

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. В.Н. ТАТИЩЕВА»

На правах рукописи

**Джумакова Альбина Рамильевна**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ  
БРОНХОПНЕВМОНИИ ТЕЛЯТ В УСЛОВИЯХ  
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология  
и токсикология

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук, профессор  
Пудовкин Николай Александрович

Астрахань 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	10
1.1 Этиология бронхопневмонии телят .....	10
1.2 Патогенез бронхопневмонии телят .....	16
1.3 Симптомы и течение бронхопневмонии у телят .....	25
1.4 Диагностика бронхопневмонии .....	31
1.5 Профилактика бронхопневмонии.....	34
1.6 Понятие о биогеохимических провинциях.....	37
1.7 Распределение меди, кобальта, магния и железа в окружающей природной среде.....	43
1.8 Роль меди, кобальта, магния и железа в патогенезе бронхопневмонии телят .	53
<b>2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	59
<b>3 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	65
3.1 Изучение содержания микроэлементов в окружающей среде, кормах, воде и молоке.....	65
3.2 Распространенность бронхопневмонии телят в Астраханской области .....	72
3.3 Клинико-морфологические признаки бронхопневмонии телят в хозяйствах Астраханской области .....	75
3.4 Характеристика мочевинообразовательной функции печени телят, больных бронхопневмонией, в биогеохимических условиях Астраханской области.....	79
3.5 Уровень маркеров продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы при бронхопневмонии у телят .....	83
3.6 Результаты исследования различных схем лечения бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области.....	86
3.7 Применение препаратов «Пульмамаг», «Элеовит» и раствора глюкозы в сочетании с хелатными соединениями металлов.....	90

3.8 Экономическая эффективность применения препаратов «Пульмамаг», «Элеовит» и раствора глюкозы в сочетании с хелатными соединениями металлов .....	98
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>104</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>110</b>
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....</b>	<b>111</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>112</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>113</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....</b>	<b>139</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....</b>	<b>140</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....</b>	<b>141</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....</b>	<b>142</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....</b>	<b>143</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Одной из основных проблем современного животноводства являются респираторные болезни молодняка, приводящие к снижению рентабельности производства [84, 89]. К числу самых распространенных относится бронхопневмония телят, занимает второе место после желудочно-кишечных инфекций [76, 124, 140]. Данному заболеванию наиболее подвержены молодые особи в возрасте от 1,5 до 6 месяцев.

Бронхопневмонию телят относят к так называемому полиэтиологическому заболеванию, которое может быть вызвано различными причинами [41, 135]. Нередко отмечают взаимодействие живых и неживых факторов. К живым факторам, патогенам относятся вирусы и бактерии, к неживым – внешние нагрузки, оказывающие стресс на организм или психику (транспорт, изменения окружающей среды, стабильно плохой климат, недостаточное снабжение молозивом). Сами по себе возбудители часто не вызывают заболевания. Они могут стать угрозой для здоровья только в том случае, если иммунная система теленка уже ослаблена по каким-то другим причинам [146, 147].

Барьерный механизм легких теленка включает в себя аэродинамическую фильтрацию, перистальтику бронхов, движение поверхностного текущего слоя альвеол, удаление пылевых частиц, секреторную и клеточную защиту. Физическая защита органов дыхания (фильтрация, сопротивление адгезии и др.) может быть нарушена вдыхаемыми вредными газами, экстремальными температурами, обезвоживанием и вирусными инфекциями, которые вызывают повреждения слизистой оболочки верхних дыхательных путей или повышение вязкости респираторного секрета. Вредные газы (аммиак, метан, сероводород или углекислый газ), количество которых увеличивается из-за неправильного обращения с навозом или плохой вентиляции, также могут ослаблять секреторную защиту через повреждение слизистой оболочки, а также ослаблять клеточную защиту прямым воздействием на альвеолярные макрофаги [137, 141].

Вирусная инфекция повреждает слизистую оболочку и нарушает выработку лизоцима, лактоферрина, или секреторного иммуноглобулина. Некоторые вирусные агенты могут даже поражать внутрисосудистые макрофаги или легочные лимфоциты в дополнение к альвеолярным макрофагам и нейтрофилам. Стресс из-за скученного содержания животных, чрезмерно низких или высоких температур, хирургических процедур или вакцинации может ослабить клеточную защиту, выработку иммуноглобулина и усилить бактериальную адгезию.

Часто причиной возникновения бронхопневмонии телят являются неблагоприятные факторы окружающей среды. Температура – важный аспект, влияющий на здоровье молодняка. Холодная погода особенно опасна для телят, тело которых плохо защищено. Повышенная влажность или осадки в среде обитания ухудшают способность животных поддерживать теплообмен. Жаркая погода также нежелательна, поскольку телята способны выделять больше пота на килограмм массы тела, чем взрослые животные. Поэтому повышенная температура воздуха способствует обезвоживанию организма.

На заболеваемость также влияет повышенный уровень общего микробного числа в местах, где содержится молодняк. Влажность является важным фактором, влияющим на выживаемость патогенов. Оптимальная влажность для выживания болезнетворных микроорганизмов крупного рогатого скота составляет от 55 до 75 %. Приток свежего воздуха в помещение, где находятся телята, необходим для ограничения влажности и снижения концентрации вредных газов и болезнетворных микроорганизмов. Поток воздуха должен направляться от молодого скота, более восприимчивого к заболеванию, к старшему, менее восприимчивому. Это необходимо для того, чтобы ограничить перемещение патогенов от скота старшего возраста к младшему [88].

Скученное содержание телят с чрезмерной плотностью поголовья усиливает передачу патогенов, особенно при смешении возрастных групп. Кроме того, создает дополнительную нагрузку на вентиляцию из-за накопления вредных газов и болезнетворных микроорганизмов [34].

**Степень разработанности темы.** Ветеринарная медицина в Астраханской области в настоящее время располагает широким выбором препаратов, а также владеет различными способами и методами терапии респираторных заболеваний крупного рогатого скота. Однако зачастую все мероприятия сводятся к неверному подбору алгоритма лечения конкретного заболевания. Следует отметить, что в изучении болезней дыхательной системы видную роль сыграли такие российские ученые, как В.М. Аксёнова (2010, 2011), И.В. Киреев (2023, 2024), Н.Б. Никулина (2010, 2011), В.А. Оробец (2023, 2024), В.Г. Семенов (2009, 2021), П.Н. Сисягин (2001, 2012), А.Г. Шахов (2001, 2002, 2003, 2008) и др. Их труды посвящены важнейшим вопросам диагностики, лечения и профилактики респираторных заболеваний животных, в том числе бронхопневмонии молодняка крупного рогатого скота.

Нередко наблюдаются избыточное, нерациональное применение антибиотиков неподходящей группы, а также пренебрежение симптоматической терапией. Данные ошибки сопровождаются повышением резистентности микроорганизмов, развитием токсических реакций, а также подавлением иммунной защиты организма [109, 146]. Решением данного вопроса является комплексный подход к терапии бронхопневмонии телят, заключающийся в поиске наиболее действенной схемы лечения с использованием современных комбинированных препаратов, а также поиск средств, имеющих высокую терапевтическую эффективность при минимальных затратах [3, 34, 95, 96, 108, 135, 131, 147].

**Цель и задачи исследования.** Цель настоящего исследования – поиск наиболее эффективной схемы лечения бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи.

1. Определить этиопатогенетические аспекты бронхопневмонии телят в условиях хозяйств Астраханской области.
2. Изучить распространенность бронхопневмонии среди молодняка крупного рогатого скота в Астраханской области.

3. Изучить клинические и гематологические показатели телят, больных бронхопневмонией, в биогеохимических условиях Астраханской области.

4. Определить наиболее эффективную схему лечения с учетом особенностей течения бронхопневмонии у телят в биогеохимических условиях Астраханской области.

5. Рассчитать экономическую эффективность выбранной схемы лечения телят, больных бронхопневмонией.

**Научная новизна.** Разработана наиболее эффективная схема лечения бронхопневмонии телят с использованием современного подхода в терапии респираторных заболеваний.

Исследованы фармакотерапевтические особенности препаратов, обладающих антибактериальным эффектом широкого спектра действия, препаратов для регидратации и дезинтоксикации для парентерального применения. Впервые изучено мультимодальное применение витаминных препаратов и инъекционных форм хелатных соединений металлов при лечении бронхопневмонии телят в биогеохимических условиях Астраханской области.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость проведенных исследований заключается в том, что полученные результаты позволили расширить и дополнить сведения по вопросам терапии бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области.

