

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»

УДК 636.2 : 636.085.22 : 633.367.3

На правах рукописи

Кондобарова Валерия Николаевна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО
БЕЗАЛКАЛОИДНОГО СОРТА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ
ТЕЛОЧЕК**

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Буряков Н. П.

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Обзор литературы.....	11
1.1. Физиологические особенности пищеварения телят	11
1.2. Основные источники белка в рецептах комбикормов для ремонтного молодняка крупного рогатого скота.....	24
1.3. Люпин кормовой	32
Заключение по обзору литературы.....	47
2. Методика и материал исследований	49
2.1. Цель и задачи исследования.....	49
2.2. Характеристика объекта исследования и условия проведения эксперимента	50
3. Результаты исследований.....	61
3.1. Научно-хозяйственный опыт.....	61
3.1.1. Анализ суточного рациона телочек до 2-месячного возраста	61
3.1.2. Анализ суточного рациона телочек в возрасте от 3 до 6 месяцев	63
3.1.3. Эффективность использования кормов рациона телочками	66
3.1.4. Биохимические показатели крови телочек	70
3.1.5. Морфологический анализ крови телочек	73
3.1.6.1. Исследования рубцовой жидкости телочек	78
3.1.6.1. Популяционный состав микробиома рубца телочек	78
3.1.6.2. Характеристика рубцового пищеварения телочек	85
3.2. Физиологический опыт	94
3.2.1. Анализ рационов кормления телочек.....	94

3.2.2. Переваримость питательных веществ рационов телочек	95
3.3. Экономическая эффективность использования бобов люпина белого в комбикормах для телочек.....	100
3.4. Производственная проверка	106
3.5. Обсуждение результатов исследования	110
Заключение	130
Предложения производству.....	133
Перспективы дальнейшей разработки темы	134
Библиографический список.....	135
Приложения	161

Введение

Актуальность исследования. Эффективность и устойчивое развитие скотоводства в значительной степени определяются качеством выращиваемого молодняка. Физиологическое состояние и здоровье ремонтных телок является ключевым фактором, поскольку именно оно предопределяет способность будущего поголовья в полной мере реализовать свой генетический потенциал и обеспечить высокий уровень молочной продуктивности [20, 85, 157].

Для формирования пищеварительной системы новорожденных телят, которая в первые недели жизни функционирует по типу желудочно-кишечного тракта моногастричных, в рационы кормления включают престартерные, а затем и стартерные комбикорма. Раннее включение концентрированных кормов в рацион молодняка жвачных животных стимулирует ускоренные морфологические изменения всей системы пищеварения: преджелудков, сычуга и кишечника. Структура рациона ремонтного молодняка и качество кормов в него входящих – фундамент здорового и физиологичного перехода от моногастричного к полигастричному типу пищеварения [15, 75, 96, 112, 142, 156, 160].

Рецепты концентрированных комбикормов для молодняка жвачных базируются на зерне кукурузы, ячменя, овса, а в качестве источника белка, как правило, используют дорогостоящую сою и продукты ее переработки. Поскольку производство максимального количества продукции при минимальных затратах является одной из основополагающих целей сельскохозяйственного производства, поиск альтернативных и при этом дешевых источников кормового белка является актуальным. При развитии в стране животноводстве особенно острым данный вопрос становится в условиях дефицита высокобелковой растительной продукции, поскольку для обеспечения продовольственной безопасности и производства продуктов животноводства необходимо производить достаточное количество качественных кормов [21, 22, 32, 80, 96, 172].

Альтернативой дорогостоящей сое является люпин белый, который по содержанию протеина и аминокислотному профилю сопоставим с белками сои. Более 10 лет сдерживающим фактором широкого применения люпина в рационах

кормления сельскохозяйственных животных является наличие в бобах антипитательных горьких веществ – алкалоидов. Результатом многолетней селекционной работы ученых Лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева стало создание двух новых безалкалоидных сортов – «Тимирязевский» и «Гана» (содержание сырого протеина 35-40%, сырого жира – 9-12%) [5, 16, 19, 32, 37, 38, 89, 126, 128, 174, 192].

В связи с этим данное исследование актуально, характеризуется научной и практической значимостью, потому как направлено на изучение эффективности использования бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикормах для ремонтных телочек.

Степень разработанности темы. Дефицит высокобелковых кормов делает актуальным поиск новых нетрадиционных кормовых культур. Отечественные и зарубежные ученые, такие как В. Ф. Радчиков, Р. В. Некрасов, В.С. Зотеев, Буряков Н.П., Прохоров О.Е., Алешин Д. Е., Артюхов А. И., Харитонов Е. Л., Вуевский Н. О, Кот А. Н., Бобкова Г.Н., Гатаулина Г. Г. и другие изучают эффективность использования нетрадиционных белковых компонентов в рационах кормления сельскохозяйственных животных.

Цель и задачи исследований. Цель исследований: повышение эффективности выращивания ремонтных телочек при включении разного уровня экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» в комбикорма.

Согласно поставленной цели сформулированы **задачи**:

1. Разработать рецепты комбикормов с разным уровнем ввода экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта для телочек молочного и послемолочного периодов;
2. Изучить зоотехнические показатели: живую массу, среднесуточные приросты, сохранность, затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы в возрасте 2 и 6 месяцев;

3. Установить влияние используемого компонента и разного уровня его ввода на биохимический и морфологический состав крови подопытных животных в возрасте 14 суток, 2 и 6 месяцев;

4. Изучить видовой состав и количество микробиоты рубца, уровень рубцового пищеварения, установить общее количество и соотношение ЛЖК в рубцовом содержимом подопытных животных, в возрасте 2 и 6 месяцев;

5. Оценить переваримость питательных веществ и баланс азота у ремонтных телочек в 2 и 6 месяцев при включении разного уровня бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикорма;

6. Определить рациональный уровень введения бобов люпина белого безалкалоидных сортов в престартерные и стартерные комбикорма для телочек;

7. Рассчитать экономическую эффективность и провести производственные проверки эффективности включения в престартерные и стартерные комбикорма рационального уровня бобов люпина белого безалкалоидного сорта.

Научная новизна исследований. Впервые были произведены и комплексно оценены престартерные и стартерные комбикорма для телочек с разным уровнем ввода экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский».

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования по введению в престартерные и стартерные комбикорма бобов люпина белого безалкалоидного сорта отражают теоретическую и практическую значимость полноценного и сбалансированного кормления молодняка жвачных. Установлено положительное влияние разного уровня бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» в составе комбикормов на приросты живой массы ремонтных телочек и экономическую эффективность при внедрении в производство. Был определен оптимальный уровень ввода в престартерные и стартерные комбикорма экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта взамен других белковых кормов.

Методология и методы исследований. Изучение зоотехнических показателей телочек проводили на основе положений, изложенных в работах отечественных и зарубежных исследователей в области кормления молодняка крупного рогатого скота. Практические исследования проведены в соответствии со стандартными методами и действующими нормами. При выполнении диссертационной работы применяли как традиционные общепринятые методы анализа, так и специальные узкоспециализированные методики. При выполнении диссертации использованы также монографические, зоотехнические, биологические, физиологические, биохимические, физико-химические, экономико-математические, статистические и расчётные методы, которые позволили получить объективные и достоверные результаты научно-хозяйственного и физиологического опытов. Применяемые методики исследования подробно приведены в разделе «Материалы и методы исследований» диссертации.

Положения, выносимые на защиту. На основании проведённых комплексных исследований на защиту вынесены следующие положения:

1. Введение в рецепты комбикормов экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта способствует повышению абсолютных и среднесуточных приростов живой массы телочек молочного и послемолочного периодов выращивания.

2. Использование бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикормах для телочек увеличивает ретенцию азота корма.

3. Введение бобов люпина белого безалкалоидных сортов в комбикорма для телочек оказало благоприятный эффект на физиологическое развитие рубца, стабилизацию в нем ферментации, видовой состав микробиоты рубца животных в возрасте 2 и 6 месяцев.

4. Скармливание комбикормов с бобами люпина белого безалкалоидного сорта повышает использование питательных веществ и азота рационов телочек молочного и послемолочного периодов выращивания.

5. Применение в рецептах комбикормов для телочек бобов люпина белого безалкалоидных сортов взамен бобов сои повышает рентабельность выращивания ремонтных телочек.

Степень достоверности результатов. При проведении научно-хозяйственного опыта получено достаточное количество материала, который обработан с помощью программного комплекса пакета статистического анализа Microsoft Office и достоверно подтвержден полнотой рассмотрения предмета исследований в процессе работы. Заключение, выводы и рекомендации производству обоснованы данными, которые представлены в таблицах, рисунках и приложениях диссертации. Достоверность материалов и практическая значимость работы для народного хозяйства подтверждены актами производственной проверки и внедрения в производство, а также широкой апробацией материалов диссертации на научных мероприятиях.

Положения диссертации рассмотрены и одобрены на расширенном заседании кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (протокол № 168 от 13 марта 2026 года).

Апробация результатов исследования. Материалы диссертации доложены, обсуждены и получили положительную оценку на конференциях и выставках:

- на конкурсе «За производство высококачественных кормов и кормовых добавок» на 27-й Российской агропромышленной выставке «Золотая осень», (г. Москва, 2025 г.) – 2 золотые медали;

- на конкурсе «За достижения в области инноваций в АПК» в рамках мероприятий деловой программы 34-й Международной агропромышленной выставки-ярмарки «АГРОРУСЬ-2025 (г. Санкт-Петербург, 2025 г.) – золотая медаль;

- на круглом столе «Современные аспекты в кормлении животных» Международной специализированной выставки «КормВетГрейнЭкспо», (г. Москва, 2025);

- на Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии : Сборник статей, Москва, (г. Москва, 02–04 июня 2025 г.);

- на Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А. Я. Миловича (г. Москва, 03–05 июня 2024 г.);

- на VI Международной студенческой научной конференции «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» (Белгород, 13–15 марта 2024 г.);

- на IV Национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ «Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (г. Белгород, 10 ноября 2023 г.);

- на Региональной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы научно-инновационного развития агропромышленного комплекса Республики Дагестан» (г. Махачкала, 28 октября 2025 г.);

- на Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию со дня рождения и 50-летию трудовой деятельности Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора биологических наук, профессора Крапивиной Елены Владимировны «Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства» (г. Брянск, 14 ноября 2025 г.).

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 10 научных публикаций, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Подана 1 заявка на патент (изобретение), № заявки 2025127488 064842 (прил. Е).

Реализация результатов исследований. Диссертация – завершённая работа, имеющая научно-хозяйственное, теоретическое и практическое значение для развития молочного скотоводства.

Научно-хозяйственный и физиологические опыты проведены по хоздоговорной тематике кафедры кормления животных по теме «Эффективность

использования бобов люпина белого безалкалоидных сортов в рецептах престартерных комбикормов для телок» (договор №133/24 от 23 декабря 2024 г.).

Полученные данные подтверждены представленными в диссертационной работе таблицами, рисунками, актами производственной проверки (прил. А) и внедрения в производство (прил. Б).

Личный вклад автора. Диссертация содержит материалы практического экспериментального характера, которые выполнены при непосредственном участии автора на базе СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района Белгородской области. Исследования проведены с учетом требований по содержанию и уходу за ремонтными телками. Работа содержит материал, полученный лично автором, а также при непосредственном его участии в проведении совместных исследований, разработках сотрудников и студентов кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 177 страницах машинописного текста, содержит материал в виде 25 таблиц, 18 рисунков и 13 приложений. Диссертация структурирована согласно ГОСТ 7.0.11-2011 и состоит из оглавления, введения, основной части, заключения, списка литературы и приложений. Список литературы включает в себя 195 наименований, в том числе 67 – на иностранных языках.

1. Обзор литературы

1.1. Физиологические особенности пищеварения телят

Крупный рогатый скот – млекопитающие полигастричные животные, пищеварительная система которых представлена четырьмя функционально различающимися отделами: рубцом (*rumen*), сеткой (*reticulum*), книжкой (*omasum*) и сычугом (*abomasum*). Взаимодействие этих отделов обеспечивает сложные процессы механического измельчения и микробиального расщепления кормов. У новорождённых телят при рождении полноценной функциональной активностью обладает только последний из перечисленных отделов – сычуг, который выполняет основные секреторные и ферментативные функции, свойственные истинному желудку. Следовательно, в неонатальном периоде пищеварительная система телят работает по принципу, близкому к однокамерному желудку, что обусловлено незрелостью преджелудков и отсутствием у них выраженной ферментативной и микробной активности [21, 59, 173].

При рождении рубец развит не полностью, и прежде, чем телята смогут переваривать сухой корм для обеспечения собственного роста, в развитии рубца должны произойти значительные изменения. Для перехода к полноценному жвачному пищеварению рубец должен пройти сложный процесс морфогенеза и функционального созревания, включающий развитие эпителиального слоя, увеличение площади поверхности ворсинок и формирование характерной микробной популяции. Этот процесс постепенно трансформирует пищеварительную систему теленка из формы, близкой к однокамерной, в типичную полигастричную пищеварительную систему взрослого животного [148, 176].

Дифференцировка отделов желудка начинается в пренатальном периоде, но полноценная ферментативная и микробная активность рубца формируется только после рождения и по мере включения в рацион твердых кормов, что

сопровождается резким увеличением плотности и разнообразия микробиоты рубца и развитием его эпителия [148].

По данным Warner E. D у эмбрионов крупного рогатого скота камеры желудка видны уже на 56-й день [190].

В первые недели жизни теленок физиологически приближен к однокамерным млекопитающим: активность рубца, сетки и книжки минимальна, и сычуг остаётся основным отделом пищеварительного тракта, осуществляющим переваривание пищи. Это состояние сохраняется до тех пор, пока потребление твердых кормов не стимулирует развитие ферментации и морфологические изменения преджелудков, характерные для полноценного жвачного животного [59, 158, 176].

Рацион в первые дни жизни новорожденного теленка формируется преимущественно молозивом, затем – молоком или его заменителями, что также отражает преобладающую роль секреторной функции сычуга до начала функционального развития рубца [20, 148].

При рождении пропорции рубца, сетки, книжки и сычуга составляют 25%, 5, 10 и 60% от общего объема желудка соответственно. Уже в возрасте 3-х месяцев на рубец приходится 65%, а на сычуг – 20%, тогда как сетка и книжка, развиваясь не меняют значительно свою величину. У первотёлок на рубец приходится 80% от общего объема желудка, сетка занимает 5%, книжка – 7-8, сычуг – 7-8%, что соответствует физиологическому состоянию пищеварительной системы взрослого животного [20, 21, 31].

На этом этапе ключевым физиологическим механизмом является рефлекс пищевода желобка, обеспечивающий транспорт молока непосредственно в сычуг и исключаящий его ферментацию в преджелудках. Пищеводная борозда (пищеводный желоб) является одной из уникальных особенностей желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) телят. В ранний постнатальный период жидкие корма, включая молозиво, цельное молоко и их заменители, направляются преимущественно в сычуг, минуя рубец, сетку и книжку. Данный процесс обеспечивается рефлекторным замыканием пищеводной борозды, которое

активируется актом сосания и предотвращает поступление молочного корма в функционально незрелые преджелудки.

У новорождённых телят сычуг представляет собой единственный полностью морфологически и функционально сформированный отдел желудка, играющий ведущую роль в обеспечении пищеварительных процессов в неонатальном периоде. Его секреторная активность, совместно с ферментативной функцией тонкого кишечника, обеспечивает гидролиз основных питательных веществ – липидов, углеводов и белков – по механизму, характерному для животных с однокамерным желудком [59, 69, 150].

Со временем, по мере увеличения потребления сухого корма, начинает развиваться рубец, который начинает играть более важную роль в пищеварении. Нарушения работы пищеводного желобка при несоблюдении технологии выпойки способны приводить к развитию тимпани и ферментативной диспепсии. В момент рождения телёнок морфологически является «функциональным моногастричным» животным: основная роль в пищеварении принадлежит сычугу, тогда как преджелудки (рубец, сетка, книжка) остаются недоразвитыми и выполняют лишь ограниченные функции [21, 150, 183].

В рубце новорождённых слизистая оболочка представлена низкими сосочками с недостаточной васкуляризацией, а микробное население формируется постепенно. Эпителий рубца выполняет множество важных функций и играет ключевую роль в его развитии, включая всасывание, транспортировку, метаболизм короткоцепочечных жирных кислот и защиту. Размножение и рост плоского эпителия рубца способствуют увеличению длины и ширины сосочков, а также утолщению внутренней стенки рубца [142]. В работе Lesmeister К.Е. и его коллег (2004) длина сосочков рубца считается наиболее важным фактором для оценки развития рубца, за ней следуют ширина сосочков и толщина стенок рубца [160].

У новорождённых телят слизистая оболочка рубца характеризуется гладким эпителием с отсутствием или крайне слабым развитием сосочков, что отражает функциональную незрелость данного отдела пищеварительного тракта. Экспериментальные исследования показывают, что при скармливании телятам

исключительно жидких кормов морфологическое развитие рубца существенно ограничено и проявляется уменьшением его массы, слабым ростом сосочков, сниженной степенью ороговения эпителия, недостаточной пигментацией и замедленным формированием мышечного слоя рубца. Включение твёрдого корма в рацион телят способствует активации микробной ферментации в рубце, что сопровождается изменением физико-химических характеристик его содержимого. По мере увеличения потребления стартовых кормов наблюдается постепенное снижение рН рубцовой среды и нарастание концентрации летучих жирных кислот (ЛЖК) в течение первых двух месяцев жизни. При этом молярная доля ацетата в этот период уменьшается, однако в дальнейшем, по мере увеличения потребления корма, вновь возрастает и продолжает расти до достижения девятимесячного возраста [24, 148, 160, 194].

Наличие и всасывание летучих жирных кислот в рубце обеспечивают химические стимулы, необходимые для роста и последующего митоза клеток эпителия [187]. Важно отметить, что внутрирубцовое введение ацетата, пропионата и бутирата может стимулировать рост эпителия рубца у молодых жвачных животных, при этом наиболее выраженным является эффект от введения бутирата, за которым следует пропионат [131, 182, 187].

С точки зрения ферментативных процессов пищеварение новорожденных телят ограничено. На момент рождения в желудке теленка отмечается секреция следующих ферментов: неактивного катепсина (ренина) и пепсина. После первой выпойки молозивом в сычуге активируется фермент химозин (ренин), который створаживает казеиноген молозива, денатурируя белок, при этом образуется плотный сгусток. В это время также выделяется и пепсин, однако его активность практически равна нулю в первые сутки жизни теленка, в связи с отсутствием свободной соляной кислоты [142].

В этот период в тонком отделе кишечника секретятся ферменты, расщепляющие водорастворимые протеины, лактозу, жиры молозива и молока. Так, высокая активность лактазы обеспечивает эффективное расщепление и абсорбцию молочного сахара, что соответствует ведущей роли молока в рационе.

В то же время, растительные углеводы (крахмал) и липиды пищеварительная система телят не переваривает, потому как их расщепляющие ферменты (амилаза, мальтаза и др.) не секретирется в молозивный период. Это обстоятельство подчёркивает важность постепенного введения стартерных комбикормов в первые недели жизни [21, 131].

Резистентность новорождённых телят к инфекционным заболеваниям в значительной степени определяется эффективностью формирования пассивного колострального иммунитета, который, в свою очередь, зависит от объёма и качества иммуноглобулинов, поступивших с молозивом. Физиологической предпосылкой этого процесса является способность кишечника телёнка к неспецифическому транспорту иммуноглобулинов, которая носит строго ограниченный по времени характер. Наибольшая эффективность всасывания антител наблюдается в первые часы после рождения, причём в интервале до 10-12 часов после отёла резорбция иммуноглобулинов осуществляется практически полностью. По мере постнатального созревания кишечного эпителия происходит так называемое «кишечное закрытие», сопровождающееся резким снижением трансэпителиального переноса антител. К 24 часам жизни способность к всасыванию иммуноглобулинов существенно ослабевает, а спустя 30-36 часов практически прекращается. Несвоевременная или недостаточная выпойка молозива приводит к иммунной недостаточности и повышенной восприимчивости телят к инфекциям [28, 121, 153].

Согласно исследованиям И. М. Карпутя желудочно-кишечный тракт новорожденных особей является практически стерильным – свободным от микроорганизмов и простейших. В то же время существуют данные исследований, свидетельствующие о том, что развитие микробиоты рубца может начаться ещё до рождения теленка [54, 144, 165]. Известно, что: «...Микробные популяции, сформировавшиеся в раннем возрасте, могут влиять на здоровье и продуктивность взрослого животного, что указывает на потенциал программирования микробиома рубца уже с рождения» [88]. Заселение рубца микробиотой начинается с первых

дней жизни и зависит от контакта с окружающей средой, кормом и матерью [130, 194].

Первоначально микробное сообщество представлено аэробными и факультативно-анаэробными видами, затем формируется специализированная микробиота, способная эффективно ферментировать клетчатку и крахмал. Ключевым стимулом морфогенеза рубца является продукция летучих жирных кислот при ферментации углеводов. Особенно важна роль бутирата, стимулирующего пролиферацию эпителиальных клеток и развитие рубцовых сосочков [131, 149].

В первые часы после рождения рубец телёнка подвергается интенсивной микробной колонизации. Источниками микроорганизмов служат мать, корм и окружающая среда. На начальном этапе микробное сообщество представлено преимущественно аэробными и факультативно-анаэробными бактериями, включая представителей родов *Streptococcus* и *Enterococcus*. Их метаболическая активность способствует быстрому снижению окислительно-восстановительного потенциала среды и формированию анаэробных условий, необходимых для последующего развития облигатно-анаэробной микрофлоры [156].

В работе Malmuthuge N. и соавторов (2014) сообщается, что в содержимом рубца трёхнедельных телят содержится одинаковое количество *Bacteroides* (15,8%) и *Prevotella* (15,1 %), что может свидетельствовать о том, что стартовый корм может способствовать развитию микробиома рубца до более зрелого состояния [166]. В исследовании Ильиной Л. А. (2017), Jami E. и его коллег (2013), зафиксировано, что целлюлозолитические бактерии и другие виды бактерий, важные для функционирования рубца, можно обнаружить уже через день после рождения [52, 156]. Таким образом, эти бактерии в рубце появляются задолго до того, как у молодняка появляется доступ к твердым кормам.

По данным Dill-McFarland K. A. и его коллег (2017) рубцовое сообщество телят, у которых отобрали образцы через несколько дней после отъёма было более разнообразным, чем у животных, чьи образцы взяли во время отъёма [143].

Известно, что в популяции рубцовых бактерий телят, которых кормили заменителем цельного молока (ЗЦМ), было 45 родов бактерий, относящихся к 15 типам [162]. Аналогичным образом, в исследованиях Malmuthuge N. и коллег (2014) в рубце телят было обнаружено 47 родов бактерий, относящихся к 13 типам [166].

С возрастом происходит постепенная структурная перестройка микробного сообщества рубца, сопровождающаяся снижением доли временных микроорганизмов и формированием более устойчивой и функционально специализированной микробиоты. Другое исследование показало, что разнообразие и внутригрупповое сходство микробиоты рубца увеличиваются с возрастом, что свидетельствует о переходе от однообразного и слабо развитого сообщества к более разнообразной, зрелой и стабильной экосистеме бактерий [156].

Дополнительным фактором, влияющим на формирование микробиоты рубца телят, является условия содержания. Совместное содержание животных способствует формированию сходных микробных сообществ, что подтверждено исследованиями, демонстрирующими роль микробного обмена между особями, находящимися в тесном контакте [185].

С увеличением потребления концентрированных и грубых кормов к возрасту 2-3 месяцев у телят происходит функциональная перестройка пищеварения, в результате которой рубец начинает определять ведущую роль, тогда как значение сычуга постепенно снижается. В этот период в составе летучих жирных кислот преобладают ацетат, пропионат и бутират, обеспечивающие энергетические потребности организма и стимулирующие дальнейшее развитие слизистой оболочки рубца [176]. Продукция ЛЖК, особенно бутирата, рассматривается как один из ключевых факторов морфогенеза рубца, поскольку данный метаболит стимулирует пролиферацию эпителиальных клеток и развитие рубцовых сосочков [149]. По мере увеличения доли растительных кормов усиливается микробная ферментация клетчатки и крахмала, а микробная экосистема рубца приобретает большую устойчивость и функциональную специализацию [143, 176].

Однако дисбаланс рациона может приводить к избыточной продукции кислых метаболитов и ацидозу, сопровождающемуся изменением морфологии слизистой и системными воспалительными реакциями [193].

Функциональная зрелость пищеварительной системы жвачных, оцениваемая по целлюлозолитической активности, достигается в разные сроки по данным различных авторов: от 4-6 месяцев Романов В.Н. и др., 2023) до 9 месяцев (Тараканов Б.В. и др., 1986) [103, 111]. Морфофункциональное развитие преджелудков зависит не только от возраста и живой массы, но и от структуры рациона. Отсутствие твердых кормов в первые месяцы жизни приводит к недоразвитию рубца. Длительное содержание телят на жидком типе кормления (молоко, ЗЦМ) без доступа к твердым кормам провоцирует задержку развития рубца. Следовательно, структура рациона (соотношение твердых и жидких кормов) оказывает существенное воздействие на темпы развития пищеварительного тракта, что напрямую отражается на продуктивности и здоровье молодняка.

В период от рождения до 2 месяцев основу рациона составляет молоко или его заменитель. Растительные компоненты следует вводить с осторожностью, контролируя их ферментативную доступность и влияние на микробиоту. В возрасте 2-6 месяцев возрастает толерантность к небелковым углеводам и белкам растительного происхождения. При этом важна не только сбалансированность по аминокислотам, но и контроль за профилем ЛЖК, обеспечивающим оптимальные условия для трофики слизистой рубца [142]. В этой связи перспективным направлением является включение альтернативных бобовых культур, таких как безалкалоидный белый люпин, который отличается высоким содержанием протеина и максимально низким уровнем антипитательных веществ [157].

Включение престартерных комбикормов в рацион телочек малыми порциями начинается с 4-го дня жизни. Указанные корма представляют собой гранулированные смеси на основе зернобобовых с добавлением премикса. Практика раннего ввода твердых кормов способствует стимуляции развития слизистой рубца (формирование папилл и ворсинок), колонизации микробиоты, а

также оказывает системное воздействие на рост костной и мышечной тканей, органов и укрепление иммунной защиты [20, 80, 157].

Метаболическая активность рубцовой микрофлоры обеспечивает ферментативное расщепление нутриентов комбикорма с образованием летучих жирных кислот, играющих определяющую роль в становлении микробного биоценоза. Исследования показывают, что через 14-15 суток после завершения перехода на твердые корма состав микрофлоры рубца достигает профиля, максимально близкого к таковому у взрослых особей [143, 170].

К 28-дневному возрасту телочка должна ежедневно потреблять около 800 граммов стартерного комбикорма. Для интенсификации поедания сухого вещества практикуется частичное ограничение выпаиваемого молока (на 25-50%) при обеспечении свободного доступа к воде. Теленка прекращают кормить молочными кормами, когда он способен съесть не менее 1,5 кг сухих веществ концентрированных кормов. В связи с этим молочные корма исключают из схемы либо в 1-ю, либо 2-ю декаду третьего месяца жизни [21, 22]. Далее, начиная с 60-дневного возраста, в рацион молочных телочек вводят стартерные комбикорма, отличающиеся от престартерных размером гранул и наличием в рецепте мелкоизмельченного сена высокого качества [20, 157, 169].

Морфофункциональная трансформация желудочно-кишечного тракта молодняка крупного рогатого скота находится в прямой зависимости от структуры рациона. В неонатальный период у телят доминирует сычужный тип пищеварения: сычуг занимает до 60% от общей ёмкости желудочной системы, тогда как на долю преджелудков (рубца и сетки) приходится не более 30%, а книжки – около 10%. По мере введения в рацион ферментируемых углеводов и структурных кормовых волокон наблюдается гипертрофия преджелудков. К одному месяцу жизни пропорции изменяются: доля сычуга редуцируется до 30%, а объём рубца и сетки увеличивается до 58%. К трёхмесячному возрасту (при живой массе ≈ 100 кг) преджелудки занимают свыше 65% желудочной системы, сычуг – около 20%, что свидетельствует о завершении перехода к взрослому типу пищеварения (у половозрелых животных сычуг составляет лишь 8% от общего объёма).

Для обеспечения физиологически обоснованного развития ЖКТ в молочный период целесообразно использование специализированных престартеров и стартеров, способствующих поддержанию оптимального соотношения питательных веществ и стимулирующих колонизацию рубцовой микробиоты [27].

На начальном этапе онтогенеза, соответствующем молочному периоду выращивания, метаболическая активность микробиоценоза преджелудков и биосинтетический потенциал рубцовой микрофлоры остаются достаточно ограниченными, вследствие чего у новорожденных телят отсутствует жвачный рефлекс. Доминирующим стимулом морфофункционального созревания отделов сложного желудка выступает изменение типа кормления от исключительно жидкого к смешанному, предполагающему введение концентрированных и объемистых кормов. Поступление в рубцовую среду структурных полисахаридов формирует необходимую субстратную основу для активации микробной ферментации. Ключевые метаболиты данного процесса, представленные летучими жирными кислотами, выполняют функцию морфогенетических регуляторов. В результате наблюдается гипертрофия эпителиального покрова стенок рубца и расширение площади всасывания нутриентов. Напротив, пролонгированное кормление молоком способствует редукции относительной массы рубца и тормозит формирование физиологически нормальной его слизистой оболочки [20, 131, 189].

Начало потребления сухих кормов сопровождается функциональной инволюцией пищевода: рефлекс, ранее направлявший молоко непосредственно в сычуг, постепенно угасает, что обеспечивает поступление твердого субстрата в преджелудки. Это создает условия для последовательной колонизации рубца бактериальными сообществами и структурного созревания его стенок. Формирование симбиотического микробиоценоза обеспечивает приобретение способности к гидролизу растительных полисахаридов. Полная функциональная компетентность рубца, подтверждаемая устойчивым проявлением жвачного рефлекса, достигается в возрасте 2-4 месяцев.

Раннее приучение к высокоэнергетическим стартерным комбикормам, сбалансированным по макро- и микронутриентам и обогащенным пробиотическими культурами, оказывает многофакторное положительное влияние. Пробиотики конкурируют с патогенными штаммами, снижая риск колонизации условно-патогенной микрофлорой и модулируя локальный иммунный ответ. Метаболиты микробной ферментации, в частности масляная кислота, способствуют утолщению слизистой оболочки рубца и стимулируют развитие ее сосочков, что в совокупности повышает эффективность всасывания. Более раннее введение сухих стартерных концентрированных кормов в рацион приводит к быстрому развитию рубца и возможности раннего перехода на корма растительного происхождения [20, 21, 22, 50, 131].

При включении в рацион высококачественного сена с 10-дневного возраста регулярная жвачка может сформироваться уже к трехнедельному возрасту [34, 46].

По мере увеличения доли растительных компонентов в рационе наблюдается и рост преджелудков, наиболее выраженный в возрасте 2-3 месяцев. К окончанию третьего месяца жизни объем рубцового отдела увеличивается в 3-4 раза относительно неонатального периода, что существенно опережает темпы роста сычуга. Данная закономерность отражает приоритетное развитие ферментационных камер в ответ на алиментарную нагрузку и свидетельствует о завершении ключевого этапа адаптации к жвачному типу пищеварения [34, 123].

В постнатальном онтогенезе крупного рогатого скота фиксируется выраженная диспропорция темпов роста отделов сложного желудка. Преджелудки демонстрируют опережающую динамику увеличения объема относительно сычуга: к шестимесячному возрасту вместимость рубца возрастает в 77 раз, тогда как сычуга – лишь в 9 раз. Данная анатомическая трансформация определяет значительные метаморфозы в физиологии пищеварения молодняка жвачных животных. По мере расширения емкости преджелудков возрастает метаболическая активность резидентной микрофлоры. Уже к 2-3-месячному возрасту интенсивность рубцового ферментации достигает уровня, обеспечивающего достаточное усвоение значительных объемов растительных кормов [123, 131].

Морфологическим ответом на активизацию ферментативных процессов служит гипертрофия слизистой оболочки рубца. Продукты ферментации стимулируют пролиферацию сосочков, высота которых у половозрелых животных достигает 1 см. Это структурное изменение многократно увеличивает всасывающую поверхность, оптимизируя абсорбцию нутриентов.

Формирование папилл рубцовой слизистой оболочки зависит от типа кормов, их структуры и способа их скармливания. Включение сухих концентрированных комбикормов в рацион телочек является ключевым фактором становления рубцового типа пищеварения, тогда как подача корма в жидком виде не обеспечивает аналогичного уровня стимуляции слизистой оболочки [20, 21, 22, 34, 123].

Физическая форма рациона выступает существенным регулятором морфогенеза сосочкового аппарата рубца. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что молодняк крупного рогатого скота демонстрирует избирательность в потреблении, отдавая предпочтение гранулированным кормам с шероховатой поверхностью перед мелкоизмельченными смесями гладкой текстуры. Механическое раздражение стенок рубца такими частицами стимулирует гипертрофию слизистой оболочки. Применение баро-гидротермических технологий обработки сырья позволяет существенно оптимизировать питательную ценность кормовой базы. Воздействие высоких температур и давления приводит к деструкции компактных структур клеточных стенок растительных тканей, что повышает биодоступность нутриентов для ферментативного гидролиза. Параллельно данный процесс обеспечивает инактивацию термолабильных антинутриентов и улучшает органолептические показатели продукции, способствуя повышению поедаемости. С метаболической точки зрения, термическая обработка модифицирует кинетику переваривания питательных веществ. Денатурация протеина и желатинизация крахмала снижают скорость их деградации микроорганизмами в рубце. Это способствует трансляции большего объема неизмененных энергетических и пластических веществ в

нижележащие отделы желудочно-кишечного тракта, где их усвоение происходит с большей эффективностью [21, 119].

Физиологический механизм данного явления обусловлен рефлексорной регуляцией пищеводного желоба: сухие частицы неизбежно попадают в рубец, становясь субстратом для микроорганизмов и активируя брожение, тогда как жидкие корма могут транзитом попасть непосредственно в сычуг, минуя преджелудки и не стимулируя их развитие. Для ускорения развития у телят рубцового пищеварения их с 4-дневного возраста необходимо приучать к поеданию сухих концентратов [21, 123].

Раннее приучение молодняка к рациону, содержащему объемистые и концентрированные корма, выступает ключевым фактором ускоренного становления жвачного рефлекса. У телят, адаптированных к потреблению твердых кормов в раннем постнатальном периоде, наблюдается опережающее увеличение частоты и длительности жвачных циклов: уже в возрасте 1,5-2 месяцев суточная продолжительность жвачки достигает 5 часов, что свидетельствует о функциональной зрелости преджелудков [31].

Достижение данного физиологического маркера позволяет оптимизировать сроки перевода животных на рационы с преобладанием растительных компонентов. При использовании стандартных схем кормления переход на преимущественно растительное питание целесообразен в возрасте 2,5-3 месяцев. Однако применение высококачественных стартерных комбикормов, сбалансированных по протеиновому и энергетическому профилю, позволяет сократить этот период до 8 недель без риска нарушения пищеварительного гомеостаза.

Завершающая фаза формирования полигастрического типа пищеварения приходится на 5-6-месячный возраст. К этому периоду пропорциональное соотношение отделов сложного желудка у молодняка достигает значений, характерных для взрослых особей, что подтверждает окончание ключевого этапа морфофункциональной адаптации пищеварительной системы [21, 58, 123].

Учитывая высокую динамику метаболических потребностей и структурных изменений желудочно-кишечного тракта в первые полгода жизни, стратегия кормления телят должна базироваться на принципах этапной коррекции рационов. Дифференцированный подход к составлению рецептов комбикормов и рационов кормления, учитывающих возрастные изменения ферментативной активности и микробиоценоза рубца, является необходимым условием для реализации генетического потенциала роста и развития ремонтного молодняка [21].

1.2. Основные источники белка в рецептах комбикормов для ремонтного молодняка крупного рогатого скота

Протеиновая питательность рациона телочек молочного направления продуктивности играет ключевую роль в обеспечении их интенсивного роста, формирования иммунной системы и развития желудочно-кишечного тракта.

Особое значение имеет не только общее содержание сырого протеина, но и его аминокислотный состав, поскольку именно незаменимые аминокислоты (лизин, метионин, треонин, триптофан и др.) ограничивают синтез белка в организме молодняка. Дефицит хотя бы одной из этих аминокислот снижает эффективность усвоения всего белкового компонента рациона, замедляя прирост живой массы и ухудшая конверсию корма [80].

В рационах молодняка крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, особенно в период до отъёма, основным источником полноценного белка служит молозиво и цельное молоко, богатые сбалансированным комплексом незаменимых аминокислот. При переходе на заменители молока или стартовые комбикорма важно обеспечивать адекватное соотношение аминокислот, соответствующее физиологическим потребностям растущего организма, что достигается за счёт использования высококачественных белковых компонентов – таких как молочная сыворотка, рыбная мука или специально обработанные растительные белки (бобы). Также встречается использование в рецептах комбикормов синтетических аминокислот [21, 101].

В престаартерных и стартерных комбикормах для ремонтного молодняка крупного рогатого скота в качестве источников кормового белка применяют как корма животного, так и растительного происхождения, при подборе которых учитывают уровень усвояемости протеина, биологической ценности и сбалансированности аминокислотного профиля [96]. Зотеев В. С. (2025) отмечает: «...При включении в рацион зернозлаковых смесей, несбалансированных по белку и незаменимым аминокислотам, среднесуточный прирост у молодняка крупного рогатого скота не превышает 350-400 г <...>» [51].

В престаартерных смесях, предназначенных для молодняка крупного рогатого скота в первые недели жизни, предпочтение отдаётся высококачественным животным белкам, таким как сухая молочная сыворотка, обезжиренное сухое молоко и сухая плазма крови, которые характеризуются высокой переваримостью, оптимальным соотношением незаменимых аминокислот (в первую очередь лизина и метионина) и наличием биологически активных пептидов, способствующих развитию иммунной системы и желудочно-кишечного тракта [32, 107].

Организация рациона для молодняка крупного рогатого скота в начальный период жизни требует соблюдение рационального баланса: телочек необходимо полноценно кормить по типу питания моногастричных и, в то же время, обеспечивать рационом, структура и качество питательных веществ которого будут стимулировать физиологичное развитие рубца [96, 99, 100, 124].

Раннее включение концентратов в рацион молодняка жвачных служит ключевым фактором ускоренного развития рубца. Такие корма отличаются наибольшей способностью стимулировать рост сосочков, что напрямую влияет на увеличение всасывающей поверхности органа, благоприятно влияя на развитие преджелудочного пищеварения [17, 97, 116].

По мере развития пищеварительной системы и формирования рубцовой микрофлоры в рационы молочного и послемолочного периодов всё шире включают растительные источники белка, в первую очередь, термически обработанный соевый шрот (экструдированный или тостированный), что позволяет минимизировать содержание антипитательных факторов, таких как ингибиторы

трипсина и лектины. В современных премиксах и специализированных стартерных комбикормах также находят применение высокоочищенные формы соевого белка – гидролизаты и изоляты, обладающие повышенной усвояемостью и сниженным аллергическим потенциалом. Также могут использоваться рапсовый шрот с низким содержанием глюкозинолатов и пивные дрожжи, обеспечивающие не только белковый, но и витаминный (особенно группы В) вклад, а также положительно влияющие на микробиоценоз рубца [21].

