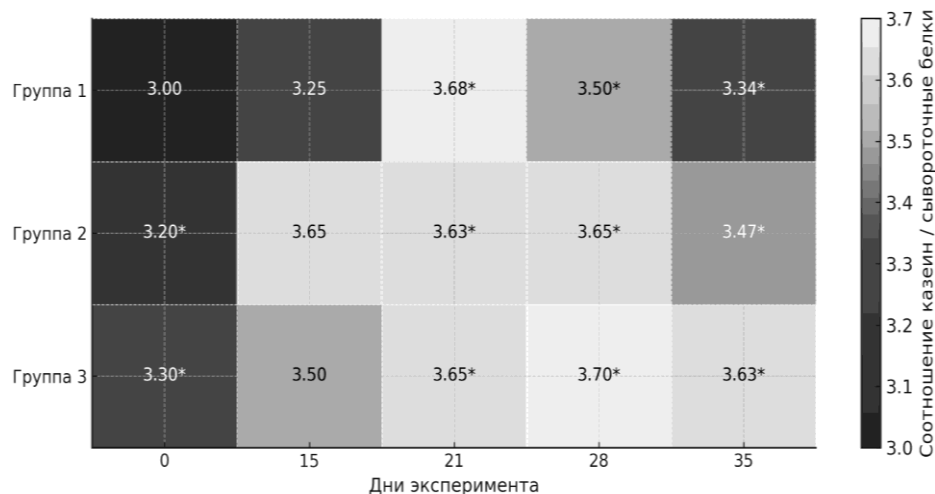
Таблица 5 – изменение концентрации мочевины в молоке опытных и контрольной групп

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

* $p < 0,05$. Примечание: Статистическая ошибка среднего (SE) по группе ($n=10$) варьирует от $\pm 1,8$ до $\pm 3,1$ мг/100 мл и составляет в среднем $\pm 2,5$ мг/100 мл. В таблице значения округлены до 0,01 мг/100 мл, что соответствует чувствительности метода.

Отмечено более эффективное использование азота и лучшую метаболическую устойчивость животных опытных групп по сравнению с контролем.

Важным критерием оценки биологической полноценности белка являлись изменения фракционного состава белка (рисунок 7). Соотношение казеин/сывороточные белки (К/СБ) во всех опытных группах демонстрирует устойчивый рост в ходе эксперимента.



Повышение соотношения К/СБ до 3.6–3.7 соответствует содержанию казеина около 78,3–78,7%, что свидетельствует об улучшении технологических свойств молока и более эффективном использовании азота организмом коров. Уменьшение доли сывороточных белков до 21,3–21,7% отражает изменение синтеза в пользу структурных белков – казеинов, что характерно для коров с оптимальным метаболическим состоянием и сбалансированным рационом.

Рисунок 7 – Изменения Соотношения К/СБ по группам относительно контрольных показателей

Анализ белкового профиля сырого молока показал, что применение ДГ вызывает перераспределение фракционного состава белка в пользу казеиновой фракции при достоверном снижении концентрации β -лактоглобулина и стабильном уровне сывороточного альбумина. Во всех опытных группах зафиксирован рост абсолютного содержания α 1-, α 2-, β - и к-казеинов, наиболее выраженный при дозировании от 20 до 140 г/гол/сут.: общий казеин вырос на 8,0 %, β -казеин – на 12,8 % (с 14,1 до 15,9 г/л), к-казеин – на 25,5 % (до 5,9 г/л) при казеиновом числе 83,5 %.

Ступенчатая доза от 20 до 80 г/гол/сут способствовала формированию наиболее сбалансированного профиля с приростом к-казеина до 5,2 г/л и казеиновым числом 82,9 %, что делает данную схему технологически предпочтительной. Перераспределение в пользу казеиновой фракции и снижение β -лактоглобулина перспективны для повышения термоустойчивости молока и производства молочных продуктов с пониженной аллергенностью.