Практическая значимость работы – результаты исследований обосновывают применение соединений на основе микроэлементов в наноформе для лечения и профилактики бронхопневмонии телят.

Результаты исследований внедрены в производство крестьянско-фермерского хозяйства «Мулляминов» (участок Бустюбе), ООО «Лебедь» (с. Эрле) и государственного бюджетного учреждения Астраханской области «Приволжская районная ветеринарная станция».

Полученные данные включены в учебный процесс в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева» и ФГБОУ ВО

«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

**Методология и методы исследований.** Методологические подходы к исследованию осуществлены с учетом актуальности рассматриваемой проблемы. Исходя из этого, были определены основная цель и задачи диссертационной работы, использованы современные приемы и доступные методы.

В основу диссертационной работы легли результаты исследований, проводимых с 2022 по 2025 г. на базе кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева». Для получения статистических показателей заболеваемости бронхопневмонией телят в Астраханской области использовали данные журналов учета животных в хозяйствах Приволжского района: ООО «Лебедь» (с. Эрле), КФХ «Мулляминов» (участок Бустюбе), а также данные районных ветеринарных станций.

Для реализации поставленных задач и достижения основной цели использовали клинические, инструментальные и лабораторные методы исследований и диагностики. Применяли общие и специальные методы исследования.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Основные причины бронхопневмонии у телят в Астраханской области - нарушение микроклимата и неправильное кормление с дефицитом витаминов и микроэлементов.

2. Заболевания дыхательных путей занимают второе место среди незаразных болезней, а бронхопневмония встречается в 50% случаев.

3. Недостаток меди, кобальта, магния и железа вызывает нарушения обмена веществ, снижение количества эритроцитов и гемоглобина, а также накопление продуктов липидной пероксидации.

4. Применение комплекса препаратов способствует быстрому выздоровлению, нормализации показателей крови и снижению окислительного стресса.

5. Лечебные мероприятия экономически эффективны за счет снижения затрат и повышения продуктивности телят.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Основные положения и выводы диссертации получили отражение в 6 публикациях, из них 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Также результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Современные проблемы и приоритетные направления развития естественных и сельскохозяйственных наук» (г. Астрахань, 23–24 мая 2024), V Региональной научной конференции аспирантов, магистров и студентов «Ветеринария, зоотехния непродуктивных животных» (г. Красноярск, 29 ноября 2024), IV Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых с применением дистанционных технологий «Современные научные тенденции в ветеринарии» (г. Саратов, 12 декабря 2024 г.)

**Публикации.** По материалам диссертационных исследований опубликовано 6 научных работ: 3 – в журналах, входящих в список изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 143 страницах и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, собственных исследований, заключения. Список литературы включает в себя 207 источников, из них 60 – иностранных. Работа иллюстрирована 19 таблицами и 5 рисунками.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Этиология бронхопневмонии телят

Бронхопневмония – воспалительное заболевание, которое затрагивает крупные дыхательные пути, в частности бронхи и бронхиолы. Это состояние может возникать как у людей, так и у животных; его проявления варьируются в зависимости от множества факторов. Данному заболеванию наиболее подвержены молодые особи в возрасте от 1,5 до 6 месяцев. По распространенности бронхопневмония занимает второе место после желудочно-кишечных инфекций [6, 53, 76, 124, 140, 143]. Заболеваемость усиливается по мере увеличения размера стада. Чаще встречается в период выращивания животных, особенно в возрасте 1–3 месяцев.

Бронхопневмония наносит большой экономический ущерб, чем любые другие заболевания телят [11, 53, 115]. Без эффективной и быстрой помощи следуют большие потери: снижение темпов роста телят, преждевременная выбраковка и гибель; расходы на дорогостоящее лечение [175]. У телят, больных бронхопневмонией, наблюдаются признаки дыхательной недостаточности, в том числе лихорадка, кашель, выделения из носа и одышка. Легочные хрипы можно легко услышать на поздних стадиях. Фибринозная пневмония является первичным поражением, наблюдаемым при вскрытии.

Возникновение бронхопневмонии у телят может быть обусловлено несколькими факторами. К ним относятся стресс (транспортировка, ветеринарные манипуляции, перегруппировка), окружающая среда (вентиляция, сезон, влажность), иммунитет (отсутствие пассивной передачи иммунитета, толерантность хозяина), вирулентность инфекционных агентов (например, тип, штаммы) [10, 138, 144, 146, 147]. Поэтому данное заболевание часто называют многофакторным, или полиэтиологическим.

Нередко отмечают взаимодействие живых и неживых факторов [12, 21, 24, 25]. К живым факторам, патогенам относятся вирусы и бактерии, к неживым – внешние нагрузки, вызывающие стресс организма, такие как транспорт,

изменения окружающей среды, несоблюдение показателей микроклимата в помещениях, а также недостаточное кормление молозивом [21, 128]. Сами по себе возбудители часто не вызывают заболевания. Они могут стать опасными только в том случае, если иммунная система теленка ослаблена по другим причинам.

Многие исследователи считают, что бронхопневмония представляет собой заболевание неинфекционного происхождения [45, 98]. В данном случае ее развитию способствуют как эндогенные, так и экзогенные факторы. К экзогенным факторам относят ненадлежащие условия содержания и кормления. В частности, наличие сквозняков, пыли, скученное размещение животных, а также накопление в воздухе вредных газов, избыточное количество аммиака и сероводорода. Кроме того, отсутствие подстилки, плохо вентилируемые неотапливаемые и грязные помещения с высоким уровнем влажности.

Молодые животные в отличие от взрослых более чувствительны к качественным и количественным характеристикам воздуха, а также к другим параметрам микроклимата, что связано с несовершенством их защитной системы. При нарушении технологии содержания, включая понижение температуры, увеличение относительной влажности и рост концентрации вредных газов, даже у клинически здоровых телят наблюдаются изменения в иммуноглобулиновом профиле [43, 63, 130]. На здоровье животных также отрицательно сказываются перегруппировка, транспортирование, неправильно составленный рацион с недостаточным количеством витаминов и минералов, нехватка аминокислот и протеина в питании, нарушение правил выпойки молозива, изменения в кормлении.

Многие ученые полагают, что одной из причин появления бронхопневмонии является высокое содержание токсинов в кормах для телят [85, 146, 147]. Они могут оказывать прямое негативное воздействие на слизистую оболочку дыхательных путей, повреждая ее и делая более уязвимой для проникновения патогенных микроорганизмов, что приводит к снижению резистентности организма и росту заболеваемости бронхопневмонией. Наиболее распространенными являются микотоксины, которые представляют собой

продукты жизнедеятельности микроскопических грибов. Риски, связанные с микотоксинами, зависят от их молекулярной структуры. Токсические характеристики этих соединений разнообразны: некоторые из них обладают высокой токсичностью и канцерогенными свойствами, в то время как другие выступают в роли аллергенов и иммунодепрессантов. Микотоксины оказывают негативное влияние на организм животных, включая гепатотоксичность, генотоксичность, репродуктивную токсичность и иммунотоксичность. При постоянном поступлении в организм с пищей они могут стать основной причиной развития заболеваний у животных, в том числе бронхопневмонии [41].

Другие исследователи считают, что неправильно организованное кормление стельных и сухостойных коров может спровоцировать развитие бронхопневмонии у телят [10, 143]. Это, в свою очередь, может вызвать метаболические расстройства и привести к появлению ослабленного и гипотрофичного потомства, обладающего пониженной сопротивляемостью к различным заболеваниям. Кроме того, неблагоприятные условия содержания стельных коров, несоответствующий зимний уход, перенаселенность, а также недостаток солнечного света провоцируют у них рождение телят с ослабленной защитой организма. Такие телята чаще болеют бронхопневмонией и другими респираторными патологиями.

Существует мнение, что внутренним фактором, способствующим возникновению бронхопневмонии, является несоблюдение правил разведения крупного рогатого скота, в том числе близкородственное спаривание, что в результате ведет к появлению потомства с пониженной устойчивостью к негативным факторам окружающей среды [21, 146, 147]. Врожденные особенности строения организма (короткая трахея или узкие бронхи) способствуют возникновению заболеваний дыхательных путей. Наличие пыли и газов в помещениях, где содержатся молодые крупного рогатого скота, – риск для его здоровья, так как может нарушить нормальный газообмен и негативно повлиять на функционирование дыхательной системы. Легкие новорожденных, имеющие уплощенную структуру и потенциально ателектазированные доли, более подвержены бронхопневмонии. Особенности развития бронхов и альвеол у

телят повышают риск их обструкции слизистым секретом. Высокая концентрация кровеносных и лимфатических сосудов в слизистой оболочке бронхов также делает ее особенно восприимчивой к различным патологиям.