Согласно результатам исследования Богданович И. В. (2022), скармливание телятам раннего возраста (10-65 суток) комбикорма с включением 30-40% цельной кукурузы положительно сказывается на продуктивности. Среднесуточный прирост возрастает на 4,6-7,6%, при этом затраты кормов снижаются на 2,4-4,1%, а экономические расходы на прирост уменьшаются на 5,4-8,3% [17].

В качестве источников белка в рецептах комбикормов для ремонтного молодняка крупного рогатого скота используют как корма растительного, так и животного происхождения. Среди них: бобы сои и продуктов ее переработки, семя льна и рапса (каноловых сортов) и продукты их переработки, бобы нута, вики, гороха, сухое обезжиренное молоко, кормовые дрожжи, инсектопротеины.

В составе комбикормов для ремонтного молодняка крупного рогатого скота широко используются продукты переработки молока. Так, группой ученых установлено: скармливание телятам заменителя обезжиренного молока в количестве 10% в составе не оказывают отрицательного влияния на потребление кормов, общее физиологическое состояние животных, продуктивность [96].

Белозерова О. В. (2025) заключает, что введение в рационы ремонтных телок в возрасте до 6 месяцев кормовых дрожжей «Клювер Про+» оказывает положительное влияние на динамику их живой массы благодаря улучшению переваримости питательных веществ [12].

В научной литературе описывается опыт использования меланиновой белково-энергетической подкормки на основе личинок *Hermetia illucens* в рационах телят черно-пестрой породы молочного направления продуктивности. Результаты опытов свидетельствуют о том, что компоненты данных насекомых, могут служить

эффективной альтернативой традиционным источникам высококачественного протеина [30]. На данный момент не выработано четких норм ввода личинок в корма для животных, поскольку все ранее применявшиеся дозировки носили экспериментальный характер и проходили первичную апробацию.

Применение рыбной муки в кормлении телят ограничено из-за негативного влияния на вкусовые качества корма и риск окисления липидной фракции [21].

Выведение новых сортов рапса (с пониженным содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов) создало предпосылки для пересмотра норм ввода рапсовых жмыхов в рационы кормления молодняка. В ходе исследований выявлено, что оптимальная эффективность достигается при замене части концентратов на комбикорм с 15%-ным содержанием рапсового жмыха. Среднесуточный прирост животных опытной группы был выше на 6 г, а себестоимость единицы прироста снизилась на 1,1% [106].

Голуб И. А. и коллеги (2024) в результате исследований установили оптимальный уровень ввода жмыха льна масличного в комбикорма для молодняка крупного рогатого скота – 20% (при полной замене подсолнечного шрота в комбикорме) [40].

Оптимизация белковой части рациона достигается за счёт комбинирования различных источников с целью обеспечения оптимального соотношения незаменимых аминокислот, что напрямую влияет на интенсивность роста, развитие иммунной системы и долгосрочную продуктивность ремонтных телочек [17].

Радчиков В. Ф. и коллеги из Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по животноводству и Витебской государственной академии ветеринарной медицины (2016) в своих исследованиях отмечают благоприятное влияние, сбалансированной по расщепляемому и нерасщепляемому протеину, энерго-протеиновой кормовой добавки, в состав которой входили бобы люпина и вики и зерно рапса, переваримость и продуктивность телят [88].

В семенах зернобобовых культуры, среди которых, – соя, люпин, горох, фасоль, нут, чечевица, вика, в зависимости от вида и сорта, концентрация сырого протеина составляет от 22 до 45%, что в 2-4 раза больше, чем в зерне злаков

(например, кукурузы), на которых базируются рецепты комбикормов для молодняка крупного рогатого скота.

Белый люпин и соя превосходят другие бобовые по содержанию сырого протеина и аминокислотному профилю [39]. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика химического состава белого люпина, сои, гороха и фасоли.

Таблица 1 – Химический состав бобов люпина и некоторых зернобобовых, % [49]

Компонент	Бобы			
	Люпин белый	Соя	Горох	Фасоль
Сырой протеин	35-42	30-55	20-36	17-32
Сырой жир	12-21	13-26	0,8-2,1	3,5-5,0
Углеводы в том числе:	46-48	20-49	55-75	53-72
крахмал	1.0-2.5	2-9	44-55	45-61
клетчатка	11-18	4-9	4,0-6,5	3,5-5,0
моно- и дисахариды	4,0-8,5	3,5–15,5	4,5-6,0	3,0-4,2

Люпин белый демонстрирует наибольшее нутриентное превосходство как высокобелковая культура. При содержании сырого протеина 35-42% он сопоставим с соей и существенно превосходит горох и фасоль, при этом отличается принципиально иным углеводным профилем. В отличие от сои, люпин практически не содержит крахмала, что делает его уникальным источником белка для низкоуглеводных и функциональных рационов. Несмотря на высокую концентрацию жира, люпин не является масличной культурой, что снижает технологические и окислительные риски по сравнению с соей.

В вопросе протеинового питания животных важно учитывать аминокислотный профиль компонентов рациона. Далее в таблице 2 представлены аминокислотный состав бобов некоторых бобовых культур.

Белый люпин характеризуется более высоким уровнем сырого протеина по сравнению с полножирной соей (40,78 % против 31,90 %).

Аминокислотный профиль белка белого люпина отличается выраженной физиологической полноценностью: содержание аргинина у люпина существенно выше, чем у сои, что особенно важно для роста и белкового обмена животных. По уровню лизина белый люпин несколько уступает сое, однако сохраняет высокие значения, достаточные для балансирования рационов. Существенным преимуществом люпина является более высокое содержание серосодержащих аминокислот по сравнению с соевым шротом, а также более равномерное распределение незаменимых аминокислот, что снижает лимитирующий эффект отдельных фракций. В отличие от сои, белок люпина не сопровождается высоким содержанием антипитательных факторов и избыточного жира, что повышает его технологическую и кормовую ценность.

Таблица 2 – Аминокислотный состав белка бобов некоторых зернобобовых культур (% относительно белка) [49]

Показатель	Бобы								
	Люпин белый	Люпин узколистный	Соя полножирная	Соевый шрот	Подсолнечный шрот	Горох	Рапс	Вика яровая	Бобы кормовые
Сырой протеин	40,78	32	31,9	44	35,12	21	23	25	25
Лизин	4,8	4,77	6,61	6,19	3,5	7,22	5,58	5,53	5,6
Метионин+ Цистин	2,42	2,12	3,01	2,83	3,76	2,22	5,4	2,1	2,12
Треонин	3,67	3,52	3,42	3,87	3,61	3,83	3,7	4,09	3,6
Триптофан	0,85	0,49	1,07	1,36	1,34	1	1,12	0,56	1,12
Валин	4,09	3,58	5,64	4,39	4,84	4,56	4,11	4,19	6
Изолейцин	4,46	4,07	3,95	4,54	3,95	4,38	3	3,78	6
Лейцин	7,4	6,54	5,52	7,57	6,17	6,81	5,39	6,77	9,6
Фенилаланин	3,98	3,97	6,14	5,24	4,62	4,68	3,56	3,81	4,72
Гистидин	2,3	2,88	2,51	2,45	2,94	3,29	2	2,5	2,96
Аргинин	9,06	10,2	6,43	7,33	7,54	7,18	4,03	9,37	8
Глицин	3,93	3,06	3,95	-	-	3,76	-	2,37	4,16
Цистин	1,74	1,05	1,94	-	-	1,17	-	1,09	0,76
Серин	5,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Метионин	2,62	1,07	-	-	-	1,03	2,45	1,01	0,96
Фенилаланин+ тирозин	-	8,84	8,21	8,73	6,21	6,76	5,66	4,98	8,08

Несмотря на высокое содержание сырого протеина и благоприятный аминокислотный профиль, бобовые культуры – такие как соя, люпин, горох и другие – обладают рядом существенных недостатков, ограничивающих их применение в комбикормах для молодняка крупного рогатого скота, особенно в престартерный и ранний стартерный периоды. Главным ограничением является наличие антипитательных веществ, которые могут негативно влиять на пищеварение, усвоение питательных веществ и общее состояние здоровья животных. В частности, соя и горох характеризуются присутствием ингибиторов трипсина, вика содержит гликозиды и аналогичные ингибиторы, кормовые бобы богаты танинами, а люпин – алкалоидами. Помимо этого, протеин большинства бобовых семян отличается дефицитом серосодержащих аминокислот, таких как метионин и цистин [117].

В соевых бобах содержатся ингибиторы трипсина, подавляющие активность протеолитических ферментов поджелудочной железы, что снижает переваримость белка и может приводить к гипертрофии поджелудочной железы. Кроме того, соя содержит лектин, способный нарушать целостность эпителия кишечника и снижать всасывательную способность слизистой [164].

В отличие от моногастричных видов, жвачные животные менее чувствительны к антипитательным веществам зернобобовых. Причина кроется в рубцовом пищеварении, где денатурирует около 70% протеина корма, тогда как в кишечник попадает лишь 30%. Расщепляемый в рубце протеин трансформируется в высокоценный микробный белок. Однако та часть белка, которая не подверглась рубцовой ферментации, может влиять на эффективность кишечного пищеварения. Несмотря на физиологические особенности, экономически целесообразно стремиться к замещению дорогого соевого шрота в рационах жвачных местными зернобобовыми культурами [117].

Горох, хотя и содержит меньше антипитательных факторов по сравнению с соей и люпином, характеризуется повышенным содержанием клетчатки и крахмала с высокой скоростью ферментации, что в несформированном рубце телёнка может спровоцировать диспепсические расстройства, включая диарею и нарушение

кислотно-щелочного баланса. Тем не менее Радчиков В. Ф. и коллеги (2025) отмечают, что скармливание молотого зерна гороха в количестве 15-20% от массы комбикорма молодняку крупного рогатого скота не оказывает негативного влияния на поедаемость и продуктивность [95].

Необходимо отметить, у телят до 3-4 недель жизни отсутствует достаточная ферментативная активность для эффективного переваривания растительных белков, особенно в сыром виде, что делает обязательным применение термической обработки (экструдирование, тостирование) для инактивации антипитательных соединений. Без такой обработки использование бобовых культур в рационах молодняка может привести к снижению приростов живой массы, ухудшению конверсии корма и повышению заболеваемости желудочно-кишечного тракта [21].

Зотеев В. С. (2025) изучал использование экструдированных бобов нута и гороха в комбикормах-стартерах для телят. Автор установил, что замена сухого обезжиренного молока и сахара на изучаемые компоненты не продемонстрировала отрицательного результата на продуктивности животных [51].

В рацион кормления молодняка крупного рогатого скота также включают зерно пелюшки. Группой ученых установлено, в рационы молодняка крупного рогатого скота в возрасте от 3 до 6 месяцев более целесообразно включать в рацион экструдированную пелюшку, нежели молотую, что способствует повышению эффективности продуктивного действия корма [32].

В люпине и некоторых сортах гороха присутствуют алкалоиды (в горьких формах), обладающие токсическим действием, а также талин и конканавалин А – лектиноподобные соединения, негативно влияющие на пищеварение [71, 88, 127]. Яговенко Т. В. отмечает: «Главный лимитирующий фактор применения люпина в кормопроизводстве – наличие в зерне алкалоидов, но современные сорта, созданные во ВНИИ люпина, содержат их в небольшом количестве (до 0,100%), которое безопасно для здоровья сельскохозяйственных животных и птицы.» [73,127].

1.3. Люпин кормовой

Люпин относится к числу наиболее перспективных кормовых бобовых культур, отличаясь высоким содержанием сырого протеина, по качеству незначительно уступающим соевым белкам [39, 68, 77, 141, 161].

История культивации люпина насчитывает тысячелетия, начиная приблизительно с 2000 года до н.э. Высокая концентрация протеина и липидов в составе бобов обусловила его широкое применение в различных сферах: от производства кормов и продуктов питания до лекарственных и сидеральных целей. Особую хозяйственную ценность культура представляет для северных территорий, где возделывание прочих агрономических растений затруднительно, в связи с погодно-климатическими условиями, и, как следствие, нерентабельно. Главным экономическим достоинством люпина является его неприхотливость к почвенному питанию, что исключает необходимость внесения удобрений [68].

Род *Lupinus* включает более 300 видов, однако в сельском хозяйстве России наибольшее распространение получили четыре основных вида: люпин белый (*L. albus*), люпин жёлтый (*L. luteus*), люпин синий или узколистый (*L. angustifolius*) [68, 141].

Россия стабильно входит в десятку крупнейших производителей кормового люпина (сладкого) в мире, занимая 4 место, с 2020 по 2023 гг. по данным FAOSTAT [146].

В настоящее время площади под люпин в России значительно уступают соевым. Так, по состоянию на 2016 г. суммарная площадь посевов люпина в стране оценивалась примерно в 100 тыс. га, тогда как соя возделывалась на площади, превышающей 2 млн га [82]. По данным Росстата в 2025 году посевные площади сои составили 4731,0 тыс. га, люпина – 22,1. Подобное соотношение отражает сложившиеся приоритеты в кормопроизводстве, однако не свидетельствует об исчерпанности потенциала люпина, как кормовой культуры.

Более того, для производства люпина подходят все регионы Средней полосы России, Урал, Сибирь. Северная граница его возделывания охватывает южные

районы Московской области, Среднее Поволжье, северные предгорья Кавказа, южную часть Урала и Сибирь [89].

Развитие производства белого люпина в России в значительной степени опирается на отечественную селекционную базу – все используемые в производстве сорта и гибриды люпина имеют российское происхождение. При этом каждый сорт характеризуется собственным набором агротехнологических требований, различающихся по уровню интенсивности и применению агрохимических средств [113, 114].

В период с 2010 по 2015 гг. посевные площади люпина в стране увеличились почти в четыре раза – с 27 до 98 тыс. га. Наиболее интенсивный рост был зафиксирован в Центральном федеральном округе, где сосредоточено около 70 % всех посевов культуры [82].

В 2019 году посевные площади люпина кормового (сладкого) в нашей стране составили 82,3 тыс. га, а валовой сбор – 1662,7 тыс. ц [89]. В таблице 3 представлены посевные площади люпина кормового (сладкого) в России в 2020-2025 гг.

Таблица 3 – Посевные площади люпина кормового (сладкого) в России [26]

Наименование, тыс. га	2024 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Хозяйства всех категорий	31,7	29,2	56	43	55,2
С.-х. организации	19,1	15,5	39,3	25,9	36
из них: малые предприятия	8,5	7,1	9,1	11,9	12,8
Хозяйства населения	0	0	0	0,04	0
КФХ и ИП	12,6	13,7	16,7	17	19,1
Вся посевная площадь РФ	80 506,0	81 462,8	82290,4	80382,7	79 948,0
Доля во всех посевах РФ,%	0,039	0,036	0,068	0,053	0,069

Несмотря на растущий интерес к люпину как к перспективной альтернативе сое в кормопроизводстве и пищевой промышленности, фактические показатели демонстрируют устойчивую тенденцию к сокращению посевных площадей. Если в 2020 году в хозяйствах всех категорий под люпин было занято 55,2 тыс. га, то в 2024 году – 31,7 тыс. га, что означает падение более чем на 42,6%. Особенно

заметно сокращение в сегменте сельскохозяйственных организаций: с 36,0 тыс. га в 2020 году до 11,2 тыс. га в 2025-м, то есть почти на 70%.

Если рассматривать долю люпина в общей посевной площади страны, то картина становится ещё более наглядной: даже в пиковом 2022 году, когда под культуру было занято 56 тыс. га, её удельный вес не превышал 0,068%, а в 2024 году опустился до 0,039%. Такие значения подтверждают, что люпин до сих пор остаётся «непризнанной» культурой в масштабах национального растениеводства, а значит и кормопроизводства, несмотря на его агротехнические преимущества – качественный аминокислотный состав бобов, высокое содержание липидов, способность улучшать структуру почвы и фиксировать атмосферный азот. Далее в таблице 4 представлена рейтинговая динамика посевных площадей люпина кормового (сладкого) в России в 2020-2024 гг.

Таблица 4 – Рейтинговая динамика посевных площадей люпина кормового (сладкого) на зерно в хозяйствах всех категорий в регионах РФ [26]

2022 г.		2023 г.		2024 г.	
Регион РФ	тыс. га	Регион РФ	тыс. га	Регион РФ	тыс. га
Брянская обл.	14,8	Липецкая обл.	5,23	Орловская обл.	5,6
Орловская обл.	10,46	Орловская обл.	4,7	Липецкая обл.	4,2
Курская обл.	10,06	Курская обл.	3,54	Пензенская обл.	3,8
Липецкая обл.	5,12	Брянская обл.	3,48	Брянская обл.	3,4
Пензенская обл.	3,04	Пензенская обл.	2,98	Курская обл.	3,2

Региональный срез данных позволяет выделить устойчивое возделывание люпина в Центрально-Чернозёмном регионе. В 2022 году лидером по посевным площадям была Брянская область с показателем 14,8 тыс. га, за ней следовали Орловская (10,46 тыс. га) и Курская (10,06 тыс. га) области. Однако уже к 2023 году произошла существенная перестройка рейтинга: Брянская область сократила посевы более чем в четыре раза, тогда как Орловская и Липецкая области сохранили относительную стабильность [26]. Данные перемены обусловлены обстановкой в приграничных регионах страны в связи с проведением Специальной военной операции.

Российский рынок люпина в настоящее время находится на стадии становления, однако характеризуется значительным потенциалом роста. Основными потребителями бобов люпина выступают комбикормовые предприятия, использующие его в качестве высокобелкового компонента рационов сельскохозяйственных животных [104]. Более того, культура перспективна и в пищевой промышленности: ВНИИ люпина – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» разработал Технические условия «Люпин пищевой» (ТУ № 019/006243 от 27.09.2021 г.) на зерно белого и узколистного люпина, используемое на пищевые цели [105].

Использование растительного отечественного белка как в животноводстве, так и в пищевой промышленности значительно повысит продовольственную безопасность в Российской Федерации. В этом контексте люпин приобретает особое значение, поскольку сочетает высокую белковую ценность с широкой адаптацией к природно-климатическим условиям страны. С учётом потенциального ареала его возделывания, оцениваемого более чем в 30 млн га, Россия располагает объективными предпосылками не только для наращивания внутреннего производства растительного белка, но и для формирования прочных позиций по экспорту. Такая стратегия способна повысить устойчивость агропродовольственного сектора и усилить позиции страны на мировом рынке [105].

Люпин представляет собой ценную зернобобовую культуру, которая по концентрации протеина опережает горох, вику и кормовые бобы. По качеству белкового состава и степени его усвоения люпин уступает лишь сое. Примечательно, что содержание отдельных незаменимых аминокислот в белке люпина в 1,5-4 раза выше, чем в злаковых семенах [39].

К ключевым достоинствам возделывания люпина относят его экономическую доступность и лидерство среди сельскохозяйственных культур по объему получаемого протеина с гектара посевов [91]. Кроме того, бобы люпина выгодно отличаются высокой лежкостью: в сравнении с другими бобовыми они меньше страдают от насекомых-вредителей и практически не плесневеют при

хранении. В животноводстве, особенно при откорме молочного скота, продукт используют в разном виде: дают цельным, дробленным или в виде хлопьев. Пищевая ценность семян обусловлена их составом: доля белка варьируется в пределах 32-46%, клетчатки – 16%, золы – 4%, жиров – 5%, сахара – 2%, а крахмала – около 3% [8, 14, 15, 94].

С агрономической точки зрения люпин неприхотлив к типу почвы и способен давать высокие урожаи как зеленой массы, так и зерна. Растение обладает отличными кормовыми качествами и высокой поедаемостью. Важнейшей особенностью является способность к биологической фиксации азота благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями *Rhizobium lupini* [110].

Люпин находится в симбиозе с *Rhizobium lupini* (клубеньковыми бактериями), исходя из этого, растение способно фиксировать атмосферный азот до 300 кг на 1 гектар посева [110]. Развитая корневая система люпина по отношению к другим культурам дает возможность использовать люпину труднорастворимые (малодоступные) фосфаты и калий (например, калий из биотита) [92, 110].

Как отмечает И.П. Такунов, все существующие сорта люпина классифицируются как высокобелковые и демонстрируют высокую продуктивность по зерну и зеленой массе [8, 9, 10, 77, 110, 113, 114, 141, 170, 174].

Зелёная масса белого люпина пригодна к скармливанию крупному рогатому скоту в виде зелёного корма, сенажа, силоса (предпочтительно в смеси со злаками для оптимизации ферментации), травяной муки и гранул; смешивание с зерновыми культурами при силосовании улучшает консервирование и органолептические свойства корма.

Согласно данным А.И. Артюхова, современные разновидности люпина отличаются высокой урожайностью, что позволяет сократить затраты на минеральные удобрения [10]. Культура обеспечивает получение бобов с оптимальным белковым балансом (35-40 ц/га) и формирование объемной зеленой массы (400-600 ц/га), которая используется для заготовки силоса и зерносенажа [120].

Липидный состав бобов люпина нестабилен и зависит от сортовой принадлежности, вида и агроклиматических условий выращивания. Так, для белого люпина характерно содержание жира на уровне 9-13% от сухого вещества, тогда как узколиственный вид (*L. angustifolius*) накапливает лишь 4-6% [137,181]. Липиды белых сортов отличается высоким содержанием ненасыщенных кислот, среди которых доминируют олеиновая (C18:1), линолевая (C18:2) и α -линоленовая (C18:3) [137,181].

В сравнении с другими зернобобовыми культурами, люпин характеризуется низким уровнем крахмала, но высоким содержанием клетчатки, составляющей основу клеточных стенок семядолей и включающей пектиновые вещества. Доля сырой клетчатки варьируется вокруг отметки 13,5% [10, 94].

В клеточной стенке содержится значительное количество олигосахаридов: раффиноза, стахиоза, вербаксоза. В состав люпина входит до 40% некрахмалистых полисахаридов, которые в основном представлены гемицеллюлозой – 18 % и пектином – 17 %. По мнению Л.А. Забодаловой (2012) полисахариды люпиновой муки представлены гемицеллюлозой и пектиновыми веществами (10,2%), сырой клетчаткой (11-18%) и крахмалом [48].

Минеральный состав культуры весьма насыщен. В одном килограмме бобов содержится следующее количество макроэлементов: кальций – 4,12 г, натрий – 4,61 г, калий – 3,39 г, фосфор – 3,18 г. Содержание микроэлементов включает: железо – 181 мг, марганец – 82,25 мг, цинк – 41,67 мг, медь – 6,2 мг, никель – 2,16 мг, йод – 0,096 мг, кобальт – 0,042 мг [94].

Люпин узколиственный (*Lupinus angustifolius L.*) традиционно зарекомендовал себя как эффективная сидеральная культура. Специфической особенностью сортов данного назначения является высокое содержание алкалоидов: если для кормовых форм это недопустимо, то для зеленых удобрений – весьма полезно [1, 2, 3, 4].

Использование люпина в качестве сидеральной культуры усиливает его значение в системе устойчивого земледелия. Запашка зелёной массы в объёме 40-50 т/га эквивалентна внесению 30-40 т/га навоза, что позволяет существенно

повысить содержание органического вещества, снизить кислотность почвы и увеличить долю гумуса. В результате урожайность последующих культур в севообороте возрастает на 15-30 %, при этом наибольший эффект отмечается при размещении после люпина картофеля, озимых зерновых и кукурузы. Дополнительным преимуществом является возможность вовлечения залежных земель в сельскохозяйственный оборот с одновременным улучшением их агрохимических и физических свойств [56, 125].

Группой отечественных ученых было проведено обширное исследование по включению малоалкалоидных бобов люпина узколистного (синего) сортов «Снежень» и «Кристалл» в рационы кормления крупного рогатого скота. Так, Бобкова Г. Н. и Бобков А. А. отмечают, что скармливание дерти люпина сорта «Снежень», способствовало повышению интенсивности роста бычков на откорме. Животные опытной группы в конце опыта достоверно превосходили сверстников контрольной группы по живой массе на 8,92 кг, также по абсолютному и среднесуточному приросту на 11,0%, 9,1 и 13,3% соответственно. Также зафиксировано, что включение дерти люпина сорта «Кристалл» лактирующим коровам в период раздоя способствует достоверному увеличению массовой доли белка. Отмечалась тенденция к изменению качественных показателей молока: массовой доли белка, жира и лактозы [14, 15].

Артюхов Александр Иванович отмечает: «Рекомендуемые для использования этого вида люпина регионы – Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский» [9].

Жёлтый люпин (*L. luteus*) занимает особое место среди зернобобовых культур, используемых в кормопроизводстве, благодаря высокой адаптированности к песчаным и кислым почвам, где возделывание других высокобелковых культур затруднено или экономически нецелесообразно. Он успешно применяется в условиях Северо-Западного, Центрального, Центрально-Чернозёмного и Волго-Вятского регионов, формируя устойчивую кормовую базу в зонах с ограниченными агроэкологическими ресурсами. Это делает жёлтый

люпин важным источником растительного белка для животноводства в данных природно-климатических условиях [9].

С точки зрения зоотехнического использования наиболее целесообразным является применение жёлтого люпина для приготовления силоса и зерносенажа в смесях со злаковыми культурами, такими как овёс, суданская трава и другие кормовые злаки. Такие кормосмеси обеспечивают оптимальное соотношение энергии и протеина, повышая поедаемость и питательную ценность рационов. При производстве зернофуража жёлтый люпин способен конкурировать с узколиственным и белым люпином преимущественно на кислых почвах лёгкого механического состава, где его агрономические и кормовые преимущества проявляются в наибольшей степени [9].

Гатаулина Галина Глебовна отмечает: «... в мире только две культуры способны удовлетворить потребности современного интенсивного животноводства – соя и люпин белый» [39].

Особой продуктивностью выделяются сорта белого люпина, дающие до 55 центнеров зерна с гектара. Химический состав сырья включает 37-40% протеина, 10-12% жиров и 7% клетчатки. Технологическая переработка (шелушение, производство хлопьев) способствует повышению концентрации белка на 18% и одновременному снижению доли сырой клетчатки на 10%. При формировании рационов для крупного рогатого скота доля люпина не должна превышать 15%. Уникальной особенностью культуры является экстремально высокое содержание белка – свыше 61% в пересчете на сухое вещество, что составляет почти две трети массы боба. Также для люпина характерно низкое содержание крахмала на фоне значительного уровня клетчатки [5, 94].

Бобы белого люпина (*Lupinus albus L.*) характеризуются благоприятным аминокислотным профилем: доля лизина обычно составляет порядка 4-6 % от сырого протеина, что соответствует примерно 15-25 г/кг сухого вещества при содержании белка 35-40 % [36, 37]. При этом суммарное содержание незаменимых аминокислот у белого люпина сопоставимо с соевыми бобами, однако уровень серосодержащих аминокислот (метионина и цистеина) и

триптофана, как правило, ниже, тогда как лейцин и лизин находятся на приемлемом уровне для комбикормовых рецептур.

Известно, что по аминокислотному профилю протеины бобов люпина белого не уступают белкам сои. Более того, белый люпин – достойный источник минеральных веществ, витаминов, характеризуется высоким содержанием каротиноидов и не имеет ингибиторов трипсина в отличие от сои. Уже более десятилетия одним из сдерживающих факторов повсеместного и широкого распространения данной культуры является наличие в бобах люпинов алкалоидов. Однако благодаря усердному труду ученых селекционеров ВНИИ люпина и Лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева были выведены мало- и безалкалоидные сорта [35, 36, 37, 127].

Артюхов Александр Иванович (2014) также отмечает, что люпин белый (*L. albus*) рекомендуется для возделывания в Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Средневолжском и Нижневолжском регионах [9, 33].

Белый люпин (*Lupinus albus L.*) рассматривается как одна из наиболее перспективных зернобобовых культур для кормопроизводства, способная существенно снизить дефицит растительного белка и зависимость животноводства от импортной сои. По содержанию сырого белка (35-40 %) и масла (8-12 %) семена белого люпина сопоставимы с соей, при этом культура отличается более высокой урожайностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и возможностью возделывания в более суровых почвенно-климатических условиях [9, 38, 39].

Существенный вклад в развитие селекции белого люпина внесён научной школой РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, где более чем за 50 лет изучения данной культуры, было выведено 8 сортов: Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1, Тимирязевский, Гана, все из которых включены в Государственный реестр селекционных достижений и предназначены для решения проблемы дефицита растительного белка [38, 39].

Особое зоотехническое значение имеет сорт белого люпина «Дега», урожайность зерна которого достигает 5,0 т/га, а зелёной массы – до 80 т/га. Он

отличается коротким периодом вегетации (около 120 дней), содержанием алкалоидов (0,05 %), уровнем белка около 37% и жира – 8-10 %, устойчивостью к фузариозу, полеганию и растрескиванию бобов [9]. Экспериментальные исследования Прохорова Е. О. (2017) показали, что скармливание высокопродуктивным коровам комбикормов с включением до 24% бобов безалкалоидного люпина белого сорта «Дега» способствует повышению среднесуточных удоев на 6% [94].

На экспериментальных полях агрономического факультета Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина в течение двух лет изучались характеристики белого люпина. В ходе испытаний новых сортов и линий анализировались не только урожайные свойства, но и качество продукции, включая концентрацию протеина, жиров и алкалоидов. Комплексный анализ данных позволил заключить, что сорт «Пилигрим» перспективен для культивирования в регионе на черноземах. Отдельно были выделены образцы, обладающие наилучшей корреляцией между количеством полученного урожая и его биохимической ценностью [113, 114].

Среди новых сортов особого внимания заслуживает сорт «Гана», отличающийся детерминантным типом роста, высокой скороспелостью и продуктивностью. Сорт разработан научной школой Г. Г. Гатаулиной, представляет собой высокоурожайный, адаптированный к условиям Нечерноземной зоны России генотип с улучшенными кормовыми и агрономическими характеристиками [38].

Согласно исследованиям Гатаулиной Г. Г., сорт характеризуется низким содержанием алкалоидов (менее 0,02 % в сухом веществе), что позволяет отнести его к категории безалкалоидных сортов и обеспечивает его безопасное использование в кормлении сельскохозяйственных животных без дополнительной обработки. Люпин сорта «Гана» отличается компактным, слабооблиственным типом куста, среднеранним сроком созревания (вегетационный период составляет 95-105 дней), устойчивостью к полеганию и относительной устойчивостью к основным заболеваниям люпина, включая

антракноз и фузариоз. Содержание сырого протеина в семенах достигает 34-38%, при этом аминокислотный профиль характеризуется высоким уровнем лизина и аргинина, однако, как и у большинства бобовых, наблюдается дефицит метионина и цистеина. По данным Гатаулиной Г. Г., урожайность сорта «Гана» в условиях средней полосы РФ составляет в среднем 1,8-2,5 т/га, что на 15-20 % превышает показатели традиционных горьких сортов [38].

Сорт «Тимирязевский», включённый в Государственный реестр в 2019 г. и допущенный к возделыванию во всех регионах РФ, отличается высокой и стабильной урожайностью, засухоустойчивостью и устойчивостью к болезням. Масса 1000 семян у него на 10-11 % выше, чем у стандартного сорта «Дега», а сбор белка с урожаем семян достигает 1,2–1,5 т/га без внесения азотных удобрений. Повышенное прикрепление бобов и отсутствие антипитательных факторов делают данный сорт особенно ценным для использования в кормлении сельскохозяйственных животных. Сорт характеризуется высоким содержанием протеина – 35-40%, липидов – 9-12% и крайне низкой алкалоидностью (менее 0,02%) [37, 60, 61].

Белый люпин сорта «Тимирязевский» – еще одна селекционная разработка РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включённая в Государственный реестр в 2019 году и допущенная к использованию по всем природно-климатическим регионам РФ; для сорта отмечают высокий адаптационный потенциал и устойчивость к стрессовым условиям, что делает его удобным источником растительного протеина для комбикормов вместо импортной сои [37].

По химическому составу семена белого люпина характеризуются высоким содержанием сырого протеина (обычно 35-40 % СВ) и умеренной долей жира (9-12 % СВ) при низком уровне крахмала; в отличие от соевых бобов они практически не содержат ингибиторов трипсина, благодаря чему могут использоваться в кормах без термообработки – это важно для рационов молодняка, где желательна высокая растворимость белка [37]. По уровню содержания алкалоидов в бобах сорта «Тимирязевский» и «Гана» относятся к пищевым безалкалоидным сортам.

В более широком контексте белый люпин рассматривается как универсальный высокобелковый ингредиент рационов разных видов сельскохозяйственных животных (включая птицу), что расширяет область применения сортов «Тимирязевский» и «Гана» при корректном учёте аминокислотного профиля и уровня антипитательных факторов [37, 38].

Таким образом, современные сорта белого люпина характеризуются высокой кормовой ценностью, экологической устойчивостью и значительным потенциалом замещения традиционных белковых компонентов рационов, что определяет их важную роль в формировании устойчивой и экономически эффективной кормовой базы животноводства. Важно отметить, что селекционная работа, направленная на уменьшение содержания алкалоидов, не привела к значительному снижению устойчивости растений к вредителям, что подтверждает эффективность использованного подхода – сочетания генетического контроля биосинтеза алкалоидов с сохранением других защитных механизмов.

Известно, что включение бобов люпина белого и продуктов его переработки в рационы телят, ремонтного молодняка крупного рогатого скота, дойных и высокопродуктивных коров, свиней и цыплят-бройлеров не оказывает негативного влияния на биохимические показатели крови, а значит, может использоваться в кормлении сельскохозяйственных животных [19, 83, 94, 104].

Также согласно результатам исследований Бурякова Н. П., Есавкина Ю.И. и коллег (2022) бобы люпина белого в составе белкового концентрата оказывают благоприятное действие на коэффициенты массонакопления, выход рыбопродукции и другие рыбоводные показатели молоди тилляпии [11].

В составе разных видов культуры установлен широкий спектр алкалоидов, включая люпинин ($C_{10}H_{19}ON$), люпанин ($C_{15}H_{24}ON_2$), спартеин ($C_{15}H_{26}ON_2$), гидроксилупанин ($C_{15}H_{24}O_2N_2$), анагирин ($C_{15}H_{20}ON_2$), ангустифолин ($C_{14}H_{22}ON_2$), термопсин ($C_{15}H_{20}ON_2$), пузиллин ($C_{15}H_{18}ON_2$), монолюпин ($C_{16}H_{22}ON_2$), дилюпин ($C_{16}H_{26}ON_2$), трилюпин ($C_{15}H_{24}O_3N_2$) и ряд других. Согласно исследованиям Пономаренко Ю.А. и др., (2020); Прохоров Е. О., (2017),

наибольшая насыщенность данными веществами характерна для зерна, соломы и зеленой массы растений [90, 94].

Для каждого вида люпина характерен индивидуальный спектр алкалоидов. Как правило, он формируется за счет 4-5 доминирующих соединений и ряда второстепенных, которые существенно различаются по степени токсичности. Так, например, в бобах люпина желтого преимущественно содержатся люпинин (40-70%) и спартеин (30-50%). В узколистном люпине доминируют люпанин (50-80%), гидроксилупанин (10-20%) и ангустифолин (5-20%). Люпанин, выявляемый в белом и узколистном люпине, считается наиболее ядовитым, в то время как оксилупанин уступает ему в токсичности примерно в 10 раз [86, 104, 192].

В белом люпине, помимо люпанина (50-80%), присутствуют мультифлорин (3-10%), 13-гидроксилупанин (5-15%) и альбин (5-15%). Для узколистного люпина типично преобладание люпанина (65-80%), ангустифолина (5-20%) и 13-гидроксилупанина (10-20%) [192]. Уровень токсичности варьируется среди различных соединений. Наиболее ядовитым признан люпанин, тогда как гидроксилупанин обладает наименьшей токсичностью (различие составляет около 10 раз). Ранжирование алкалоидов по убыванию степени токсичности выглядит следующим образом: люпанин, люпинин, спартеин, гидроксилупанин [104].

Основной фактор, сдерживающий повсеместное использование люпина в кормопроизводстве и пищевой промышленности – это концентрация в бобах физиологически активных веществ – алкалоидов, придающих сырью горький вкус. Оптимальной концентрацией алкалоидов в люпине считается не более 0,1%. Согласно нормам РАСХН (2016) зерно люпина может быть использовано в кормлении жвачных животных, если содержание алкалоидов в нем не превышает 0,025% [86].

Выделяют пять категорий сортов в зависимости от концентрации алкалоидов [86]:

1. Пищевые сладкие (безалкалоидные) сорта: содержание алкалоидов очень низкое $< 0,025\%$ (к ним относится сорт «Тимирязевский» и «Гана»);

2. Малоалкалоидные (низкоалкалоидные) сорта: содержание алкалоидов низкое: 0,025-0,099%;
3. Кормовые среднеалкалоидные сорта: среднее содержание алкалоидов – 0,100-0,399%;
4. Сидеральные горькие сорта: содержание алкалоидов высокое – 0,400-1,000%;
5. Дикорастущие сорта: очень высокое содержание алкалоидов – 1,000-3,500%.

Процесс аккумуляции алкалоидов в тканях растения носит комплексный характер и обусловлен не только генетическими особенностями, но и внешними условиями. На содержание веществ влияют качество посевного материала, агроклиматические факторы (температура, освещенность, сезон), а также наличие патогенных микроорганизмов [184].

Согласно исследованиям, семена первой и второй репродукций характеризуются меньшим содержанием алкалоидов по сравнению с семенами массовой репродукции. В связи с этим, регулярное сортообновление выступает одним из ключевых условий для поддержания низкого уровня алкалоидности в культуре [102].

Несмотря на это, задача минимизации содержания алкалоидов в продукции данной культуры остается актуальной. На сегодняшний день выделяют два основных подхода к ее решению.

Первый подход – селекционный. Он направлен на выведение сортов с низким содержанием алкалоидов. Важно понимать, что полностью свободных от алкалоидов растений в природе не существует (как и дикорастущих форм с содержанием выше 3,5%). Термин «безалкалоидные» применяется условно к сортам, где доля антипитательных веществ составляет менее 0,02%. Примером могут служить сорта «Тимирязевский» и «Гана» (белок >32%, алкалоиды <0,02%), зарегистрированные в 2020 году [37].

Современные малоалкалоидные и условно безалкалоидные кормовые сорта (группа 0,025-0,1%) характеризуются высокой питательной ценностью: они

богаты белком, каротином, макро- и микроэлементами. Нормы включения сладкого люпина в рационы крупного рогатого скота для молодняка – 10% [90].

При этом стоит учитывать, что сорта с высоким содержанием алкалоидов часто обладают большей устойчивостью при возделывании. Кроме того, концентрация токсичных веществ может варьировать в зависимости от климатической зоны, погодных условий сезона, репродукции и агрохимического состава почв.

Второй подход – технологический. Он предполагает частичное удаление антипитательных веществ после уборки урожая. Существует несколько методов обработки: экстракция водой или растворами, термовлагообработка, баротермическая обработка, ферментация и фотосепарация [62, 90, 109].