Проведённое исследование динамики аминокислотного состава молока в период 0–30–60 суток эксперимента позволило выявить выраженные межгрупповые различия в биологической ценности молочного белка. Был проведён расчёт аминокислотного счёта (АКС), сумм незаменимых (НЗА) и заменимых (ЗА) аминокислот, а также их соотношения и доли в контрольные точки эксперимента (табл. 6)

При дозировке 20 г/гол/сутки наблюдалось наиболее выраженное уменьшение АКС – на 10,9% относительно исходных значений. Установлено 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%.

Таблица 6 – Анализ биологической ценности белка в молоке испытуемых коров

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

При схеме 20-80 г/гол/сут., установлено значимое повышение биологической ценности белка: АКС увеличился на 19,3%, коэффициент НЗА:ЗА вырос с 0,84 до 0,93, а доля НЗА – на 2,77 п.п. Рост концентрации лизина на 1,27% и стабилизация триптофана, наряду с увеличением суммы НЗА на 106,3 мг/100 г, указывают на улучшение аминокислотного профиля.

Проведенные исследования качественных показателей молочного белка подтвердили роль ДГ в качестве активной кормовой добавки, способной гармонизировать обмен азота, оптимизировать использование нутриентов рубцовой микробиотой и повысить продуктивность животных без увеличения метаболической нагрузки.

По результатам анализа минерального состава молока выявлены закономерные физиологические изменения. В опытных группах отмечался

ожидаемый прирост концентраций Ca, P, Mg и K, наиболее значительный в группе 3 (Ca +32,6%, K +33,2%). Соотношение Ca:P сохранялось в физиологическом диапазоне 1.2–1.5, что соответствует норме усиленной мобилизации кальция в молочную железу (табл. 7).

Таблица 7 – 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 $SE = SD/\sqrt{n}$, $n = 10$.

У опытных групп коров, получавших ДГ по ступенчатым схемам, зафиксировано закономерное повышение минеральной насыщенности молока и сохранение стабильных соотношений Ca:P и K:Na, в то время как в 1 и контрольной группах отмечены признаки дисбаланса и большой вариабельности кальций-фосфорного соотношения.

На 3 этапе исследований была проведена экспериментальная выработка творога из нативного молочного сырья опытных и контрольной групп коров.

Установлено, что молоко, полученное от коров группы 2, обладает наилучшими технологическими свойствами: максимальный выход творога с 1 кг молока (285±12г), наименьшая влажность (68,5±0,18%) и наибольшее содержание жира (9,9±0,05%) (табл. 8). Ключевым показателем является максимальный коэффициент перехода белка (82,8%), что свидетельствует о высоком выходе казеина и минимальных потерях сывороточных белков, формировании плотного, хорошо обезвоживающегося сгустка (рис. 9).

Технологическим преимуществом молока коров 2 группы стало минимальное время сквашивания (рис. 8) до целевого уровня кислотности (pH 4.7–4.75), произошедшее за 9 часов ± 15 минут.