Исследования некоторых ученых показывают, что изменения в иммунологических реакциях организма могут предшествовать развитию бронхопневмонии или способствовать ее более тяжелому течению [63, 111, 130, 138]. Ключевую роль играют сдвиги в соотношении различных клеток иммунной системы. У пациентов с бронхопневмонией часто наблюдается увеличение уровня Т-супрессоров в сыворотке крови. Эти клетки, в норме подавляющие иммунный ответ, при чрезмерной активности могут блокировать защитные реакции организма против патогенов. Параллельно с этим отмечается снижение количества Т-хелперов, клеток, необходимых для инициации и регуляции иммунного ответа. Их дефицит приводит к ослаблению противоинфекционной защиты. Также наблюдается дисбаланс в популяции В-лимфоцитов, ответственных за продукцию антител. В некоторых случаях исследования фиксируют повышение уровня иммуноглобулинов G (IgG) и M (IgM), что может свидетельствовать о неэффективном иммунном ответе, направленном против инфекционного агента. Заслуживает внимания и снижение функциональной активности клеток врожденного иммунитета. У таких телят наблюдается снижение фагоцитарной активности нейтрофилов – основных клеток, поглощающих и уничтожающих бактерий [87]. Кроме того, регистрируется уменьшение бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови, что дополнительно ослабляет защиту организма. Лизоцим – фермент с бактерицидными свойствами, играет критическую роль в уничтожении бактерий в дыхательных путях. Его недостаток создает благоприятные условия для развития инфекции [138].

Еще один фактор развития бронхопневмонии, по мнению многих исследователей, может быть спровоцирован другими внутренними заболеваниями, включая патологии сердечно-сосудистой и пищеварительной систем [146, 155]. Печень – один из самых больших и чувствительных органов,

особенно у млекопитающих. Она получает большую часть крови, омывающей кишечник, и регулирует уровень глюкозы в крови. К основным функциям этого органа относятся метаболизм макронутриентов, регуляция объема крови, поддержка иммунной системы, эндокринный контроль сигнальных путей роста, гомеостаз липидов и холестерина и расщепление ксенобиотических соединений. При возникновении расстройства в функционировании печени может происходить сбой в иммунной системе, что повышает риск развития бронхопневмонии [41].

Многие ученые склонны полагать, что причиной возникновения бронхопневмонии могут быть инфекционные агенты [122, 123, 138]. Несоблюдение условий микроклимата помещений, где содержатся телята, неправильное кормление и воздействие стресс-факторов влияют на сопротивляемость организма к инфекциям. В результате этого молодняк становится легкоуязвимым для патогенов, включая вирусы, бактерии, микоплазмы и грибы. Больные и переболевшие бронхопневмонией особи, не изолированные от основного поголовья, могут быть причиной для заражения здорового молодняка, так как способны выделять патологические агенты во внешнюю среду [111].

Согласно исследованиям, К.Н. Лебедевой и других ученых, бронхопневмония характеризуется значительной сложностью в механизме развития, поскольку поражает не только доли легких, но и распространяется на структуры бронхиального дерева [76]. Это приводит к нарушениям кровообращения и лимфатического оттока, что оказывает негативное влияние на работу дыхательной, сердечно-сосудистой систем и формирует общую клиническую картину такого заболевания, как бронхопневмония.

На характер течения бронхопневмонии влияет физиологическое состояние организма в целом [138, 155]. Одной из причин, способствующих развитию бронхопневмонии, является наличие в окружающей среде вредных веществ, таких как аммиак и сероводород [92], которые могут вызывать повышенную чувствительность иммунной системы. В результате этого нарушаются

нейрогуморальные регуляторные механизмы, что приводит к ухудшению функции дыхательной системы. На начальном этапе заболевания возникает спазм бронхов, который поражает подслизистый слой. Этот спазм нарушает микроциркуляцию, что, в свою очередь, приводит к застою крови и парезу капилляров. Наблюдается отек слизистой оболочки бронхов и бронхиол, что создает благоприятные условия для дальнейшего воспалительного процесса. Типичным признаком для бронхопневмонии является экссудация, представляющая собой процесс выделения воспалительной жидкости в просвет бронхов. Эта жидкость характеризуется сложным составом, включающим лейкоциты, эритроциты, муцин и клетки эпителиальной ткани бронхиального дерева [142]. В зависимости от особенностей развития патологического процесса воспаление может протекать в острой или хронической форме. Характер течения заболевания оказывает влияние на состав и объем экссудата, а также на клинические проявления [36, 146].

Острое течение бронхопневмонии характеризуется дольковым воспалением легких. При отсутствии своевременного ветеринарного вмешательства заболевание переходит в хроническую форму, когда воспаление способно распространяться на соседние доли, постепенно сливающиеся между собой, что приводит к образованию более крупных очагов поражения. Внешне они могут напоминать картину, характерную для лобарной пневмонии [36, 49, 146, 147]. В результате хронического воспалительного процесса слизистая оболочка бронхов замещается соединительной тканью, что приводит к фиброзу и распаду легочной ткани. Это может существенно ухудшить дыхательную функцию и привести к развитию дыхательной недостаточности.

Легкие играют ключевую роль в поддержании нормального газообмена в организме. Снижение резистентности легочной ткани может серьезно нарушить этот процесс и привести к гипоксии и попаданию токсинов в ткани, продуцируемых самой же патологической тканью легких [21, 63], что имеет далеко идущие последствия для здоровья телят. Кислородное голодание, или гипоксия, возникает, когда легкие не могут эффективно насыщать кровь

кислородом. Оно может быть вызвано различными факторами, такими как воспалительные процессы, обструктивные заболевания легких или инфекции. Недостаток кислорода приводит к ослаблению окислительно-восстановительных реакций, что нарушает обмен веществ в организме. При недостаточном поступлении кислорода клетки начинают использовать анаэробные пути метаболизма, в результате чего происходит накопление молочной кислоты и других метаболитов, вызывающих интоксикацию.

Изменения в легких также создают благоприятные условия для размножения патогенной и условно-патогенной микрофлоры [112, 122, 123, 207]. При наличии воспалительных процессов или повреждений слизистой оболочки легких микроорганизмы (бактерии и вирусы) могут беспрепятственно размножаться. В результате их жизнедеятельности выделяются токсины, которые усугубляют состояние больного телят. Проникая в кровяное русло, они способны спровоцировать реакции, повышающие температуру тела и вызывающие воспаления. Тем самым создается дополнительное напряжение для сердечно-сосудистой системы, что потенциально может привести к развитию сердечной недостаточности. Сердечно-сосудистая система тесно связана с состоянием легких. При кислородном голодании сердце вынуждено работать с повышенной нагрузкой, чтобы компенсировать недостаток кислорода. Таким образом, увеличивается частота сердечных сокращений и повышается артериальное давление. В долгосрочной перспективе такие изменения могут способствовать развитию сердечно-сосудистых заболеваний [63].

## **1.2 Патогенез бронхопневмонии телят**

Бронхопневмония является одной из основных причин смертности и экономических потерь в животноводческой отрасли [11, 53, 84, 152]. Поэтому для правильной диагностики и интерпретации патологии очень важно знать особенности поражения и патогенез различных типов бронхопневмонии.

По мнению многих ученых, бронхопневмония вызывается в основном вирусными и бактериальными патогенами, а факторы риска окружающей среды (плохая вентиляция, высокая влажность, скученность, плохая передача пассивного иммунитета, смешивание возрастных групп) предрасполагают молодняк крупного рогатого скота к заболеванию [1, 97, 194, 198].

Легкие являются важным органом дыхательной системы, в котором происходит газообмен и обеспечивается кислородом весь организм. Однако, несмотря на наличие защитной функции, легкие подвержены воздействию различных микроорганизмов, которые могут вызывать заболевания, такие как бронхопневмония. Для предотвращения инфекций необходимо знать пути проникновения этих микроорганизмов и понимать механизмы защиты организма.