Наиболее результативным современным методом считается высокотемпературная обработка, способная уменьшить концентрацию алкалоидов на 45% [86]. Однако для кормления крупного рогатого скота бобы часто используют в размолотом виде без дополнительной термообработки [20].

Поскольку алкалоиды люпина водорастворимы, метод экстракции позволяет значительно снизить их уровень. Например, простое замачивание обрушенного белого люпина сорта «Дега» уменьшает содержание алкалоидов более чем в 1,5 раза. Тем не менее, из-за высокой трудоемкости, сложности технологии и большого расхода воды, этот способ не нашел широкого промышленного применения.

Экструдирование заключается в кратковременном (5-7 секунд), но интенсивном механическом и баротермическом воздействии за счет высокой температуры (120-180 °С) и давления (35-60 атмосфер), в результате чего меняется структурный состав исходного сырья [62, 63].

Повышение переваримости кормов при экструдировании обусловлено комплексом процессов: перемешиванием, уплотнением и гомогенизацией сырья. Ключевым фактором становится активное испарение влаги, разрушающее клеточные стенки экструдата и меняющее химическую природу нутриентов. Это приводит к разрыву вторичных связей протеинов, делая аминокислотный

профиль более доступным, а также к нарушению целостности крахмальных зерен. В результате образуются короткоцепочечные сахара, легко усваиваемые организмом, что повышает общую ценность продукта. Стабильность жировой фракции возрастает благодаря подавлению активности липазы и ферментов окисления, в то время как биологическая ценность природных антиоксидантов – лецитина и токоферолов – сохраняется в полном объеме.

Баротермическая обработка также способствует частичному разрушению алкалоидов; при температуре 60°C в течение 1 часа снижение алкалоидов составляет 4,5%; далее при температуре 100°C: за 10 минут – на 9%, за 30 минут – на 3,4%, за 60 минут – на 21,4%; затем при повышении температуры до 150°C эффективность растет: за 10 минут – снижение на 29,5%, за 30 минут – на 30,3%, за 60 минут – на 34,0%.

Различные виды баротермической обработки также демонстрируют эффективность. В частности, экструдирование бобов люпина снижает уровень алкалоидности примерно на 40%. Проращивание позволяет уменьшить содержание вредных веществ на 45%, тогда как автолиз и ферментализация – лишь на 5% [49, 86]. Экструдирование также снижает растворимость азота на 57%, что положительно сказывается на продуктивности дойных коров [94].

Отдельного внимания заслуживает метод спектрофотометрии (фотосепарации). При анализе бобов белого люпина (сорт «Дега») выявлено, что их окраска неоднородна: часть семян имеет розоватый оттенок. Установлено, что в «розовых» бобах концентрация алкалоидов примерно в 6 раз выше, чем в «белых». Следовательно, удаление семян с розовым оттенком методом фотосепарации позволяет существенно снизить общую алкалоидность партии [49].

Заключение по обзору литературы

Раннее приучение телят к концентрированным комбикормам и сене способствует ускоренному развитию функций преджелудков и переходу на ферментативный тип пищеварения. Так, телочка в возрасте 30 дней должна

ежедневно потреблять не менее 800 граммов стартерного комбикорма.

В качестве источника белка в рецептах концентрированных комбикормов для молодняка жвачных используют зернобобовые, в частности сою и продукты ее переработки. Достойной альтернативой являются бобы люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» с содержанием сырого протеина 35-40%, сырого жира 9-12%, количество алкалоидов менее 0,025%. Данный сорт люпина относится к сладким пищевым сортам.

В связи с этим научный и практический интерес представляет изучение эффективности включения в рецепты комбикормов для ремонтных телочек бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский».

2. Методика и материал исследований

2.1. Цель и задачи исследования

Цель и задачи исследований. Цель исследований: повышение эффективности выращивания ремонтных телочек при включении разного уровня экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» в комбикорма.

Согласно поставленной цели сформулированы **задачи**:

1. Разработать рецепты комбикормов с разным уровнем ввода экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта для телочек молочного и послемолочного периодов;
2. Изучить зоотехнические показатели: живую массу, среднесуточные приросты, сохранность, затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы в возрасте 2 и 6 месяцев;
3. Установить влияние используемого компонента и разного уровня его ввода на биохимический и морфологический состав крови подопытных животных в возрасте 14 суток, 2 и 6 месяцев;
4. Изучить видовой состав и количество микробиоты рубца, уровень рубцового пищеварения, установить общее количество и соотношение ЛЖК в рубцовом содержимом подопытных животных, в возрасте 2 и 6 месяцев;
5. Оценить переваримость питательных веществ и баланс азота у ремонтных телочек в 2 и 6 месяцев при включении разного уровня бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикорма;
6. Определить рациональный уровень введения бобов люпина белого безалкалоидных сортов в престартерные и стартерные комбикорма для телочек;
7. Рассчитать экономическую эффективность и провести производственные проверки эффективности включения в престартерные и стартерные комбикорма рационального уровня бобов люпина белого безалкалоидного сорта.

Объект исследования: телочки черно-пестрой породы в возрасте от рождения до 6 месяцев.

Предмет эксперимента: изучение влияния экструдированных бобов люпина белого безалкалоидных сортов на эффективность выращивания ремонтных телочек, обменные процессы, рубцовое пищеварение и экономические показатели.

2.2. Характеристика объекта исследования и условия проведения эксперимента

Научно-хозяйственный и физиологические опыты проведены по хоздоговорной тематике кафедры кормления животных по теме «Эффективность использования бобов люпина белого безалкалоидных сортов в рецептах престартерных комбикормов для телок» (договор №133/24 от 23 декабря 2024 г.).

Для реализации поставленных задач исследования проводили на базе Бессоновского молочного комплекса СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района Белгородской области с января по июль 2024 гг. (приложение А). Исследование включало в себя научно-хозяйственный опыт, состоящий из двух периодов.

С 27 января 2025 года по 30 июля 2025 года были проведена производственная проверка рационального уровня ввода бобов люпина белого безалкалоидного сорта в престартерные и стартерные комбикорма для ремонтных телочек на базе ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» Белгородской области. Далее на рисунке 1 представлена общая схема исследования.

Для формирования групп животных были использованы новорожденные телочки черно-пестрой породы молочного периода выращивания, которых методом пар-аналогов распредели в 4 группы (контрольная и 3 опытных) по 12 голов в каждой. Подбор четверок-аналогов вели по таким показателям как: порода, пол, возраст и живая масса. Далее в таблице 5 представлена схема опыта.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО БЕЗАЛКАЛОИДНОГО СОРТА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОЧЕК							
Объект исследования: телочки черно-пестрой породы в возрасте от рождения до 6 месяцев							
Период 1: от рождения до 2 месяцев				Период 2: от 3 до 6 месяцев			
Группа (n=12)							
1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Основной рацион (ОР) + престаертер (0% бобов люпина)	ОР + престаертер (10% бобов люпина)	ОР + престаертер (20% бобов люпина)	ОР + престаертер (30% бобов люпина)	ОР + стартер (0% бобов люпина)	ОР + стартер (10% бобов люпина)	ОР + стартер (20% бобов люпина)	ОР + стартер (30% бобов люпина)
Изучаемые показатели:							
Зоотехнические показатели: <ul style="list-style-type: none"> • Сохранность; • живая масса; • абсолютные и среднесуточные приросты; • затраты кормов на 1 кг прироста живой массы; • затраты переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы. 		Биохимические показатели крови: белок общий, альбумины, АЛТ, АСТ, креатинин, мочеви́на, глюкоза. Морфологические показатели крови: лейкоциты, тромбоциты, эритроциты, гемоглобин.		Рубцовое пищеварение и микрофлора рубца: <ul style="list-style-type: none"> • видовой состав микробиоты рубца; • уровень рубцового пищеварения; • общее количество и соотношение ЛЖК. 		Переваримость и использование питательных веществ рациона: <ul style="list-style-type: none"> • переваримость: <ul style="list-style-type: none"> ○ сухого вещества; ○ органического вещества; ○ протеина; ○ жира; ○ клетчатки; ○ БЭВ; • баланс и использование азота. 	
Производственная проверка рационального уровня ввода экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта в престаертерные и стартерные комбикорма для ремонтных телочек							
Экономическая эффективность использования экструдированные бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикормах для телочек							
Предложения производству и перспективы дальнейшей разработки темы							

Рисунок 1 – Общая схема исследования

На протяжении исследования животные были клинически здоровыми и находились в одинаковых условиях содержания. Кормление телочек осуществляли 2 раза в сутки. В период до двухмесячного возраста телочек содержали в индивидуальных домиках с кормушкой и свободным доступом к воде (рис. 2).



Рисунок 2. Содержание телочек в молочный период

Различия в кормлении молодняка заключались лишь в том, что животные 1-й контрольной группы получали рацион, принятый в хозяйстве, а аналогам 2-й, 3-й и 4-й опытных групп скармливали комбикорма, содержащие различное количество бобов люпина белого: 10%, 20, 30% от массы соответственно, подвергшихся экструдированию. Основой рациона в данный период являлось цельное молоко (6 кг/сут/гол), сено (приучение со 2-й декады жизни), комбикорм (приучение с 4 дня жизни).

Далее до 6-месячного возраста телочки из опытных и контрольной групп содержались в станках по 6 голов с достаточным фронтом кормления и поения (рис. 3).



Рисунок 3. Содержание телочек старше двух месяцев

Во второй период научно-хозяйственного опыта все животные получали сено, силос и стартерный комбикорм. В контрольной группе телочки получали комбикорм, используемый в хозяйстве без внесения дополнительных белковых компонентов. В опытных группах рецепты комбикормов были целенаправленно изменены за счёт включения в состав экструдированных бобов люпина белого в количестве 10%, 20 и 30% от общей массы корма.

Рационы кормления для телочек соответствовали нормам потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах ВИЖа (2018) [81]. Рецептуры престаренных и стартерных комбикормов были рассчитаны с помощью программного комплекса «КормОптима». Комбикорма для опытных групп были произведены на комбикормовом заводе ООО «Агроуниверсал» Ивнянского района Белгородской области. Животные из контрольной группы получали рецепт комбикорма, принятый в хозяйстве.

Таблица 5 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество голов	Особенности кормления	Продолжительность опыта, сут.
Период 1: от рождения до 2-месячного возраста			
1-я контрольная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 0% бобов люпина белого	60
2-я опытная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 10% бобов люпина белого	60
3-я опытная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 20% бобов люпина белого	60
4-я опытная	12	ОР + престартерный комбикорм с содержанием 30% бобов люпина белого	60
Период 2: от 3 до 6-месячного возраста			
1-я контрольная	12	ОР + стартерный комбикорм с содержанием 0% бобов люпина белого	120
2-я опытная	12	ОР + стартерный комбикорм с содержанием 10% бобов люпина белого	120
3-я опытная	12	ОР + стартерный комбикорм с содержанием 20% бобов люпина белого	120
4-я опытная	12	ОР + стартерный комбикорм с содержанием 30% бобов люпина белого	120

Для составления рецептур комбикормов с разным уровнем ввода бобов люпина белого безалкалоидного исследуемое сырье было направлено на анализ во Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (Брянская область).

В рамках научно-хозяйственного эксперимента была проведена серия физиологических опытов (прямой балансовый метод), в рамках которой из каждой группы было отобрано по 3 головы телочек в возрасте 2-х и 6-и месяцев. На протяжении физиологического исследования животные были клинически здоровыми. Учетный составил 5 суток.

В ходе балансового опыта осуществляли систематический учет фактического потребления кормов с регистрацией их остатков, а также контролировали количество выделяемых животными мочи и кала. Отбор проб кормов и экскрементов, их подготовку и консервирование (прил. Н) выполняли в соответствии с методическими подходами, применяемыми на кафедре кормления и разведения животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (рис. 4) [74].



Рисунок 4. Процесс консервирования кала

На основании результатов химического анализа кормов, а также выделяемых с мочой и калом веществ, проводили расчет среднесуточного азотистого баланса (прил. Ж). Полученные показатели позволяли оценить особенности использования азота в организме животных и служили основой для последующей интерпретации обменных процессов.

Отбор проб кормов осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 6497-2011 «Корма для животных. Отбор проб» (рис. 5) [44].

Анализ кормовых средств проводили на протяжении научно-хозяйственного опыта в Лаборатории молочного животноводства Центра

компетенций молочного животноводства ООО «Бирюч» – «Умная ферма» по стандартизированным методикам и на сертифицированном оборудовании.



Рисунок 5. Взвешивание образцов перед высушиванием

Средние пробы отбирали в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6497-2011 и анализировали по ГОСТам и общепринятым методикам ВНИИФБиП, ВИЖа, а также утвержденным в сертифицированных лабораториях (BLGG AgroExpertus): первоначальную влагу определяли высушиванием образцов при температуре 65°C до постоянной массы; гигроскопическую влагу – высушиванием при температуре 105°C; сухое вещество определяли согласно ГОСТ 31640-2012; содержание общего азота определяли методом Кьельдаля и сырого протеина расчетным методом путем умножения процентного содержания азота на соответствующий коэффициент по ГОСТ Р 51417–99 (ИСО 5983:1997), ГОСТ 13496.4–93, ГОСТ 26889-86 [41, 42, 43, 44].

Химический анализ кала проводили в Лаборатории молочного животноводства Центра компетенций молочного животноводства ООО «Бирюч» (инновационное подразделение ГК ЭФКО); определение содержания

азота в моче – в лаборатории зоотехнического анализа кафедры кормления животных РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева.

В процессе исследования учитывали: абсолютные и среднесуточные приросты живой массы.

Абсолютный прирост – это разность между живой массой животного в конце и начале определённого периода. Абсолютный прирост определяли по формуле:

$$\text{Абсолютный прирост (АП)} = M_2 - M_1, \quad (1)$$

где: M_1 - живая масса в конце периода (кг), M_2 - живая масса в начале периода (кг).

Среднесуточный прирост – это средняя величина ежедневной прибавки живой массы за определённый период. Используется для сравнения продуктивности, оценки эффективности кормления, условий содержания, действия добавок и т.д.

$$\text{Среднесуточный прирост (ССП)} = \frac{M_2 - M_1}{T}, \quad (2)$$

где: M_1 - живая масса в конце периода (кг), M_2 - живая масса в начале периода (кг), T – продолжительность периода в днях.

Индивидуальное взвешивание проводили в начале опыта и далее ежемесячно, согласно принятому в хозяйстве графику.

Также в рамках исследования определяли биохимические и морфологические показатели крови. Кровь отбирали у трех голов из каждой группы за период научно-хозяйственного опыта трижды: в возрасте 14 суток, двух и шести месяцев.

Биохимические и морфологические параметры крови телят определяли на 14-е сутки, а также в возрасте двух и шести месяцев (рис. 6).

Образцы крови отбирали у трех животных из каждой группы после утреннего кормления в вакуумные пробирки. Анализ биохимических показателей крови осуществляли в лаборатории на базе СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района Белгородской области. В крови определяли:

содержание альбумина, общего белка, АЛТ, АСТ, креатинина и глюкозы. Мочевину определяли в Ветеринарной (испытательной) лаборатории ОГАУ «Ветстанция по Белгородскому району» Белгородской области (прил. Е). Для проведения исследований использовалось следующее оборудование: анализатор автоматический биохимический BS-200E; дозатор автоматический и механический одноканальный ВЮНІТ 10,0-100,0 мкл; мультиметр цифровой Testo 760; прибор комбинированный Testo 608-N1; прибор комбинированный Testo 622.



Рисунок 6. Подготовка к отбору крови у животных

Морфологический анализ крови телочек (количество тромбоцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина) определяли на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-3020 на базе Ветеринарной (испытательной) лаборатории ОГАУ «Ветстанция по Белгородскому району» Белгородской области.

Оценку процессов рубцового метаболизма проводили путем забора содержимого рубца с помощью зонда у трех телят из каждой группы в возрасте 2 и 6 мес. На данные показатели большое влияние оказывают условия отбора

образцов: время после кормления, метод и оборудование для отбора рубцовой жидкости, стресс-факторы.

Молярное соотношение ЛЖК определяли по Пустовой В.К. (1978) методом газожидкостной хроматографии (хроматограф газовый Цвет-800) на стеклянной колонке ($l=150$ см, $d=0,4$ см). В качестве твердого неподвижного носителя использовали CHROMATON N-AW-HMDS (0,130-0,180 мм). Жидкой неподвижной фазой служил TWEEN-60 (Serwa), наносимый в количестве 15 % от массы твердого неподвижного носителя [78]. Температура колонки 140°C . Истинное значение количества ЛЖК получали с применением коэффициентов, рассчитанных для данной колонки по стандартной смеси летучих жирных кислот. Профиль ЛЖК определяли путем хроматографии (рис. 7):

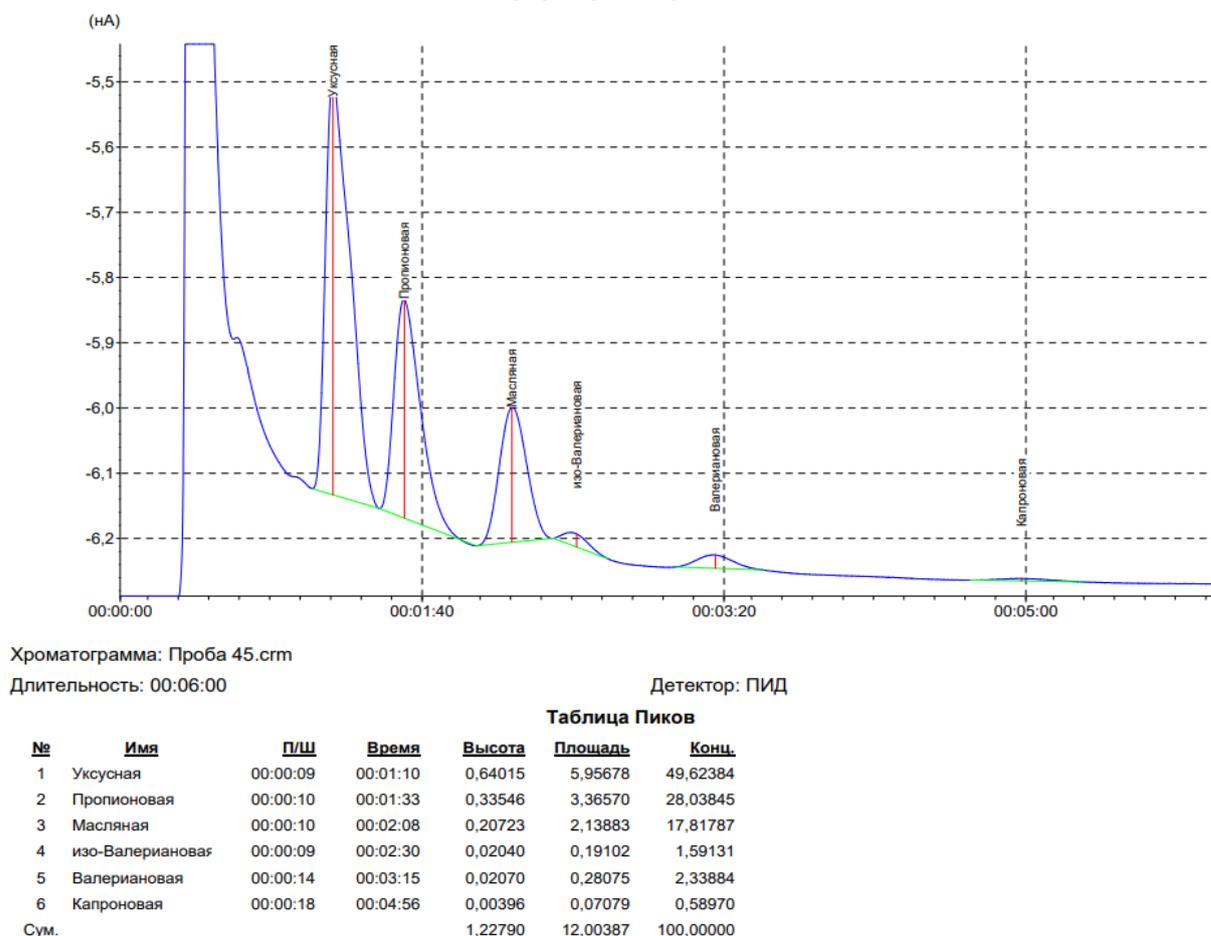


Рисунок 7. Хроматограмма пробы рубцового содержимого

Образцы рубцовой жидкости для исследований микробного сообщества замораживали при -20°C и транспортировали в лабораторию компании ООО «БИОТРОФ» для дальнейшего анализа. Выделение тотальной ДНК из

образцов кормов проводилось с использованием набора Genomic DNA Purification Kit («Thermo Fisher Scientific, Inc.», США) в соответствии с инструкциями производителя.

Количественный состав микроорганизмов проводили методом qPCR с использованием специфических праймеров на амплификаторе DT-Light («ДНК-Технология», Россия) с применением наборов Колонофлор 16 (премиум) (ООО «Альфалаб», Россия) в соответствии с инструкцией производителя.

В образцах определяли присутствие следующих таксонов - *Prevotella*, *Ruminococcus*, *Methanosphaera stadmanae*, *Methanobrevibacter smithii*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter*, *Enterococcus*, *Acinetobacter*, *Escherichia coli*, *Candida* и др.

Математическую и статистическую обработку данных проводили стандартными методами корреляционного и дисперсионного анализа по Антоновой В.С. и др. (2011) с использованием персонального компьютера с использованием программы Microsoft Excel [6]. Достоверность разности оценивали по t-критерию Стьюдента, её считали достоверной по отношению к контролю при $p \leq 0,05$.

3. Результаты исследований

3.1. Научно-хозяйственный опыт

3.1.1. Анализ суточного рациона телочек до 2-месячного возраста

В вопросе полноценного кормления животных первоначально качество кормов, составляющих рацион. С 10-го дня жизни телят приучали к поеданию разнотравно-злаково-бобового сена 1 класса. Количество сухого вещества (СВ) – 85,0%, сырого протеина (СП) – 15,16 %, сырого жира (СЖ) – 1,25%.

По результатам анализов химического состава цельного молока, используемого при выращивании телочек, было установлено, что содержание жира в молоке составляло 4,1%, а белка – 3,7%. Со второго месяца жизни телочек приучали к поеданию кукурузного силоса (СВ – 27,00 %, СП – 2,58 %, СЖ – 0,94 %, СК – 6,34 %).

Химический состав бобов люпина по результатам лабораторного исследования представлен в приложении В.

Различия между рецептурами комбикормов были обусловлены особенностями их протеинового компонента и выражались в уровне включения бобов люпина белого сорта «Тимирязевский», подвергшихся экструдированию, доля которых в рационах опытных групп составляла 10%, 20 и 30% соответственно.

Анализ поедаемости показал, что в период проведения эксперимента животные опытных групп характеризовались несколько более высоким потреблением комбикорма по сравнению с контрольными аналогами. Уже на этапе приучения телочки проявляли устойчивый интерес к престартеру, а к завершению второго месяца исследования среднесуточное потребление комбикорма на одну голову стабильно достигало уровня не ниже 1100 г.

В таблице 6 представлены рецепты комбикормов-престартеров контрольной и опытных групп:

Таблица 6 – Рецепты комбикормов-престартеров, %

Компонент	В рецепте			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Пшеница	16,71	7,9	12,9	10,9
Ячмень	-	-	-	-
Кукуруза	32,7	35	30	32
Отруби пшеничные	-	5	5	5
Люпин кормовой экструдированный	-	10	20	30
Жмых соевый, СП 42%	10	-	-	-
Соя полножирная, СП 37%	14	18	8	3
Шрот подсолнечный, СП 36%, СК 17%	22	20	20	15
Сыворотка молочная сухая	1,5	1,5	1,5	1,5
Соль поваренная	0,8	0,8	0,8	0,8
Трикальцийфосфат	0,8	0,8	0,8	0,8
Известняковая мука	0,49	-	-	-
П62-1	1	1	1	1

Показатели питательности комбикормов-престартеров, используемых в исследовании представлен в таблице 7. Питательность рациона телочек в возрасте 2-х месяцев представлена в приложении Г.

Таблица 7 – Питательная ценность комбикормов-престартеров контрольной и опытных групп, %

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
ОЭ, МДж/кг	11,7	11,9	11,9	12,4
Сухое вещество	88,86	89,0	89,65	90,13
Сырой протеин	22,01	22,16	22,33	22,31
Сырой жир	5,13	6,36	5,34	5,33
Сырая клетчатка	6,35	6,62	6,95	6,65
Сахара	4,79	4,53	4,67	4,64
Крахмал	32,32	32,47	34,51	37,33
ЛПУ	37,11	37,01	39,18	41,97
Лизин	0,99	0,99	0,95	0,95
Кальций	0,96	0,78	0,79	0,79
Фософор	0,65	0,67	0,66	0,62
Поваренная соль	0,83	0,83	0,84	0,84

Комбикорма, применяемые в опыте для телочек, были сопоставимы между собой по уровню обменной энергии, а также по содержанию сырого протеина и сырой клетчатки, что обеспечивало равные исходные условия кормления животных. Вместе с тем в рецептурах комбикормов с повышенной долей бобов люпина белого безалкалоидных сортов (20 и 30%) отмечалось незначительное снижение концентрации лизина – на 0,04%, которое компенсировалось более высоким суммарным содержанием сырого протеина.

При этом следует отметить, что эффективность использования азота зависит от соотношения в рационе энергии и протеина: чем больше энергии приходится на единицу протеина, тем более эффективно азот усваивается организмом. Количество легкопереваримых углеводов (ЛПУ) было наибольшим в 3-й и 4-й опытных группах, а значит и эффективность использования азота у животных, потреблявших престартерные комбикорма с включением в рецептуру бобов люпина белого (20 и 30% соответственно), была наиболее высокой, о чем свидетельствуют данные таблицы 16, представленной далее.

3.1.2. Анализ суточного рациона телочек в возрасте от 3 до 6 месяцев

С третьего месяца жизни рацион ремонтных телочек состоял из: разнотравно-злаково-бобового сена 1 класса (количество сухого вещества – 85,0%, сырого протеина – 15,16 %, сырого жира – 1,25%), кукурузного силоса (сухого вещества – 27,00%, сырого протеина – 2,58%, сырого жира – 0,94%, сырой клетчатки – 6,34%) и стартерного комбикорма. Далее в таблице 8 представлены рецепты комбикормов-концентратов.

Различие в рецептурах комбикормов-стартеров заключалось в содержании бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» и составляло соответственно 10%, 20 и 30%, которым частично (2-я опытная группа) и полностью (3-я и 4-я опытные группы) заменили дорогостоящие продукты переработки сои. Также в рецептах комбикормов опытных групп отсутствовало зерно ячменя.

В состав комбикормов опытных групп была введена сыворотка молочная сухая в количестве 1,5%, богатая протеинами и характеризующаяся приятным сливочным ароматом.

Таблица 8 – Рецепты комбикормов-стартеров, %

Компонент	В рецепте			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Пшеница	29,9	11,9	5,9	5,9
Ячмень	25	-	-	-
Кукуруза	8	32	32	32
Отруби пшеничные	-	18	25	25
Люпин кормовой экструдированный	-	10	20	30
Соя полножирная, СП 37%	11,4	6	-	-
Шрот подсолнечный, СП 36%, СК 17%	22	18	13	3
Сыворотка молочная сухая	-	1,5	1,5	1,5
Соль поваренная	1	0,8	0,8	0,8
Трикальцийфосфат	1,5	0,8	0,8	0,8
Карбосил	0,2	-	-	-
П62-1	1	1	1	1

К двухмесячному возрасту ремонтные телочки уже были приучены к поеданию концентрированных кормов. Ко второй декаде третьего месяца жизни уровень потребления комбикорма-концентрата составлял не менее 1800 граммов в сутки. Отмечалось, что телочки из опытных групп проявляли повышенную активность к комбикорму, нежели животные контрольной группы, что, вероятно, обусловлено более привлекательным ароматом комбикорма зачет включения в состав рецепта сыворотки сухой в количестве 1,5%. К концу опытного периода уровень потребления комбикорма телочками составлял 2800 граммов в сутки.

Показатели питательности комбикормов-престартеров, используемых в исследовании, представлен в таблице 9.

Комбикорма для ремонтных телочек в опытных группах были одинаковы по энергетической ценности и уровню содержания сырого протеина, сырой клетчатки.

Таблица 9 – Питательная ценность комбикормов-стартеров контрольной и опытных групп, %

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
ОЭ, МДж/кг	11,0	11,3	11,4	12,1
Сухое вещество	88,46	88,86	89,29	89,69
Сырой протеин	19,01	19,09	19,09	19,19
Сырой жир	3,81	4,59	4,54	5,32
Сырая клетчатка	6,73	6,92	7,09	6,23
Сахара	2,94	4,95	5,08	4,69
Крахмал	34,8	34,20	34,48	37,00
ЛПУ	37,74	39,16	39,57	41,68
Лизин	0,75	0,77	0,77	0,83
Кальций	1,02	0,77	0,77	0,76
Фосфор	0,71	0,71	0,72	0,66
Поваренная соль	1,05	0,84	0,85	0,85

Питательность рациона телочек в возрасте 6 месяцев представлена в приложении Д.

В рецепте комбикорма с максимальным содержанием содержанием бобов люпина белого безалкалоидного сорта (30%) отмечается более высокое содержание лизина, чем в рецептах контрольной и опытных групп 2 и 3, на 0,08 и 0,06%. Также в данном рационе наивысше содержание легкопереваримых углеводов, что позволяет предположить наиболее высокий уровень эффективности использования азота особями из 4-й опытной группы.

Известно, что протеин бобов люпина обладает более высокой степенью растворимости, нежели протеин бобов сои и продуктов ее переработки. Вероятно, в связи с этим телочки из 4-й опытной группы не показали

наивысших показателей приростов живой массы в 2-ом опытном периоде (с двух- до шестимесячного возраста).

3.1.3. Эффективность использования кормов рациона телочками

Оценка результативности технологического процесса выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота базируется на анализе показателей динамики живой массы и интенсивности роста, которые отражают конверсию питательных веществ рациона в биомассу организма. В рамках проведенного эксперимента были рассчитаны показатели абсолютных и среднесуточных приростов, а также затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы [25, 64, 65, 66].

На начале эксперимента все группы были максимально уравнены: масса новорожденных телочек колебалась в пределах – от $35,7 \pm 0,61$ до $35,8 \pm 0,72$ кг, что подтверждает корректность подбора аналогов.

К 60-дневному возрасту телочки, получавшие комбикорма с включением бобов люпина белого, превосходили сверстников из контрольной группы по живой массе. Абсолютный прирост живой массы при 10%-ном добавлении люпина средняя живая масса составила $63,1 \pm 1,50$ кг, причем разность с контролем была статистически достоверной ($p < 0,05$); в группе с 20%-ным содержанием бобов люпина показатель достиг $64,3 \pm 2,38$ кг; наибольший результат показали телочки из группы с 30%-ным включением люпина – $65,8 \pm 1,32$ кг.

Далее в таблице 10 и на рисунке 8 представлена динамика живой массы телят за 1-й опытный период:

Анализ динамики живой массы подопытных животных к завершению молочного периода (60 суток) выявил преимущество животных, получавших комбикорма с включением бобов люпина белого, над сверстниками из контрольной группы. При этом прослеживалась определённая градация: при 10%-ном замещении традиционного белка средняя масса составила $63,1 \pm 1,50$ кг (разность достоверна, $p < 0,05$), при 20%-ном – $64,3 \pm 2,38$ кг, а максимальное

значение ($65,8 \pm 1,32$ кг) зафиксировано при 30%-ном уровне введения бобов люпина белого безалкалоидного сорта.

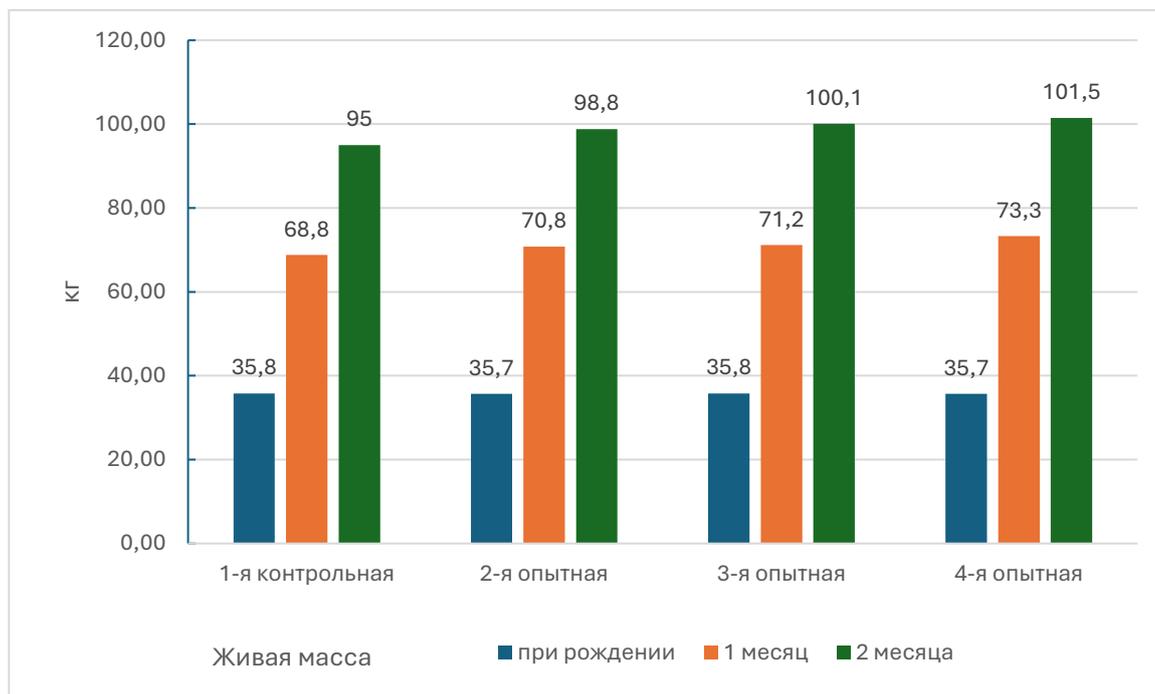


Рисунок 8. Динамика живой массы телят от рождения до 2 месяцев

Резюмируя полученные данные, можно констатировать, что максимальная эффективность роста была достигнута 4-й опытной группой, где рацион молодняка включал 30% бобов люпина белого в составе комбикорма. Именно эти животные продемонстрировали наибольший абсолютный прирост за период исследования – $65,8 \pm 1,32$ кг, при $p < 0,05$.

Параллельно с этим, в данной группе зафиксирован и наивысший показатель среднесуточного прироста – $1096 \pm 0,02$ г, что свидетельствует о высокой интенсивности обменных процессов при скармливании комбикормов с высоки уровнем люпина.

Анализ динамики среднесуточных приростов живой массы по всем опытным группам выявил устойчивую положительную тенденцию: значения данного показателя последовательно возрастали по мере увеличения доли бобов люпина в комбикорме. Превышение над контрольными значениями составило 6,4%, 8,5 и 11,0% соответственно.

Таблица 10 – Динамика живой массы телят за первый опытный период

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Живая масса, кг:				
- при рождении	35,8±0,72	35,7±0,70	35,8±0,63	35,7±0,61
- в 1 месяц	68,8±1,16	70,8±1,04	71,2±2,02	73,3±0,86*
- в 2 месяца	95,0±1,09	98,8±1,30*	100,1±2,36	101,5±1,27*
Абсолютный прирост, кг	59,3±0,93	63,1±1,50*	64,3±2,38	65,8±1,32*
Среднесуточный прирост, г	988,0±0,02	1052,0±0,02*	1072,0±0,04	1096,0±0,02*
В % к контрольной группе	100,0	106,4	108,5	111,0
Затраты кормов на 1 кг прироста, ЭКЕ	3,33	3,15	3,09	3,07
Затраты переваримого протеина на 1 кг прироста, г	448,9	413,5	397,9	396,0

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы были наименьшими в 4-й опытной группе и составили 3,07 ЭКЕ и 396,0 г соответственно.

Далее на рисунке 9 и в таблице 11 представлена динамика живой массы телят за 2-й опытный период:

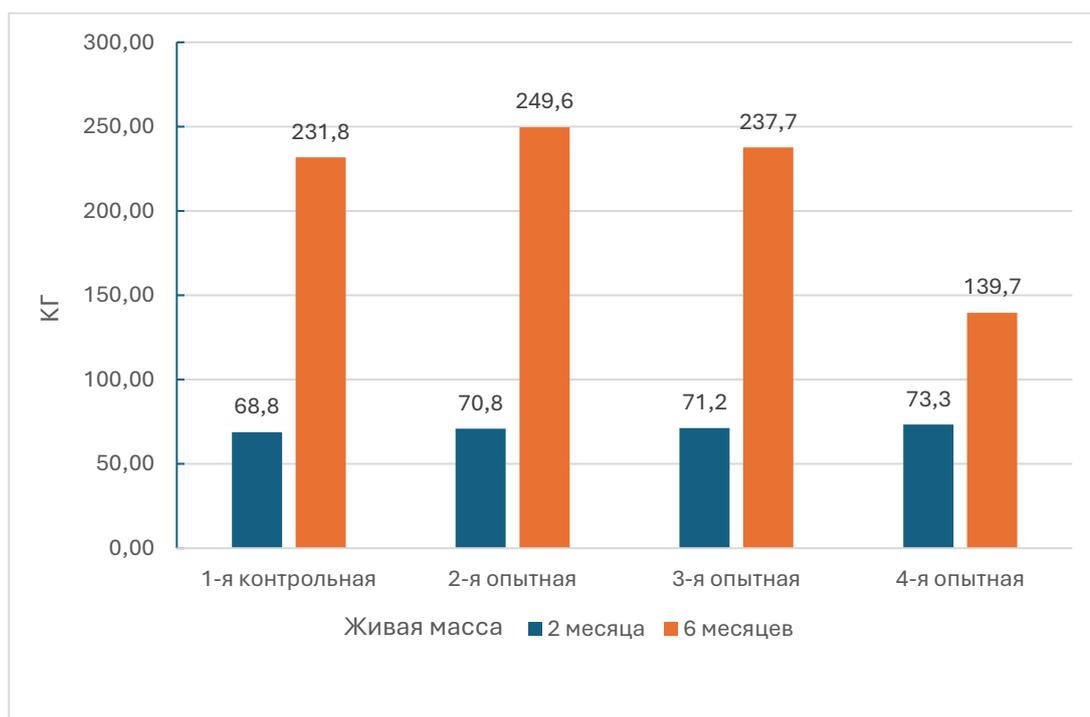


Рисунок 9. Динамик живой массы телочек в возрасте 6 мес.

В возрасте 6 месяцев наибольшей продуктивности достигли телочки второй опытной группы (10% бобов люпина), чья средняя живая масса к концу исследования составила $249,6 \pm 0,91$ кг. Превышение над контрольным показателем ($231,8 \pm 0,73$ кг) было статистически подтверждено ($p < 0,05$) и превысило 10%. Животные из групп с более высокой концентрацией люпина (20% и 30%) продемонстрировали приблизительно одинаковые результаты – $237,7 \pm 1,38$ кг и $241,8 \pm 1,23$ кг соответственно.