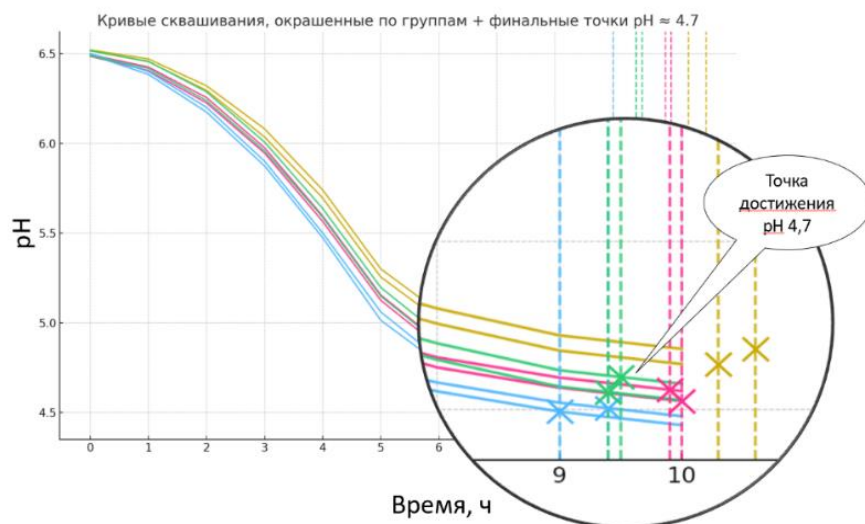


Рисунок 8 – Временные кривые сквашивания

Таблица 8 – Характеристика выработанных образцов творога

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



Рисунок 9 - Внешний вид готового сгустка

Завершающим этапом оценки технологических свойств молока джерсейских коров явился анализ сыворотки (табл. 9), полученной при выработке творога кислотным способом.

Таблица 9 – Оценка физико-химических показателей творожной сыворотки.

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

Таким образом, схема скормливания ДГ, примененная в группе 2 (20 г/гол/сутки с еженедельным увеличением на 10 г), оказала наиболее эффективное влияние на технологические качества сырого молока коров джерсейской породы для производства творога., обеспечив прирост выхода продукта на 22,3%. Фиксированная доза ДГ 20 г/гол/сут. рекомендована как базовая; доза ДГ от 100 до 140 г/сут технологически нецелесообразна в силу комплекса качественных изменений сырья, спровоцированных повышенными дозами ДГ и экономической необоснованностью затрат.

Экономическая эффективность. Экономическое обоснование выполнено на двух уровнях – для животноводческого комплекса и для молокоперерабатывающего завода. Стоимость 1 кг ДГ – 560 руб. При базовой себестоимости содержания коровы 850 руб/сут затраты на добавку (20–80 г/гол/сут) составляют 11,2–44,8 руб/гол/сут, или 448–1792 руб за 40-дневный курс (1,3–5,3 % общих затрат). К 60-м суткам дневная прибыль в опытных группах достигает 189,5–419,6 руб против 151,1 руб в контроле, рентабельность возрастает с 17,8 % до 20,4–48,6 %. Важно учитывать добавленную стоимость на сырое молоко с повышенными нутритивными свойствами в соответствии с разработанной документацией.

Экономическая эффективность для завода рассчитана с учетом следующих факторов: выход творога из 1 кг молока увеличивается с 233 до 258–285 г. При закупочной цене творога МДЖ 9 % 390 руб/кг это даёт дополнительную прибыль 18 807–40 010 руб на 1 корову за 60 сут, а рентабельность переработки возрастает с 46,3 % до 64,3–93,6 %. Интегральный экономический эффект для стада из 100 джерсейских коров при направленной переработке молока на творог составляет около 2,7 млн руб за 40-дневный курс (при пересчёте с 60-суточного периода по группе 2).

Полученные результаты были подтверждены в ходе двухуровневой **производственной апробации** на животноводческом комплексе и на молокоперерабатывающем заводе. Апробация разработанной схемы скормливания ДГ (20 → 80 г/гол/сут с шагом 10 г/гол/сут, учётный период 40 суток) проведена в СХП «Новомарковское» на двух группах коров джерсейской породы по 60 голов (n = 120).

Валовой удой в группе за 40 суток вырос на 11 741 кг, МДЖ – на 17,17 % (0,85 п.п.), Са – на 16,2 %; МДБ сохранилась на фоне роста удоя.

Технологические свойства молока апробированы в ОАО «Брянский молочный комбинат»: выработан творог с МДЖ 9,0 % по СТО 00419785-092-2026. Готовая продукция соответствовала всем требованиям (МДБ 22,6 %; МДЖ 9,0 %; МДВ 64,5 %; Са 173 мг%; кислотность 190 °Т; КМАФАнМ $1,8 \times 10^7$ КОЕ/г), процесс сквашивания ускорен на 7,8 %. Внедрение СТО «Молоко сырое коровье "Премиум" ТУ» проведено в ООО «Жуковское молоко» и АО «Вимм-Билль-Данн». Апробация подтвердила эффективность схемы скормливания ДГ на двух уровнях производства молочной продукции.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Обоснована необходимость комплексного исследования, связывающего применение дрожжевого гидролизата (ДГ) с изучением нутритивного состава и технологических свойств молока коров джерсейской породы для производства продукции с повышенными нутритивными свойствами.