Наиболее распространенный путь попадания микроорганизмов в легкие – микроаспирация ротоглоточного секрета [160, 175, 186]. Этот процесс происходит естественным образом во время сна, когда содержимое глотки может попадать в дыхательные пути. У здоровых животных этот механизм наблюдается постоянно, что способствует предотвращению развития инфекции.

Прямое распространение микроорганизмов из соседних пораженных тканей также может быть причиной инфекций легких. Например, при пневмонии, вызванной плевритом или абсцессами, бактерии могут непосредственно переходить в легочную ткань [155]. В редких случаях могут попадать в легкие через кровь, что называется гематогенным распространением. При этом инфекция из внелегочного источника (например, из мочевыводящих путей или кожи) попадает в легкие. В таких случаях причинными факторами могут быть *Staphylococcus spp.*, грамотрицательные бактерии и анаэробные микроорганизмы [155, 186].

Другой важный путь проникновения болезнетворных микроорганизмов в легкие – вдыхание загрязненного воздуха (твердые или жидкие частиц). Чаще всего это происходит, когда организм поддается воздействию инфекций, вызванных «атипичными» агентами, такими как легионелла, хламидия или

микоплазма, которые находятся в воздухе в виде мелких капель и легко проникают в дыхательные пути.

После проникновения микроорганизмов в легкие активируются несколько защитных механизмов.

*Кашлевой рефлекс.* Кашель является одним из первых защитных механизмов, который помогает удалять инородные частицы и микроорганизмы из дыхательных путей. Он возникает при раздражении рецепторов, расположенных в дыхательных путях.

*Мукоцилиарный клиренс.* Это процесс, при котором слизь, содержащая микроорганизмы и другие частицы, выводится из легких с помощью ресничек, расположенных на эпителии дыхательных путей. Этот механизм обеспечивает постоянное очищение дыхательных путей и предотвращает накопление патогенов.

*Антибактериальная активность макрофагов.* Макрофаги, находящиеся в легких, играют важную роль в иммунном ответе. Они способны поглощать и уничтожать патогенные микроорганизмы, тем самым предотвращая их размножение и распространение.

*Секреторные иммуноглобулины.* Иммуноглобулины (IgA) вырабатываются в дыхательных путях и помогают нейтрализовать патогены, предотвращая их прикрепление к эпителиальным клеткам [133].

В патогенезе заболеваний бронхолегочной системы мукоцилиарный клиренс играет ключевую роль. Это процесс, который обеспечивает очистку дыхательных путей от ингалируемых частиц, патогенов и токсинов с помощью реснитчатого эпителия и бронхиального секрета.

Мукоцилиарный клиренс представляет собой сложный механизм, в котором участвуют реснички, выстилающие бронхи, и слизь, вырабатываемая бокаловидными клетками. Реснички, совершая волнообразные движения, поднимают слизь, захватывающую ингалируемые частицы и микроорганизмы, к глотке, где она либо проглатывается, либо удаляется при кашле. Выделение секрета, состоящее из двух фаз – золя и геля, играет важную роль в этом процессе.

Фаза золя обеспечивает подвижность ресничек, а фаза геля задерживает частицы и патогены. Под воздействием различных факторов риска (загрязнение воздуха, инфекции или аллергены) происходит нарушение работы ресничек, что проявляется в замедлении их движения или даже полной остановке. Эпителиальная метаплазия, при которой обычные клетки вытесняются бокаловидными, приводит к исчезновению клеток реснитчатого эпителия. В результате изменяется состав бронхиального секрета: объем золь-фазы сокращается, а фаза геля увеличивается, что приводит к ухудшению подвижности ресничек и вызывает закупорку мелких дыхательных путей. Изменение мукоцилиарного клиренса, кроме механических нарушений, также связано с изменениями в местном иммунитете. Снижение концентрации секреторного иммуноглобулина А, а также неспецифических элементов (интерферона, лактоферрина и лизоцима) повышает восприимчивость дыхательных путей к разным возбудителям. В результате благоприятная среда способствует заселению микроорганизмами, что может спровоцировать возникновение заболеваний дыхательной системы [136, 146, 101].

Воспаление легких, возникающее под воздействием микроорганизмов, представляет собой сложный патологический процесс, который затрагивает не только бронхи и бронхиолы, но и альвеолы. Это состояние сопровождается накоплением экссудата, что приводит к нарушению нормальной функции легочной ткани и может иметь серьезные последствия для всего организма. На начальных стадиях острого воспаления легких происходит активация иммунного ответа. Микроорганизмы, проникая в легкие, вызывают местные воспалительные реакции, что приводит к выделению биологически активных веществ, таких как катехоламины, гистамин, серотонин и ацетилхолин. Эти вещества способствуют расширению сосудов и увеличению проницаемости капилляров, что, в свою очередь, приводит к образованию экссудата. Важным аспектом является также активизация ферментов, участвующих в катаболизме, что приводит к диссеминированному внутрисосудистому свертыванию. При этом нарушаются

нормальный кровоток и лимфоток в пораженной области легких, что вызывает кислородное голодание и дыхательную недостаточность [205].

Альвеолоциты 2-го типа, отвечающие за синтез сурфактанта, первыми реагируют на гипоксию. В условиях кислородной недостаточности они начинают активно поглощать кислород, однако этого не всегда достаточно для компенсации метаболических нарушений. Это свидетельствует о переходе клеток легких на анаэробный метаболизм, что является адаптацией к условиям гипоксии [125, 146]. Воспаление легких также оказывает серьезное влияние на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Повышение уровня биологически активных веществ приводит к увеличению частоты сердечных сокращений и изменению артериального давления. В результате может развиться сердечная недостаточность, особенно у молодняка, имеющего сердечно-сосудистые заболевания. Если острое воспаление легких не будет своевременно диагностировано, оно может перейти в хроническую стадию, что приведет к необратимым изменениям в легочной ткани. Хроническое воспаление может вызвать фиброз, что ограничивает эластичность легких и ухудшает их функциональные возможности.

Одним из ключевых аспектов, определяющих течение респираторных заболеваний, является экссудат, заполняющий альвеолярные пространства, что приводит к множественным изменениям в легочной ткани. Когда экссудат полностью заполняет альвеолы, в легочной ткани наблюдаются скопления фибрина и продуктов воспаления. Фибрин – это белок, играющий важную роль в процессе свертывания крови, но его избыток в легких может быть признаком патологического процесса. Воспаление, возникающее в результате инфекций, аллергических реакций или токсического воздействия, быстро распространяется между альвеолами, в результате чего нарушается газообмен. Пролонгированные воспалительные реакции, происходящие в органе дыхания, способствуют замещению функциональной ткани легкого соединительной тканью. Возникает деструкция мелких кровеносных сосудов и соответственно гипоксия, при которой ткани не получают достаточного количества кислорода, что вызывает нарушения

функции легких и ухудшение общего состояния животного. В ответ на гипоксию происходит пролиферация фибробластов – клеток, отвечающих за синтез коллагена и других компонентов внеклеточного матрикса. Данный процесс влечет за собой синтез фибрилл, что, в свою очередь, вызывает еще большие повреждения в альвеолярной стенке. Просвет альвеол сокращается или полностью закрывается, что значительно ухудшает газообмен и приводит к клиническим проявлениям, таким как одышка и кашель [125].

В научной литературе много исследований, посвященных анализу процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) при болезнях легких у животных [9, 27, 75, 159, 161, 162, 206]. Легкие являются самой крупной биологической мембраной организма, их внешняя поверхность постоянно взаимодействует с кислородом. Считается, что окислительный стресс играет важную роль в патогенезе ряда заболеваний легких не только посредством прямого повреждающего воздействия, но и посредством участия в молекулярных механизмах, которые контролируют воспаление легких [75]. При инфекциях дыхательных путей нейтрофилы привлекаются в легочные ткани для удаления вторгшихся микроорганизмов с помощью своей фагоцитарной активности. Ряд продуктов повреждения тканей, выделяемых нейтрофилами (реактивные промежуточные продукты азота и оксиды азота), модулируют как острые, так и хронические воспалительные реакции. Оксид азота является медиатором капиллярной дисфункции и макромолекулярной утечки. Реакция между радикалом супероксида и оксидом азота приводит к образованию нерадикального оксиданта – пероксинитрита, вызывающего серьезное повреждение легочных тканей. Когда фагоциты подвергаются воздействию патогенного фактора, они образуют большое количество супероксидного радикала, важного предшественника других реактивных видов, которые способствуют повреждению легких. Более того, сообщалось, что введение антиоксидантов снижает перекисное окисление липидов в легких после инфузии эндотоксина [26, 161]. Было обнаружено, что супероксидный радикал в десять раз выше у телят с бронхопневмонией по сравнению со здоровыми животными, в то время как

активность антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы была ниже. Окислительное повреждение было зарегистрировано при большом количестве заболеваний легких у человека, включая острый респираторный дистресс-синдром, бронхиальную астму, эмфизему, бронхолегочную дисплазию и пневмонию. Однако в ветеринарной литературе не представлен статус антиоксидантных ферментов и не описана патология перекисного окисления липидов у телят, больных острой и хронической бронхопневмонией. По некоторым данным, свободнорадикальное окисление способствует активации воспалительных клеток, увеличивая их проницаемость и способствуя дальнейшему распространению воспаления. Таким образом, создается замкнутый круг, в котором воспаление усиливает образование свободных радикалов, а они, в свою очередь, усугубляют воспалительный процесс [26, 27].