Таблица 11 – Динамика живой массы телят за второй опытный период

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Живая масса, кг:				
- в 2 месяца	$95,0 \pm 1,09$	$98,8 \pm 1,30^*$	$100,1 \pm 2,36$	$101,5 \pm 1,27^*$
- в 6 месяцев	$231,8 \pm 0,73$	$249,6 \pm 0,91^*$	$237,7 \pm 1,38^*$	$241,8 \pm 1,23^*$
Абсолютный прирост, кг	$136,8 \pm 1,01$	$150,8 \pm 1,39^*$	$137,6 \pm 3,05^*$	$139,7 \pm 1,73$
Среднесуточный прирост, г	$1140,0 \pm 0,03$	$1260,0 \pm 0,11^*$	$1150,0 \pm 0,02$	$1160,0 \pm 0,14$
В % к контрольной группе	100,0	110,2	100,6	102,1
Затраты кормов на 1 кг прироста, ЭКЕ	5,08	4,68	5,16	5,33
Затраты переваримого протеина на 1 кг прироста, г	606,6	518,5	563,4	573,5

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Наиболее выраженная положительная динамика по показателям абсолютного и среднесуточного прироста была характерна для животных 2-й опытной группы: указанные параметры достигли $150,75 \pm 1,39$ кг ($p < 0,05$) и $1260,0 \pm 0,11$ г ($p < 0,05$) соответственно, что более чем на 10% выше, чем в контрольной группе. Среднесуточный прирост живой массы телочек из контрольной группы за 2-й период исследования составил $1140,0 \pm 0,03$ г в сутки.

Обобщая результаты второго этапа исследования (2-6 месяцев), можно заключить, что оптимальной дозой включения бобов люпина белого в комбикорма для ремонтных телочек является 10%. Именно этот уровень обеспечил максимальную реализацию генетического потенциала роста:

абсолютный прирост живой массы составил $150,75 \pm 1,39$ ($p < 0,05$), среднесуточный прирост – $1260,0 \pm 0,11$ г.

Затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы во 2-й опытной период были наименьшими во 2-й опытной группе и составили 4,68 ЭКЕ и 518,5г.

На протяжении всего научно-хозяйственного эксперимента сохранность среди подопытных животных была 100%.

3.1.4. Биохимические показатели крови телочек

Одним из ключевых маркеров физиологического статуса сельскохозяйственных животных выступает биохимический профиль крови, отражающий адаптационные возможности организма и эффективность метаболических процессов.

Биохимические исследования сыворотки крови достаточно полно характеризуют состояние обмена веществ в организме коров. Так, анализ крови является одним из этапов исследования, проводимое в лабораторных условиях, с целью выявления сведений о функциональном состоянии организма в целом или отдельных органов. Полученные результаты дают сведения, на основе которых с высокой точностью возможно определить сбои в работе организма и принять соответствующие меры для снижения негативных последствий этих нарушений.

Контроль полноценности кормления, регулирования уровня и качества протеина и других факторов, которые влияют на обмен веществ молочного скота. Одной из задач являлось изучение биохимических показателей крови. Исследования проводили трижды: в возрасте 14 суток, двух и шести месяцев. Полученные результаты представлены в таблице 12.

Основным показателем метаболизма углеводов служит концентрация сахара в крови, главным образом глюкоза, которая является источником энергии и субстратом для синтеза молочного сахара. Она является основным энергетическим субстратом организма, влияющим на интенсивность обмена

липидов и белка, стимулирует функцию поджелудочной железы и печени, обладает антикетогенным действием.

Результаты исследования показали, что концентрация глюкозы в сыворотке крови у телят всех групп в начале исследования находилась в пределах референсных значений. В возрасте 2-х месяцев уровень содержания глюкозы в крови телочек был выше нормы, что свидетельствует об активном росте животных в период исследования.

Известно, что у телят до 6 месяцев уровень глюкозы может физиологически превышать нормы взрослых особей – из-за интенсивного роста, высокой метаболической активности и чувствительности к стрессу.

По данным NRC (2001) и Merck Veterinary Manual, у телят в возрасте 1-3 месяцев допустимы кратковременные подъёмы глюкозы до 8-10 ммоль/л при отсутствии клинических признаков патологии [129, 167, 168].

При анализе белкового обмена выяснилось, что у всех групп содержание общего белка в сыворотке крови находится в пределах нормы. Известно, что чем меньше концентрация общего белка в крови, тем интенсивнее используется азот в белковом обмене. Это является подтверждением того, что протеин активно вовлекается в белковый цикл, в этом случае потеря азота с калом и мочой снижается, а скорость роста организма (среднесуточные приросты) – увеличивается.

Наименьший показатель общего белка в сыворотке в крови в возрасте 2-х месяцев зафиксирован у животных из 4-й опытной группы, где в составе престартерного комбикорма содержалось 30% бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский». В молочный период выращивания животные из 4-й опытной группы показали наивысший прирост живой массы. Что касается второго опытного периода, здесь наименьшее количество общего белка отмечается в 1-й опытной группе.

Таблица 12 – Биохимические показатели крови животных из контрольной и опытных групп

Группа	Возраст	Показатель						
		Белок общий	Альбумин	Креатинин	АЛТ	АСТ	Мочевина	Глюкоза
<i>РИ Бурмистров Е.Н. и др. (2021) [18]</i>		<i>61,6-82,2 г/л</i>	<i>27-43 г/л</i>	<i>55,8-162,4 ммоль/л</i>	<i>6,9-35,3 Е/л</i>	<i>45,3-100,2 Е/л</i>	<i>3-9 ммоль/л</i>	<i>2,3-4,1 ммоль/л</i>
1-я контрольная	14 суток	77,4±3,63	41,5±0,91	83,2±2,37	37,0±0,80	44,6±1,38	4,1±3,63	2,7±0,14
	2 мес.	84,3±2,76	43,9±0,66	95,2±0,82	12,8±0,20	20,8±0,12	5,3±0,25	7,4±1,98
	6 мес.	81,5±0,44	42,5±0,60	92,4±1,19	21,9±0,07	54,5±0,42	5,7±0,46	6,3±0,48
2-я опытная	14 суток	75,8±2,25	39,2±0,94	89,3±1,27	36,4±0,78	58,5±1,41*	3,4±0,29	2,8±0,04
	2 мес.	78,7±0,01	42,6±0,19	91,2±0,74*	27,2±0,26*	100,1±0,63*	4,7±0,20	8,3±0,13
	6 мес.	78,3±0,48	443,1±0,76	106,4±1,56*	19,1±0,17*	84,3±0,80*	7,7±0,13*	8,9±0,23
3-я опытная	14 суток	78,2±1,29	38,7±0,25	92,3±2,34	35,7±0,30	58,0±0,31*	3,7±0,15	2,9±0,41
	2 мес.	84,6±0,96	43,1±0,36	87,1±0,78*	13,7±0,19*	70,5±0,67*	4,3±0,23*	7,0±0,97
	6 мес.	79,8±2,53	43,1±0,25	98,8±0,70*	26,3±0,43*	83,5±1,25*	7,1±0,16*	7,3±0,18
4-я опытная	14 суток	71,4±4,07	35,61±0,47*	77,13±1,17	34,8±0,54	52,6±1,30*	3,3±0,82	3,1±0,11
	2 мес.	75,3±0,70	42,5±0,77	85,4±2,98	13,3±0,33	45,5±0,60*	4,7±0,44	8,7±0,25
	6 мес.	82,1±2,82	43,2±0,83	93,1±1,40*	18,7±0,17*	67,9±0,62*	7,4±0,19*	7,7±0,82

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Наблюдается достоверное ($p < 0,05$) снижение альбумина в 4-й опытной группе в возрасте 14 суток, что, вероятно, связано с особенностями белкового обмена в раннем возрасте. В возрасте 2-х и 6-и месяцев показатели стабилизировались и соответствовали физиологическим нормам.

Креатинин во всех группах и возрастах был в пределах референсных значений. В возрасте 6 месяцев по 2-й опытной группе отмечался максимальный показатель $106,4 \pm 1,56$ мкмоль/л (при $p < 0,05$), что, вероятно, связано с более интенсивным обменом веществ и, как следствие, увеличением мышечной массы.

Связь между уровнем мочевины и общим белком в сыворотке крови – это важный метаболический маркер, отражающий баланс поступления, усвоения и катаболизма белка в организме. Эти два показателя взаимосвязаны, но отражают разные стороны белкового обмена.

Мочевина (азот мочевины) – конечный продукт распада белков и аминокислот в печени. Концентрация мочевины в сыворотке крови телочек всех групп на протяжении периода исследования была в норме и соответствовала возрасту животных. В крови телочек из опытных групп в возрасте 6 месяцев отмечается достижение уровня мочевины, приближенное к концентрации в крови взрослых животных, что, вероятно, свидетельствует о нормальном развитии желудочно-кишечного тракта и формировании популяционного состава рубца.

Таким образом, использование бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикормах для ремонтных телочек в молочный и послемолочный периоды не оказывает влияния на белковый обмен, почечную функцию и работу печени.

3.1.5. Морфологический анализ крови телочек

Морфологические показатели являются одним из ключевых диагностических критериев, позволяющих объективно оценивать уровень обменных процессов и общее физиологическое состояние организма животных.

Для взрослых коров в литературе представлены референсные значения большинства биохимических и морфологических показателей крови. Однако в отношении ремонтного молодняка крупного рогатого скота единые нормативы до настоящего времени не разработаны, что объясняется значительной возрастной изменчивостью исследуемых параметров [139, 167].

Установлено, что динамика гематологических показателей у молодняка наиболее выражена в раннем постнатальном периоде. «...Число эритроцитов и содержание гемоглобина в крови новорожденных животных связаны с характером внутриутробного развития и состоянием организма матери» [108].

Уже в первые недели жизни показатели крови изменяются в связи с потреблением молозива, укороченной продолжительностью жизни эритроцитов, а также снижением концентрации гемоглобина, что проявляется в феномене так называемой «физиологической анемии» телят [139, 159].

Существенную роль в формировании гематологического профиля играет схема выпойки, рацион кормления и, конечно же, сами корма. Начиная со второго месяца жизни, когда потребление сухого вещества становится относительно стабильным и в дальнейшем прогрессивно увеличивается, рацион кормления оказывает значительное влияние на морфологические и биохимические параметры крови [167].

Исследование гематологии телочек являлось одной из задач исследования. Анализы проводили трижды: в возрасте 14 суток, двух и шести месяцев.

Результаты, представленные в таблице 10, свидетельствуют о том, что включение экструдированных бобов люпина белого в состав комбикормов в количестве 10%, 20 и 30 % не оказывало отрицательного влияния на гематологический статус телят в изучаемые возрастные периоды (14 суток, 2 и 6 месяцев).

Таблица 13 – Морфологические показатели крови подопытных животных

Показатель	РИ	Источник	Возраст	Группа			
				1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
				М ± m	М ± m	М ± m	М ± m
Количество тромбоцитов, 10 ⁹ /л	400,0-700,0	[1,2]	14 суток	539,7 ± 60,77	480,0 ± 10,46	433,3 ± 17,61	473,7 ± 71,21
	350,0-650,0		2 мес.	648,7 ± 89,93	480,3 ± 93,31	499,7 ± 46,83	413,7 ± 20,22
	300,0-600,0		6 мес.	516,0 ± 27,28	586,7 ± 11,32	547,7 ± 10,71	494,3 ± 12,58
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	9,0-15,0	[2]	14 суток	15,3 ± 7,07	15,2 ± 0,98	16,0 ± 0,44	12,8 ± 2,54
	7,0-12,0		2 мес.	15,4 ± 0,30	14,0 ± 0,58	14,7 ± 0,68	14,4 ± 0,59
	6,0-11,0		6 мес.	12,4 ± 1,51	13,1 ± 0,69	11,3 ± 1,18	12,9 ± 0,70
Содержание гемоглобина, г/л	100,0-120,0	[2,3]	14 суток	96,7 ± 14,24	104,0 ± 1,23	110,3 ± 12,73	82,3 ± 4,55
	90,0-110,0		2 мес.	125,3 ± 5,72	135,7 ± 3,56	125,7 ± 2,27	131,3 ± 2,04
	85,0-105,0		6 мес.	117,0 ± 3,67	124,3 ± 3,27	117,0 ± 6,16	114,7 ± 0,41
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,0-10,0	[1,2]	14 суток	7,5 ± 1,01	8,4 ± 0,19	7,2 ± 0,63	7,0 ± 0,30
	6,0-8,0		2 мес.	5,4 ± 0,32	5,2 ± 0,26	5,4 ± 0,39	5,3 ± 0,36
	5,5-7,0		6 мес.	7,7 ± 0,04	7,7 ± 0,65	8,1 ± 0,31	7,7 ± 0,13

1. Brun-Hansen H. C., Kampen A. H., Lund A. Hematologic values in calves during the first 6 months of life // *Veterinary Clinical Pathology*. – 2006. – Vol. 35, № 2. – P. 182–187. – DOI: 10.1111/j.1939-165X.2006.tb00112.x.

2. Mohri M., Sharifi K., Eidi S. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes // *Research in Veterinary Science*. – 2007. – Vol. 83, № 1. – P. 30–39. – DOI: 10.1016/j.rvsc.2006.10.017.

3. Knowles T. G., Edwards J. E., Bazeley K. J., Brown S. N., Butterworth A., Warriss P. D. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age // *Veterinary Record*. – 2000. – Vol. 147, № 21. – P. 593–598. – DOI: 10.1136/vr.147.21.593.

Все исследуемые показатели находились в пределах физиологических референсных значений, характерных для молодняка крупного рогатого скота соответствующего возраста, что согласуется с исследованиями Brun-Hansen H. С. и др. (2006) и Mohri M. и др. (2007) [139, 167].

Количество тромбоцитов в крови телочек опытных и контрольной групп в возрасте 14 суток и 2 месяцев характеризовалось относительно высокими значениями, что является физиологической особенностью раннего постнатального периода и связано с активным тромбоцитопоезом и формированием системы гемостаза (рис. 10):

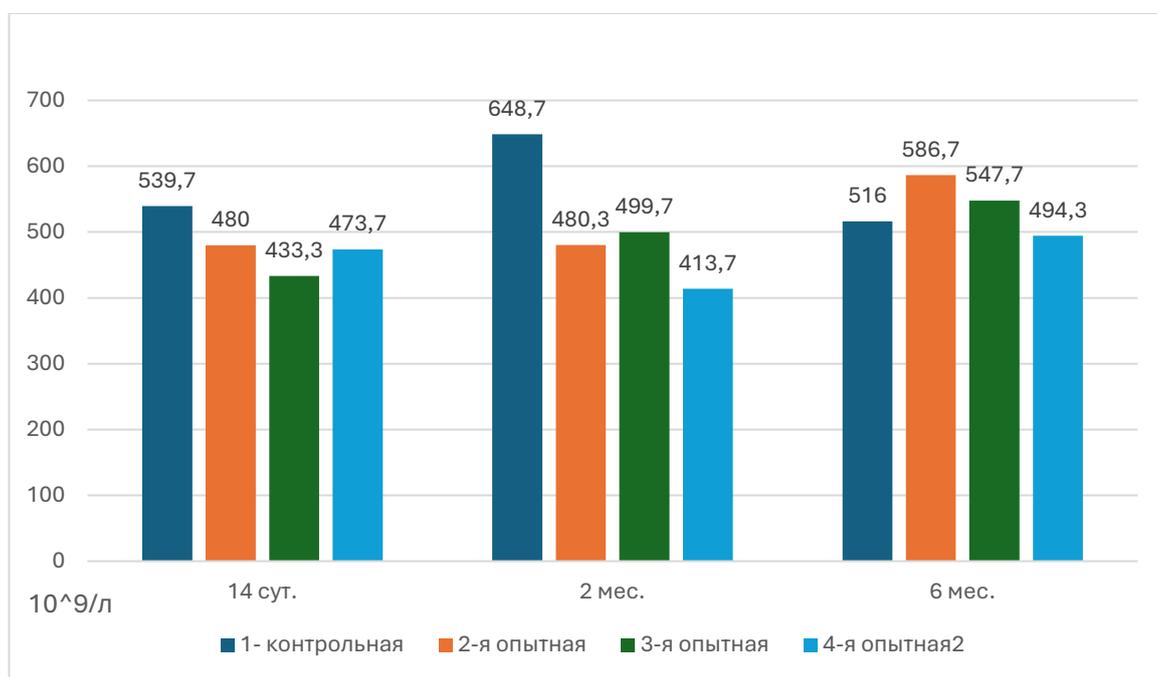


Рисунок 10. Содержание тромбоцитов в возрасте 14 суток., 2 и 6 мес.

К 6-месячному возрасту во всех группах отмечалась тенденция к снижению тромбоцитарных показателей, что отражает возрастную стабилизацию кроветворной системы и соответствует литературным данным о динамике гемограммы у молодняка крупного рогатого скота [139, 167]. При этом у животных опытных групп, получавших люпин белый, количество тромбоцитов не снижалось ниже контрольных значений, что указывает на отсутствие негативного влияния люпина на систему гемостаза.

Концентрация гемоглобина у животных всех групп увеличивалась с возрастом, что отражает активное формирование эритроцитарного звена

кроветворения и повышение кислородотранспортной функции крови. У животных опытных групп, особенно при включении люпина белого в количестве 20 и 30 %, в 2- и 6-месячном возрасте отмечалась тенденция к более высоким значениям гемоглобина по сравнению с контрольной группой. Это может быть связано с улучшением обеспеченности организма полноценным растительным протеином и незаменимыми аминокислотами, а также с высокой усвояемостью экструдированных бобов люпина, что подтверждается данными о влиянии кормовых источников белка на показатели эритропоза у молодняка крупного рогатого скота [167, 186].

Количество эритроцитов во всех группах увеличивалось по мере роста животных, что соответствует физиологическим закономерностям онтогенеза системы кроветворения. В 6-месячном возрасте наиболее высокие значения эритроцитов отмечены у телят 3-й опытной группы (20 % люпина белого), что может свидетельствовать о более интенсивном эритропозе и оптимизации обменных процессов. При увеличении доли люпина до 30% показатели эритроцитов оставались стабильными и сопоставимыми с контролем, что указывает на отсутствие угнетающего влияния повышенного уровня люпина в рационе.

Содержание лейкоцитов во всех группах и возрастных периодах находилось в пределах физиологической нормы (рис. 11).

Существенных межгрупповых различий по концентрации лейкоцитов не выявлено, что свидетельствует об отсутствии воспалительных процессов и стрессовых реакций у животных, а также о хорошей адаптации телочек к рационам с различным уровнем включения экструдированных бобов люпина. Снижение уровня лейкоцитов к 6-месячному возрасту носило физиологический характер и соответствует возрастным изменениям лейкопоза у молодняка крупного рогатого скота [167].

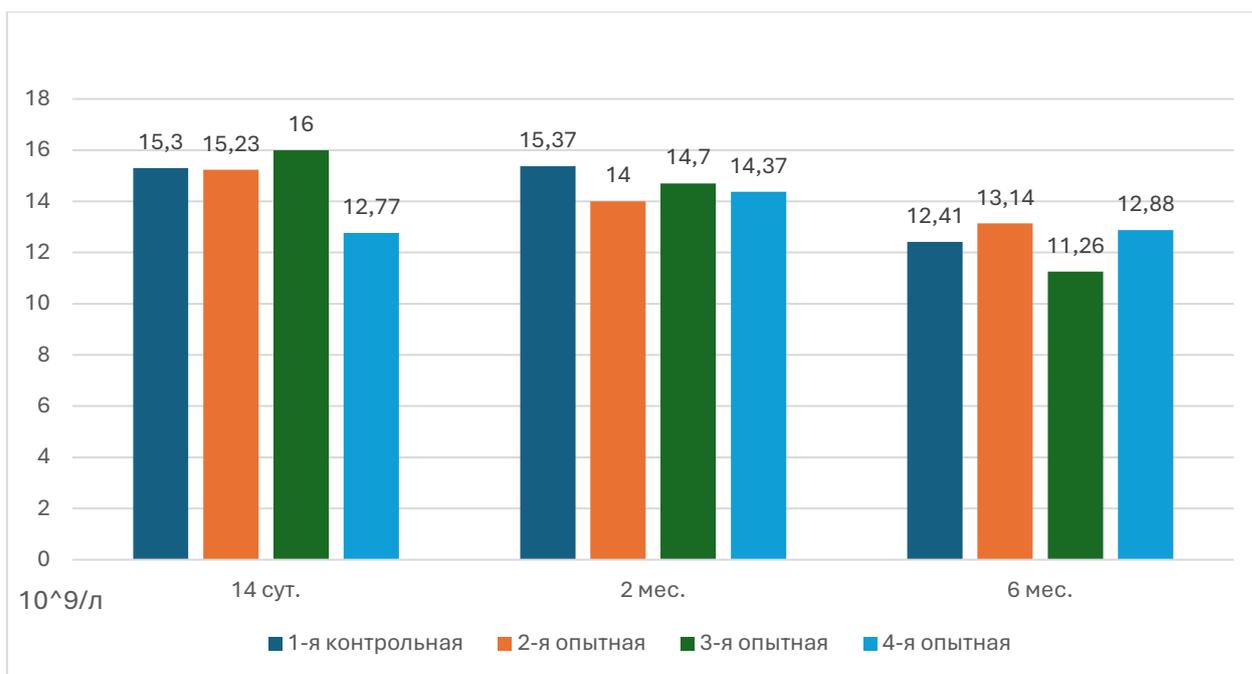


Рисунок 11. Содержание лейкоцитов в возрасте 14 суток., 2 и 6 мес.

Уже в возрасте 6 месяцев состав крови подопытных животных, количество лейкоцитов, тромбоцитов, эритроцитов и содержание гемоглобина приблизилось к нормам взрослых животных.

Таким образом, можно сделать вывод, что включение в состав престартерных и стартерных комбикормов бобов люпина белого безалкалоидного сорта не оказало влияния на морфологические показатели крови телочек в молочный и послемолочный периоды выращивания.

3.1.6.1. Исследования рубцовой жидкости телочек

3.1.6.1. Популяционный состав микробиома рубца телочек

В первый период исследований (молочный период выращивания) рубец животных находился на стадии активного формирования микробного сообщества. Установлено, что включение бобов люпина в состав комбикорма оказывало выраженное влияние на популяционный состав микробиоты. Наиболее благоприятные изменения зарегистрированы в 4-й опытной группе, где отмечалось увеличение численности основных представителей

нормофлоры и снижение условно-патогенной микрофлоры. Микробный состав рубца телочек в возрасте двух месяцев представлен в таблице 14.

Наиболее выраженные положительные изменения зарегистрированы в 4-й опытной группе, где телочки получали комбикорм с содержанием 30% бобов люпина белого безалкалоидного. В данной группе численность *Prevotella spp.* достигала $3,0 \times 10^{10}$ геномов/г, что превышало показатели 2-й и 3-й опытных групп ($2,0 \times 10^{10}$ и $1,5 \times 10^{10}$ геномов/г) и 1-й контрольной группы ($1,0 \times 10^{10}$ геномов/г). Известно, что *Prevotella spp.* играют ключевую роль в адаптации рубца к расщеплению растительных белков и неструктурных углеводов в раннем онтогенезе [156, 178].

Содержание *Bacteroides spp.* в 4-й опытной группе также было максимальным ($9,0 \times 10^{10}$ геномов/г), что указывает на активизацию процессов глубокой ферментации органического вещества и синтеза короткоцепочечных жирных кислот, необходимых для развития эпителия рубца [180].

Особое значение имело повышение численности бутиратообразующих бактерий *Roseburia inulinivorans* ($1,1 \times 10^7$ геномов/г) и *Faecalibacterium prausnitzii* ($7,0 \times 10^6$ геномов/г). Известно, что бутират является ключевым фактором морфофункционального развития рубцового эпителия [163].

Во всех группах в высоком содержании были выявлены бактерио-антагонисты патогенов, *Bifidobacterium spp.* и *Lactobacillus spp.*, которые обладают иммуномодулирующей, антимикробной активностью, а также способны синтезировать витамины и некоторые незаменимые аминокислоты. Наибольшее среднее количество бифидобактерий было отмечено во 4-й опытной группе и достигало $3,5 \times 10^{10}$ геномов/г. Наибольшее содержание лактобактерий, равное $1,0 \times 10^7$ геномов/г, было выявлено во 2-й и 4-й опытных группах.

Таблица 14 – Популяционный состав микробиоты рубца телят в возрасте 2 месяцев

Микроорганизм	Роль микроорганизма	Норма для телят 2-3 мес, % (БИОТРОФ, 2014) [84]	Группа			
			1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Нормофлора						
<i>Bacteroides spp.</i>	расщепление сложных органических веществ до простых	4-8	$1,0 \times 10^9$	$7,0 \times 10^9$	$4,0 \times 10^9$	$9,0 \times 10^{10}$
<i>Prevotella spp.</i>	расщепление сложных углеводов и клетчатки	-	$1,0 \times 10^{10}$	$2,0 \times 10^{10}$	$1,5 \times 10^{10}$	$3,0 \times 10^{10}$
<i>Roseburia inulinivorans</i>	пробиотическое действие, поддержание баланса микробиоты	-	$4,0 \times 10^6$	$7,0 \times 10^6$	<п.д.о	$5,1 \times 10^7$
<i>Bifidobacterium spp.</i>	иммуномодулятор, антимикробная активность	не < 1	$2,0 \times 10^9$	$3,0 \times 10^{10}$	$2,5 \times 10^{10}$	$3,5 \times 10^{10}$
<i>Lactobacillus spp.</i>	ферментируют углеводы до лактата	не > 1	$8,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^7$	$9,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	продуценты бутирата; противовоспалительное свойство	-	<п.д.о	$2,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
<i>Methanosphaera stadmanae</i>	синтезируют метан, участвуют в ферментации, поддерживают метаногенез	-	$5,0 \times 10^8$	$6,0 \times 10^8$	<п.д.о	$8,0 \times 10^8$
Условно-патогенная микрофлора						
<i>Enterococcus spp</i>	при переизбытке – возбудитель ацидоза	2-4	$9,0 \times 10^5$	<п.д.о	<п.д.о	<п.д.о
<i>Acinetobacter spp</i>	возбудитель инфекционных заболеваний	не > 8	$5,0 \times 10^7$	$3,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$
<i>Escherichia coli</i>	возбудитель колибактериоза у молодняка	-	$9,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^5$
<i>Enterobacter spp.</i>	возбудитель дисбактериозов	не > 3	$8,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
<i>Parvimonas micra</i>	при переизбытке – признак гниения белков	-	<п.д.о	<п.д.о	$3,0 \times 10^8$	<п.д.о
<i>Citrobacter spp</i>	при переизбытке – признак дисбиоза рубца	-	<п.д.о	<п.д.о	$7,0 \times 10^{10}$	<п.д.о
Патогенная микрофлора						
<i>Proteus vulgaris/mirabilis</i>	повышение их концентрации может указывать на гнилостную диспепсию, нарушение кормления или микробный дисбаланс	-	<п.д.о	<п.д.о	$8,0 \times 10^6$	<п.д.о
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	возбудитель некробактериоза	не > 2	$8,0 \times 10^4$	<п.д.о	$8,0 \times 10^5$	<п.д.о

Кроме того, в контрольной, 2-й и 4-й опытных группах были обнаружены археи *Methanosphaera stadmanae*, наибольшее среднее содержание было отмечено в 4-й опытной группе в количестве $8,0 \times 10^8$ геномов/г. Они используют H_2 , CO_2 и метанол для синтеза метана и вносят свой вклад в процесс ферментации, предоставляя субстраты, поддерживающие метаногенез в рубце, а также способствуют механическому перемешиванию рубцовой жидкости за счет своей подвижности и относительно крупных размеров.

Тем не менее, в исследуемых образцах рубцовой жидкости были обнаружены представители патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

В образце контрольной группы были выявлены бактерии рода *Enterococcus* в содержании $9,0 \times 10^5$ геномов/г.

Во всех образцах были обнаружены представители рода *Acinetobacter*, в контрольной группе в количестве $5,0 \times 10$ геномов/г. В период сниженного иммунитета и стресса они могут вызывать различные инфекции. Важно отметить, что условно-патогенные микроорганизмы могут в норме обнаруживаться у здоровых животных, однако в случае ослабления иммунитета или наличия стрессовых условий они могут вызвать первичные или вторичные инфекционные заболевания.

Во всех образцах были обнаружены бактерии *Escherichia coli*. Наибольшее их количество было найдено во 3-й опытной группе ($2,0 \times 10^6$ геномов/г). Они могут присутствовать в микрофлоре рубца, но при стрессах и сниженном иммунитете могут переходить в инфекционные заболевания, а также быть причиной маститов у взрослых особей и колибактериоза у молодняка.

Бактерии рода *Enterobacter* были обнаружены в образцах контрольной, и опытных групп. В наибольшем количестве ($8,0 \times 10^6$ геномов/г) они были выявлены в контрольной группе.

Также в 3-й опытной группе были детектированы бактерии *Parvimonas micra* и *Citrobacter* spp, в количестве $3,0 \times 10^8$ и $7,0 \times 10^{10}$ соответственно.

Среди патогенных бактерий были выявлены *Proteus vulgaris/mirabilis* во 2-й опытной группе ($8,0 \times 10^6$ геномов/г) и *Fusobacterium nucleatum* в контрольной группе ($8,0 \times 10^4$ геномов/г) и 2-й опытной группе ($8,0 \times 10^5$ геномов/г).

Во второй период (послемолочный период) микробиота рубца характеризовалась большей стабильностью. Наилучший микробиологический профиль выявлен у телят 2-й опытной группы, получавших 10% бобов люпина (таблица 15).

В данной группе отмечено оптимальное соотношение нормофлоры и минимальное содержание условно-патогенных микроорганизмов (таблица 15).

Численность *Prevotella spp.* достигала $6,5 \times 10^{10}$ геномов/г, что превышало показатели групп с более высоким уровнем люпина. Аналогичная тенденция отмечалась для *Bacteroides spp.* ($3,5 \times 10^9$ геномов/г). Подобная структура микробиоты свидетельствует об оптимальном балансе протеолитических и сахаролитических процессов в сформированном рубце [175].

Во 2-й опытной группе сохранялось высокое содержание пробиотических бактерий (*Bifidobacterium spp.* – $4,8 \times 10^{10}$ геномов/г; *Lactobacillus spp.* – $1,1 \times 10^7$ геномов/г), а численность условно-патогенных микроорганизмов была минимальной. Это указывает на устойчивость микробной экосистемы и высокую колонизационную резистентность.

Полученные результаты подтверждают, что формирование микробиоты рубца у телочек носит выраженный возрастной характер и существенно зависит от уровня белкового компонента в рационе. В раннем возрасте высокая доля легкоферментируемого растительного белка стимулирует колонизацию рубца бактериями, участвующими в расщеплении полисахаридов и синтезе короткоцепочечных жирных кислот, прежде всего бутирата.

Таблица 15 – Популяционный состав микробиоты рубца телят в возрасте 6 месяцев

Микроорганизм	Роль микроорганизма	Норма для телят старше 4 мес, % (БИОТРОФ, 2014) [84]	Группа			
			1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Нормофлора						
<i>Bacteroides spp.</i>	расщепление сложных органических веществ до простых	4-15	$2,0 \times 10^9$	$3,5 \times 10^9$	$3,0 \times 10^9$	$2,5 \times 10^9$
<i>Prevotella spp.</i>	расщепление сложных углеводов и клетчатки	-	$6,0 \times 10^9$	$6,5 \times 10^{10}$	$4,0 \times 10^{10}$	$3,0 \times 10^{10}$
<i>Roseburia inulinivorans</i>	пробиотическое действие, поддержание баланса микробиоты	-	$4,0 \times 10^6$	$5,5 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$
<i>Bifidobacterium spp.</i>	иммуномодулятор, антимикробная активность	не < 0,5	$5,0 \times 10^7$	5×10^{10}	$1,0 \times 10^7$	$8,0 \times 10^9$
<i>Lactobacillus spp.</i>	ферментируют углеводы до лактата	не > 2	$4,0 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$1,2 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$
<i>Methanosphaera stadmanae</i>	синтезируют метан, участвуют в ферментации, поддерживают метаногенез		$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$	$3,0 \times 10^7$	$9,0 \times 10^7$
<i>Methanobrevibacter smithi</i>			<п.д.о	$2,0 \times 10^6$	<п.д.о	$4,0 \times 10^5$
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	продуценты бутирата; противовоспалительное свойство	-	<п.д.о	<п.д.о	<п.д.о	<п.д.о
Условно-патогенная микрофлора						
<i>Acinetobacter spp</i>	возбудитель инфекционных заболеваний	не > 8	$5,0 \times 10^8$	$2,0 \times 10^7$	$3,0 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$
<i>Escherichia coli</i>	встречаются в норме; при стрессах и сниженном иммунитете вызывают инфекционные заболевания (у молодняка – колибактериоз)	-	$2,0 \times 10^7$	$4,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$
<i>Enterobacter spp.</i>	возбудитель дисбактериозов	не > 4	$8,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
Патогенная микрофлора						
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	возбудитель мастита у коров	-	$7,0 \times 10^6$	<п.д.о	<п.д.о	<п.д.о
<i>Candida albicans</i>	увеличение численности наблюдается при дисбактериозе рубца, ацидозе	-	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$	<п.д.о

Повышение численности *Prevotella spp.* и бутиратообразующих бактерий в ранний период согласуется с данными о ключевой роли этих микроорганизмов в морфофункциональном развитии эпителия рубца и адаптации молодняка к растительным кормам [163, 178]. В более позднем возрасте избыточное содержание белкового компонента может приводить к снижению микробного равновесия, что объясняет преимущество умеренного уровня люпина во 2-й опытной группе.

В результате анализа были выявлены бактерии, обладающие пробиотическими свойствами и поддерживающие баланс микробиоты. Наибольшее среднее количество *Roseburia inulinivorans* обнаружено во второй опытной группе – $5,5 \times 10^7$ геномов/г.

В всех группах были выявлены бактерии-антагонисты патогенов, *Bifidobacterium spp.* и *Lactobacillus spp.*, которые обладают иммуномодулирующей, антимикробной активностью, а также способны синтезировать витамины и некоторые незаменимые аминокислоты. Наибольшее среднее количество бифидобактерий было отмечено в 2-й опытной группе и достигало $5,0 \times 10^{10}$ геномов/г. Наибольшее содержание лактобактерий, равное $1,0 \times 10^7$ геномов/г, было выявлено во 2-й опытной группе.

Кроме того, всех образцах были обнаружены археи *Methanosphaera stadmanae*, наибольшее среднее содержание было отмечено в 2-й опытной группе в количестве $1,0 \times 10^8$ геномов/г. Также во 2-й и 4-й группах были обнаружены археи *Methanobrevibacter smithi* в содержании $2,0 \times 10^6$ и $4,0 \times 10^5$ геномов/г соответственно.

В исследуемых образцах рубцовой жидкости также были обнаружены представители патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Во всех образцах были обнаружены представители рода *Acinetobacter* в контрольной группе в количестве $5,0 \times 10^8$ геномов/г. В период сниженного иммунитета и стресса они могут вызывать различные инфекции.

Также во всех образцах были обнаружены бактерии *Escherichia coli*. Наибольшее их количество было найдено в контрольной и во 2-й опытной группе ($2,0 \times 10^7$ геномов/г). Они могут присутствовать в микрофлоре рубца, но при стрессах и сниженном иммунитете могут переходить в инфекционные заболевания, а также быть причиной маститов у взрослых особей и колибактериоза у молодняка.

Бактерии рода *Enterobacter* были выявлены в образцах всех групп; в наибольшем количестве ($8,0 \times 10^6$ геномов/г) – в контрольной группе. Также в образце контрольной группы были обнаружены патогенные бактерии вида *Klebsiella pneumoniae* в концентрации $7,0 \times 10^6$ геномов/г.

Также в образцах контрольной, 1-й и 2-й опытных групп были выявлены патогенные грибки вида *Candida albicans*. В самом высоком количестве, равном $2,0 \times 10^6$ геномов/г, они были обнаружены в 1-й опытной группе.

Полученные результаты подтверждают возрастную зависимость формирования микробиоты рубца телочек и значимость уровня белкового компонента в рационе [84]. В раннем возрасте высокая доля люпина способствовала интенсивной колонизации рубца бактериями, участвующими в ферментации углеводов и синтезе короткоцепочечных жирных кислот. В более поздний период оптимальным оказался умеренный уровень люпина, обеспечивающий микробиологическую стабильность.

3.1.6.2. Характеристика рубцового пищеварения телочек

Согласно результатам проведенных исследований рубцовой жидкости, использование высоко концентратных рационов кормления ремонтных телок оказало благоприятное влияние на физиологическое развитие рубца и стабилизацию в нем процессов ферментации. Вероятно, это обусловлено оптимальным соотношением распадаемых и нераспадаемых форм основных нутриентов рациона в зависимости от возраста животных, а значит и от уровня развития их пищеварительной системы. Таким образом, были обеспечены условия для становления ферментативных и метаболических процессов в

рубце, свойственных полигастричным животным, что способствовало увеличению их продуктивности.

Первостепенный показатель, характеризующий развитие рубцового пищеварения – значение рН среды. Согласно разным источникам, данный показатель колеблется в достаточно широких пределах от 5,0 до 8,0. А.Ф. Toledo и др., (2024) в своих исследованиях указывают, что нормальная кислотность рубца телят в возрасте 6-10 нед. от 5,8 до 6,4, что обусловлено максимальной ферментационной активностью [146].

Также известно, что при дефиците в рационе кормления грубых кормов рН снижается. Более того, к трехмесячному возрасту рубец полигастричных животных при организации полноценного и нормированного кормления активно функционирует, а микробиоценоз становится стабильным, в следствии чего рН рубца приближается к норме взрослых животных (рН = 6,0-6,5). Далее на рисунке 12 представлены показатели активной кислотности рубцового содержимого телят:

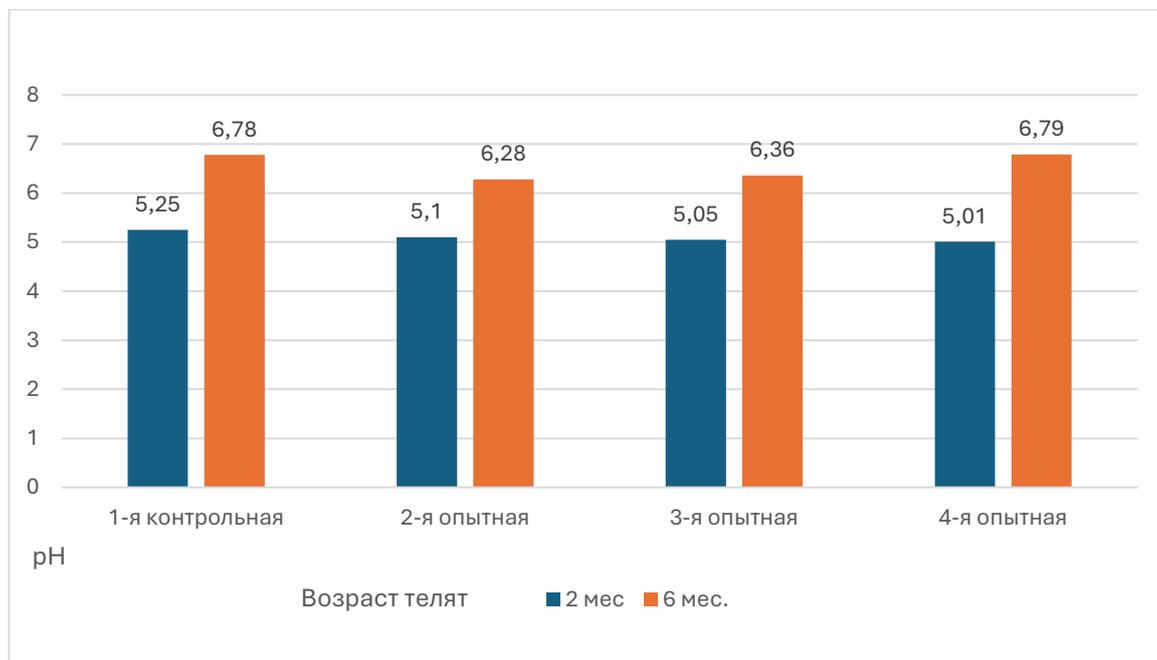


Рисунок 12. Концентрация ионов водорода в рубцовой жидкости телочек в возрасте 2 и 6 мес.