2. Разработана и апробирована методика научно-производственного опыта на 40 первотельных коровах джерсейской породы ($n = 10$ в группе) с четырьмя схемами кормления: контроль, фиксированная доза ДГ 20 г/гол/сут, ступенчатая 20 → 80 г/гол/сут и ступенчатая 20 → 140 г/гол/сут. Продолжительность – 80 суток (60 суток учётного периода), с отбором проб на 0, 30 и 60-е сутки и статистической обработкой. Это обеспечило методическую корректность, воспроизводимость и достоверность всех последующих результатов работы.

3. Установлено положительное влияние ДГ на продуктивность и метаболический статус: альбумин-глобулиновое соотношение выросло с 0,53 до 0,68; мочевины снизилась на 19,4–30,1 %; Са/Р в крови – на 19,3–21,6 %. Фиксированная доза 20 г/гол/сут обеспечила рост суточного удоя на 20,4 % и валового – на 13,3 %. Переваримость сухого вещества достигла 66,2 %, сырого протеина – 70,0 %, сырой клетчатки – 56,7 %; при дозе 20–80 г/гол/сут выявлена положительная ретенция азота (+6,43 г/гол/сут). Доказана эффективность использования ДГ для лактирующих джерсейских коров в качестве стимулирующей метаболической добавки.

4. Установлена направленная коррекция нутритивного состава молока: максимальная МДЖ – 5,09 % (+27,1 %) при дозе 20 г/гол/сут; при 20–80 г/гол/сут – максимальный прирост β -казеина (+7,7 %) и κ -казеина (+8,3 %), аминокислотный скор вырос на 19,3 %, Са – до 1804,7–1954,1 мг/кг при минимальной вариабельности Са/Р (4,1 %). Это позволило выявить оптимальную схему дозирования ДГ, обеспечивающую максимальное улучшение качества молока без метаболических нарушений.

5. Показано влияние свойств молока опытных групп на выработку творога: при схеме 20–80 г/гол/сут время сквашивания сократилось на 12,6 %, улучшились свойства сгустка, выход творога вырос на 22,3 %, улучшены свойства творожной сыворотки. Обоснована технологическая пригодность молока, полученного при оптимальной схеме скормливания ДГ, для производства высококачественных кисломолочных продуктов.

6. Доказана экономическая эффективность применения ДГ для животноводческих и молокоперерабатывающих предприятий: ступенчатая схема 20–80 г/гол/сут обеспечивает чистый доход около 2,7 млн рублей со стада в 100 коров за 40-дневный курс.

7. Разработаны и внедрены практические рекомендации и нормативные документы: программа для ЭВМ № 2025689126, патент (заявка № 2026118835), СТО № 00419785-089-2025 «Молоко сырое коровье "Премиум" ТУ» и СТО 00419785-092-2026 «Творог "Джерси" ТУ».

Список трудов, опубликованных по материалам диссертации

Статьи в журналах перечня ВАК, относящихся к категории К1–К2:

1. **Серба, Е. В.** Влияние зоотехнических факторов на белковый состав сырого коровьего молока / Е. В. Серба, Е. А. Юрова // Аграрная наука. – 2024. – № 10. – С. 192–200. – DOI 10.32634/0869–8155–2024–387–10–192–200.
2. Серба, Е.М. Биологически активные добавки для животных на основе конверсии вторичных биоресурсов микробного происхождения / Е. М. Серба, М. Б. Оверченко, Л. В. Римарева, М.А. Фролова, А.И. Албулов, С.А. Гринь, **Е.В. Серба**// Ветеринария и кормление. – 2019. – № 5. – С. 22–24. – DOI 10.30917/АТТ–VK–1814–9588–2019–5–7.
3. **Серба, Е. В.** Влияние качественных показателей цельного молока коров джерсейской породы на технологические аспекты производства творога / **Е. В. Серба**, И. А. Барковская // Пищевая промышленность. – 2025. – № 11. – С. 36–40. – DOI 10.52653/PPI.2025.11.11.005.
4. Петров, А. Н. Гидролизат дрожжевой биомассы в питании лактирующих коров: влияние на продуктивность / А. Н. Петров, **Е. В. Серба**, Е. А. Юрова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2026. – № 1. – С. 30–44. – DOI 10.7868/S3034582026010036. – EDN NUZJTM.
5. Юрова Е.А. Комплексная характеристика белкового профиля и нутритивной ценности белка молока коров джерсейской породы с применением методов протеомики / Е. А. Юрова, Н. А. Жижин, **Е. В. Серба**, В. Л. Иванова // Пищевая промышленность. – 2026. – № 4. – С. 12–17. – DOI 10.52653/PPI.2026.4.4.002. – EDN ASWRRX.
6. Балакирев Н.А. Влияние дрожжевого гидролизата на жирно-кислотный состав и индекс атерогенности молока коров джерсейской породы /Н.А. Балакирев, Е.А. Юрова, **Е.В. Серба** // Ветеринария, зоотехния, биотехнология. 2026. №8. С.107–121. DOI 10.36871/vet.zoo.bio. 202608112

Публикации в материалах конференций и журналах, индексируемых в РИНЦ

1. Балакирев, Н.А. Дрожжевые компоненты в кормлении лактирующих коров: обзор предметного поля / Н.А. Балакирев, Е.А. Юрова, **Е.В. Серба** // FOOD METAENGINEERING. 2026;4(3).
2. **Серба, Е. В.** Минеральный состав сырого молока джерсейской породы коров / Е. В. Серба // Фундаментальные и прикладные научные исследования в современном мире : Сборник научных статей по материалам V Международной научно–практической конференции, Уфа, 20 сентября 2024 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно–издательский центр "Вестник науки", 2024. – С. 157–162.
3. **Серба, Е.В.** Биотехнологические процессы получения кормовых добавок на основе дрожжей / Е. В. Серба, Е. Р. Крючкова, Е. Н. Соколова, Е. М. Серба // Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов : материалы Международной научно–практической конференции молодых ученых,

Лосино–Петровский, 27–28 октября 2022 года. – Лосино–Петровский: Б. и., 2022. – С. 226–233. – DOI 10.47804/9785899040313_2022_222.

4. **Серба, Е.В.** Оценка эффективности ступенчатого скармливания гидролизата дрожжевой биомассы в рационе лактирующих коров / Е.В. Серба, Е.Н. Дёмина// Устойчивое технологическое развитие аграрно–пищевых систем – гарантия продовольственной безопасности: сб. материалов Междунар. науч.–практ. конф., Волгоград, 19–20 июня 2025 г. / Под общ. ред. ак. РАН И.Ф. Горлова [Электронный ресурс]. – Москва: Сфера, 2025. – 181–185 с. – ISBN 978–5–00186–220–8.

5. Программа для оптимизации кормления лактирующих коров / **Е. В. Серба**, В. К. Семипятный, Е. А. Юрова // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025689126, 24.10.2025 г.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ДГ – дрожжевой гидролизат

СР – стандартный рацион

СВ – сухое вещество

СП – сырой протеин

СК – сырая клетчатка

НДК – нейтрально-детергентная клетчатка

КДК – кислотно-детергентная клетчатка

СЖ – сырой жир

ОЭ – обменная энергия

АК – аминокислоты

АКС – аминокислотный скор

НЗА – незаменимые аминокислоты

ЗА – заменимые аминокислоты

МДЖ – массовая доля жира

МДБ – массовая доля белка

НБА – небелковый азот

КВ – коэффициент вариации

ИСЛ – индекс стабильности лактации

ИИМП – интегральный индекс минеральной полноценности

ИСЛ – индекс стабильности лактации

$M \pm m$ – среднее арифметическое значение и его стандартная ошибка