Свободные радикалы и активные формы кислорода (АФК) играют ключевую роль в биохимических процессах, происходящих в организме. Эти молекулы, обладая высокой реакционной способностью, могут выполнять важные регуляторные функции и вызывать повреждения клеток, что делает их двойственными участниками метаболизма [146, 191]. Свободные радикалы, образующиеся в результате нормального метаболизма, участвуют в ряде критически важных процессов. Они регулируют проницаемость клеточных мембран, что позволяет контролировать транспорт веществ внутрь и наружу клетки. Кроме того, свободные радикалы играют существенную роль в синтезе простагландинов – биологически активных веществ, участвующих в воспалительных реакциях и поддержании гомеостаза. Активные формы кислорода также участвуют в процессах биоэнергетики, обеспечивая клетку энергией, необходимой для выполнения ее функций. Они помогают в окислении ксенобиотиков, что способствует их выведению из организма. Также свободные радикалы участвуют в механизмах клеточной защиты, активируя бактерицидные свойства, что позволяет организму бороться с инфекциями. Несмотря на важные функции, которые выполняют свободные радикалы, их избыточная активность может привести к разрушению клеток [26, 27, 146, 191].

Антиоксиданты защищают клетки от окислительного повреждения, предотвращая инициирование процесса перекисного окисления и производство конечных продуктов (тиобарбитуровых кислот-реактивных веществ), которые способны вызывать серьезные повреждения клеток. Основные антиоксидантные ферменты, отвечающие за деградацию активных форм кислорода:

- супероксиддисмутаза (СОД) – нейтрализует супероксидные анионы, превращая их в перекись водорода;
- каталаза – расщепляет перекись водорода на воду и кислород, предотвращая ее накопление;
- глутатионпероксидаза – защищает клетки от перекисного окисления липидов, используя глутатион как субстрат;
- глутатионредуктаза и глутатионтрансфераза – участвуют в регенерации и метаболизме глутатиона, важного антиоксиданта.

Внеклеточные антиоксиданты:

- аскорбат – водорастворимый антиоксидант, защищающий клетки от окислительного стресса;
- $\alpha$ -токоферол – жирорастворимый антиоксидант, защищающий клеточные мембраны;
- $\beta$ -каротин – предшественник витамина А, обладающий антиоксидантными свойствами.

Эти ферменты взаимодействуют друг с другом, блокируя цепные реакции окисления и предотвращая накопление активных форм кислорода (АФК).

Бронхопневмония у телят является серьезной патологией, которая приводит к значительным экономическим потерям в животноводстве [11, 53, 152, 153, 205]. Исследования показывают, что у телят, страдающих острой формой бронхопневмонии, наблюдается дисбаланс между окислительными и антиокислительными реакциями. В частности, в плазме крови таких животных отмечается снижение общей антиоксидантной активности, а также изменение активности антиоксидантных ферментов, таких как каталаза и пероксидаза, что указывает на недостаточную защиту организма от окислительных повреждений.

Следует отметить достоверное уменьшение активности глутатионпероксидазы, что свидетельствует о дефиците глутатиона и, как следствие, о снижении способности клеток к защите от окислительного стресса [134, 150, 160, 161].

Также одним из важных аспектов респираторных заболеваний является интенсификация нитросидермических процессов, в которых оксид азота (NO) играет центральную роль. Известно, что оксид азота (NO) – это свободный радикал с неспаренным электроном на высшей орбитали. Он ведет себя как потенциальный антиоксидант благодаря своей способности восстанавливать другие молекулы. Оксид азота способен ингибировать перекисное окисление липидов. Однако NO быстро инактивируется супероксидным анионом  $O_2^-$  с образованием пероксинитрита ( $ONOO^-$ ), который является мощным окислителем. Поэтому избыток NO будет способствовать ингибированию перекисного окисления липидов, в то время как избыток  $O_2^-$  или эквимоллярная концентрация NO и  $O_2^-$  будут вызывать перекисное окисление липидов. Модуляция этого баланса имеет важные клинические последствия, особенно при воспалительном процессе, в котором окислительный стресс, по-видимому, играет ключевую роль в возникновении и прогрессировании сосудистых поражений [43, 62].

В последние годы исследователи все больше внимания уделяют среднемолекулярным пептидам (СМП), которые образуются в результате неконтролируемого протеолиза [206]. Эти молекулы привлекают интерес благодаря своей высокой биологической активности и способности оказывать значительное влияние на различные метаболические процессы в организме. Среднемолекулярные пептиды обладают множеством свойств, которые могут как поддерживать, так и нарушать физиологические функции. Они ингибируют важные метаболические процессы, такие как гликолиз, глюконеогенез и пентозный цикл, что приводит к нарушению энергетического обмена. Эти пептиды также влияют на синтез гемоглобина и нуклеиновых кислот, что важно для поддержания нормального функционирования клеток. Даже небольшое увеличение содержания этих пептидов усугубляет клиническое состояние животных, больных бронхопневмонией. Например, изменения в функциональном

состоянии эритроцитов, активность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ) служат индикаторами ухудшения состояния здоровья [4, 94].

Исследование среднемолекулярных пептидов, процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы, их влияния на здоровье телят, особенно в контексте бронхопневмонии, представляет собой важное направление в ветеринарной медицине. Знание механизмов их действия и роли в патогенезе заболеваний может помочь в разработке новых методов диагностики и лечения. Необходимы дальнейшие исследования для более глубокого понимания их влияния на организм и для оценки потенциальных терапевтических возможностей, которые могут быть реализованы для улучшения здоровья животных.

### **1.3 Симптомы и течение бронхопневмонии у телят**

Бронхопневмония – это воспалительное заболевание, затрагивающее крупные дыхательные пути, в частности бронхи и бронхиолы. Оно может возникать как у людей, так и у животных. Симптоматика бронхопневмонии может значительно различаться в зависимости от индивидуальных особенностей организма, возраста и вида, а также от условий окружающей среды. Распространенные симптомы:

- кашель: часто наблюдается сухой или влажный кашель, который может усиливаться при физической активности;
- одышка: больные животные испытывают затрудненное дыхание, особенно при физической нагрузке;
- гипертермия – один из характерных признаков воспалительного процесса;
- общее недомогание: усталость, слабость, снижение аппетита. У животных симптомы могут быть менее выраженными, и их диагностика требует особого внимания [24, 25, 34].

У больных телят могут наблюдаться и такие признаки, как выделения из носа, глаз и ротовой полости, выраженная депрессия, летаргия, общее истощение организма [24, 25]. Симптомы свидетельствуют о том, что животное испытывает значительный дискомфорт и требует немедленного внимания. Одним из первых и наиболее заметных признаков болезни является депрессия, которая проявляется в виде летаргии. Это состояние характеризуется снижением активности, нежеланием двигаться и взаимодействовать с другими животными. У больных телят часто можно наблюдать опущенные голову, уши и полузакрытые глаза, что указывает на их плохое самочувствие. Это признаки общего недомогания и стресса, вызванного заболеванием.

Лихорадка также является распространенным, но неспецифическим показателем бронхопневмонии, которая возникает после первоначального заражения респираторным патогеном [72]. Однако продолжительность лихорадки может варьироваться в зависимости от различных условий. Выявление ее у больных телят затруднено из-за колебаний температуры тела. Кроме того, повышенная температура может быть результатом нереспираторных или неинфекционных факторов, таких как тепловой стресс. Считается, что неспецифические симптомы (лихорадка, депрессия и анорексия) являются результатом продукции цитокинов патогенами [175, 204, 207].