Из анализа данных рисунка 12 и таблицы 16 следует, что у телочек всех групп в 2-месячном возрасте рН рубца находится в норме по нижней границе

и составляет от $5,01 \pm 0,124$ в 4-й опытной группе, где в состав престартера входило 30% бобов люпина белого, до $5,25 \pm 0,180$ – в 1-й контрольной группе, где бобы люпина белого отсутствовали.

Результаты исследования рубцового содержимого в 2- и 6-месячном возрасте позволяют констатировать, рН рубцовой жидкости имеет тенденцию к возрастанию, что характеризует интенсификацию процесса ферментации моно-, ди-, полисахаридов, а также крахмала и клетчатки до конечных продуктов распада – летучих жирных кислот.

Таблица 16 – Показатели уровня рубцового пищеварения телят

Показатель	Референсные значения [1-6]	Группа			
		1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Возраст 2 мес					
Активная кислотность (рН)	5,8-6,6	$5,25 \pm 0,180$	$5,1 \pm 0,02$	$5,0 \pm 0,02$	$5,0 \pm 0,12$
ЛЖК, ммоль/л	6,0-14,00	$7,9 \pm 1,12$	$8,8 \pm 1,23$	$9,2 \pm 1,50$	$7,9 \pm 1,88$
Аммиак, мг%	6,5-25,0	$9,1 \pm 1,71$	$7,5 \pm 0,39$	$8,4 \pm 0,41$	$11,0 \pm 0,24$
Инфузории, г/100 мл	0,3-1,0	$0,6 \pm 0,11$	$0,9 \pm 0,05$	$0,8 \pm 0,02$	$1,1 \pm 0,09$
Бактерии, г/100 мл	0,5-1,3	$0,9 \pm 0,10$	$1,0 \pm 0,24$	$0,7 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,06^*$
Возраст 6 мес					
Активная кислотность (рН)	6,00-7,30	$6,8 \pm 0,37$	$6,3 \pm 0,33$	$6,36 \pm 0,084$	$6,8 \pm 0,48$
ЛЖК, ммоль/л	6,0-14,00	$12,9 \pm 1,83$	$14,0 \pm 0,28$	$13,94 \pm 0,203$	$13,9 \pm 0,05$
Аммиак, мг%	6,5-25,0	$12,2 \pm 2,25$	$8,3 \pm 1,467$	$13,72 \pm 1,279$	$9,1 \pm 0,88$
Инфузории, г/100 мл	0,4-1,2	$0,7 \pm 0,25$	$0,8 \pm 0,304$	$0,65 \pm 0,097$	$0,3 \pm 0,19$
Бактерии, г/100 мл	0,4-1,2	$0,5 \pm 0,10$	$0,6 \pm 0,147$	$0,40 \pm 0,191$	$0,3 \pm 0,26$

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

1. Ёрсков Э.Р. Энергетическое питание жвачных животных / Ёрсков Э.Р., Рил М.; пер. с англ. Е.Л. Харитоновна, Д.Е. Панюшкина. – Боровск, 2003. – 230 с. – ISBN 1-85166-439-4.

2. Forage sources in total mixed rations containing high starch and its effects on performance and rumen development of dairy calves / A.F. Toledo, P. Beukes, O. Al-Marashdeh et al. // Scientific Reports. - 2024. - Vol. 14. - Art. 53141. - DOI: 10.1038/s41598-024-53141-4.

3. Hungate R. E. The rumen microbial ecosystem // Annual Review of Ecology and Systematics. – 1975. – С. 39-66.

4. Niwińska B. Exogenous butyrate and its role in rumen development in calves / B. Niwińska, J. Strzetelski, B. Bednarski // Animal. - 2017. - Vol. 11. – No. 9. - P. 1522–1530. - DOI: 10.1017/S1751731117000548.

5. Pokhrel B. Postnatal Growth and Development of the Rumen: Integrating Physiological and Molecular Insights / B. Pokhrel, H. Jiang // Biology. - 2024. - Vol. 13. – No. 4. - P. 269. - DOI: 10.3390/biology13040269.

6. Rey M. Establishment of ruminal enzyme activities and fermentation capacity in dairy calves / M. Rey // Journal of Dairy Science. - 2012. - Vol. 95. – No. 3. - P. 1500–1512. - DOI: 10.3168/jds.2011-4711.

К 6-месячному возрасту наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) повышение рН до 6,3-6,7, отражающее становление микробиоты и переход от молочного типа питания к ферментативному. Аналогичные тренды описаны Diao Q. И др. и Rokhrel B., Jiang H., где повышение рН до 6,5 сопровождается стабилизацией микробиоценоза рубца [141, 175].

Скорость образования и степень утилизации аммиака, основного вещества при образовании микробного протеина и реакций дезаминирования, – важнейший показатель, отражающий эффективность использования азота корма организмом животного. Замещение в рецептах комбикормов для ремонтных телок сои бобами люпина белого в разном количестве, повлекло за собой изменения в соотношении распадаемого и нераспадаемого в рубце протеина, что оказало влияние на динамику и уровень использования аммиачного азота.

Анализ данных, представленных в таблице 16, демонстрирует, что к шестимесячному возрасту концентрация аммиака в рубцовой жидкости подопытных телят во всех группах соответствовала общепринятым физиологическим референсным значениям.

Далее на рисунке 13 представлена концентрация мочевины в рубцовой жидкости в возрасте 2 и 6 мес.

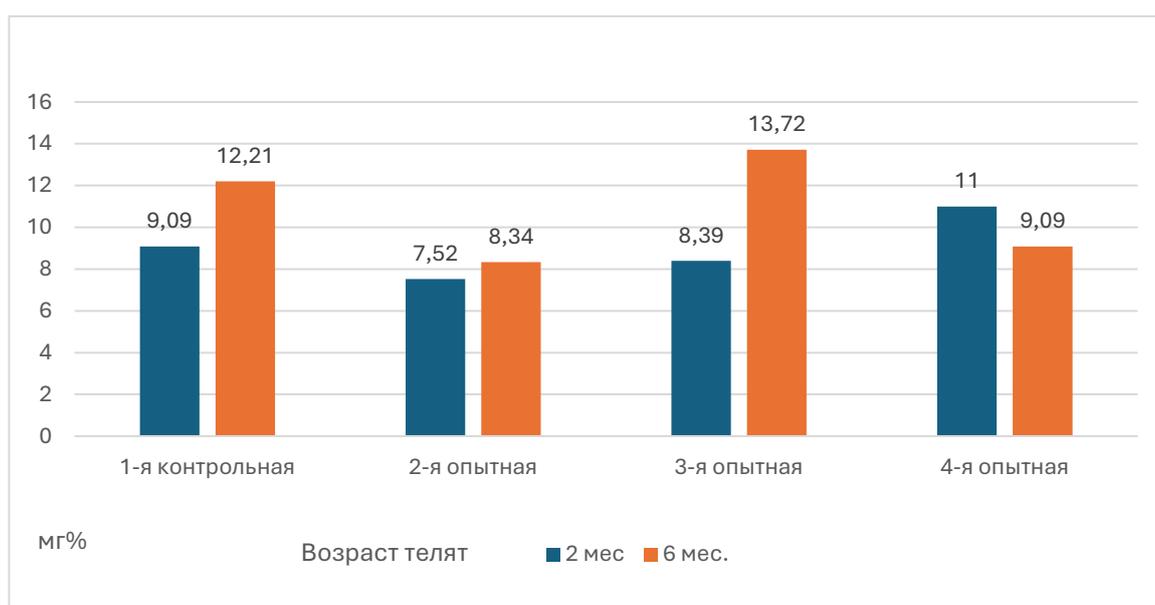


Рисунок 13. Концентрация мочевины в рубцовой жидкости

В двухмесячном возрасте у телочек 4-й опытной группы зафиксировано наиболее оптимальное содержание аммиачного азота в рубцовой среде – показатель достиг максимальных значений относительно аналогов из других групп. Данный факт свидетельствует о высокой эффективности протеинового обмена и оптимальной утилизации азотистых соединений рациона в ранний постнатальный период.

Следует отметить, что уменьшение концентрации аммиачного азота в рубце рассматривается в современной литературе как маркер повышения эффективности утилизации кормового азота и оптимизации микробиального синтеза [70].

Подобная закономерность, по всей видимости, обусловлена сбалансированностью фракционного состава белка в комбикорме – соотношением расщепляемого (РП) и нерасщепляемого (НРП) протеина. Учитывая, что в возрасте двух месяцев рубцовое пищеварение у телочек находится на стадии формирования и не функционирует в полном объеме, повышенное содержание быстро деградирующей фракции белка создаёт благоприятные условия для развития симбиотической микрофлоры и обеспечения микроорганизмов доступным азотом. Это, в свою очередь, стимулирует микробный синтез и повышает общую конверсию питательных веществ, что положительно отражается на эффективности кормления молодняка в онтогенетический период.

В контрольной, а также во 2-й и 3-й опытных группах зафиксировано повышение уровня аммиака, тогда как в 4-й группе, где доля бобов люпина белого в комбикорме достигала 30%, наблюдалось его снижение на 17,36%. Подобная динамика, вероятнее всего, отражает особенности протеолитических процессов в рубце: при избыточном поступлении расщепляемой фракции протеина микроорганизмы эффективнее утилизируют аммиак для синтеза собственного белка, что препятствует его накоплению в среде.

Таким образом, включение 30% бобов люпина белого может способствовать более рациональному использованию азотистых соединений рациона, хотя требует дополнительного контроля за балансом энергии и белка для предотвращения возможных дисбалансов.

Микробиологические методы (T-RFLP, метагеномика) показывают, что переходный период (от молочной диеты к твердому кормлению) сопровождается крупными перестройками состава бактерий рубца и функционального потенциала ферментирующей популяции [47].

Наибольшее количество инфузорий в молочный период выращивания телочек отмечается в 4-й опытной группе, что может свидетельствовать о благополучном развитии симбиотической микрофауны и более стабильной рубцовой ферментации. Максимальная концентрация бактерий также отмечалась в группе, где в составе комбикорма было 30% бобов люпина белого. Вероятно, стимуляция роста рубцовых бактерий вызвана высоким содержанием легкоферментируемых протеинов люпина.

В послемолочный период выращивания максимальное количество инфузорий отмечалось в 1-й опытной группе, а минимальное – в 4-й, что может быть связано с угнетением инфузорий. Известно, что высокие концентрации легкоферментируемых субстратов могут снижать численность инфузорий из-за изменения pH рубца и конкуренции бактерий.

Максимальная концентрация бактерий также отмечалась в 1-й опытной группе, а минимальная в 4-й, что вероятно свидетельствует о нарушении баланса микробиоценоза рубца ремонтного молодняка крупного рогатого скота при высокой доле люпина (30%).

Количество инфузорий к возрасту 6 мес. В опытных группах в среднем уменьшилось, что согласуется с переходом на стабильную бактериальную популяцию [175].

В рубцовой жидкости молодняка крупного рогатого скота, как и у взрослых особей, преобладает три летучих жирных кислоты: уксусная или ацетат, пропионовая – пропионат, масляная – бутират, меньшая доля

приходится на изобутират (изомазляная кислота), валериановую и изовалериановую кислоты. Соотношение летучих жирных кислот, как и их концентрация, в рубцовом содержимом зависит от рациона кормления, преобладания в нем тех или иных кормов и питательных веществ, возраста, кислотности рубца, времени и метода отбора проб. Известно, что чем больше потребление концентрированных комбикормов, тем выше доля пропионовой кислоты. В то же время преобладание в рационе грубых кормов влечет за собой повышение концентрации ацетата [42, 118]. На рисунке 13 представлено соотношение ЛЖК в рубцовой жидкости телочек в возрасте 2 месяцев:

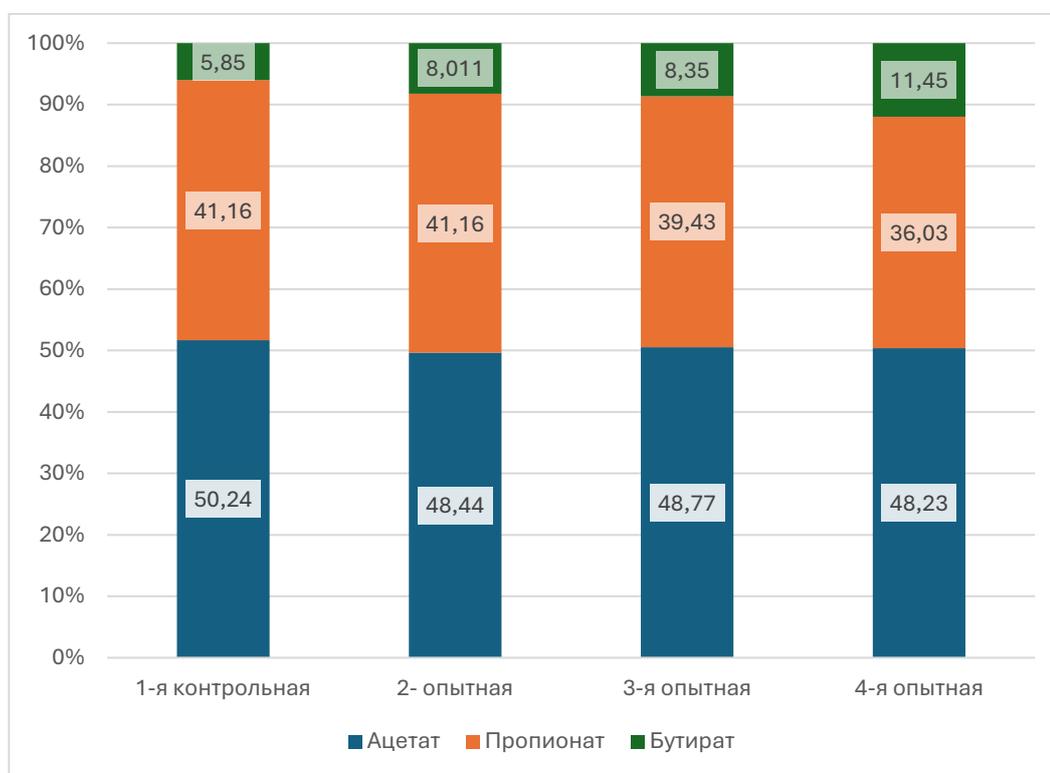


Рисунок 14. Соотношение ЛЖК в рубцовой жидкости 2-месячных телочек

Согласно данным, представленным в таблице 17, следует, что увеличение концентрации ЛЖК в рубцовом содержимом телочек 2-месячного возраста по сравнению с 6-месячным (рис. 14), что констатирует формирование стабильной рубцовой микрофлоры, функциональном созревании рубца и успешном переходе на растительный рацион. Известно, что интенсификация ферментации рубца сопровождается ростом концентрации ЛЖК при стабильном рН $\approx 6,0-6,5$ [170].



Рисунок 15. Соотношение ЛЖК в рубцовой жидкости 6-месячных телят

Более того, в таблице 17 представлены показатели содержания летучих жирных кислот: уксусной, пропионовой и масляной в рубцовой жидкости телочек. Так, в возрасте 6 мес. отмечается близкое к оптимальному соотношение ацетата:пропионата:бутирата=3:2:1, что характерно для перехода к целлюлозолитическому типу ферментации.

Из данных таблицы 17 следует, что содержание ацетата в рубцовой жидкости телочек в возрасте 2 мес. было ниже критериев приемлемости во всех группах, что свидетельствует о недостаточном уровне потребления сырой клетчатки (объемистых кормов). Это объясняется возрастом животных и уровнем развития преджелудков: в 2 мес. рубец не функционировал полноценно, о чем свидетельствуют данные из таблицы 15. Однако, в возрасте 6 мес. данный показатель в физиологической норме у животных всех групп.

Количество пропионата в рубцовой жидкости двухмесячных телочек 1-й контрольной и 2-й и 3-й опытных групп превышало норму, что свидетельствует об избытке сырого протеина в рационе.

В 4-й опытной группе, где в рецепте комбикорма содержалось 30% бобов люпина белого, отмечается оптимальный уровень пропионовой

кислоты, что характеризует эффективное использование питательных веществ рациона. Это обусловлено наивысшим уровнем нераспадаемого в рубце протеина, а также количества крахмала и ЛПУ. Также следует отметить, что в рубцовой жидкости телочек не отмечалось резкого снижения ацетата и увеличение пропионата, что могло бы свидетельствовать о рубцовом ацидозе.

Таблица 17 - Соотношение ЛЖК в рубцовой жидкости телок, %

Показатель	Референсные значения [1, 2, 3]	Группа			
		1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Возраст 2 мес					
Уксусная	55,0-58,0	50,2±0,23	48,4±1,49	48,8±0,24*	48,2±0,64*
Пропионовая	33,0-37,0	41,2±2,86	41,2±0,23	39,4±3,22	36,0±3,34
Масляная	8,0-9,0	5,8±1,86	8,01±1,08	8,4±2,20	11,5±1,19
Изовалериановая	2,0-4,0	0,6±0,09	0,2±0,01*	0,1±0,06*	0,1±0,05*
Валериановая		2,2±0,51	2,2±0,16	3,3±1,13	3,3±1,54
Капроновая		0,3±0,16	0,4±0,03	0,3±0,07	0,4±0,30
Возраст 6 мес					
Уксусная	55,0-70,0	59,4±1,25	61,9±2,45	64,7±2,29	60,3±3,03
Пропионовая	20,0-30,0	26,9±1,11	21,9±4,24	20,3±0,63*	27,0±3,35
Масляная	8,0-12,0	10,3±0,68	12,0±1,34	12,3±3,03	8,9±1,04
Изовалериановая	2,0-5,0	1,4±0,23	2,1±0,20	2,0±0,18	1,4±0,50
Валериановая		1,8±0,54	1,3±0,12	1,2±0,19	2,2±0,62
Капроновая		0,2±0,07	0,2±0,04	0,1±0,01	0,3±0,10

1. Forage sources in total mixed rations containing high starch and its effects on performance and rumen development of dairy calves / A.F. Toledo, P. Beukes, O. Al-Marashdeh et al. // *Scientific Reports*. - 2024. - Vol. 14. - Art. 53141. - DOI: 10.1038/s41598-024-53141-4.

2. Niwińska B. Exogenous butyrate and its role in rumen development in calves / B. Niwińska, J. Strzetelski, B. Bednarski // *Animal*. - 2017. - Vol. 11. – No. 9. - P. 1522–1530. - DOI: 10.1017/S1751731117000548.

3. Pokhrel B. Postnatal Growth and Development of the Rumen: Integrating Physiological and Molecular Insights / B. Pokhrel, H. Jiang // *Biology*. - 2024. - Vol. 13. – No. 4. - P. 269. - DOI: 10.3390/biology13040269.

Содержание бутирата в 4-й опытной группе (30 % люпина) в возрасте 2 мес. было на 30-35 % выше контроля ($p < 0,05$). Это согласуется с результатами, полученными Niwińska B. и др. (2017), которые показали, что повышение доли бутирата стимулирует пролиферацию эпителия рубца и развитие папилл, увеличивая площадь абсорбции ЛЖК [170].

Таким образом, использование люпина как источника легкоферментируемого белка и жира способствовало ранней функциональной зрелости слизистой оболочки.

Сочетание повышенной доли бутирата и умеренного уровня аммиака указывает на формирование благоприятной среды для синтеза микробного белка и развития рубцового эпителия. Повышенный уровень ацетата в возрасте 6 мес. отражает рост потребления структурных углеводов и усиление липогенеза, что важно для энергетического обмена телочек в период активного роста [47].

3.2. Физиологический опыт

3.2.1. Анализ рационов кормления телочек

Ремонтные телочки контрольной группы получали базовый рацион, принятый в хозяйстве. В рецепты комбикормов опытных групп вводили экструдированные бобы люпина белого безалкалоидные с массовой долей 10%, 20 и 30% соответственно. Питательная ценность престартерных комбикормов, обменная энергия – 11,7-,12,9 МДж/кг, сухое вещество – 88,86-90,13%, сырой протеин – 22,01-22,31%, сырой жир – 5,13-6,36%, сырая клетчатка – 6,35-6,92%, ЛПУ – 37,01-41,97%, лизин – 0,95-0,99%.

До 60-дневного возраста основой рациона было цельное молоко (6,0 кг/сут/гол.), а также проводили приучение к престартерному комбикорму (с 4-го дня) и разнотравно-злаково-бобовому сено (с 11-го дня). С 61-го дня все животные переводились на общий рацион: сено, кукурузный силос и стартерный комбикорм (уровень ввода бобов люпина белого также 10%, 20 и 30%). Питательная ценность стартерных комбикормов, обменная энергия – 11,0-12,1 МДж/кг, сухое вещество – 88,46-89,69%, сырой протеин – 19,01-19,19%, сырой жир – 3,81-4,59%, сырая клетчатка – 6,23-7,09%, ЛПУ – 37,74-41,68%, лизин – 0,75-0,83%.

3.2.2. Переваримость питательных веществ рационов телочек

В результате проведенных физиологических экспериментов по определению переваримости питательных веществ рационов телочек молочного периода выращивания установлено, что включение 30% экструдированных бобов люпина белого в престартерных комбикормах и 10% – в стартерных способствует высокой эффективности использования питательных веществ заданного рациона.

Следует отметить, что во время физиологических опытов животные всех групп потребляли примерно одинаковое количество питательных веществ. Однако телочки из опытных и контрольной групп переваривали и усваивали питательные вещества, принятые с кормом, с разной интенсивностью. В таблице 18 представлена переваримость питательных веществ рационов кормления телочек:

Таблица 18 – Переваримость основных питательных веществ, %

Показатель, %	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Опыт 1. Возраст 2 месяца				
Сухое вещество	74,6 ± 0,99	75,1 ± 0,26	75,1 ± 1,08	74,9 ± 0,47
Органическое вещество	75,6 ± 0,94	76,2 ± 0,25	76,2 ± 1,03	76,0 ± 0,45
Сырой протеин	70,1 ± 0,86	70,5 ± 0,30	70,7 ± 1,27	70,5 ± 0,56
Сырой жир	83,9 ± 0,46	86,0 ± 0,14*	84,4 ± 0,67	84,3 ± 0,30
Сырая клетчатка	41,0 ± 1,70	42,2 ± 0,59	42,8 ± 2,47	42,4 ± 0,42
БЭВ	82,2 ± 0,51	82,2 ± 0,18	82,3 ± 0,77	82,2 ± 0,34
Опыт 2. Возраст 6 месяцев				
Сухое вещество	69,5 ± 0,19	72,9 ± 2,21*	72,8 ± 0,74*	71,0 ± 0,33*
Органическое вещество	70,2 ± 0,19	73,8 ± 0,23*	73,5 ± 0,72*	71,9 ± 0,32*
Сырой протеин	66,7 ± 0,21	70,5 ± 0,23*	70,4 ± 0,80*	68,7 ± 0,36*
Сырой жир	70,8 ± 0,19	78,2 ± 0,17*	77,9 ± 0,60*	79,5 ± 0,23*
Сырая клетчатка	45,8 ± 0,35	52,4 ± 0,37*	51,9 ± 1,31*	46,7 ± 0,60
БЭВ	76,6 ± 0,15	79,2 ± 0,16*	79,1 ± 0,57*	77,8 ± 0,25*

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Результаты физиологического опыта, проведенного на двухмесячных телочках, не демонстрировали статистически достоверных различий между

контрольной и опытными группами (табл. 18, рис. 16). Это указывает на то, что в данный период при доминировании в рационе молока, – корма животного происхождения, влияние бобов люпина белого, как и других компонентов комбикорма с высоким содержанием сырого протеина растительного происхождения, ограничено, в связи с особенностями развития пищеварительной системы и становления рубцового пищеварения [20, 21, 22]. При этом коэффициенты переваримости питательных веществ варьировались в пределах физиологической нормы во всех группах [167].

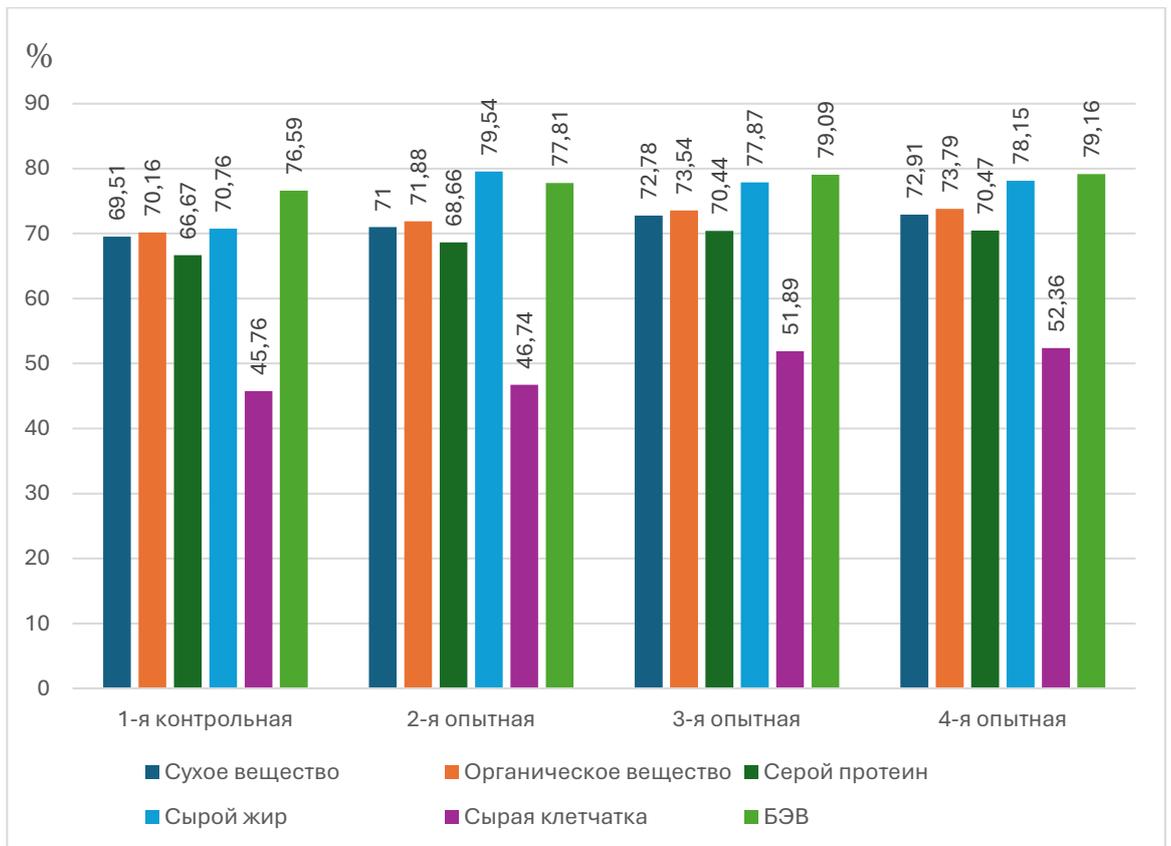


Рисунок 16. Переваримость основных питательных веществ (2 мес.), %

Однако отмечается, что во 2-й опытный период, при включении 10% бобов люпина белого в рецепт комбикорма, коэффициент переваримости сырого жира в 2-й опытной группе был достоверно выше ($p < 0,05$) на 2,04% по сравнению с контрольной группой.

Следует отметить, что переваримость сухого вещества с возрастом стала ниже, что обуславливается значительными изменениями в структуре рациона подопытных животных: молоко, как источник белка животного

происхождения, телочки получали в первые два месяца жизни. Далее состав рациона приближается к взрослому и включает в себя сено, силос, комбикорм-концентрат, в связи с чем доля клетчатки увеличивается, а переваримости сухого вещества – снижается.

Переваримость сухого вещества, органического вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и БЭВ у 6-месячных телочек были достоверно выше на 1,49-3,4%; 1,72-3,63%; 1,99-3,8%; 7,11-8,78%; 0,98-6,6%; 1,22-2,57%, соответственно, по отношению к контролю, что говорит о становлении и функционировании пищеварительной системы животных из опытных групп, получавших в составе комбикормов экструдированные бобы люпина белого, близком к взрослому типу (рис 17).

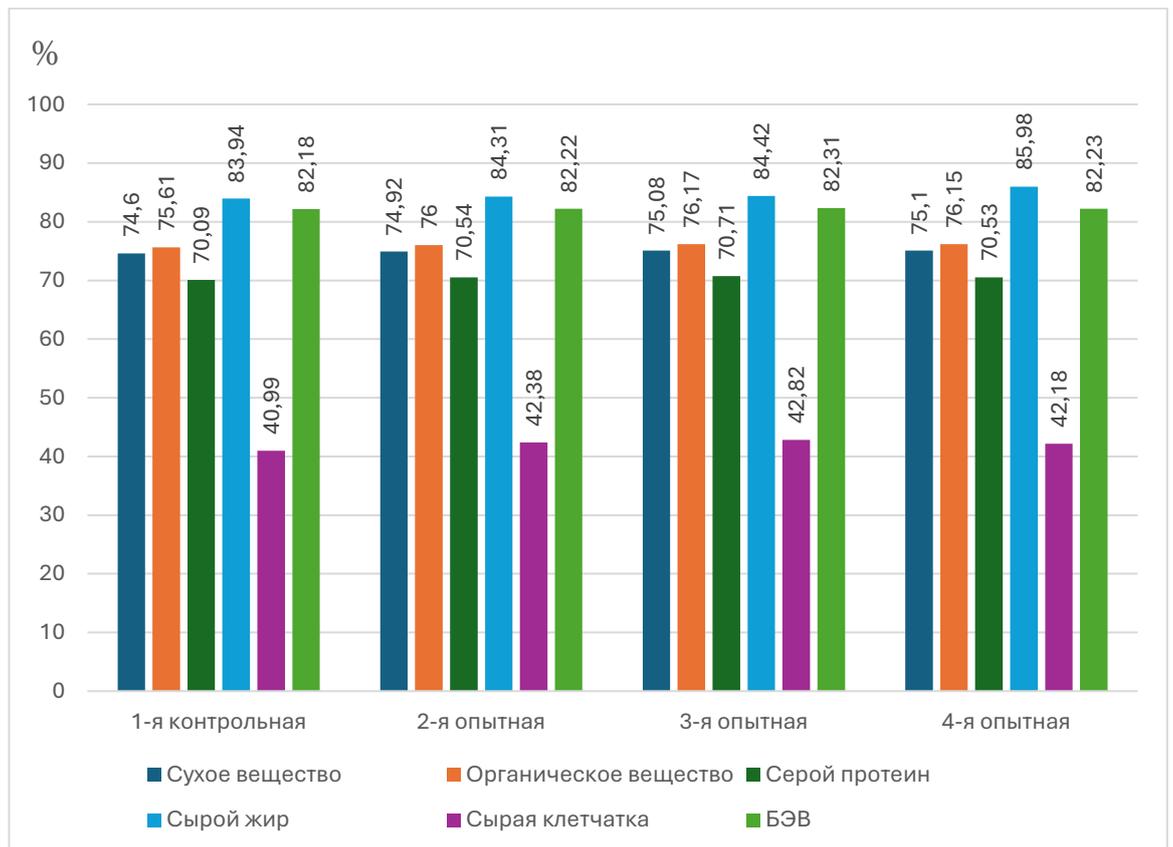


Рисунок 17. Переваримость основных питательных веществ (6 мес.), %

Так, улучшение переваримости сырого протеина, по-видимому, связано с более высоким уровнем нерасщепляемого в рубце протеина в люпине, что способствует улучшению аминокислотного профиля в тонком кишечнике. В то же время следует отметить, что при вводе в состав стартерного комбикорма

30% экструдированных бобов люпина переваримость основных питательных веществ по сравнению с другими опытными группами снижается, что вероятно констатирует превышение оптимального уровня замены базовых компонентов комбикорма, богатых протеином, и нарушение баланса рубцовых ферментов.

Переваримость и степень усвоения белка в желудочно-кишечном тракте полигастричных животных определяется рядом взаимосвязанных факторов: аминокислотным профилем, характером внутримолекулярных и межмолекулярных связей в белковых структурах, соотношением различных белковых фракций, а также уровнем их ферментативного расщепления. Важную роль играют также растворимость белковых компонентов, процесс их распада до свободных аминокислот и степень дисперсности кормовой массы, влияющая на доступность субстрата для пищеварительных ферментов [21, 45].

Из данных таблицы 18 и рисунка 18 следует отметить, достоверное ($p < 0,05$) повышение отложенного в теле азота у животных из опытных групп, по сравнению с контролем.

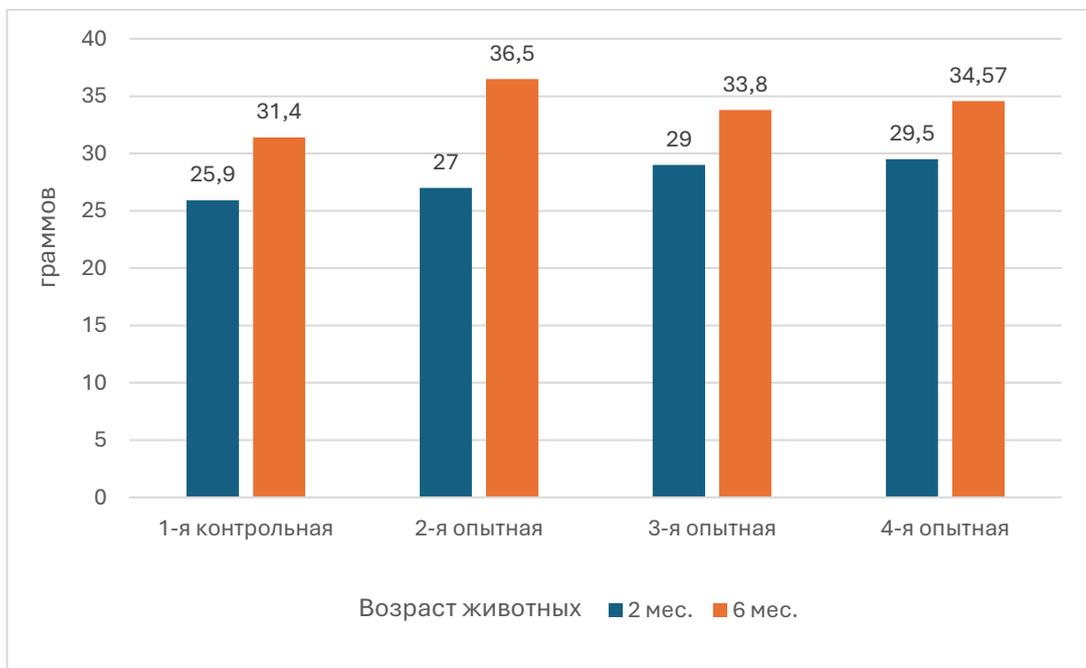


Рисунок 18. Количество отложенного азота, г

Наибольший положительный эффект по данному показателю констатируется в 4-й опытной группе, где телочки в составе престартера

получали 30% экструдированных бобов люпина белого. В этой же группе коэффициент усвоения азота от принятого достиг 25,5%, а от переваренного – 38,2%. Это характеризуется оптимальным соотношением нерасщепляемого и расщепляемого в рубце протеина бобов люпина, что свидетельствует о высокой эффективности использования данного компонента в составе комбикормов для телочек молочного периода выращивания. Поскольку в возрасте 2 месяцев рубец недостаточно развит, основное переваривание аминокислот происходит в сычуге с последующим усвоением в кишечнике.

Таблица 18 – Баланс и использование азота корма

Показатель	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Период 1. Возраст 2 месяца				
Поступило с кормом, г	51,9 ± 0,06	52,2 ± 0,15*	52,9 ± 0,07*	53,1 ± 0,05*
Выделено с калом, г	14,4 ± 0,31	15,4 ± 0,16*	15,5 ± 0,67	15,6 ± 0,30
Переварено, г	37,6 ± 0,36	36,8 ± 0,23	37,4 ± 0,61	37,5 ± 0,29
Выделено с мочой, г	11,6 ± 0,41	9,82 ± 0,27*	8,35 ± 1,06	7,9 ± 0,22*
Отложено, г	25,9 ± 0,15	27,0 ± 0,43*	29,0 ± 1,22	29,5 ± 0,47*
Усвоено от принятого, %	25,5 ± 0,16	28,4 ± 0,18*	26,5 ± 2,48*	27,35 ± 0,59*
Усвоено от переваренного, %	38,2 ± 0,12	40,4 ± 0,25*	37,6 ± 0,81	39,2 ± 0,71
Период 2. Возраст 6 месяцев				
Поступило с кормом, г	123,2 ± 1,47	128,2 ± 0,88*	127,5 ± 2,23	128,5 ± 2,49
Выделено с калом, г	41,1 ± 0,30	37,8 ± 0,30*	37,7 ± 1,02*	39,6 ± 1,05
Переварено, г	82,1 ± 1,40	90,4 ± 0,83*	89,8 ± 2,21*	88,9 ± 2,07*
Выделено с мочой, г	50,7 ± 0,08	53,8 ± 0,31*	56,1 ± 1,36*	53,7 ± 0,56*
Отложено, г	31,4 ± 1,43	36,5 ± 0,65*	33,8 ± 2,04	35,3 ± 1,53
Усвоено от принятого, %	25,5 ± 0,16	28,4 ± 0,18*	26,5 ± 0,28*	27,4 ± 0,59*
Усвоено от переваренного, %	38,2 ± 0,12	40,4 ± 0,24*	37,6 ± 0,80	39,2 ± 0,71

Примечание: * - здесь и далее разность достоверна по отношению к контрольной группе при $p < 0,05$.

Согласно данным, приведённым в исследованиях Радчикова В. Ф. и соавт., для молодняка крупного рогатого скота ремонтных групп в период онтогенеза до шестимесячного возраста наиболее целесообразным является фракционный состав протеина, при котором доля расщепляемой в рубце формы составляет примерно 68%, а нерасщепляемой – 32% [87].