При клиническом осмотре на ранних стадиях бронхопневмонии у телят наблюдаются серозные выделения из носа, прозрачные или слегка мутные. Однако по мере прогрессирования заболевания они становятся слизистогнойными, что указывает на развитие воспалительного процесса и возможное присоединение бактериальной инфекции. Кроме того, у телят отмечают затрудненное или частое поверхностное дыхание, что является следствием воспаления дыхательных путей. Возникающий при этом кашель часто становится продуктивным, и животные начинают отхаркивать слизь. Вытянутая голова и шея – еще один характерный признак больных телят. Это положение может быть связано с попытками животных облегчить дыхание, так как при бронхопневмонии они испытывают одышку и дискомфорт.

Основные формы течения бронхопневмонии:

1) острая – характеризуется внезапным началом и выраженными симптомами. Может развиваться на фоне вирусных или бактериальных инфекций и требует немедленного вмешательства;

2) подострая – симптомы менее выражены, и заболевание может протекать в более легкой форме. Тем не менее, отсутствие должного лечения может привести к хронизации процесса;

3) хроническая – развивается в результате недостаточно вылеченной острой бронхопневмонии или постоянного воздействия неблагоприятных факторов. Хроническая бронхопневмония может вызывать длительные изменения в легких и снижать качество жизни больного молодняка крупного рогатого скота.

Исследования слизистой оболочки носовой полости играют ключевую роль в диагностике различных заболеваний дыхательной системы. Одним из первых клинических признаков является гиперемия, которая может прогрессировать до цианотичности. Визуально наблюдаются серозные или серозно-слизистые истечения из носа [24, 25]. Эти выделения могут быть признаком вирусной или бактериальной инфекции. Для начала заболевания характерен отрывистый кашель, сухой и болезненный. Со временем кашель становится влажным, частым и менее болезненным, что указывает на переход болезни в более тяжелую стадию. На ранних стадиях часто отмечается учащенное дыхание, отчасти из-за повышенной температуры. По мере прогрессирования заболевания одышка становится более выраженной, и животные могут принимать типичную позу с вытянутой шеей, слюнотечением, дыханием с открытым ртом и мягким кашлем. Аускультация краниоventрального легочного поля выявляет усиление бронхиальных шумов, хрипы и везикулярное дыхание [146, 147].

Бронхопневмония может вызвать легочную гипертензию и вторичные сердечно-сосудистые изменения. Изначально тоны сердца становятся глухими и усиленными, особенно акцентируется систолический тон. В дальнейшем возможно усиление сердечного толчка и тахикардия. При этом систолический тон

относительно диастолического становится более слабым, что может свидетельствовать о прогрессировании сердечно-сосудистых расстройств.

Перкуссия легких на ранних стадиях заболевания может не выявить значительных изменений. Однако по мере прогрессирования патологии в верхушечных и срединных долях легких появляются участки с ослабленным тимпаническим звуком, которые затем переходят в притупленный или тупой звук. Это указывает на наличие жидкости в плевральной полости или на развитие пневмонии.

Клинические проявления заболеваний дыхательной системы часто сопровождаются расстройствами со стороны других органов и систем. Например, может наблюдаться атрофия желудочно-кишечного тракта, диспепсия, метеоризм и застойные явления в кишечнике. Эти симптомы указывают на то, что инфекционный процесс затрагивает не только дыхательную систему, но и другие важные системы организма [39].

При проведении ультразвукового исследования клеточные инфильтраты и легочные уплотнения выглядят как гиперэхогенные кометные хвосты или пятнистые узоры глубоко в гиперэхогенной плевральной поверхности. Сообщается, что тяжесть заболевания, выявленного при ультрасонографии, коррелирует с поражениями, обнаруженными при вскрытии [171, 173].

При исследовании показателей крови одним из первых признаков бронхопневмонии у телят является снижение уровня эритроцитов и гемоглобина [94]. Эритроциты, или красные кровяные клетки, отвечают за транспортировку кислорода к тканям, а гемоглобин – за связывание кислорода. Снижение их содержания приводит к гипоксии, что негативно сказывается на всех системах организма. Это связано с тем, что воспалительные процессы в легких нарушают нормальную оксигенацию крови [127].

Умеренный лейкоцитоз – это еще один характерный признак, наблюдаемый у телят с бронхопневмонией [87, 94, 126, 130]. Увеличение числа лейкоцитов свидетельствует о реакции иммунной системы на воспаление. Лейкоциты, или белые кровяные клетки, играют ключевую роль в борьбе с инфекциями, и их

повышение указывает на активизацию защитных механизмов организма. Ускоренная СОЭ также является важным показателем, отражающим степень воспаления в организме. При наличии воспалительного процесса в крови происходит изменение белкового состава, что приводит к увеличению скорости оседания эритроцитов [4, 86, 87, 108]. Высокие значения СОЭ указывают на активное воспаление и требуют дальнейшего обследования.

В некоторых случаях у телят, больных бронхопневмонией, возможно незначительное повышение тромбоцитов, которое объясняется адаптацией их гемостаза к измененному, ввиду патологического состояния, фону плазмы и клеток крови [3, 4].

Гамма-глобулины – группа белков, играющих важную роль в иммунной защите организма. При бронхопневмонии уровень гамма-глобулинов обычно повышается, что свидетельствует о наличии инфекционного процесса и активной выработке антител [94, 126, 130, 140]. Этот показатель помогает ветеринарным врачам оценить состояние иммунной системы животного и определить необходимость в дополнительной терапии.

Также у больных бронхопневмонией телят отмечают снижение бактерицидной активности сыворотки крови. Это означает, что кровь теряет способность эффективно бороться с бактериями и инфекциями. Нарушение этой функции может быть связано с истощением иммунных ресурсов организма, что делает телят более уязвимыми к инфекциям.

Фагоцитарная активность нейтрофилов – способность этих клеток поглощать и уничтожать патогены. При бронхопневмонии наблюдается снижение этой активности, что приводит к ухудшению защиты организма от инфекций и связано с истощением запасов энергии и ресурсов, необходимых для выполнения этой функции.

Кроме изменений в крови у телят с бронхопневмонией наблюдаются изменения в моче. Появление белка в моче и установление кислой реакции – следствие нарушения почечной функции или метаболических расстройств [121,

168]. Это также указывает на системное воспаление и ухудшение общего состояния здоровья животного.

При подострой форме бронхопневмонии отмечают более длительное течение. Одним из первых признаков пневмонии у телят является замедление роста. Молодняк начинает отставать от своих сверстников, теряет массу и имеет пониженный аппетит, что связано с общей интоксикацией организма, вызванной инфекцией. На ранних стадиях заболевания может развиваться лихорадка ремитирующего типа, то есть температура тела животного колеблется в течение дня [24, 25]. Кроме того, наблюдается кашель, который изначально бывает сухим, а затем становится влажным. При ветеринарном осмотре отмечают следующие изменения в дыхательной системе:

- аускультация: в легких прослушиваются жесткое везикулярное дыхание, а также хрипы (как сухие, так и влажные). Для участков, пораженных пневмонией, характерно ослабленное дыхание, может прослушиваться бронхиальное дыхание, что указывает на наличие воспалительного процесса;

- перкуссия: в области верхушечных и диафрагмальных долей легких выявляются очаги притупления, что также подтверждает наличие воспаления и жидкости в легких [57, 63].

Хроническая форма болезни отличается длительным течением и менее выраженными клиническими признаками по сравнению с острыми формами. Телята, страдающие хронической бронхопневмонией, часто имеют характерные внешние признаки. Шерсть у таких животных выглядит взъерошенной и тусклой, что свидетельствует о плохом общем состоянии. Телята становятся малоподвижными, что также является важным индикатором их здоровья. Температура тела повышается до 40,5 °С, что является признаком воспалительного процесса в организме [24, 25]. Кроме того, наблюдаются слизисто-гнойные истечения из носовых отверстий, что указывает на наличие инфекционного агента. При аускультации можно услышать хрипы, которые возникают в результате сужения дыхательных путей и скопления слизи в легких. Перкуссия грудной клетки позволяет выявить значительные очаги притупления

звука, что также указывает на воспалительные процессы в легочной ткани. Одним из сопутствующих симптомов хронической бронхопневмонии является нарушение функции желудочно-кишечного тракта (диарея, снижение аппетита, ухудшение общего состояния).

Бронхопневмония представляет собой серьезную угрозу для здоровья молодняка крупного рогатого скота и в зависимости от стадии заболевания имеет разные прогнозы на выздоровление.

#### **1.4 Диагностика бронхопневмонии**

Бронхопневмония – одно из самых распространенных заболеваний в животноводстве [76, 140]. В России оно наблюдается во всех регионах, особенно подвержены ему телята в возрасте от 1,5 до 6 месяцев. В этот период их иммунная система еще не полностью сформирована, поэтому они подвержены различным инфекциям. Для успешной диагностики этого недуга важно учитывать множество факторов, начиная от эпизоотического состояния региона и заканчивая условиями кормления и содержания.

При массовом заболевании молодняка бронхопневмонией первым шагом в диагностике является анализ эпизоотической ситуации в местности, где содержатся телята. Для этого изучают сведения о ранее зарегистрированных случаях заболеваний в данном регионе, а также о возможных источниках инфекции [146, 147]. Например, наличие других заболевших животных, которые могут служить резервуарами возбудителей, а также климатические условия, способствующие распространению инфекции. Кормление также играет огромную роль в здоровье молодняка. Недостаток питательных веществ, особенно минералов и витаминов, ослабляет иммунную систему телят, что делает их более уязвимыми к инфекциям, включая бронхопневмонию. Поэтому важно учитывать не только состав кормов, но и режим их подачи, а также наличие свежей воды.

Безусловно, эффективная диагностика этого заболевания требует комплексного подхода, при котором большое значение отводится сбору

анамнестических данных. Анамнез включает в себя информацию о клинических признаках, условиях содержания, питания и истории болезни телят [20, 77]. Кроме того, для диагностики бронхопневмонии применяются различные клинические методы. В частности, пальпация позволяет оценить общее состояние животного, выявить болезненные участки и изменения в легких. Одним из наиболее популярных среди ветеринаров методов остается аускультация [107, 133, 156]. Однако специфичность и чувствительность аускультации зависят от опыта ветеринарного специалиста и его слуховых способностей. Поэтому для получения более точных результатов рекомендуется использовать аускультацию в сочетании с другими методами [156]. Также применяют перкуссию. Метод, основанный на постукивании по грудной клетке, позволяет выявить изменения в легочной ткани, такие как уплотнения, или наличие жидкости. Одним из наиболее объективных методов диагностики является рентгенография [65, 109]. С ее помощью можно визуализировать легкие и выявить патологические изменения (затененные участки), которые могут указывать на воспалительные процессы. Изначально у больных телят можно обнаружить однородные небольшие очаги затенения и размытость легочного поля в краниальной части органа. В дальнейшем, когда патология перетекает в хроническую форму, можно наблюдать плотные, четкие или разлитые очаги затенения в верхушечных и сердечных долях легких. В настоящее время становится все более популярной ультразвуковая диагностика, из-за своей неинвазивности и возможности получения информации о состоянии легких в реальном времени [133, 171, 173].

Важным этапом в постановке диагноза бронхопневмонии телят является исследование показателей крови больных [94, 115]. Морфологические исследования включают в себя анализ клеточного состава крови. Одним из характерных признаков данного заболевания у молодняка является снижение уровня эритроцитов и гемоглобина. Также основным показателем является лейкоцитоз – увеличение количества лейкоцитов в крови, что указывает на наличие воспалительного процесса [126,130]. Кроме того, увеличение количества нейтрофилов, особенно палочкоядерных, подчеркивает остроту патологического

процесса. Характерным признаком заболевания служит снижение концентрации эозинофилов, моноцитов и лимфоцитов, а также резервной щелочности [94].

Окончательный диагноз ставится на основании лабораторных исследований, которые включают в себя анализ носовых и трахеальных смывов, мокроты и бронхоальвеолярного лаважа [109, 164]. Они позволяют определить наличие патогенных микроорганизмов и установить инфекционный характер заболевания.

Для правильной диагностики бронхопневмонии необходимо исключить другие заболевания с похожими симптомами. В частности, симптоматическая бронхопневмония может возникать при различных инфекционных и инвазионных патологиях [15, 71, 146, 147]. Для диагностики бронхопневмонии инфекционной этиологии, ее дифференциации от других заболеваний применяются различные лабораторные методы.

1. Вирусологические методы – используются для выявления вирусов, вызывающих бронхопневмонию. Трудность проведения вирусологических исследований заключается в необходимости быстрой обработки образцов, так как вирусы теряют активность при длительном хранении.

2. Бактериологические методы – позволяют определить наличие и вид бактерий, которые могут быть причиной заболевания. Однако, как и в случае с вирусами, важно учитывать, что некоторые бактерии могут быть частью нормальной микрофлоры, что затрудняет интерпретацию результатов.

3. Молекулярно-генетические методы. Современные технологии, такие как ПЦР (полимеразная цепная реакция), позволяют выявлять генетический материал патогенов с высокой чувствительностью и специфичностью [4].

Несмотря на эффективность лабораторной диагностики, существует ряд недостатков, которые следует учитывать.

- Инвазивность. Процедуры по забору биологического материала (взятие крови, носовых и трахеальных смывов, бронхоальвеолярного лаважа) могут быть травматичными для животных, вызывать у них стресс и негативно сказываться на общем состоянии.

- Временные и материальные затраты. Проведение лабораторных исследований может занять до 72 ч, что довольно долго, когда нужен быстрый результат. Кроме того, необходимость в специализированном оборудовании и высококвалифицированном персонале увеличивает затраты на диагностику.

- Ложные отрицательные результаты. Бронхопневмония у телят может проявляться в стертой клинической форме, что затрудняет диагностику. На ранних стадиях заболевания симптомы могут быть невыраженными или отсутствовать, в результате чего возможен пропуск инфекции.

Некоторые ученые отмечают положительный эффект при использовании программы «Биорепер» при диагностике бронхопневмонии [61, 101, 102]. Данная система основывается на электродинамической диагностике, что открывает новые горизонты в области ветеринарной медицины. Особенности данного метода позволяют провести раннюю диагностику респираторных патологий.

Своевременная диагностика бронхопневмонии имеет первостепенное значение в животноводстве. Важно помнить о необходимости комплексного подхода к диагностике, включая сбор анамнеза, исследование клинических признаков, проведение лабораторных и инструментальных исследований, что в конечном итоге приведет к улучшению здоровья и продуктивности крупного рогатого скота.

### **1.5 Профилактика бронхопневмонии**

Бронхопневмония – серьезное заболевание, которое характеризуется воспалением бронхов и легочной ткани, что может привести к тяжелым последствиям, если не начать лечение вовремя. Поэтому профилактика этого заболевания играет ключевую роль в поддержании здоровья животных. Для минимизации рисков следует в первую очередь исключить все факторы, которые могут влиять на общую резистентность организма молодого теленка [78, 79, 92, 129].

В.П. Шишков с соавторами [139] рекомендуют для профилактики использовать следующие меры.

1. Подготовка беременных животных. Правильная подготовка стельных коров к родам – первый шаг к снижению риска заболеваний у новорожденных. Необходимо обеспечить полноценное развитие плода, что достигается за счет:

своевременного запуска стельных животных, что позволяет избежать стресса и обеспечить нормальное течение беременности;

качественного кормления – рацион должен быть сбалансированным и содержать все необходимые питательные вещества, включая витамины и минералы;

активного движения – физическая активность способствует улучшению общего состояния здоровья животных;

профилактики маститов – регулярный осмотр и уход за выменем помогут предотвратить воспалительные процессы;

иммунизации – вакцинация против колибактериоза и паратифа создаст защиту, как для коровы-матери, так и для новорожденного теленка.

2. Соблюдение правил санитарии при проведении отелов. Важно создать благоприятные условия для отелов, обеспечить чистоту и дезинфекцию, использовать индивидуальные боксы. Каждый бокс должен быть подготовлен заранее и продезинфицирован после использования.

3. Своевременное получение молозива. Молозиво – основной источник иммуноглобулинов, которые обеспечивают иммунную защиту новорожденных. Для этого необходимо соблюдать такие правила, как:

выпаивание молозива в первые часы жизни, что важно для формирования иммунной системы телят. Молозиво должно быть предложено сразу после появления пищевого рефлекса;

контроль качества молозива. Необходимо следить за его составом и свежестью, так как это напрямую влияет на здоровье телят.