Такое соотношение обеспечивает оптимальную синхронизацию между поступлением доступного азота и энергетических субстратов в рубцовую среду, что создаёт благоприятные условия для микробного синтеза и повышает эффективность утилизации кормового белка. При этом достаточный уровень нерасщепляемой фракции гарантирует поступление в тонкий отдел кишечника незаменимых аминокислот микробного и кормового происхождения, необходимых для реализации ростовых процессов у молодняка в период интенсивного развития [87].

Анализируя данные таблицы 18, отмечается достоверное увеличение ($p < 0,05$) поступления азота (до 128,2-128,5 г против 123,2 г в контроле) и снижением его потерь с калом (37,7-39,6 г против 41,1 г). Следует отметить, что наивысший уровень отложения азота, – 36,5 г, зафиксирован во 2-й опытной группе, где в составе комбикорма телочки получали 10% бобов люпина белого, что на 16% больше, чем в контроле ($p < 0,05$).

3.3. Экономическая эффективность использования бобов люпина белого в комбикормах для телочек

Экономическая эффективность использования бобов люпина белого в комбикормах для ремонтных тёлочек определяется снижением себестоимости прироста живой массы за счёт замены дорогостоящих белковых компонентов (таких как соевый шрот или жмых подсолнечника) на более доступное отечественное сырьё – бобы люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский». Включение люпина в рацион в количестве 10%, 20 и 30% от массы комбикорма позволило снизить затраты на 1 кг прироста живой массы, при этом среднесуточные привесы животных увеличились.

В таблице 19 представлена схема выпойки и структура рациона телят от рождения до 6-месячного возраста:

Таблица 19 – Схема выпойки и структура рациона подопытных ЖИВОТНЫХ

Возраст		Суточная норма, кг				
Месяц	Декада	Молоко цельное, л	Сено разнотрав.-злаково-бобовое	Силос кукурузный	Престартер	Стартер
1	1	6,0			0,05	
	2	6,0	0,1		0,05	
	3	6,0	0,1		0,1	
За 1 месяц		180,0	2,0		2	
2	4	6,0	0,2		0,4	
	5	6,0	0,3	0,25	0,5	
	6	6,0	0,5	0,25	1,0	
За 2 месяц		180,0	10,0	5	19,0	
3	7		0,5	0,3		1,5
	8		0,7	0,5		1,7
	9		0,7	1,0		2,0
За 3 месяц			19,0	18,0		52,0
4	10		0,8	1,2		2,2
	11		1,0	1,5		2,5
	12		1,0	2,0		3,0
За 4 месяц			28,0	47,0		77,0
5	13		1,5	2,3		2,7
	14		1,5	2,5		2,8
	15		1,5	3,0		3,0
За 5 месяц			45,0	78,0		85,0
6	16		1,5	3,0		3,0
	17		1,5	3,5		3,3
	18		1,5	3,5		3,5
За 6 месяц			45,0	100,0		98,0
Итого за 6 мес.		360,0	149,0	248,0	334,0	

В первые два месяца жизни телочки получали 6 л цельного молока на голову в сутки, при этом с первой декады жизни было организовано приучение к поеданию сена и престартерного комбикорма, а со 2 месяца жизни – силос. Так, к трехмесячному возрасту рацион телочек состоял из стартера, сена и силоса. Далее в таблице 20 представлена стоимость кормов рациона телочек в возрасте от рождения до 6 месяцев:

Таблица 20 – Стоимость кормов рациона, руб./кг

Наименование корма	Стоимость, руб. /кг
Молоко цельное	43,0
Сено разнотравно-злаково-бобовое	1,75
Силос кукурузный	2,25
Престартерный комбикорм (1-я контрольная группа)	26,28
Престартерный комбикорм (2-я опытная группа)	22,15
Престартерный комбикорм (3-я опытная группа)	23,74
Престартерный комбикорм (4-я опытная группа)	23,58
Стартерный комбикорм (1-я контрольная группа)	21,43
Стартерный комбикорм (2-я опытная группа)	20,5
Стартерный комбикорм (3-я опытная группа)	19,66
Стартерный комбикорм (4-я опытная группа)	20,73

Далее в таблице 21 представлена структура затрат, масса при условной племенной продаже телочек, живая масса при рождении, себестоимость 1 килограмма условной продукции. В структуру общих затрат входят: затраты на корм (стоимость рациона), затраты на ветеринарные препараты, затраты на труд, затраты на подстилку, затраты на электричество, прочие затраты (транспортировка, потери и др.).

Данные таблицы 21 свидетельствуют, что наименьшие общие затраты в период от рождения до 2 месяцев отмечается в 4-й опытной группе, где в состав комбикорма входило 30% бобов люпина белого безалкалоидного сорта (17516,0 руб.), в период от 3-месячного до полугода – во 2-й опытной группе, где в состав комбикорма-стартера было введено 10% бобов люпина белого

сорта «Тимирязевский» (общие затраты за весь период составляли – 9650,8 руб.).

Таблица 21 – Экономические показатели, формирующие себестоимость производства 1 кг живой массы

Показатель	Единица измерения	Возраст телят	
		От рождения до 2 месяцев	от 3 до 6 месяцев
Затраты на корм:			
1-я контрольная группа	руб.	16090,4	7472,7
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	руб.	16054,3	6635,8
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	руб.	16034,5	6920,4
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	руб.	16031,0	7254,3
Затраты:			
на ветеринарные препараты	руб.	198,0	402,0
на труд	руб.	990,0	2010,0
на подстилку	руб.	99,0	201,0
на электричество	руб.	66,0	134,0
на прочее (потери, транспортировка и т.д.)	руб.	132,0	268,0
Общие затраты:			
1-я контрольная группа	руб.	17575,4	10487,7
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	руб.	17539,3	9650,8
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	руб.	17519,5	9935,4
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	руб.	17516,0	10269,3
Живая масса при условной племенной продаже:			
1-я контрольная группа	кг	59,2	136,8
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	кг	63,1	150,8
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	кг	64,3	137,6
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	кг	65,8	139,7
Живая масса при рождении:			
1-я контрольная группа	кг	35,8	35,8
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	кг	35,7	35,7
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	кг	35,8	35,8
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	кг	35,7	35,7
Себестоимость 1 кг живой массы:			
1-я контрольная группа	руб.	296,7	76,7
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	руб.	277,8	64,0
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	руб.	272,5	72,2
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	руб.	266,2	73,5

Себестоимость 1 кг живой массы в первый опытный период была наименьшей в 4-й опытной группе (30% бобов люпина) и составила 266,2 руб.

В период с 2 до 6-месячного возраста наименьшая себестоимость 1 кг живой массы была во 2-й опытной группе (10% бобов люпина) и была соответственно 64,0 руб.

Далее в таблице 22 представлена экономическая эффективность использования бобов люпина белого в кормлении ремонтных телочек от рождения до 2-х месяцев и с 3 до 6 месяцев:

Таблица 22 – Экономическая эффективность использования экструдированных бобов люпина белого в комбикормах-концентратах для телочек

Показатель	Единица измерения	Возраст телят 0-2 месяца	Возраст телят от 3 до 6 месяцев
Количество телочек	гол.	12	12
Абсолютный прирост живой массы, кг			
1-я контрольная группа	кг	59,2	136,8
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	кг	63,1	150,8
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	кг	64,3	137,6
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	кг	65,8	139,7
Цена за 1 кг живой массы	руб./кг	400	400
Ставка НДС	доля	0,1	0,1
Себестоимость 1 кг живой массы:			
1-я контрольная группа	руб.	296,7	76,7
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	руб.	277,8	64,0
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	руб.	272,5	72,2
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	руб.	266,2	73,5
Валовая выручка за период:			
1-я контрольная группа	руб.	284352,0	656496,0
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	руб.	303072,0	723600,0
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	руб.	308592,0	660336,0
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	руб.	315792,0	670464,0
Чистая выручка за период:			
1-я контрольная группа	руб.	255620,1	590769,7
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	руб.	272487,0	651176,0
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	руб.	277460,3	594230,2
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	руб.	283946,6	603344,1
Рентабельность:			
1-я контрольная группа	%	100	100
2-я опытная группа 2 (10% бобов люпина)	%	106,6	110,2
3-я опытная группа 3 (20% бобов люпина)	%	108,5	100,6
4-я опытная группа 4 (30% бобов люпина)	%	111,1	102,2

Экономическая эффективность включения экструдированных бобов люпина белого в комбикорма для тёлочек проявилась в снижении себестоимости 1 кг живой массы и росте чистой выручки при условной племенной продаже по сравнению с контролем. В период от рождения до 2 месяцев себестоимость 1 кг живой массы в опытных рационах была ниже на 2,31-10,28%, а чистая выручка выше на 2,34-11,08%. Наилучший экономический результат получен в 4-й опытной группе (30% бобов люпина белого) – -10,28% к себестоимости; +11,08% к чистой выручке относительно 1-й контрольной группы.

В период от 3 до 6 месяцев эффект сохранился: снижение себестоимости достигало 4,30-19,78%, при одновременном росте чистой выручки на 7,93-10,23%; максимальные показатели отмечены во 2-й опытной группе (10% бобов люпина белого) (-16,56% к себестоимости; +10,23% к чистой выручке против контрольной группы).

Включение экструдированных бобов люпина белого в состав престартерных комбикормов в количестве 10%, 20 и 30% способствовало повышению рентабельности на 6,5-11%; при введении в рецепт стартерных комбикормов до 10,2%.

Таким образом, замена части традиционных соевых компонентов на бобы люпина белого обеспечивает устойчивое снижение затрат на прирост живой массы и увеличение чистой выручки хозяйства, что подтверждает высокую экономическую целесообразность данного решения.

3.4. Производственная проверка

Для апробации результатов эксперимента по использованию бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» в составе комбикормов для ремонтных телочек в условиях СПК «Колхоз имени Горина» Белгородского района Белгородской области была проведена производственная проверка продолжительностью 185 дней на базе ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» Белгородской области в период с 27 января 2025 по 30 июля 2025 года. (прил. А).

Для проведения производственной проверки (опыта) было сформировано 2 группы новорожденных телочек по принципу сбалансированных групп-аналогов. Учитывались ключевые зоотехнические параметры: породная принадлежность, возраст, живая масса при рождении и дата рождения, что позволило обеспечить высокую степень однородности выборки. Численность каждой группы составила 30 голов. Распределение животных между контрольной и опытной группами осуществлялось методом рандомизации.

Рацион животных контрольной группы соответствовал стандартной схеме кормления, принятой в хозяйстве (основной рацион). Телочки опытной группы получали комбикорма с включением экструдированных бобов безалкалоидного люпина белого (*Lupinus albus*): в возрасте от 4 до 60 суток – престартерный комбикорм с 30%-ным содержанием исследуемого компонента; далее с 3 до 6 месяца жизни – стартерный комбикорм с уровнем ввода бобов люпина 10%.

В таблице 23 представлена схема проведения производственной проверки. Условия содержания и кормления во всех группах были одинаковые.

Таблица 23 – Схема проведения производственной проверки

Группа животных	Возраст ремонтных телочек			
	от рождения до 2 месяцев		3-6 месяцев	
	Количество животных, гол.	Особенности кормления	Количество животных, гол.	Особенности кормления
Контрольная	30	Основной рацион + престартер	30	Основной рацион + стартер
Опытная	30	Основной рацион + престартер (30% бобов люпина)	30	Основной рацион + стартер (10% бобов люпина)

В 1-й опытный период основой рацион состоял из цельного молока (6 кг/сут/гол), сено разнотравно-злаково-бобовое (приучение со 2-й декады жизни), комбикорм (приучение с 4 дня жизни). Во второй период научно-хозяйственного опыта все животные получали разнотравно-злаково-бобовое сено, кукурузный силос и стартерный комбикорм.

Различия в кормлении заключались исключительно в рецептурах комбикормов-стартеров – в источнике растительного белка. В престартерном комбикорме доля бобов люпина белого, прошедших экструдирование, составляла 30%, а в стартерном – 10%. заключалось в содержании бобов люпина белого безалкалоидного сорта. Также в рецепт стартера опытной группы отсутствовало зерно ячменя. При этом используемые в эксперименте комбикорма были сбалансированы по ключевым питательным параметрам: уровню обменной энергии, концентрации сырого протеина и содержанию сырой клетчатки, что позволило нивелировать влияние различий в химическом составе кормов и обеспечить идентичные стартовые условия кормления для животных всех групп.

От животных, получавших рацион базового варианта, получено в возрасте 2 месяцев был абсолютный прирост живой массы 57,6 кг, в 6 месяцев – 133,2 кг. Абсолютный прирост живой массы телочек из опытной группы в 2 месяца составил 64,8 кг (на 12,5 % больше), в 6 месяцев – 141,9 кг, что на 6,5% больше, чем в контрольной группе.

При этом затраты на корм животных из опытной группы составили 16237,5 руб./гол. в первый опытный период и 6818,9 руб./гол. – во второй, тогда как в контрольной группе – 16273,6 и 7655,8 руб./гол. соответственно, что на 0,22% и 12,27% больше, чем в новом варианте. Таким образом, можно констатировать, что наибольшим экономическим эффектом характеризовался новый рацион (опытная группа).

Далее в таблице 24 представлены экономические показатели, формирующие себестоимость производства 1 кг живой массы:

Таблица 24 – Экономические показатели, формирующие себестоимость производства 1 кг живой массы (производственная проверка)

Показатель	Единица измерения	Группа	
		от рождения до 2 месяцев	от 3 до 6 месяцев
Затраты на корм:			
1-я контрольная группа	руб.	16273,6	7655,9
2-я опытная группа	руб.	16237,5	6818,9
Затраты:			
на ветеринарные препараты	руб.	198,0	402,0
на труд	руб.	990,0	2010,0
на подстилку	руб.	99,0	201,0
на электричество	руб.	66,0	134,0
прочее (потери, транспортировка и т.д.)	руб.	132,0	268,0
Общие затраты:			
1-я контрольная группа	руб.	17758,6	10670,9
2-я опытная группа	руб.	17722,5	9833,9
Живая масса при условной племенной продаже:			
1-я контрольная группа	кг	57,6	133,2
2-я опытная группа	кг	64,8	141,9
Живая масса при рождении:			
1-я контрольная группа	кг	34,9	34,9
2-я опытная группа	кг	34,5	34,5
Себестоимость 1 кг живой массы:			
1-я контрольная группа	руб.	308,3	80,1
2-я опытная группа	руб.	273,5	69,3

Следует отметить, что общие затраты в новом варианте были на 36,1 и 837,0 рублей меньше, чем в базовом (0,20 и 7,84% соответственно).

В возрастном периоде от рождения до 2 месяцев себестоимость 1 кг живой массы в опытной группе составила 273,5 руб., что на 34,8 руб. (-11,3%)

ниже, чем в контрольной группе (308,3 руб.). В период от 3 до 6 месяцев разница сохранилась: 69,3 руб./кг в опытной группе против 80,1 руб./кг в контрольной, что обеспечивает экономию 10,8 руб. на каждом килограмме прироста (-13,5%). Далее в таблице 25 представлена экономическая эффективность при условной продаже телочек на мясо:

Таблица 25 – Экономическая эффективность при условной племенной продаже телочек

Показатель	Единица измерения	Возраст	
		от рождения до 2 месяцев	от 3 до 6 месяцев
Количество телочек	гол.	30	30
Абсолютный прирост живой массы, кг			
1-я контрольная группа	кг	57,6	133,2
2-я опытная группа	кг	64,8	141,9
Цена за 1 кг живой массы	руб./кг	400	400
Ставка НДС	доля	0,1	0,1
Себестоимость 1 кг живой массы:			
1-я контрольная группа	руб.	308,3	80,1
2-я опытная группа	руб.	273,5	69,3
Валовая выручка за период:			
1-я контрольная группа	руб.	691200,0	1598400,0
2-я опытная группа	руб.	777600,0	1702800,0
Чистая выручка за период:			
1-я контрольная группа	руб.	621771,7	1438479,9
2-я опытная группа	руб.	699566,5	1532450,7
Рентабельность:			
1-я контрольная группа	%	100	100
2-я опытная группа	%	112,5	106,5

Валовая выручка от реализации животных опытной группы превысила контрольные значения на 86400 руб. (+12,5%) в период до 2 месяцев и на 104400 руб. (+6,5%) в период 3-6 месяцев. После вычета производственных затрат и налоговых отчислений чистая выручка в опытной группе составила 699566,5 руб. и 1532450,7руб. соответственно, что на 77794,8 руб. (+12,5%) и 93970,8 руб. (+6,5%) выше, чем в контрольной группе.

Уровень рентабельности выращивания ремонтных телочек в молочный период составил 12,5%, в послемолочный – 6,5%.

3.5. Обсуждение результатов исследования

Обеспечение оптимальных условий выращивания телят раннего возраста является стратегическим элементом управления продуктивным долголетием коров. Буряков Н. П. и Бурякова М. А. (2017), Лаврентьев А. Ю. и коллеги (2025), Лавринова Е. В. (2023) отмечают, что качество развития ремонтного молодняка, достигаемое через сбалансированное кормление и зоогигиенические мероприятия, определяет потенциал реализации генетического потенциала животных в лактирующий период [21, 29, 70].

Ранняя активация рубцового пищеварения посредством приучения телят к твёрдым кормам является стратегическим элементом управления развитием преджелудков. Стабильное потребление стартеров инициирует микробиальный синтез бутирата – ключевого морфогенетического фактора, стимулирующего дифференциацию эпителия и рост папилл рубца [47,118]. Формирование развитого сосочкового аппарата многократно увеличивает площадь всасывания ЛЖК и других продуктов ферментации, обеспечивая метаболическую готовность организма к переходу на растительный тип питания. Включение престартерных комбикормов в рационы телят молочного периода способствует реализации генетического потенциала роста, что проявляется в достижении среднесуточных приростов не менее 700-850 г, соответствующих современным зоотехническим нормативам для ремонтного молодняка [47, 121].

В традиционной технологии производства престартерных и стартерных комбикормов для молодняка крупного рогатого скота ключевыми компонентами протеинового питания традиционно выступают продукты переработки масличных культур – жмыхи и шроты, в частности, соевые. Поскольку телята в первый период своей жизни фактически, являются моногастричными животными, в рецептах комбикормов для них целесообразно использование протеинов корма с максимальной степенью растворимости [127].

Перспективной альтернативой соевым продуктам в рационах сельскохозяйственных животных выступают бобы белого люпина, аминокислотный профиль протеина которых конкурентоспособен по отношению к сое, однако отличается более высокой растворимостью. Химическая характеристика семян белого люпина включает повышенное содержание сырого протеина (35-40% от сухого вещества), умеренную долю липидов (\approx 9-12% в сухом веществе) и низкую концентрацию крахмала. Ключевым физиологическим преимуществом культуры является практическое отсутствие ингибиторов трипсина, что, в отличие от соевых бобов, допускает их использование в комбикормах без обязательной интенсивной термообработки [37].

Особый интерес представляет сорт белого люпина «Тимирязевский» – селекционная разработка РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включенная в Государственный реестр в 2019 году. Культура допущена к возделыванию во всех природно-климатических зонах РФ и характеризуется высоким адаптационным потенциалом и стрессоустойчивостью. Данные агрономические свойства делают сорт «Тимирязевский» стратегически важным источником растительного протеина для импортозамещения сои в отечественном комбикормовом производстве [37].

В первый опытный период основой рациона телочек было молоко цельное. Приучение к твердым кормам осуществлялось с 4-го дня жизни (престартерный комбикорм) и с 10-го – к разнотравно-злаково-бобовому сену 1 класса. Со второго месяца жизни телят приучали к поеданию кукурузного силоса. В рецептуру комбикорма телочек контрольной группы входили следующие компоненты: зерно пшеницы – 16,71%; зерно кукурузы – 32,7%; жмых соевый (СП 42%) – 10%; бобы сои полножирной (СП 37%) – 14%; шрот подсолнечный (СП 36%, СК 17%) – 22%; сыворотка молочная сухая – 1,5%; соль поваренная – 0,8%; трикальцийфосфат – 0,8%; известняковая мука – 0,49%; премикс – 1%.

В данный опытный период наилучшие результаты были продемонстрированы животными из 4-й опытной группы со следующей рецептурой концентрата: зерно пшеницы – 10,9%; зерно кукурузы – 32,0%; бобы сои полножирной (СП 37%) – 3%; шрот подсолнечный (СП 36%, СК 17%) – 15%; сыворотка молочная сухая – 1,5%; соль поваренная – 0,8%; трикальцийфосфат – 0,8%; премикс – 1%. В данном рецепте бобы сои полножирной были замещены на бобы люпина белого экструдированного.

Несмотря на различия в рецептурах комбикормов, концентраты были идентичны по энергетической питательности и содержанию питательных веществ. В данный период целесообразно использование комбикормов с более высокой энергетической и протеиновой ценностью. Так, обменная энергия в комбикорме контрольной группы равнялась – 11,7 МДж/кг, опытной – 12,4 МДж/кг; сухое вещество – 88,86 и 90,13%, сырой протеин – 22,01 и 22,31%, сырой жит – 5,13 и 5,33%, сахара – 4,79 и 4,64%, крахмал – 32,32 и 37,33%, ЛПУ – 37,11 и 41,97%, лизин – 0,99 и 0,95% соответственно, при это питательная ценность комбикормов соответствовала Нормам потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах [81]. Питательность рациона телочек в возрасте 2-х месяцев представлена в приложении. Г.

Оценка результативности технологического процесса выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота базируется на анализе зоотехнических показателей, в частности на сохранности, живой массе и интенсивности роста, что отражает конверсию питательных веществ рациона в биомассу организма [75, 171]. В рамках проведенного эксперимента были рассчитаны показатели абсолютного и среднесуточного прироста живой массы подопытных животных, затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы.

В начале научно-хозяйственного опыта опытные группы характеризовались высокой гомогенностью – живые массы телят всех групп колебались в пределах от $35,7 \pm 0,61$ до $35,8 \pm 0,72$ кг.

В конце 1-го опытного периода наивысший абсолютный прирост продемонстрировала 4-я опытная группа, в составе комбикорма которой было 30% бобов люпина белого. Средний абсолютный прирост живой массы в данной группе составил $65,8 \pm 1,32$ кг, среднесуточный - $1096 \pm 0,02$ г, при чем разница по отношению к контрольной группе была достоверной при $p < 0,05$. Данные показатели в контрольной группе были $59,3 \pm 0,93$ кг и $988 \pm 0,02$ г соответственно, что более чем на 10% меньше. Затраты кормов и переваримого протеина в 4-й опытной группе, также были наименьшими и составили 3,07 ЭКЕ и 396,0 г соответственно.

Известно, что эффективность использования азота зависит от соотношения в рационе энергии и протеина: чем больше энергии приходится на единицу протеина, тем более эффективно азот усваивается организмом [55, 72, 76, 117, 134].

Количество легкопереваримых углеводов (ЛПУ) было наибольшим в рецептуре 4-й опытной группы (41,97%), при концентрации сырого протеина 22,31%. Вероятно поэтому животные из этой группы продемонстрировали максимальную эффективность использования азота.

Также следует отметить, что сырой протеин бобов люпина белого отличается более высокой концентрацией расщепляемой (70-85%) в рубце фракцией, нежели соевый белок. По-видимому, учитывая, что в первые недели жизни пищеварительная система телочек еще не зрелая, а рубцовый биоценоз не сформирован, высокая доля расщепляемого в рубце протеина в симбиозе с оптимальным количеством сырой клетчатки в рационе, благоприятно сказывается как на приростах живой массы, так и на развитии желудочно-кишечного тракта молодняка жвачных. При этом известно, что экструдирование снижает расщепляемость сырого протеина в рубце, повышая усвояемость сырого протеина бобов люпина у полигастричных [137, 139, 176, 191].

С третьего месяца жизни рацион ремонтных телочек состоял из: разнотравно-злаково-бобового сена 1 класса, кукурузного силоса и

стартерного комбикорма. Питательность рациона в возрасте телочек 6 мес. представлена в приложении Д.

Во второй опытный период наилучшие показатели были у животных из 2-й опытной группы. Рецепт стартера данной группы был следующим, %: зерно пшеницы – 11,9, зерно кукурузы – 32, отруби пшеничные – 18, бобы люпина белого экструдированного – 10, бобы сои полножирной – 6, шрот подсолнечный (СП 36%, СК 17%) – 18, сыворотка молочная сухая – 1,5, соль поваренная – 0,8, трикальцийфосфат – 0,8, премикс – 1. В данном рецепте бобы сои полножирной были замещены бобами люпина белого частично. Рецептуру комбикорма контрольной группы составили следующие компоненты, %: зерно пшеницы – 29,9, зерно ячменя – 25, зерно кукурузы – 8, бобы сои полножирной (СП 37%) – 11;%, шрот подсолнечный (СП 36%, СК 17%) – 22, соль поваренная – 1, трикальцийфосфат – 1,5, карбосил – 0,2, премикс – 1. Рецептуры комбикормов были сбалансированы по энергии и питательным веществам и соответствовали нормам ВИЖа (2018) [81]. Количество обменной энергии в комбикорме контрольной группы – 11,0 Мдж/кг, опытной – 11,3 Мдж/кг; сухого вещества – 88,46% и 88,86%, сырого протеина – 19,01 и 19,09%, сырого жира – 3,81 и 4,59%, сырой клетчатки – 6,73 и 6,92%, сахаров – 2,94 и 4,95%, крахмала – 34,8 и 34,2%, ЛПУ – 37,74 и 39,16%, лизина – 0,75 и 0,77% соответственно.

В возрасте 6 месяцев наибольшей продуктивности достигли телочки 2-й опытной группы (10% бобов люпина), чья средняя живая масса к концу исследования составила $249,6 \pm 0,91$ кг. Превышение над контрольным показателем ($231,8 \pm 0,73$ кг) было статистически подтверждено ($p < 0,05$) и превысило 10%. Абсолютный прирост живой массы во 2-й опытной группе составил $150,75 \pm 1,39$ кг ($p < 0,05$), среднесуточный – $1260 \pm 0,111$ кг ($p < 0,05$) соответственно, что более чем на 10% выше, чем в контрольной группе. Затраты кормов и переваримого протеина в 2-й опытной группе, также были наименьшими и составили 4,68 ЭКЕ и 518,5 г соответственно.

На протяжении всего научно-хозяйственного эксперимента сохранность среди подопытных животных была 100%.

Известно, что белки люпина превосходят белки других бобовых и в аминокислотном профиле. При сравнительном анализе химического состава сои полножирной и люпина отмечается превосходство второго, что отмечают в своих исследованиях Буряков Н. П., Прохоров Е. О., Алешин Д. Е., Вуевский Н. О. [5, 11, 19, 23, 93, 94]. Протеин люпина характеризуется высоким содержанием аргинина, гистидина, относительно высоким лизина; средним – треонина, валина, изолейцина, лейцина, фенилаланина, гистидина; низким – серосодержащих метионина (лимитирующая аминокислота у люпина) и цистина, а также триптофана. Исследователями доказано, что при грамотном балансировании питательных веществ рациона и составлении рецептов комбикормов, бобы люпина, в том числе и прошедшие баротермическую обработку, эффективно показывают себя, не уступая сое и продуктам ее переработки, благоприятно сказываются на продуктивности сельскохозяйственных животных [136]. Так, Прохоров Е.О. в своем исследовании заключает: «...Включение в состав комбикорма 24 % зерна белого люпина привело к достоверному повышению в период раздоя среднесуточного удоя молока натуральной жирности на 6,0 %, а также увеличению валового удоя 4-% молока на 5,4 % по сравнению с аналогами из контрольной группы. Введение зерна белого люпина в состав комбикорма оказало положительное влияние на показатели молочной продуктивности за 305 дней лактации. Установлено, что от животных было получено на 5,7 % больше молока натуральной жирности, чем от коров контрольной группы» [94].

Мы полагаем, что во 2-й опытный период наилучшую продуктивность проявила 2-я опытная группа, в рецепте комбикорма которой было 10% бобов люпина белого, в связи с оптимальным балансом нерасщепляемого и расщепляемого в рубце протеина и аминокислотным профилем. В этот период пищеварительная система животных модифицировалась в сторону

ферментативного питания, а рубцовая флора развивалась и стабилизировалась. Количество бобов люпина белого в 3-й и 4-й опытных группах было 20 и 30% соответственно. Поскольку бобы люпина белого отличаются высоким содержанием НРП, это сказалось на уровне усвояемости сырого протеина из данного компонента комбикорма.

Таким образом, в рамках нашего исследования, в 1-й опытный период (молочный период выращивания) наилучшие показатели зафиксированы в 4-й опытной группе, где в состав комбикорма входило 30% экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта. В возрасте ремонтных телочек от 3 до 6 месяцев (послемолочный период выращивания) наиболее продуктивной оказалась 2-я опытная группа, потреблявшая в составе рациона стартерный комбикорм с массовой долей бобов люпина равной 10%.

В рамках научно-хозяйственного опыта изучались биохимические и морфологические показатели крови телят. Образцы крови отбирали у трех животных из каждой группы после утреннего кормления в вакуумные пробирки на 14-е сутки, а также в 2 и 6 месяцев.

Результаты исследования продемонстрировали уровень глюкозы в сыворотке крови в рамках физиологической нормы [18]. У животных в возрасте 2-х месяцев отмечался уровень глюкозы несколько выше референсных измерений, однако в научной литературе отмечается, что данное явление свидетельствует об интенсивном росте организма [151, 155].

При анализе белкового обмена у особей всех групп содержание общего белка в сыворотке крови находилось в пределах нормы. Из научной литературы [7, 152, 195]. Известно, что низкая концентрация общего белка в крови характеризует интенсивное вовлечение азота в белковый обмен, что отражается на азотистом балансе и росте организма (увеличение скорости роста при эффективном использовании азота и снижении его потерь)

Корельская Л.А. и др. (2024) в своих научных трудах говорит о связи между уровнем мочевины и общим белком в сыворотке крови телят – это важный метаболический маркер, отражающий баланс поступления, усвоения

и катаболизма белка в организме [67, 188].

В крови телочек из опытных групп в возрасте 6 месяцев отмечается достижение уровня мочевины крови, приближенное к концентрации содержания мочевины в крови взрослых животных, что, вероятно, свидетельствует о нормальном развитии желудочно-кишечного тракта и формировании популяционного состава рубца.

По таким биохимическим показателям крови как: альбумин, креатинин, АЛТ, АСТ различия по группам были в пределах референсных значений.

Общий анализ крови – это стандартный диагностический инструмент, который используется для выявления широкого спектра заболеваний органов и систем.

Из научной литературы известно, что динамика гематологических показателей у молодняка наиболее выражена в раннем постнатальном периоде. Уже в первые недели жизни за счет потребления молозива гематологический профиль модернизируется: сокращается жизненный цикл эритроцитов, что влечет за собой снижение уровня гемоглобина. Данное явление носит название «физиологическая анемия» телят [139, 159].

Исследования крови подопытных животных показали, что у новорожденных телят количество эритроцитов соответствовало физиологической норме. Далее в возрасте 2 месяцев количество эритроцитов в крови снизилось, однако уровень гемоглобина был в норме, что соответствует физиологическим закономерностям онтогенеза. В возрасте 6 месяцев данный показатель у животных всех групп вырос и при этом был незначительно выше физиологической нормы.

Концентрация гемоглобина демонстрировала закономерное увеличение с возрастом во всех группах, что отражает активное формирование эритроцитарного звена кроветворения и рост кислородотранспортной функции крови. У телочек опытных групп, особенно при включении люпина на уровне 20 и 30 %, в 2- и 6-месячном возрасте

отмечалась тенденция к более высоким значениям гемоглобина по сравнению с контролем. Это может быть связано с улучшением обеспеченности организма полноценным растительным протеином и аминокислотами, а также с хорошей усвояемостью экструдированных бобов люпина.

Одновременное снижение уровня эритроцитов и гемоглобина в крови у новорожденных и месячных телят является признаком возникновения «физиологической анемии». В данном состоянии количество эритроцитов заметно снижается, в связи с разрушением фетальных эритроцитов и недостаточной активностью костного мозга. Данный феномен возникает в связи с истощением запасов материнского железа к этому сроку, а собственные – еще не успели аккумулироваться в нужном количестве [108, 139, 159].

Количество тромбоцитов у телочек опытных групп в возрасте 14 суток и 2 месяцев было сопоставимо с контрольной группой и находилось на относительно высоком уровне, что согласуется с литературными данными о возрастных особенностях тромбоцитопоза у телят в раннем постнатальном периоде. В 6-месячном возрасте во всех группах отмечалась тенденция к снижению количества тромбоцитов, что является нормой и отражает стабилизацию системы кроветворения по мере роста животных. При этом у животных 3-й и 4-й опытных групп концентрация тромбоцитов в крови оставалась на уровне или незначительно превышала контроль, что указывало на отсутствие угнетающего влияния повышенных доз люпина на систему гемостаза.

По данным Brun-Hansen и коллег (2006), телят и ремонтного молодняка крупного рогатого скота в возрасте до 6 месяцев содержание тромбоцитов в крови, как правило, превышает аналогичные показатели у взрослых коров [139]. Данная особенность обусловлена физиологическими и онтогенетическими характеристиками организма молодняка и связана с интенсивным кроветворением, активным формированием системы гемостаза

и поддержанием гомеостаза внутренней среды в период роста и развития животных [139, 167].

Benko V. и коллеги (2025) в научных трудах отмечают, что количество лейкоцитов у телочек обычно выше, чем у взрослых животных [13, 133]. Разные типы лейкоцитов имеют разную продолжительность жизни, что приводит к быстрым изменениям в их количестве, а кровь служит лишь транспортной средой

Содержание лейкоцитов во всех группах и возрастах находилось в пределах физиологической нормы. В процессе онтогенеза лейкоцитарная формула модифицируется с нейтрофильной на лимфоцитарную. Незначительное снижение лейкоцитов к 6-месячному возрасту характерно для возрастной динамики лейкопоза у телят и соответствует данным литературы. Существенных межгрупповых различий не выявлено, что свидетельствует об отсутствии воспалительных процессов и стрессовых реакций, а также подтверждает хорошую адаптацию животных к рациону с включением экструдированных бобов люпина. Уже в возрасте 6 месяцев состав крови подопытных животных, количество лейкоцитов, тромбоцитов, эритроцитов и содержание гемоглобина приблизилось к нормам взрослых животных.

В целом, у телочек в возрасте 6 месяцев морфологические показатели крови были приблизительно равны норме взрослых животных, что соответствует физиологическим процессам и онтогенезу.

Таким образом, можно сделать вывод, что включение в состав престартерных и стартерных комбикормов экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта не оказывает негативного влияния на морфологические показатели крови телочек в молочный и послемолочный период выращивания.

Оценку процессов рубцового метаболизма проводили путем забора содержимого рубца с помощью зонда у трех телочек из каждой группы в возрасте 2 и 6 месяцев.

Полученные в ходе исследований данные согласуются с современными представлениями о возрастной динамике формирования рубцовой микробиоты у телят и её высокой чувствительности к качеству и структуре рациона. Известно, что в раннем постнатальном периоде развитие микробного сообщества рубца определяется прежде всего поступлением легкоферментируемых источников углеводов и белка, которые стимулируют колонизацию рубца симбиотической микрофлорой [189].

В 1-й опытный (молочный) период, в возрасте телочек 2 месяца, мы наблюдали увеличение численности бактерий родов *Prevotella* и *Bacteroides* у животных опытных групп, что согласуется с данными о ведущей роли этих микроорганизмов в расщеплении растительных белков и неструктурных углеводов в рубце жвачных животных [145]. Повышение их относительной доли свидетельствует об активизации протеолитических и сахаролитических процессов, что особенно важно на этапе перехода телят от молочного к растительному типу кормления.

Отмеченное в исследованиях увеличение численности бутиратообразующих микроорганизмов (*Faecalibacterium prausnitzii*, *Roseburia spp.*) имеет важное физиологическое значение, поскольку бутират является ключевым метаболитом, стимулирующим рост и дифференцирование эпителия рубца, а также развитие рубцовых сосочков [134]. Согласно данным ряда авторов, концентрация летучих жирных кислот, прежде всего масляной, определяет морфофункциональное развитие преджелудков у молодняка жвачных животных [136].

Снижение численности условно-патогенной микрофлоры (*Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli*) при включении экструдированных бобов люпина белого указывает, что сбалансированная микробиота рубца подавляет рост потенциально патогенных микроорганизмов за счёт конкурентных и метаболических механизмов [156].

К шестимесячному возрасту микробиота рубца телочек демонстрировала признаки стабилизации. Наилучший микробиологический профиль был выявлен во 2-й опытной группе, получавшей 10 % бобов люпина.

Возрастные различия в реакции микробиоты рубца на уровень белкового компонента рациона также находят подтверждение в литературе. По данным Khan M. A. и коллеги (2016), в раннем возрасте телочки более чувствительны к повышенному содержанию легкоферментируемого белка, тогда как в более старшем возрасте оптимальный эффект достигается при умеренном уровне протеина, что соответствует результатам настоящих исследований [157].

Полученные результаты подтверждают возрастную зависимость формирования микробиоты рубца молодняка жвачных и значимость уровня белкового компонента в рационе [84]. В раннем возрасте высокая доля люпина способствовала интенсивной колонизации рубца бактериями, участвующими в ферментации углеводов и синтезе короткоцепочечных жирных кислот. В более поздний период оптимальным оказался умеренный уровень люпина, обеспечивающий микробиологическую стабильность.

По данным Чернышковой Е. В. и коллег (2019), степень развития рубцового пищеварения принято оценивать по значению рН [122]. Установлено, что кислотность среды детерминирует активность микрофлоры в отношении деградации белков и биосинтеза собственных протеинов, а также определяет скорость усвоения продуктов обмена. В зависимости от физиологического состояния и рациона, рН в рубце может варьировать в пределах 5,0-8,0 [122, 147].

Результаты исследования рубцового содержимого в 2- и 6-месячном возрасте позволяют констатировать, что рН рубцовой жидкости имеет тенденцию к возрастанию, что характеризует интенсификацию процесса ферментации моно-, ди-, полисахаридов, а также крахмала и клетчатки до конечных продуктов распада – летучих жирных кислот. К 6-месячному возрасту наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) повышение рН до 6,3-6,7, отражающее становление микробиоты и переход от молочного типа питания к

ферментативному. Аналогичные закономерности описаны в трудах Diao Q. и коллеги (2019) и Pokhrel B. и Jiang H. (2024), где повышение pH до 6,5 сопровождается стабилизацией микробиоценоза рубца [142, 176].

Ковальчук А. И. в своих трудах отмечает, что у клинически здоровых 6-месячных телочек кислотность содержимого рубца находится в пределах нормы 6,47-6,85, что соответствует результатам нашего исследования: pH молодняка в возрасте 6 месяцев находился в пределах от $6,28 \pm 0,327$ до $6,79 \pm 0,484$ [57]. Известно, что снижение концентрации аммиачного азота также может свидетельствовать об улучшении утилизации кормового азота.

Эффективность использования кормового азота организмом животного целесообразно оценивать по скорости образования и степени утилизации аммиака, играющего центральную роль в биосинтезе микробиального белка. Замена бобов сои на бобы белого люпина в рецептурах комбикормов изменила соотношение между расщепляемой и нерасщепляемой фракциями протеина, что оказало непосредственное влияние на метаболизм аммиачного азота.

Уровень аммиачного азота в рубцовой жидкости телочек в возрасте 2-х и 6-и месяцев находился в рамках физиологической нормы. Следует отметить, что в возрасте 2-х месяцев уровень аммиачного азота у 4-й опытной группы был наивысшим ($11,0 \pm 0,24$ мг%) по сравнению с другими группами, что демонстрирует эффективный уровень усвоения протеина рациона. Это, по-видимому, объясняется соотношением расщепляемого и нерасщепляемого в рубце протеина в рецепте комбикорма. Поскольку в возрасте 2-х месяцев рубец еще не функционирует в полной мере – высокий уровень расщепляемого протеина в рационе оказывает благоприятное влияние на эффективность кормления. В то же время, в 6-месячном возрасте концентрация аммиака в рубцовом содержимом телочек всех групп оставалась в пределах физиологической нормы: в контрольной группе, а также во 2-й и 3-й опытных группах наблюдался рост показателя. В то же время, в 4-й опытной группе (с 30%-ным содержанием бобов люпина) зафиксировано снижение количества аммиачного азота на 17,36%. Вероятно, это связано с избытком

расщепляемого в рубце протеина. Известно, что уменьшение концентрации аммиака может указывать на оптимизацию утилизации кормового азота организмом [70].

Применение молекулярно-генетических методов (T-RFLP, метагеномика) подтверждает, что переход от молочного кормления к твёрдым кормам сопровождается значительной реорганизацией микробиоценоза рубца [47]. Снижение численности инфузорий к 6-месячному возрасту коррелирует с формированием устойчивой бактериальной популяции [176].

В рубцовой жидкости доминируют ацетат, пропионат и бутират; их профиль зависит от рациона, возраста и pH среды. Рост доли концентратов стимулирует образование пропионата, грубых кормов – ацетата [47, 119].

Установлено, что увеличение концентрации ЛЖК в рубцовом содержимом телочек 2-месячного возраста по сравнению с 6-месячным, констатирует формирование стабильной рубцовой микрофлоры, функциональное созревание рубца и успешный переход на растительный рацион. Аналогичную тенденцию в своем исследовании отмечает Тюкавкина О. Н. и др. (2021) [112]. Известно, что интенсификация ферментации рубца сопровождается ростом концентрации ЛЖК при стабильном $\text{pH} \approx 6.0-6.5$ [171, 179].

В рамках исследования, мы установили у двухмесячных телочек снижение концентрации ацетата во всех группах, что указывает на недостаточное потребление клетчатки, что физиологично для данного возраста. Повышенный уровень пропионата в контроле и во 2-й и 3-й опытных группах свидетельствует об избытке расщепляемого протеина. В 4-й группе (30% люпина) профиль ЛЖК был сбалансирован, что характеризует эффективную утилизацию азота и энергии без риска ацидоза. Концентрация бутирата в 4-й группе в 2 мес достоверно превышала контроль на 30-35% ($p < 0,05$), что согласуется с данными о стимулирующем влиянии бутирата на развитие эпителия рубца [98, 171].

Следует отметить, что соотношение летучих жирных кислот: уксусной, пропионовой и масляной в рубцовой жидкости ремонтных телочек в возрасте 6 мес было близким к оптимальному (ацетат:пропионат:бутират=3:2:1), что констатирует плавный физиологичный переход к целлюлозолитическому типу ферментации.

Содержание пропионата у двухмесячных телочек контрольной и 2-й и 3-й опытных групп превышало физиологическую норму, что, вероятно, отражает избыток сырого протеина в рационе и его активное дезаминирование в рубце. В то же время, в 4-й опытной группе, где комбикорм содержал 30% бобов белого люпина, уровень пропионовой кислоты соответствовал оптимальным значениям. Данный факт позволяет предположить более сбалансированное использование питательных веществ, обусловленное повышенным содержанием нерасщепляемого в рубце протеина, а также оптимальным соотношением крахмала и легкопереваримых углеводов. Важно отметить отсутствие резкого дисбаланса в сторону снижения ацетата и роста пропионата, что исключает риск развития субклинического ацидоза рубца в данной группе.

Особого внимания заслуживает динамика бутирата: в 4-й опытной группе (30% люпина) его концентрация в двухмесячном возрасте достоверно ($p < 0,05$) превышала контрольные значения на 30-35%. Данный результат согласуется с данными Niwińska В. и др. (2017), демонстрирующими, что повышенное образование бутирата стимулирует пролиферацию эпителиоцитов рубца и развитие сосочкового аппарата, тем самым увеличивая площадь абсорбционной поверхности для ЛЖК [171].

Таким образом, включение белого люпина как источника легкоферментируемого протеина и липидов способствовало ускоренному функциональному созреванию слизистой оболочки рубца. Синергия повышенного уровня бутирата и умеренной концентрации аммиака создает благоприятные метаболические условия для синтеза микробиального белка и морфогенеза рубцового эпителия. Рост содержания ацетата к шестимесячному

возрасту отражает повышение утилизации структурных углеводов и активацию липогенеза, что имеет существенное значение для обеспечения энергетических потребностей телочек в период интенсивного роста [43].

По результатам физиологических исследований переваримости питательных веществ установлено, что модификация рецептур престаартерных и стартерных комбикормов посредством включения экструдированных бобов белого люпина (30% и 10% соответственно) оптимизирует процессы усвоения нутриентов у ремонтных телочек молочного периода [132]. Данный эффект обусловлен улучшением доступности протеиновой и энергетической фракций рациона, что подтверждается достоверным повышением коэффициентов переваримости основных питательных веществ.

В период проведения физиологических опытов животные всех групп потребляли примерно одинаковое количество питательных веществ. Однако телочки из опытных и контрольной групп переваривали и усваивали питательные вещества, с разной интенсивностью.

В двухмесячном возрасте достоверных различий в переваримости питательных веществ между группами не установлено, что обусловлено преобладанием молока в рационе и незавершенностью формирования рубцового пищеварения [19, 21]. Влияние растительных белковых добавок на данном этапе минимизировано, однако показатели усвояемости во всех группах оставались в пределах физиологических нормативов, что характеризует рацион как сбалансированный для молодняка молочного периода [169].

В отличие от раннего периода, к шестимесячному возрасту, когда доля концентратов возросла, влияние люпина стало статистически значимым. Так, при включении 10% бобов люпина белого в рецепт стартерного комбикорма, коэффициент переваримости сырого жира в 2-й опытной группе был достоверно выше ($p < 0,05$) на 2,04% по сравнению с контрольной группой.

При интерпретации показателей азотистого обмена следует учитывать, что усвояемость белка у жвачных животных зависит не только от его

количественного содержания, но и от качественных характеристик. В частности, критическое значение имеют аминокислотный состав, устойчивость белковых структур к денатурации, соотношение фракций протеина и скорость их ферментативного расщепления. Кроме того, степень дисперсности корма и растворимость белковых компонентов напрямую влияют на экспозицию субстрата для ферментов, модулируя процесс распада протеина до мономеров [21, 45]. Данные факторы необходимо принимать во внимание при оценке эффективности технологий подготовки кормов. В нашем исследовании экструдирование бобов люпина, вероятно, модифицировало характер внутримолекулярных связей, что привело к изменению растворимости протеина и, как следствие, к положительным изменениям в показателях переваримости переваримости.

В своих исследованиях Федорова З. Н. и др. (2019) отмечают, что «...включение в состав стартерных комбикормов экструдированного зерна люпина взамен нативного обеспечивает повышение среднесуточных приростов живой массы, переваримости, улучшение использования питательных веществ рационов...» [115].

В результате балансового опыта было зафиксировано достоверное ($p < 0,05$) повышение отложенного в теле азота на 3,6 г у животных из 4-й опытной группы в молочный период и на 5,1 г в послемолочный период во 2-й опытной группе, по сравнению с контролем.

Максимальная эффективность азотистого обмена зафиксирована у телочек 4-й опытной группы, рацион которых включал 30% экструдированных бобов белого люпина в составе престартерного комбикорма. В данной группе коэффициент удержания азота достиг 55,45% от потребленного количества и 78,61% от переваренного. Подобная динамика обусловлена сбалансированным соотношением фракций протеина – нерасщепляемой и расщепляемой в рубце, что подтверждает высокую биологическую ценность данного компонента для молодняка молочного периода выращивания. Учитывая функциональную незрелость рубца в

двухмесячном возрасте, ключевую роль в обеспечении организма аминокислотами играет сычужное переваривание и последующая абсорбция продуктов протеолиза в тонком отделе кишечника. Аналогичные выводы в своих исследованиях делает Федорова З. Н. (2019) [115].

Литературные источники указывают на то, что для телочек до 6-месячного возраста наиболее эффективным является баланс протеина с преобладанием расщепляемой фракции ($\approx 68\%$) над нерасщепляемой ($\approx 32\%$) [88]. Соблюдение данной пропорции позволяет оптимизировать микробиальный синтез в рубце и обеспечить поступление аминокислот в тонкий кишечник.

Подобный баланс фракций протеина способствует синхронизации высвобождения азотистых веществ и энергетических субстратов в рубцовой жидкости, что оптимизирует условия для жизнедеятельности микрофлоры и максимизирует эффективность использования кормового азота. Одновременно поддержание должного уровня нерасщепляемой фракции обеспечивает транзит незаменимых аминокислот микробного и кормового происхождения в тонкий отдел кишечника, что является лимитирующим фактором для реализации потенциала роста у молодняка жвачных животных в период интенсивного онтогенеза [16, 79].

Во 2-й опытный период было отмечено увеличение поступления азота (до 128,2-128,5 г против 123,2 г в контрольной группе) и снижением его потерь с калом (37,8-39,6 г против 41,1 г), при этом наивысший уровень отложения азота, – 36,5 г, зафиксирован во 2-й опытной группе, где в составе комбикорма телочки получали 10% бобов люпина белого, что на 16% больше, чем в контроле ($p < 0,05$). В то же время, коэффициент усвоения азота от принятого в данной группе достоверно увеличился на 2,93% ($p < 0,05$).

Таким образом, в результате проведенных физиологических экспериментов по определению переваримости питательных веществ рационов ремонтных телочек молочного и послемолочного периодов выращивания установлено, что включение 30% экструдированных бобов

люпина белого в престартерных комбикормах и 10% – в стартерных способствует высокой эффективности использования питательных веществ заданного рациона.

Включение экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта «Тимирязевский» в состав комбикормов для телочек молочного периода выращивания (в возрасте до 2 месяцев) способствовало получению чистой выручки при условной продаже на 16866,9 руб., 21840,2 и 28326,5 руб. больше, чем в контрольной группе соответственно; в возрасте 6 месяцев – на 60406,3 руб., 3460,5 и 12574,4 руб. больше, чем в контрольной группе.

В молочный период выращивания наилучший экономический результат получен в 4-й опытной группе (30% бобов люпина белого) – -10,3% к себестоимости; +11,1% к чистой выручке относительно 1-й контрольной группы.

В послемолочный период выращивания лучшую экономическую эффективность продемонстрировала 2-я опытная группа (в составе стартера было 10% экструдированных бобов люпина белого) – -16,5% к себестоимости 1 кг живой массы; +10,0% к чистой выручке относительно контрольной группы.

Включение бобов люпина белого в состав престартерных комбикормов в количестве 10%, 20 и 30% способствовало повышению уровня рентабельности на 6,5-11%. В послемолочный период выращивания введение изучаемого компонента в рецепты стартерных комбикормов способствовало повышению уровня рентабельности до 10%.

Проведенная производственная проверка на новорожденных телочках до 6-месячного возраста показала аналогичные результаты. Так, средний по группе абсолютный прирост живой массы в возрасте 2-х месяцев в опытной группе был на 7,2 кг больше, чем в контроле, в 6 месяцев – на 8,7 кг. После вычета производственных затрат и налоговых отчислений чистая выручка в опытной группе составила 699566,5 руб. и 1532450,7 руб. соответственно, что на 77794,8 руб. (+12,5%) и 9370,8 руб. (+6,5%) выше, чем в контрольной

группе. В рамках производственной проверки уровень рентабельности выращивания ремонтных телочек в молочный период составил 12,5%, в послемолочный – 6,5%.

Заключение

Проведенные комплексные исследования по изучению использования разного уровня экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта в составе престартерных и стартерных комбикормов для ремонтных телочек в количестве 10%, 20 и 30%, позволили сделать следующие выводы:

1. На основании химического состава бобов люпина белого безалкалоидного сорта были разработаны рецепты комбикормов с разным уровнем ввода бобов люпина белого (10% - 2-я опытная группа; 20% - 3-я опытная группа; 30% - 4-я опытная группа), при этом энергетическая и протеиновая питательность комбикормов были идентичными и колебались в пределах: 11,7-12,4 МДж/кг и 11,0-12,1 МДж/кг по обменной энергии и 22,01-22,33% и 19,01-19,19% по сырому протеину.

2. Анализ полученных данных в молочный период выращивания телочек свидетельствует, что лучшие показатели были получены в 4-й опытной группе, при этом абсолютный прирост живой массы составил 65,77 кг; среднесуточный - 1096,0 г. Затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы снизились на 7,8 и 11,7% соответственно.

3. Согласно данным по приростам живой массы в послемолочный период лучшие показатели продемонстрировала 2-я опытная группа. Абсолютный прирост живой массы телочек составил 150,9 кг; среднесуточный прирост – 1260,0 г, при этом затраты кормов и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы снизились на 7,9 и 14,5% соответственно.

4. Анализ показателей крови телочек позволил установить, что включение бобов люпина белого безалкалоидного сорта не оказывает отрицательного влияния на биохимические показатели. Наиболее интенсивное использование азота корма отмечалось в опытных группах, где в состав комбикорма входили бобы люпина белого в разном количестве. Наименьший показатель общего белка в сыворотке в крови в молочный период зафиксирован у животных из

4-й опытной группы - $75,3 \pm 0,70$ г/л; в послемолочный - во 2-й опытной группе (78,3 г/л).

Использование экструдированных бобов люпина белого в составе комбикормов не оказывало отрицательного влияния на морфологический состав крови телочек в изучаемые возрастные периоды (14 суток, 2 и 6 месяцев). Все исследуемые показатели крови находились в пределах физиологических референсных значений, характерных для молодняка данного возраста.

5. Установлено, что включение бобов люпина в состав комбикорма оказывало выраженное влияние на популяционный состав микробиоты. Наиболее благоприятные изменения в молочный период отмечались в 4-й опытной группе.

В послемолочный период микробиота рубца характеризовалась большей стабильностью. Наилучший микробиологический профиль выявлен во 2-й опытной группе, где численность *Prevotella spp.* достигала $6,5 \times 10^{10}$ геномов/г, *Bacteroides spp.* – $3,5 \times 10^9$ геномов/г.

Результаты исследования уровня рубцового пищеварения констатировали тенденцию к возрастанию рН рубцовой жидкости, так в возрасте 6 месяцев активная кислотность колебалась в пределах 6,00-6,79.

Зафиксировано увеличение концентрации ЛЖК в рубцовом содержимом телочек 2-месячного возраста по сравнению с 6-месячным с преобладанием ацетата.

6. В результате проведенных физиологических экспериментов по определению переваримости питательных веществ рационов телочек показано, что включение 30% экструдированных бобов люпина белого в престартерные и 10% – в стартерные комбикорма способствует высокой эффективности использования питательных веществ заданного рациона.

В молочный период выращивания наибольшее количество отложенного азота отмечалось в 4-ой опытной группе; коэффициент усвоения азота от принятого достиг 55,45%, а от переваренного – 78,61%, что характеризуется

оптимальным соотношением нерасщепляемого и расщепляемого в рубце протеина бобов люпина и свидетельствует о высокой эффективности использования данного компонента в составе комбикормов.

В послемолочный период наивысший уровень отложения азота, – 36,4 г, зафиксирован во 2-й опытной группе, что на 16% больше, чем в контроле.

7. В результате испытаний разного количества экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикормах для ремонтных телочек, установлен рациональный уровень ввода данного компонента в комбикорма: 30% - в престартерные и 10% - в стартерные.

8. В результате оптимизации протеиновой питательности рационов телочек путем введения в рецепты комбикормов бобов люпина белого безалкалоидного сорта, отмечается снижение себестоимости 1 кг живой массы при условной племенной продаже на 10,3 и 16,6%, а также увеличение выручки более чем на 10%.

Включение бобов люпина белого в состав престартерных комбикормов в количестве 10%, 20 и 30% способствовало повышению рентабельности выращивания телочек на 6,6%, 8,5 и 11,1% соответственно; при введении в рецепт стартерных комбикормов на 10,2%, 0,6 и 2,1%.

Результаты производственной проверки рационального уровня ввода бобов люпина белого безалкалоидного сорта в рецепты престартерных и стартерных комбикормов для телочек молочного и послемолочного периода выращивания подтвердили полученные ранее результаты в условиях большей выборки.

Предложения производству

С целью повышения эффективности выращивания ремонтных телочек и улучшения экономических показателей рекомендуется использовать экструдированные бобы люпина белого безалкалоидного сорта в составе комбикормов для ремонтных телочек в следующих количествах: в молочный период – 30%, в послемолочный – 10%.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение эффективности использования бобов люпина белого безалкалоидного сорта в рационах кормления крупного рогатого скота в разные физиологические периоды, а также животных на откорме как в молочном, так и в мясном скотоводстве.

Библиографический список

1. Агеева, П. А. Белорозовый 144-новый сорт кормового узколистного люпина / П. А. Агеева, Н. А. Почутина // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2021. — № 3 (39). — С. 119—124.
2. Агеева, П. А. Люпин узколистный Витязь / П. А. Агеева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2015. — № 3. — С. 43—44.
3. Агеева, П. А. Новый сорт узколистного люпина Сидерат 46 / П. А. Агеева, Н. А. Почутина // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 1 (53). — С. 9—13.
4. Агеева, П. А. Результаты и перспективы селекции люпина узколистного сидерального типа использования по продуктивности и морфобиологическим признакам / П. А. Агеева, Н. А. Почутина, Н. В. Мисникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2023. — № 5. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-i-perspektivy-selektivny-lyupina-uzkolistnogo-sideralnogo-tipa-ispolzovaniya-po-produktivnosti-i-morfo-biologicheskim> (дата обращения: 02.02.2026).
5. Алешин, Д. Е. Сравнительный химический состав и питательность белкового концентрата "Агро-Матик" и зерна белого люпина сорта "Дега" / Д. Е. Алешин, А. С. Петров, Е. О. Прохоров // Всероссийская с международным участием научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова : Материалы Всероссийской с международным участием научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова, Москва, 07—09 июня 2021 года. Том 1. — Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. — С. 17-21. — EDN JLNAAU.
6. Антонова, В. С. Методология научных исследований в животноводстве / В. С. Антонова, Г. М. Топурия, В. И. Косилов. — Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2011. — 244 с.

7. Апиева, Э. Ж. Влияние сквашенного молозива на морфо-биохимические показатели крови телят / Э. Ж. Апиева, Н. А. Пудовкин, В. В. Салаутин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. — 2025. — Т. 261. — № 1. — С. 25—29.
8. Артюхов, А. И. Люпин-ценный источник белка в комбикормах / А. И. Артюхов, Н. Гапонов // Комбикорма. — 2010. — № 3. — С. 65—66.
9. Артюхов, А. И. Люпин-эффективный источник белка / А. И. Артюхов // Животноводство России. — 2014. — № 1. — С. 55.
10. Артюхов, А. И. Применение люпина в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / А. И. Артюхов, А. Е. Сорокин, В. А. Ляпченков // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство. — 2017. — С. 238—248.
11. Белковый концентрат на основе люпина в кормлении телят / Н. П. Буряков, Ю. И. Есавкин, А.А. Петров, А. С. Пырщиков [и др.] // Комбикорма. — 2022. — № 4. — С. 37—39.
12. Белозерова, О. В. Кормовые дрожжи в рационах ремонтных телок голштинской породы / О. В. Белозерова // IX Емельяновские чтения. — 2025. — С. 10.
13. Бенко, В. Гемограмма у крупного рогатого скота: понимание нормальных значений и вариаций / В. Бенко [и др.] // Veterinarska stanica. — 2025. — Т. 56. — № 6. — С. 801—810.
14. Бобков, А. А. Процессы рубцового метаболизма при скармливании коровам зерна малоалкалоидного люпина / А. А. Бобков, Г. Н. Бобкова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2008. — № 4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsessy-rubtsovogo-metabolizma-pri-skarmlivanii-korovam-zerna-maloalkaloidnogo-lyupina> (дата обращения: 02.03.2026).

15. Бобков, А. А. Физиологические основы использования в кормлении коров зерна малоалкалоидного люпина: дис. ... канд. биол. наук / А. А. Бобков. — Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2009.

16. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович. — 2023. — С. 160—171.

17. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V науч.-практ. конф. с междунар. участием. — 2022. — С. 152—157.

18. Бурмистров, Е. Н. Шанс Био: лабораторная диагностика: справочное издание / Е. Н. Бурмистров. — Москва: Шанс Био, 2021. — 223 с.

19. Буряков, Н. П. Влияние белкового концентрата на продуктивность и переваримость питательных веществ рационов коров / Н. П. Буряков [и др.] // Зыкинские чтения. — 2020. — С. 35—41.

20. Буряков, Н. П. Кормление высокопродуктивного молочного скота / Н. П. Буряков. — 2009. — 415 с.

21. Буряков, Н. П. Кормление ремонтного молодняка молочного скота: монография / Н. П. Буряков, М. А. Бурякова. — Иркутск: Мегалпринт, 2017. — 258 с.

22. Буряков, Н. П. Кормление ремонтной телочки молочного скота / Н. П. Буряков. — М.: Промбиотех, 2016. — 123 с.

23. Буряков, Н. П. Продуктивность и качество молока коров при введении в рацион разного уровня белкового концентрата / Н. П. Буряков, М. А. Бурякова, А. С. Заикина [и др.] // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 11—13 декабря 2019 года. Том Часть 2. —

Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. — С. 94—103.

24. Буряков, Н. П. Становление рубцового пищеварения телят при использовании бобов люпина белого в рецептах комбикормов / Н. П. Буряков, В. Н. Кондобарова, В. М. Артюх // Главный зоотехник. — 2026. — № 1(270). — С. 3-16. — DOI 10.33920/sel-03-2601-01. — EDN AYDUPX.

25. Буряков, Н. П. Эффективность использования люпина белого в престартерных комбикормах для ремонтных телочек / Н. П. Буряков, В. Н. Кондобарова // Комбикорма. — 2025. — № 6. — С. 44-47. — DOI 10.69539/2413-287X-2025-06-3-242. — EDN JIPZAD.

26. Бюллетени «Посевные площади Российской Федерации в 2019-2025 гг.» // Федеральная служба государственной статистики. — 2026. — URL: <https://rosstat.gov.ru/search?q=посевные+площади+2023> (дата обращения: 05.02.2026).

27. Ваттио, М. А. Протеиновый метаболизм у молочных коров / М. А. Ваттио // Основные аспекты производства молока. — Университет Висконсина, Мэдисон, США. — 1994. — 142 с.

28. Влияние иммуностимулирующих препаратов на уровень иммунной компетенции телят / В. Г. Тюрин, Н. В. Родионова, Л. А. Волчкова, В. Г. Семенов [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2023. - Т. 59, вып. 2. - С. 137-146. - DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-137-146.

29. Влияние качества молока на рост ремонтных телок в молочный период выращивания / А. Ю. Лаврентьев, Н. М. Костомахин, М. С. Упинин [и др.] // Главный зоотехник. — 2025. — № 7 (264). — С. 27—35.

30. Влияние липидной фракции личинок Чёрной львинки на продуктивность, резистентность и обменные процессы у телят молочного периода выращивания / Р. В. Некрасов, М. Г. Чабаев, Е. В. Туаева [и др.] // Аграрная наука. 2023. № 11. С. 64–69.

31. Влияние различной структуры рациона на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота / В. Н. Минаков [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы V Международной научно-практической конференции (г. Красноярск, 13-14 мая 2021 г.) / Красноярский научно-исследовательский институт животноводства. - Красноярск : КрасНИИЖ, 2021. - С. 229-234.

32. Влияние соотношения расщепляемого и нерасщепляемого протеина в рационе на пищеварение в рубце бычков / А. Н. Кот [и др.] // Прогрессивные и инновационные технологии в молочном и мясном скотоводстве : материалы Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 03-05 ноября 2021 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - Витебск : ВГАВМ, 2021. - С. 106-112.

33. ВНИИ люпина. Сорты узколистного люпина // ВНИИ люпина. — URL: https://lupins.ru/index.php?mode=view_spisok&own_menu_id=323128 (дата обращения: 13.01.2026).

34. Выращивание молодняка крупного рогатого скота: монография / В. И. Шляхтунов, А. Ф. Трофимов, В. И. Смунов [и др.]. — Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2005. — 184 с.

35. Гапонов, Н. В. Значение люпина в продовольственной безопасности страны / Н. В. Гапонов // Инновации и продовольственная безопасность. — 2020. — № 4. — С. 101—107.

36. Гатаулина, Г. Г. Белый люпин перспективная кормовая культура / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева // Достижения науки и техники АПК. — 2008. — № 10. — С. 49—51.

37. Гатаулина, Г. Г. Люпин белый (*Lupinus albus* L.)-альтернатива сое: новый сорт Тимирязевский / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева, А. В. Шитикова // Кормопроизводство. — 2020. — № 1. — С. 36—40.

38. Гатаулина, Г. Г. Новый сорт Гана люпина белого (*Lupinus albus* L.): вариабельность урожайности и её компонентов при разных погодных

условиях / Г. Г. Гатаулина, А. В. Шитикова // Вавиловские чтения-2022. — 2022. — С. 480—483.

39. Гатаулина, Г. Г. Основа белковой независимости России / Г. Г. Гатаулина, А. С. Цыгуткин // Белый люпин. — 2014. — № 2. — С. 2—6.

40. Голуб, И. А. Влияние жмыха льна масличного на физиологическое состояние молодняка крупного рогатого скота и переваримость питательных веществ корма / И. А. Голуб [и др.] — 2024. — С. 131—140.

41. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: межгосударственный стандарт. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 1994. — 10 с.

42. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества: межгосударственный стандарт. — Москва: Стандартиформ, 2013. — 12 с.

43. ГОСТ Р 51417-99 (ИСО 5983:1997). Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. Метод Кьельдаля: национальный стандарт Российской Федерации. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000. — 14 с.

44. ГОСТ Р ИСО 6497-2011. Корма для животных. Отбор проб: национальный стандарт Российской Федерации. — Москва: Стандартиформ, 2013. — 19 с.

45. Гречкина, В. В. Переваримость питательных веществ и баланс азота у телят в зависимости от уровня аминокислотного питания / В. В. Гречкина [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. — 2021. — Т. 104. — № 3. — С. 47—56.

46. Гудкова, Н. А. Кормление молодняка крупного рогатого скота / Н. А. Гудкова [и др.] // Международный студенческий научный вестник. — 2016. — № 4-3. — С. 327.

47. Ёрсков, Э. Р. Энергетическое питание жвачных животных / Э. Р. Ёрсков, М. Рил; пер. с англ. Е.Л. Харитонова, Д.Е. Панюшкина. — Боровск, 2003. — 230 с.
48. Забодалова, Л. А. Применение комплекса гидролитических ферментов при получении концентрата белков люпина / Л. А. Забодалова [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2012. — № 1. — С. 24.
49. Зверев, С. В. Белый люпин: обрушение и термообработка зерна [Текст] / С. В. Зверев, А. Э. Ставцев, А. С. Цыгуткин. — Москва : Сам Полиграфист, 2019. — 127 с.
50. Змеев, А. И. Стимуляция формирования преджелудочной ферментации телят / А. И. Змеев // Материалы конференции «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке» (10-11 июня). — 2024. — с. 93.
51. Зотеев, В. С. Нут в комбикормах-стартерах для телят / В. С. Зотеев // Журнал биологических наук и сельского хозяйства. — 2025. — Т. 1. — № 6. — С. 346—351.
52. Ильина, Л. А. Содержание микроорганизмов в рубце телят разного возраста / Л. А. Ильина // Животноводство и кормопроизводство. — 2017. — № 3 (99). — С. 128—133.
53. Использование люпина в рационах сельскохозяйственных животных и птицы / И. Ю. Даниленко, А. К. Карапетян, Н. О. Вуевский, А. В. Бубуек // Стратегические направления и проекты эколого-экономического и социального развития регионов : Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 27 марта 2024 года. – Москва: ООО "Сам Полиграфист", 2024. – С. 315-318. – EDN VIMIRV.
54. Карпуть, И. М. Влияние техногенных факторов на качество молозива и развитие болезней молодняка / И. М. Карпуть. — 2000. С. 483—486.
55. Касаткина, И. А. Молочная продуктивность и качественные показатели молока коров при использовании энергетических добавок / И. А.

Касаткина // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: сб. статей. — Вологда: ФГБУН ВолНЦ РАН, 2020. — С. 146—153.

56. Киселева, С. Г. Роль люпина белого в продовольственной безопасности страны / С. Г. Киселева, В. Н. Наумкин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 1. — Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. — С. 112—113.

57. Ковальчук, А. И. Оценка некоторых показателей пищеварения в рубце телят / А. И. Ковальчук // Материалы XXVII Международной конференции «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке» (12 апреля 2023). — 2023. — С. 173.

58. Ковзов, В. В. Физиологические и ветеринарные аспекты выращивания телят / В. В. Ковзов. — 2024. — 136 с.

59. Кондобарова, В. Н. Особенности кормления телочек в первые два месяца жизни / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Белгород, 13—15 марта 2024 года. — Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. — С. 62-63. — EDN DVINXU.

60. Кондобарова, В. Н. Перспектива использования зерна белого люпина безалколоидных сортов в кормлении телят / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03—05 июня 2024 года. — Москва: Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. — С. 212-215. — EDN QCEFXH.

61. Кондобарова, В. Н. Перспектива использования люпина белого безалколоидных сортов в рецептах концентрированных кормов для телят / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Достижения и перспективы в сфере

производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 10 ноября 2023 года. — Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. — С. 162-164. — EDN SMSAVY.

62. Кондобарова, В. Н. Подготовка бобов люпина белого к скармливанию с целью снижения уровня алкалоидности / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Белгород, 13—15 марта 2024 года. — Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. — С. 64-65. — EDN SZXGWB.

63. Кондобарова, В. Н. Экструдирование — как метод подготовки кормов / В. Н. Кондобарова, Н. Н. Сорокина // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции, Майский, 24—25 февраля 2021 года. Том 2. — Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2021. — С. 62. — EDN VLBWHU.

64. Кондобарова, В. Н. Эффективность использования бобов люпина белого безалкалоидного сорта в комбикормах для ремонтных телочек / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сборник трудов международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию со дня рождения и 50-летию трудовой деятельности Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора биологических наук, профессора Крапивиной Елены Владимировны, Брянск, 14 ноября 2025 года. — Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2025. — С. 371-376. — EDN PKIVHU.

65. Кондобарова, В. Н. Эффективность использования бобов люпина белого в стартерных комбикормах для телок / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Проблемы и перспективы научно-инновационного развития

агропромышленного комплекса Республики Дагестан : Материалы региональной научно-практической конференции, Махачкала, 28 октября 2025 года. — Махачкала, 2025. — С. 117-122. — EDN CSPFYN.

66. Кондобарова, В. Н. Эффективность использования люпина белого в рецептах комбикормов для ремонтных телочек / В. Н. Кондобарова, Н. П. Буряков // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 160-летию Тимирязевской академии : Сборник статей, Москва, 02—04 июня 2025 года. — Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. — С. 179-183. — EDN CNCMIG.

67. Корельская, Л. А. Показатели белкового обмена в сыворотке крови высокопродуктивных коров в разные периоды физиологического цикла при привязном способе содержания и роботизированном способе доения / Л. А. Корельская, Л. П. Соснина, С. А. Коломиец // Эффективное животноводство. — 2024. — № 5 (195). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-belkovogo-obmena-v-syvorotke-krovi-vysokoproduktivnyh-korov-v-raznye-periody-fiziologicheskogo-tsikla-pri-privyaznom> (дата обращения: 28.01.2026).

68. Кублин, И. М. Люпин: переворот в производстве белковых кормов для сельскохозяйственной отрасли / И. М. Кублин, О. В. Прущак, С. А. Санинский // Аграрный научный журнал. — 2024. — № 6. — С. 32—39.

69. Курилов, Н. В. Физиология и биохимия пищеварения жвачных / Н. В. Курилов, А. П. Кроткова. — 1971. — 432 с.

70. Лавринова, Е. В. Азотистый обмен и проявление синдрома диареи у телят-молочников при скармливании кормовых добавок разнонаправленного действия / Е. В. Лавринова, В. В. Семенютин, Е. В. Крапивина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2023. — № 3. — С. 102—108.

71. Ленкова, Т. Н. Питательная ценность и антипитательные факторы семян люпина / Т. Н. Ленкова, В. К. Зевакова // Птицеводство. — 2012. — № 1. — С. 21—23.

72. Лопатко, А. М. Будь здорова кормилица-корова: Науч.-практ. пособие / А. М. Лопатко, А. М. Субботин, И. В. Сучкова [и др.]. — Орел, 2017. — 413 с.
73. Лукашевич, М. И. Урожайность и кормовая ценность сортов и перспективных образцов люпина белого селекции ВНИИ люпина / М. И. Лукашевич [и др.] // Сб. материалов Междунар. научно-практ. конф. «Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводства». — Брянск: Читай-город, 2017. — 271 с.
74. Лукашик, Н. А. Зоотехнический анализ кормов: руководство к практ. занятиям / Н. А. Лукашик, В. А. Тацилин. — М.: Колос, 1965. — 223 с.
75. Макаров А.В. Сравнительная характеристика систем выращивания молодняка крупного рогатого скота для откорма / А.В. Макаров, В.А. Ханипова, А.С. Федотова [и др.] // Journal of Agriculture and Environment. — 2023. — №9 (37). — URL: <https://jae.cifra.science/archive/9-37-2023-september/10.23649/JAE.2023.37.5> (дата обращения: 09.01.2026). — DOI: 10.23649/JAE.2023.37.5
76. Малков, М. А. О роли прекурсоров глюкозы в управлении потребления корма / М. А. Малков // Agriculture. Science & Practice Tsenovik Digest. — 2017. — № 4. — С. 34—37.
77. Мельников, В. И. Люпин — культура XXI века / В. И. Мельников, А. И. Артюхов, В. Н. Наумкин // Белгородский агромир: журнал об эффективном сельском хозяйстве. — 2014. — № 4. — С. 33—37.
78. Методические указания по газохроматографическому определению жирных кислот в кормах и биологических субстратах сельскохозяйственных животных / сост. В. К. Пустовой. — Боровск: ВНИИФБиП, 1978. — С. 49—51.
79. Миколайчик, И. Н. Переваримость питательных веществ и обмен азота в организме телят при скармливании дрожжевых пробиотических добавок / И. Н. Миколайчик, Л. А. Морозова, Е. С. Ступина // Кормление

сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2017. — № 9. — С. 20—25.

80. Научные основы выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота : монография / Д. М. Богданович [и др.] ; Науч.- практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. — Жодино, 2022. — 303 с. — Авт. также: Тимошенко В.Н., Музыка А.А., Москалёв А.А., Цай В.П

81. Национальный исследовательский совет. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Посвящается 100-летию со дня рождения академика Алексея Петровича Калашникова (1918—2010) / Р. В. Некрасов, А. В. Головин, Е. А. Махаев [и др.]; под ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. — Москва: Российская академия наук, 2018. — 290 с.

82. Неверова, А. Люпин — высокобелковая бобовая культура, способная заменить сою в кормах и пищевой промышленности [Электронный ресурс] // НИВА. — 17.04.2025. — URL: <https://niva-media.ru/lyupin-perspektivnaya-alternativa-soe-v-kormoproizvodstve-i-pishhevoj-promyshlennosti/> (дата обращения: 25.01.2026).

83. Николаев, С. И. Влияние белкового концентрата «Агро-Матик» на физиологические и зоотехнические показатели молодок яичного направления продуктивности / С. И. Николаев, Р. Н. Дронов, А. К. Карапетян, В. В. Шкаленко, С. В. Чехранова, И. Ю. Даниленко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. — 2024. — № 2(74). — С. 201—207. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-belkovogo-kontsentrata-agro-matik-na-fiziologicheskie-i-zootehnicheskie-pokazateli-molodok-yaichnogo-napravleniya> (дата обращения: 09.01.2026). — Текст : электронный.

84. Нормы содержания микрофлоры в рубце крупного рогатого скота. — Санкт-Петербург: БИОТРОФ, 2014. — 32 с.

85. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов [и др.]. — 3-е издание

переработанное и дополненное. – Москва : Издательство "Знание", 2003. – 456 с. – ISBN 5-94587-093-5. – EDN PXQMHL.

86. Панкина, И. А. Исследование алкалоидности семян люпина / И. А. Панкина, Л. М. Борисова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2015. — № 4. — С. 80—87. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-alkaloidnosti-semyan-lyupina> (дата обращения: 03.02.2026).

87. Переваримость и баланс азота у телочек в молочный период выращивания при вводе в рацион люпина белого / Н. П. Буряков, В. Н. Кондобарова, Д. Р. Габдрахманов, В. М. Артюх // Комбикорма. — 2026. — № 1. — С. 37-40. — DOI 10.69539/2413-287X-2026-01-3-259. — EDN DNXNEG.

88. Переваримость кормов и продуктивность телят при скармливании зерна рапса, люпина, вики / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, В. Н. Куртина, О. Ф. Ганущенко // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию почет. работника высш. проф. образования РФ, д-ра с.-х. наук, проф. И. С. Исмаилова (г. Ставрополь, 25 нояб. 2016 г.) / Ставропол. гос. аграр. ун-т. — Ставрополь : СтГАУ, 2016. — С. 460–468.

89. Полунина, Н. Ю. Будущее люпина в России: перспективы роста производства и переработки / Н. Ю. Полунина // Cifra. Экономика. — 2025. — № 2 (9). — С. 1–9. — URL: <https://cifra-economics.ru/archive/2-9-2025-june/10.60797/ECNMS.2025.9.5> (дата обращения: 25.01.2026).

90. Пономаренко, Ю. А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность: монография / Ю. А. Пономаренко, В. И. Фисинин, И. А. Егоров. – Минск: Белстан, 2020. – 764 с. : 468 ил.

91. Потаракина, О. В. Продуктивный потенциал современных сортов люпина и перспективы его глубокой переработки / О. В. Потаракина // Вестник аграрной науки. — 2023. — № 3 (102). — С. 193—197.

92. Пташник, О. П. Изучение продуктивности и качества зерна сортов и сортообразцов люпина белого (L.) / О. П. Пташник // Таврический вестник аграрной науки. — 2021. — № 3. — С. 155—163.

93. Прозорова, Т. В. Кормовая ценность зерна люпина / Т. В. Прозорова, Н. О. Вуевский // Наука и молодёжь: новые идеи и решения : материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 20–22 марта 2024 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. – С. 307-309. – EDN GSDRVP.

94. Прохоров Е. О. Эффективность использования безалкалоидного зерна белого люпина в составе комбикорма при кормлении молочного скота : дис. – Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. КА Тимирязева, 2017.

95. Радчиков, В. Ф. Зависимость обменных процессов и продуктивности молодняка крупного рогатого скота при включении в рацион зерна гороха / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. — 2025. — № 28-1. — С. 141—150.

96. Радчиков, В. Ф. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева, М. В. Джумкова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. Г. Микуленок // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : международная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича, Брянск, 15–16 апреля 2021 года : сборник материалов / Брянский государственный аграрный университет. — Брянск : Брянский ГАУ, 2021. — Ч. 1. — С. 263–271.

97. Разумовский, Н. П. Обмен веществ и продуктивность бычков при разном количестве нерасщепляемого протеина в рационе / Н. П. Разумовский,

Д. М. Богданович // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы III Международной научно-практической конференции, (г. Красноярск, 16-17 мая 2019 г.) / Красноярский научно-исследовательский институт животноводства. - Красноярск : КрасНИИЖ, 2019. - С. 225-228.

98. Разумовский, Н. Становление рубцового пищеварения / Н. П. Разумовский, В. И. Смунев // Животноводство России. — 2017. — № 3. — С. 49.

99. Эффективность скармливания коровам осоложенного зерна / С. Н. Разумовский, А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова [и др.] // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение развития животноводства и биотехнологий : Сборник материалов международной научно-практической конференции "От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение АПК", Екатеринбург, 18–19 февраля 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 177-179. – EDN SYJJQX.

100. Рапсовый жмых в составе комбикорма КР-1 для телят / Т. Л. Сапсалева, Д. М. Богданович, В. П. Цай, Г. Н. Радчикова [и др.] // Прогрессивные и инновационные технологии в молочном и мясном скотоводстве : материалы Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 03-05 ноября 2021 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - Витебск : ВГАВМ, 2021. - С. 310-316.

101. Редкозубова, Л. Кормление телят в молочный период / Л. Редкозубова // Животноводство России. — 2017. — № 3. — С. 61—62.

102. Резвякова, С. В. Влияние почвенных условий на урожайность люпина белого / С. В. Резвякова, А. С. Архангельская // Вестник аграрной науки. — 2020. — № 6 (87). — С. 33—39.

103. Романов, В. Н. Эффективность скармливания поджелудочной железы свиней телятам отъемного периода выращивания / В. Н. Романов, Н. В. Боголюбова, А. В. Мишуров, В. А. Девяткин [и др.] // Аграрная наука. — 2023. — № 11. — С. 59–63. — DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63. — Текст : электронный.

104. Руцкая, В. И. К вопросу об использовании люпина в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / В. И. Руцкая, А. Е. Сорокин // Адаптивное кормопроизводство. — 2019. — № 1. — С. 6.

105. Руцкая, В. И. Особенности люпина и перспективы его использования в пищевой промышленности / В. И. Руцкая, Е. С. Тимошенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2025. — № 4 (82). — С. 183—191.

106. Сапсалева, Т. Л. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалева, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов, Д. В. Медвелева, [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. — с. Соленое Займище : ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2021. — С. 1468—1473.

107. Симонов, Г. А. Эффективность использования ЗЦМ при кормлении телят в молочный период / Г. А. Симонов [и др.] // Эффективное животноводство. — 2025. — № 5 (202). — С. 58—60.

108. Смыслов, В. М. Гематологические показатели как критерий ранней постнатальной адаптации у телят черно-пестрой породы / В. М. Смыслов, И. В. Гусаров // АгроЗооТехника. — 2020. — Т. 3. — № 2. — С. 1.

109. Сорокина, Н. Н. Совершенствование технологий и технических средств, используемых в молочном скотоводстве / Н. Н. Сорокина, В. Н. Кондобарова, Ф. Мамедов // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы IV национальной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Майский, 10 ноября 2023 года. — Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. — С. 186-187. — EDN ISMUAD.

110. Такунов, И. П. Безгербицидная ресурсоэнергосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных посевах : научно-практические рекомендации / И. П. Такунов, Т. Н. Слесарева ; ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт люпина Российской академии сельскохозяйственных наук. — Брянск : Читай-город, 2007. — 60 с.
111. Тараканов, Б. В. Целлюлозолитическая микрофлора и метаболические функции в рубце молодняка крупного рогатого скота при раннем включении в рацион растительных кормов / Б. В. Тараканов, Т. А. Николичева // Сельскохозяйственная биология. — 1986. — № 4. — С. 89—94.
112. Влияние пробиотика "Витацелл" на симбиотическую микрофлору рубца и биохимический статус телят / О. Н. Тюкавкина, Е. В. Курятова, О. В. Груздова, А. В. Корнилова // АгроЭкоИнфо. — 2021. — № 2(44). — DOI 10.51419/20212218. — EDN GVTTHC.
113. Урожайность и качество новых сортов и сортообразцов люпина белого в условиях Белгородской области / В. Н. Наумкин, С. Г. Киселева, А. С. Блинник [и др.] // АгроФорум. — 2023. — № 4. — С. 52—55.
114. Урожайность и качество новых сортов и сортообразцов люпина белого на чернозёмной почве в условиях Белгородской области / В. Н. Наумкин, М. И. Лукашевич, О. Ю. Артемова [и др.] // Кормопроизводство. — 2023. — № 9. — С. 26—29.
115. Федорова, З. Н. Энергопротеиновый концентрат на основе экструдированного люпина в кормлении телят / З. Н. Федорова // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2019. — № 4 (32). — С. 142—148.
116. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании молотого и экструдированного зерна пелюшки / А. Н. Кот, Д. М. Богданович, В. П. Цай, М. М. Брошков [и др.] // Прогрессивные и инновационные технологии в молочном и мясном скотоводстве : материалы Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 03-05 ноября 2021 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. — Витебск : ВГАВМ, 2021. — С. 112—119.

117. Фицев, А. И. Антипитательные факторы зернобобовых и их влияние на усвоение питательных веществ животными / А. И. Фицев // Труды Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных. — 2005. — С. 225.

118. Хардик, И. В. Использование кормовой добавки «Фибраза» в кормлении лактирующих коров: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.08 / И. В. Хардик. — М., 2019. — 26 с.

119. Харитонов, Е. Л. Становление рубцового пищеварения у бычков в послемолочный период при скармливании комбикормов-стартеров разного состава / Е. Л. Харитонов, В. П. Галочкина // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2020. — № 2. — С. 99—109. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stanovlenie-rubtsovogo-pishevareniya-u-bychkov-v-poslemolochnyu-period-pri-skarmlivanii-kombikormov-starterov-raznogo-sostava> (дата обращения: 25.01.2026).

120. Чекмарев, П. А. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России / П. А. Чекмарев, А. И. Артюхов // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 6. — С. 5—8. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnye-podhody-k-resheniyu-problemy-belka-v-rossii> (дата обращения: 03.02.2026).

121. Чепуштанова, О. В. Биологические особенности телят / О. В. Чепуштанова // Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства: сборник тезисов круглого стола / сост. заместитель декана по научной работе факультета биотехнологии и пищевой инженерии И. В. Рогозинникова. — Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2021. — С. 228.

122. Чернышкова, Е. В. Рубцовое пищеварение и продуктивность у телят при использовании сорбирующе-пробиотической добавки Биопинулар / Е. В. Чернышкова, О. А. Десятов, Ю. Е. Воеводин // Вестник Ульяновской ГСХА. — 2019. — № 1 (45). — С. 131—135.

123. Чулков, А. «Разгон рубца» у телят - фундамент для реализации генетического потенциала / А. Чулков, О. Ганущенко // Комбикорма. — 2014. — № 7-8. — С. 55—57.
124. Шейко, И. П. Продуктивность бычков и качество мяса при повышенном уровне энергии в рационе / И. П. Шейко, И. Ф. Горлов, В. Ф. Радчиков // Зоотехническая наука Беларуси. — 2014. — Т. 49. — № 2. — С. 216—223.
125. Шик, А. С. Использование люпина в качестве сидеральной культуры, повышающей плодородие почвы / А. С. Шик // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 27-29 мая 2003 г.). — Горки, 2003. — С. 168—169.
126. Эффективность применения люпина в рационах крупного рогатого скота / Н. О. Вуевский, А. В. Бубуек, А. К. Карапетян, И. Ю. Даниленко // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата : Сборник материалов IV международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 21–22 марта 2024 года. – Саратов: ООО "Медиамир", 2024. – С. 507-510. – EDN KNKPCO.
127. Яговенко, Т. Биохимические свойства зерна белого люпина / Т. Яговенко, Е. Афонина // Комбикорма. — 2018. — № 3. — С. 66—68.
128. Abraham, E. M. The use of lupin as a source of protein in animal feeding: Genomic tools and breeding approaches / E. M. Abraham et al. // International journal of molecular sciences. – 2019. – Vol. 20. – No. 4. – P. 851.
129. Aiello S. E., Moses M. A., Allen D. G. (ed.). The Merck veterinary manual. – White Station, NJ, USA : Merck & Company, Incorporated, 2016. – P. 3325.
130. Amin, N. Evolution of rumen and oral microbiota in calves is influenced by age and time of weaning / N. Amin et al. // Animal microbiome. – 2021. – Vol. 3. – No. 1. – P. 31.

131. Baldwin, R. L. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre-and post-weaning ruminant / R. L. Baldwin, K. R. McLeod, R. N. Heitman // *J. Dairy Sci.* – 2004. – Vol. 87. – P. E55–E65.
132. Barchiesi, C. Lupin and pea extrusion decreases the ruminal degradability and improves the true ileal digestibility of crude protein / C. Barchiesi, P. Williams, A. Velásquez // *International Journal of Agriculture and Natural Resources.* – 2018. – Vol. 45. – No. 3. – P. 231–239.
133. Benko, V. Hemogram in cattle-understanding normal values and variations / V. Benko et al. // *Veterinarska stanica.* – 2025. – Vol. 56. – No. 6. – P. 801–810.
134. Bergman, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species / E. N. Bergman // *Physiological Reviews.* – 1990. – Vol. 70. – No. 2. – P. 567–590.
135. Bezerra, L. R. Nitrogen Source–Carbohydrate Synchronization in Ruminant Nutrition: A Systematic Review / L. R. Bezerra et al. // *Animals: an Open Access Journal from MDPI.* – 2026. – Vol. 16. – No. 2. – P. 239.
136. Blue lupine seeds protein content and amino acids composition / A. Tomczak, M. Zielinska-Dawidziak, D. Piasecka – Kwiatkowska, L.S. Eleonora // *Plant Soil Environ.* – 2018. – Vol. 64. – P. 147–155.
137. Boschin, G. Effect of genotype and environment on fatty acid composition of *Lupinus albus* L. seed / G. Boschin et al. // *Food Chemistry.* – 2008. – Vol. 108. – No. 2. – P. 600–606.
138. Brand, T. S. Effect of extrusion on the rumen undegradable protein fraction of lupins / T. S. Brand, L. Jordaan // *South African Journal of Animal Science.* – 2020. – Vol. 50. – No. 6. – P. 779–785.
139. Brun-Hansen, H. C. Hematologic values in calves during the first 6 months of life / H. C. Brun-Hansen, A. H. Kampen, A. Lund // *Veterinary Clinical Pathology.* – 2006. – Vol. 35. – No. 2. – P. 182–187.

140. Cros, P. In situ evaluation of the ruminal and intestinal degradability of extruded whole lupin seed nitrogen / P. Cros et al. // *Reproduction Nutrition Development*. – 1991. – Vol. 31. – No. 5. – P. 575–583.
141. David, L. S. Feeding value of lupins, field peas, faba beans and chickpeas for poultry: an overview / L. S. David et al. // *Animals*. – 2024. – Vol. 14. – No. 4. – P. 619.
142. Diao, Q. Review of strategies to promote rumen development in calves / Q. Diao, R. Zhang, T. Fu // *Animals*. – 2019. – Vol. 9. – No. 8. – P. 490.
143. Dill-McFarland, K. A. Microbial succession in the gastrointestinal tract of dairy cows from birth to adulthood / K. A. Dill-McFarland, J. D. Breaker, G. Suen // *mSphere*. – 2017. – Vol. 2. – No. 2. – C. 40864.
144. Du, Y. Colonization and development of the gut microbiome in calves / Y. Du et al. // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. – 2023. – Vol. 14. – No. 1. – P. 46.
145. Flint, H. J. Polysaccharide utilization by gut bacteria / H. J. Flint, E. A. Bayer, M. T. Rincon, R. Lamed, B. A. White // *Nature Reviews Microbiology*. – 2008. – Vol. 6. – P. 121–131.
146. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT [Electronic resource] // FAO: [official website]. — URL: <https://www.fao.org/faostat/> (accessed: 05.02.2026).
147. Forage sources in total mixed rations containing high starch and its effects on performance and rumen development of dairy calves / A.F. Toledo, P. Beukes, O. Al-Marashdeh et al. // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – Art. 53141.
148. Ghaffari, M. H. Early rumen development in calves: Biological processes and nutritional strategies—A mini-review / M. H. Ghaffari, H. M. Hammon, C. Koch // *JDS communications*. – 2025. – Vol. 6. – No. 3. – P. 427–431.
149. Gorka, P. Effect of sodium butyrate supplementation in milk replacer and starter diet on rumen development in calves / P. Gorka et al. // *Journal of physiology and pharmacology*. – 2009. – Vol. 4. – No. 5. – P. 10–11.

150. Guilloteau, P. Gastrointestinal tract and digestion in the young ruminant: ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations / P. Guilloteau et al. // *J Physiol Pharmacol.* – 2009. – Vol. 60. – No. Suppl 3. – P. 37–46.
151. Hayashi, H. Developmental changes in the kinetics of glucose and urea in Holstein calves / H. Hayashi et al. // *Journal of dairy science.* – 2006. – Vol. 89. – No. 5. – P. 1654–1661.
152. Hoffman, P. C. Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers / P. C. Hoffman et al. // *Journal of Dairy Science.* – 2001. – Vol. 84. – No. 4. – P. 843–847.
153. Hue, D. T. Colostrum source and passive immunity transfer in dairy bull calves / D. T. Hue et al. // *Journal of Dairy Science.* – 2021. – Vol. 104. – No. 7. – P. 8164–8176.
154. Hungate R. E. The rumen microbial ecosystem // *Annual Review of Ecology and Systematics.* – 1975. – C. 39-66.
155. Hussein, H. A. 24-h variations of blood serum metabolites in high yielding dairy cows and calves / H. A. Hussein, J. P. Thurmann, R. Staufenbiel // *BMC veterinary research.* – 2020. – Vol. 16. – No. 1. – P. 327.
156. Jami, E. Exploring the bovine rumen bacterial community from birth to adulthood / E. Jami, A. Israel, A. Kotser, I. Mizrahi // *ISME Journal.* – 2013. – Vol. 7. – P. 1069–1079.
157. Khan, M. A. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy calves / M. A. Khan, A. Bach, D. M. Weary, M. A. G. von Keyserlingk // *Journal of Dairy Science.* – 2016. – Vol. 99. – No. 2. – P. 885–902.
158. Kim, H. S. Assembly and maturation of calf gut microbiome from neonate to post-puberty / H. S. Kim et al. // *Scientific data.* – 2025. – Vol. 12. – No. 1. – P. 376.
159. Knowles, T. G. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age / T. G. Knowles et al. // *Veterinary Record.* – 2000. – Vol. 147. – No. 21. – P. 593–598.

160. Lesmeister, K. E. Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure / K. E. Lesmeister, P. R. Tozer, A. J. Heinrichs // *Journal of dairy science*. – 2004. – Vol. 87. – No. 5. – P. 1336–1344.
161. Lim Se-Jung. Exploring lupins in China: insights into cultivation and challenges for sustainable agricultural development: a review / Se-Jung Lim // *Legume Research*. – 2025. – Vol. 48. – No. 3. – P. 367–375.
162. Li, R. W. Characterization of the rumen microbiota of pre-ruminant calves using metagenomic tools / R. W. Li, E. E. Connor, C. Li, R. L. Baldwin, M. E. Sparks // *ISME Journal*. – 2012. – Vol. 6. – P. 129–139.
163. Louis, P. Formation of propionate and butyrate by the gut microbiota / P. Louis, H.J. Flint // *Environmental Microbiology*. – 2017. – Vol. 19. – P. 29–41.
164. Luo, Z. Advancements in inactivation of soybean trypsin inhibitors / Z. Luo et al. // *Foods*. – 2025. – Vol. 14. – No. 6. – P. 975.
165. Malmuthuge, N. Regulation of rumen development in neonatal ruminants through microbial metagenomes and host transcriptomes / N. Malmuthuge, G. Liang, L. L. Guan // *Genome Biology*. – 2019. – Vol. 20. – No. 1. – P. 172.
166. Malmuthuge, N. Taxonomic and functional compositions of the small intestinal microbiome in neonatal calves provide a framework for understanding early life gut health / N. Malmuthuge, P. J. Griebel, L. L. Guan // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2014. – Vol. 80. – No. 15. – P. 4577–4590.
167. Mohri, M. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults / M. Mohri, K. Sharifi, S. Eidi // *Research in veterinary science*. – 2007. – Vol. 83. – No. 1. – P. 30–39.
168. National Academies of Sciences et al. Nutrient requirements of beef cattle. – 2016. – P. 554.
169. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. – National Academies Press, 2001.

170. Neumann, G. Cluster roots—an underground adaptation for survival in extreme environments / G. Neumann, E. Martinoia // *Trends in plant science*. – 2002. – Vol. 7. – No. 4. – P. 162–167.
171. Niwińska, B. Exogenous butyrate and its role in rumen development in calves / B. Niwińska, J. Strzetelski, B. Bednarski // *Animal*. – 2017. – Vol. 11. – No. 9. – P. 1522–1530.
172. Ojo, A. O. Exploring feed efficiency in beef cattle: from data collection to genetic and nutritional modeling / A. O. Ojo et al. // *Animals*. – 2024. – Vol. 14. – No. 24. – P. 3633.
173. Pesquera, L. C. Abomasum of Pre-ruminants and Ruminants: Comparative Anatomy / L. C. Pesquera, M. J. Utrilla Contreras // *Encyclopedia of Livestock Medicine for Large Animal and Poultry Production*. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2025. – P. 1–8.
174. Petterson, D. S. The use of lupins in feeding systems-review / D. S. Petterson // *Asian-Australasian journal of animal sciences*. – 2000. – Vol. 13. – No. 6. – P. 861–882.
175. Petri, R.M. Changes in rumen microbial diversity as affected by diet / R.M. Petri, T. Schwaiger, G.B. Penner et al. // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2013. – Vol. 79. No, 12.– P. 3744–3755.
176. Pokhrel, B. Postnatal growth and development of the rumen: integrating physiological and molecular insights / B. Pokhrel, H. Jiang // *Biology*. – 2024. – Vol. 13. – No. 4. – P. 269.
177. Remond, D. Degradation in the rumen and nutritional value of lupin (*Lupinus albus* L.) seed proteins effect of extrusion / D. Remond, M. P. Le Guen, C. Poncet // *Animal Feed Science and Technology*. – 2003. – Vol. 105. – No. 1-4. – P. 55–70.
178. Rey, M. Establishment of ruminal bacterial community in dairy calves / M. Rey, F. Enjalbert, S. Combes // *Journal of Applied Microbiology*. – 2014. – Vol. 116. – P. 245–257.

179. Rey, M. Establishment of ruminal enzyme activities and fermentation capacity in dairy calves / M. Rey // *Journal of Dairy Science*. – 2012. – Vol. 95. – No. 3. – P. 1500–1512.
180. Russell, J.B. Factors that alter rumen microbial ecology / J.B. Russell, J.L. Rychlik // *Science*. – 2001. – Vol. 292. – P. 1119–1122.
181. Rybiński, W. Variability of fat content and fatty acids profiles in seeds of a Polish white lupin (*Lupinus albus* L.) collection / W. Rybiński et al. // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2018. – Vol. 65. – No. 2. – P. 417–431.
182. Sander, E. G. The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf / E. G. Sander et al. // *Journal of dairy science*. – 1959. – Vol. 42. – No. 9. – P. 1600–1605.
183. Sanjorjo R. A. et al. In pursuit of understanding the rumen microbiome // *Fermentation*. – 2023. – T. 9. – №. 2. – C. 114.
184. Santana, F. M. C. Isolation of bacterial strains capable of using lupanine, the predominant quinolizidine alkaloid in white lupin, as sole carbon and energy source / F. M. C. Santana et al. // *Journal of industrial microbiology*. – 1996. – Vol. 17. – No. 2. – P. 110–115.
185. Song, S. J. Cohabiting family members share microbiota with one another and with their dogs / S. J. Song, C. Lauber, E. K. Costello, et al. // *Science*. – 2013. – Vol. 340. – P. 123–128.
186. Strous, E. Observational study on variation of longitudinal platelet counts in calves over the first 14 days of life and reference intervals from cross-sectional platelet and leukocyte counts in dairy calves up to two months of age / E. Strous et al. // *Animals*. – 2021. – Vol. 11. – No. 2. – P. 347.
187. Tamate, H. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf / H. Tamate et al. // *Journal of dairy science*. – 1962. – Vol. 45. – No. 3. – P. 408–420.
188. Teneva, A. Analysis of blood biochemical profiles of dairy cows and their calves from Bulgarian Brown Cattle Breed / *Tradition and modernity in veterinary medicine* //. – 2021. – Vol. 6. – No 2 (11). P. 78–83

189. Van Soest, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. – Cornell university press, 1994.
190. Warner, E. D. The organogenesis and early histogenesis of the bovine stomach // *The American Journal of Anatomy*. – 1958. – T. 102. – №. 1. – C. 33-63.
191. White, C. L. A review of the nutritional value of lupins for dairy cows / C. L. White, V. E. Staines, M. H. Staines // *Australian Journal of Agricultural Research*. – 2007. – Vol. 58. – No. 3. – P. 185–202.
192. Wink, M. A summary of 30 years of research in lupins and lupin alkaloids. Lupin crops: an opportunity for today a promise for the future // *Proc. 13th Int. Lupin Conf. Poznan, 2011*. – P. 225–228.
193. Wolfe, B.A. Diet-induced ruminal acidosis and its impact on epithelial integrity in calves / B.A. Wolfe, T. Smith, K. Johnson, et al. // *Animal Nutrition*. – 2025. – Vol. 11. – No. 1. – P. 45–58.
194. Woodruff, K. L. Calf rumen microbiome from birth to weaning and shared microbial properties to the maternal rumen microbiome / K. L. Woodruff et al. // *Journal of Animal Science*. – 2022. – Vol. 100. – No. 10. – P. skac264.
195. Zanton, G. I. Analysis of nitrogen utilization and excretion in growing dairy cattle / G. I. Zanton, A. J. Heinrichs // *Journal of dairy science*. – 2008. – Vol. 91. – No. 4. – P. 1519–1533.

Приложения

Приложение А

Акт производственной проверки

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора
по производству
ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»


В.В. Навальнев
« 16 » 2026 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева


С. С. Макаров
« 16 » 2026 г.



АКТ

о проведении производственных испытаний комбикормов-концентратов с включением бобов люпина белого безалкалоидного сорта в кормлении ремонтных телочек

Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева» в лице Бурякова Николая Петровича, заведующего кафедрой кормления животных, доктора биологических наук, профессора; Косолаповой Валентины Геннадьевны, профессора кафедры кормления животных, доктора сельскохозяйственных наук; Ксенофонтовой Анжелики Александровны, доцента кафедры кормления животных, Кондобаровой Валерии Николаевны, аспиранта кафедры кормления животных, с одной стороны и представители ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» в лице начальника молочного комплекса Высочиной Любови Васильевны, главного зоотехника молочного комплекса Сафронова Владимира Васильевича, ветеринарного врача молочного комплекса Щуровой Ольги Юрьевны – составили настоящий акт о том, что в период с «27» января 2025 по «30 июля» 2025 в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» Белгородской области были проведены испытания комбикормов-концентратов с включением бобов люпина белого безалкалоидного сорта в кормлении ремонтных телочек.

Содержание работы и методика проведения испытаний

Испытания комбикормов-концентратов с включением бобов люпина белого безалкалоидного сорта проводили на ремонтных телочках от рождения до 6-месячного возраста. Все исследования во время производственной проверки

проводили стандартными методами, регламентированными в соответствии с ГОСТ, действующими нормативами на территории Российской Федерации.

Схема опыта при кормлении ремонтных телочек комбикормами-концентрами с включением бобов люпина белого безалкалоидного сорта

Для проведения производственной проверки (опыта) было сформировано 2 группы новорожденных телочек. Подбор животных осуществлялся методом групп-аналогов с учетом породы, возраста, живой массы и даты рождения, по 30 голов в группе. Методом случайной выборки были определены контрольная и опытная группы. Животные контрольной группы получали основной рацион (ОР), применяемый в хозяйстве. Телочки опытной группы до 2-месячного возраста получали престартерный комбикорм, с массовой долей экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного 30%; далее с 3 до 6 месяца жизни – стартерный комбикорм с уровнем ввода бобов люпина 10%. В таблице 1 представлена схема проведения производственной проверки. Условия содержания и кормления во всех группах были одинаковые.

Таблица 1 – Схема проведения производственной проверки

Группа животных	Возраст ремонтных телочек			
	0-2 месяца		3-6 месяцев	
	Количество животных, гол.	Особенности кормления	Количество животных, гол.	Особенности кормления
Контрольная	30	Основной рацион + престартер	30	Основной рацион + стартер
Опытная	30	Основной рацион + престартер (30% бобов люпина)	30	Основной рацион + стартер (10% бобов люпина)

Результаты испытаний.

От животных, получавших рацион базового варианта, было получено в возрасте 2 месяцев был получен абсолютный прирост живой массы 57,6 кг, в 6 месяцев – 133,2 кг. Абсолютный прирост живой массы телочек из опытной группы

в 2 месяца составил 64,8 кг (на 12,5 % больше), в 6 месяцев – 141,9 кг, что на 6,5% больше, чем в контрольной группе. Далее в таблице 2 представлена экономическая эффективность

Таблица 2 – Экономическая эффективность

Показатель	Единица измерения	Возраст телят 0-2 месяца	Возраст телят от 2 до 6 месяцев
Количество тёлочек	гол.	50	50
Абсолютный прирост живой массы, кг			
Контрольная группа 1	кг	57,6	133,2
Опытная группа 2	кг	64,8	141,9
Цена за 1 кг живой массы	руб./кг	255	255
Ставка НДС	доля	0,1	0,1
Себестоимость 1 кг живой массы:			
Контрольная группа 1	руб.	308,31	80,11
Опытная группа 2	руб.	273,50	69,30
Валовая выручка за период:			
Контрольная группа 1	руб.	720000	1665000
Опытная группа 2	руб.	810000	1773750
Чистая выручка за период:			
Контрольная группа 1	руб.	647691,69	1498419,89
Опытная группа 2	руб.	728726,50	1596305,70

В возрастном периоде 0-2 месяцев себестоимость 1 кг живой массы в опытной группе составила 273,50 руб., что на 34,81 руб. (-11,3%) ниже, чем в контрольной группе (308,31 руб.). В период 2-6 месяцев разница сохранилась: 69,30 руб./кг в опытной группе против 80,11 руб./кг в контрольной, что обеспечивает экономию 10,81 руб. на каждом килограмме прироста (-13,5%).

Валовая выручка от реализации животных опытной группы превысила контрольные значения на 90 000 руб. (+12,5%) в период 0–2 месяцев и на 108 750 руб. (+6,5%) в период 2–6 месяцев. После вычета производственных затрат и налоговых отчислений чистая выручка в опытной группе составила 728 726,50 руб. и 1 596 305,70 руб. соответственно, что на 81 034,81 руб. (+12,5%) и 97 885,81 руб. (+6,5%) выше, чем в контрольной группе. Суммарный экономический эффект за весь производственный цикл (0–6 месяцев) составил 178 920,62 руб. в расчёте на 50 голов, или 3 578,41 руб. дополнительной чистой прибыли на одну голову.

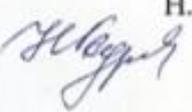
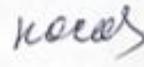
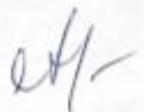
Суммарная чистая выручка за цикл составила 2 325 032,20 руб. против 2 146 111,58 руб. в контроле, что обеспечивает дополнительный доход 178 920,62 руб. на 50 голов (+8,3%, или 3 578,41 руб./гол.).

Таким образом, группа ремонтных телочек, получавшая в составе престартера, а затем стартера бобы люпина белого безалкалоидного сорта (массовая доля 30 и 10% соответственно) отличается наибольшим экономическим эффектом.

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»

Начальник молочного комплекса		Л. В. Высочина
Главный зоотехник молочного комплекса		В. В. Сафронов
Ветеринарный врач молочного комплекса		О. Ю. Щурова

Представители ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

Профессор, заведующий кафедрой кормления животных, доктор биологических наук		Н. П. Буряков
Профессор кафедры кормления животных, доктор сельскохозяйственных наук		В. Г. Косолапова
Доцент кафедры кормления животных, кандидат биологических наук		А. А. Ксенофонтова
Аспирант кафедры кормления животных		В. Н. Кондобарова

Акт внедрения результатов опыта в производство

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель отрасли КРС
СПК «Колхоз имени Горина»


В. М. Артюх
«24» сентября 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени
К.А.Тимирязева


М. И. Селионова
«08» сентября 2024 г.



АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы и передового опыта по теме «ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО БЕЗАЛКАЛОИДНЫХ СОРТОВ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОЧЕК»

Мы, нижеподписавшиеся, представители федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева» в лице Бурякова Николая Петровича - заведующего кафедрой кормления животных, доктора биологических наук, профессора; Косолаповой Валентины Геннадьевны - профессора кафедры кормления животных, доктора сельскохозяйственных наук; Ксенофонтовой Анжелики Александровны - доцента кафедры кормления животных, Кондобаровой Валерии Николаевны - аспиранта кафедры кормления животных, с одной стороны и представители СПК «Колхоз имени Горина» в лице руководителя отрасли КРС, доктора сельскохозяйственных наук - Артюха Виталия Михайловича, управляющего Бессоновским молочным комплексом - Нестеренко Сергея Валентиновича, старшего ветеринарного врача - Стрельникова Сергея Александровича, старшего зоотехника Бессоновского молочного комплекса - Кирюковой Галины Александровны, составили настоящий акт о том, что результаты работы по теме «Эффективность использования бобов люпина белого безалкалоидных сортов в комбикормах для ремонтных телочек», выполненной в СПК «Колхоз имени Горина» (Белгородская область, Белгородский район, село Бессоновка), внедрены на поголовье ремонтных телок черно-пестрой породы в возрасте от 0 до 6 месяцев в количестве 351 головы в соответствии с планом (схемой внедрения), утвержденным инициативным вузом.

При внедрении данной разработки были получены следующие результаты:

А) фактический экономический эффект: увеличение рентабельности выращивания ремонтных телочек до 6 месячного возраста на 8,4%;

Б) организационно-технические или социально-экономические результаты: использование экструдированных бобов люпина белого безалкалоидного сорта в количестве 30% в рецепте престартерного комбикорма и 10% в составе стартерного способствовало повышению продуктивности.

Представители СПК «Колхоз имени Горина»

Управляющий Бессоновским МТК		С. В. Нестеренко
Главный ветеринарный врач предприятия		С. А. Стрельников
Старший зоотехник Бессоновского МТК		Г. А. Кирюкова

Представители ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Профессор, заведующий кафедрой кормления животных, доктор биологических наук		Н. П. Буряков
Профессор кафедры кормления животных, доктор сельскохозяйственных наук		В. Г. Косолапова
Доцент кафедры кормления животных, кандидат биологических наук		А. А. Ксенофонтова
Аспирант кафедры кормления животных		В. Н. Кондобарова

Протокол испытаний

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»
Federal State Budget Scientific Institution «Federal Williams Research Center of Forage
Production and Agroecology»

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»



All-Russian Lupine Scientific Research Institute – Federal State Budget Scientific Institution «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology»

241524 г. Брянск/г.о Мичуринское Телефон: (4832) 91-18-29; Факс: (4832) 91-10-10
 e-mail: lupin_mail@mail.ru P.O. Michurinsky, Bryansk 241524 Russia

Протокол испытаний

от 27 марта 2024 г.

1. Образец экструдированного зерна люпина отобран заказчиком;
2. Заказчик: ООО «Агроуниверсал», Белгородская обл., с. Верхоненье.;
3. Результат:

Образец	Влажность, %	Массовая доля, % на а.с.в.			
		алкалоиды	сырой белок	сырой жир	сырая клетчатка
Экструдированное зерно	7,9	0,26	42,3	8,93	10,6

Директор ВНИИ люпина,
д-р с.-х. наук

исполнитель старший научный сотрудник
направления физиологии растений



Г.Л. Яговенко

С.А. Пигарева

Питательность рационов телочек в возрасте 2-х месяцев

Группа	Показатель питательности, г									
	Обменная энергия, ЭКЕ	Сухое вещество	Сырой протеин	Переваримый протеин	Нерасщепляемый протеин	Расщепляемый протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Крахмал	Сахара
1-я контрольная	3,29	2227,76	594,03	441,54	97,83	416,26	321,61	190,35	344,525	377,256
2-я опытная	3,31	2229,16	595,53	439,24	97,83	413,06	333,91	193,05	346,025	374,656
3-я опытная	3,31	2235,66	597,23	441,04	93,63	419,76	323,71	196,35	366,425	376,056
4-я опытная	3,36	2240,46	597,03	444,64	92,33	424,46	323,61	193,35	394,625	375,756

Приложение Д

Питательность рационов телочек в возрасте 6-х месяцев

Группа	Показатель питательности, г									
	Обменная энергия, ЭКЕ	Сухое вещество	Сырой протеин	Переваримый протеин	Нерасщепляемый протеин	Расщепляемый протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Крахмал	Сахара
1-я контрольная	6,04	4905,10	902,85	768,95	251,45	658,95	237,70	702,75	1327,75	266,85
2-я опытная	6,11	4910,00	908,10	760,90	264,40	637,25	280,75	712,20	1333	257,75
3-я опытная	6,11	4932,75	914,05	767,20	258,10	647,40	245,05	723,75	1404,4	262,65
4-я опытная	6,29	4949,55	913,35	779,80	255,65	656,50	244,70	713,25	1503,1	261,6

Протокол испытаний № ДЭ-24/00014 от 30.01.2024, извлечение

Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР)



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ЖИВОТНЫХ» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)
600901, РОССИЯ, Владимирская область, г. Владимир, микрорайон Юрьевец
т.: (4922) 26-06-14, т./ф.: (4922) 26-38-77, e-mail: arriah@fsvps.gov.com, сайт: www.arriah.ru

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ (БелИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ»)
Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц _____,
ул. Студенческая, 32, г. Белгород, 308023, тел./факс (4722) 250-952, e-mail: arriah@fsvps.gov.ru
Адреса места (мест) осуществления деятельности:
308023, РОССИЯ, Белгородская обл, Белгород г, Студенческая ул, дом 32, кадастровые номера:
31:16:0106009:110, 31:16:0106009:107, 31:16:0109003:213, 31:16:0106009:93



Протокол испытаний № ДЭ-24/00014 от 30.01.2024

Наименование образца испытаний: сыворотка крови от крупного рогатого скота (телята)
принадлежащего: СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КООПЕРАТИВ "КОЛХОЗ ИМЕНИ ГОРИНА", ИНН: 3102003214, 308581, Российская Федерация, Белгородская обл., Белгородский район, с. Бессоновка, Партизанская ул., д. Д.6А
заказчик: ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "АГРОУНИВЕРСАЛ", ИНН: 3109005556, 309135, Российская Федерация, Белгородская обл., Ивнянский район, с. Верхопень
основание для проведения лабораторных исследований: заявка №00014
дата документа основания: 22.01.2024
место отбора проб: Российская Федерация, Белгородская обл., Белгородский район, Бессоновская МТФ
дата и время отбора проб: 22.01.2024 14:45
отбор проб произвел: генеральный директор ООО "Агроуниверсал" Кондобаров Н.В.
производство: Российская Федерация, Белгородская обл.
вид упаковки доставленного образца: вакуумные пробирки, термосумка с хладоэлементами
количество проб: 19 проб
дата поступления: 22.01.2024 16:18
даты проведения испытаний: 22.01.2024 - 29.01.2024
структурные подразделения, проводившие исследования: Отдел диагностический
Результаты испытаний:

№ п/п	Идентификация (инвентарный номер, кличка животного)	Мочевина
		спектрофотометрической
		Инструкция к набору для определения мочевины (УФ метод, уреаза-глютамацдегидрогеназа), методом фотометрии.
		3 - 9 ммоль/л
1	телята, возраст 14 дней	3ммоль/л
2	телята, возраст 14 дней	4ммоль/л
3	телята, возраст 14 дней	5ммоль/л
4	телята, возраст 14 дней	7ммоль/л
5	телята, возраст 14 дней	9ммоль/л
6	телята, возраст 14 дней	3ммоль/л
7	телята, возраст 14 дней	2ммоль/л
8	телята, возраст 14 дней	4ммоль/л
9	телята, возраст 14 дней	5ммоль/л
10	телята, возраст 14 дней	6ммоль/л
11	телята, возраст 14 дней	2ммоль/л
12	телята, возраст 14 дней	4ммоль/л
13	телята, возраст 14 дней	4ммоль/л
14	телята, возраст 14 дней	6ммоль/л
15	телята, возраст 14 дней	2ммоль/л

Протокол № ДЭ-24/00014 от 30.01.2024

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: ED82DD31-F60D-4EB0-A025-4B76F538546B

Заявка на изобретение №2025127488 064842

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** **2025 127 488** ⁽¹¹⁾ ⁽¹³⁾ **A**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

Состояние делопроизводства: Экспертиза по существу (последнее изменение статуса: 17.12.2025)

(21) Заявка: [2025127488](#)

Делопроизводство

Исходящая корреспонденция	Входящая корреспонденция
	Ходатайство о ведении переписки через личный кабинет 12.12.2025
Уведомление об удовлетворении ходатайства 25.11.2025	Ходатайство о проведении экспертизы заявки по существу 19.11.2025
Уведомление об удовлетворении ходатайства 25.11.2025	Ходатайство об освобождении от уплаты пошлин или уменьшении размера 19.11.2025
Уведомление о положительном результате формальной экспертизы 29.10.2025	
Уведомление об удовлетворении ходатайства 29.10.2025	Ходатайство об освобождении от уплаты пошлин или уменьшении размера 08.10.2025
Уведомление о зачете пошлины 29.10.2025	Платежный документ 08.10.2025
Уведомление о поступлении документов заявки 08.10.2025	

Диплом победителя в конкурсе Департамента животноводства и племенного дела МСХ РФ в номинации
«За производство высококачественных кормов и кормовых добавок»
на XXVII Российской агропромышленной выставке «Золотая осень 2025»



Диплом победителя в конкурсе Департамента животноводства и племенного дела МСХ РФ в номинации
«За производство высококачественных кормов и кормовых добавок»
на XXVII Российской агропромышленной выставке «Золотая осень 2025»



Диплом за победителя в конкурсе «За достижения в области инноваций АПК» в рамках 34-й Международной агропромышленной выставки «Агрорусь 2024»





Рисунок 1. Консервирование продуктов обмена веществ



Рисунок 2. Подготовка образца к взвешиванию