4. Предотвращение инфекций в окружающей среде. Для снижения риска инфекций важно контролировать условия, в которых содержатся новорожденные:

использование сменных секционных профилакториев, что позволяет избежать накопления патогенной микрофлоры. Профилактории должны дезинфицироваться после каждого освобождения;

скорость комплектования секции животными: чем быстрее молодняк будет размещен в подготовленных условиях, тем меньше риск заражения;

создание оптимального микроклимата. Температура, влажность и вентиляция должны тщательно контролироваться;

индивидуальное содержание. Использование индивидуальных клеток или полубоксов поможет снизить стресс и риск передачи инфекций между животными.

В.М. Данилевский акцентирует внимание на том, что соблюдение правил содержания и кормления животных способствует профилактике бронхопневмонии [38]. Кроме обеспечения оптимального микроклимата, необходимо проводить своевременные профилактические иммунизации животных. Существенным аспектом профилактики легочных заболеваний является повышение иммунной устойчивости маточного поголовья [16].

Многие ученые рекомендуют использовать иммуностимулирующие препараты для телят в раннем возрасте, для предотвращения возникновения бронхопневмонии. Это позволит избежать материальных затрат на лечение и предотвратить возможные потери живой массы тела молодняка и падеж [40, 55, 80, 111, 117, 118]. Описывается положительное влияние препаратов «Ветом 1» и «Провест» для профилактики бронхопневмонии. Использование данной схемы в раннем возрасте телят способствует уменьшению количества заболевших, повышению среднесуточного прироста массы тела и улучшению иммунобиохимических показателей крови [73, 93].

По некоторым данным, применение низкоинтенсивного лазерного излучения с магнитной насадкой способствует увеличению иммунной сопротивляемости молодняка до 20 % [63, 74].

Для профилактики ателектатических процессов у новорожденных телят также применяется комплекс мер, направленных на улучшение состояния

дыхательной системы, в частности массаж грудной клетки, который способствует улучшению вентиляции легких и предотвращает накопление жидкости в альвеолах. Исследования, проведенные Щербаковым Г. Г. и его коллегами, подчеркивают важность этого метода, так как он помогает активировать кровообращение и улучшать обмен веществ в легких.

Ряд ученых подчеркивают важность аэрозольного способа профилактики бронхопневмонии телят, так как он способствует непосредственному взаимодействию действующих веществ аэрозоля с дыхательными путями от трахеи до альвеол. Кроме того, попадание лекарственных средств в кровь происходит в небольших количествах, что приводит к снижению побочных эффектов [54, 95, 96, 131].

### **1.6 Понятие о биогеохимических провинциях**

Биогеохимические провинции – это концепция, предложенная выдающимся русским ученым Владимиром Ивановичем Вернадским в середине XX века. Эта идея стала основой для дальнейших исследований в области биогеохимии и экологии, позволяя глубже понять, как микроэлементы влияют на жизнь на Земле. Биогеохимические провинции представляют собой уникальные регионы на поверхности Земли, которые отличаются по содержанию химических элементов в почвах, водах и других компонентах экосистемы [2, 13, 17, 18, 33]. Эти различия оказывают значительное влияние на биологические реакции, происходящие в местной флоре и фауне. Понимание этих процессов имеет большое значение для экологии, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

В биогеохимических провинциях химические элементы могут находиться в дефиците или избытке [35]. Дефицитные элементы – это те, которые необходимы растениям для нормального роста и развития, но находятся в недостаточном количестве. К их числу относятся азот, фосфор, калий, бор, йод и многие микроэлементы. Несмотря на то, что валовое содержание этих элементов в почве может быть высоким, их подвижные формы могут быть недоступны для усвоения

растениями. Чрезмерное количество определенных элементов (хлор, сера, натрий, алюминий) может оказывать негативное воздействие на состояние окружающей среды, угнетая рост растений и снижая их урожайность. Таким образом, один и тот же элемент может быть критически важным для одного вида растений или в одной экосистеме, но в то же время оказывать токсическое воздействие в другой.

Резкие изменения в концентрации химических элементов могут приводить к серьезным заболеваниям растений, животных и человека. Эти заболевания, описанные А.П. Виноградовым, получили название биогеохимических эндемий [22, 23]. Они возникают в результате и дефицита, и избытка определенных элементов в среде обитания. Например, в некоторых регионах мира наблюдается недостаток селена, что может вызывать заболевания у людей и животных. Избыток алюминия, например, в других местах может приводить к токсическим эффектам у растений. Некоторые тяжелые металлы (марганец, медь, цинк, кобальт, никель) необходимы в малых концентрациях для нормального функционирования живых организмов. Их избыток может вызывать токсические реакции [50, 85]. Это создает сложный баланс, который необходимо учитывать при изучении биогеохимических провинций. Например, недостаток меди приводит к нарушению фотосинтетических процессов у растений, в то время как ее избыток – к повреждению корневой системы.

Согласно мнению Ю.Г. Покатилова, при анализе внешней среды следует принимать во внимание не только содержание микроэлементов, но и состав группы макроэлементов, а также уровень сульфатов, нитратов и нитритов [99].

В зависимости от генезиса можно выделить два основных типа биогеохимических провинций: негативные и позитивные. Первый тип – биохимические провинции, приуроченные к определенным почвенным зонам, которые характеризуются недостаточностью тех или иных химических элементов. Примером таких провинций являются зоны подзолистых и дерново-подзолистых почв Северного полушария, охватывающие значительные территории Евразии. В этих регионах наблюдается дефицит таких элементов, как йод, кальций, кобальт и медь. Недостаток этих элементов приводит к возникновению специфических

заболеваний и эндемий среди флоры и фауны. Например, зоб у животных и людей, акабальтоз (дефицит кобальта), а также ломкость костей у животных. Следует отметить, что подобные биогеохимические провинции не наблюдаются в черноземных зонах, где условия более благоприятны для роста и развития организмов. Причиной такого явления является высокая подвижность ионов I, Ca, Co и Cu, которые легко вымываются из подзолистых почв, что приводит к их недостатку. Аналогичные процессы можно наблюдать в почвах Южного полушария, где также возникают негативные биохимические провинции.

Второй тип биогеохимических провинций – эндемии, которые встречаются в любой зоне и имеют интразональный характер [23]. Они возникают на фоне первичных или вторичных ореолов рассеяния рудного вещества, соленых отложений, вулканогенных эманаций и других геологических процессов. Примеры позитивных биогеохимических провинций можно наблюдать в бессточных областях, где обнаруживаются борные эндемии среди флоры и фауны. В регионах, где действуют вулканы или находятся месторождения флюорита и фторapatита, фиксируются случаи флюороза у человека и животных. Молибденозис – заболевание, вызванное избыточным содержанием молибдена, также встречается в пределах месторождений этого элемента. Эти биогеохимические провинции имеют преимущественно позитивный характер, так как связаны с избыточным содержанием необходимых химических элементов, что способствует разнообразию и богатству экосистем. Например, в таких условиях может наблюдаться высокая продуктивность растительности и разнообразие видов животных, адаптированных к специфическим условиям [22, 23].

В.В. Ковальским в 1970 г. была предложена система почвообразовательных зон, охватывающая территорию бывшего Советского Союза. Каждая отличается своеобразным сочетанием климата, химических элементов и влиянием живых организмов на геохимические особенности окружающей среды, с выделением четырех главных категорий (зон) [66]. Данные зоны очень важны в изучении экосистем и их устойчивости.

1. Таежно-лесная нечерноземная зона. Охватывает обширные территории северной части страны, где преобладают хвойные леса. В этой зоне почвы, как правило, бедны кальцием, фосфором и кобальтом, что составляет 73 % всех почв региона. Дефицит таких микроэлементов, как медь (70 %), йод (80 %), молибден (53 %), бор (50 %) и цинк (49 %) негативно сказывается на развитии растительности и животных. Однако содержание марганца в этой зоне достигает оптимума (72 %), что создает условия для роста определенных видов флоры. В поймах рек наблюдается относительный избыток стронция (более 15 %), что влияет на водные экосистемы и их обитателей.

2. Лесостепная и степная черноземная зона. Эта территория, находящаяся к югу от таежных лесов, славится своими богатыми черноземными почвами. Содержание кальция и кобальта в почве на оптимальном уровне, достигая 96 % от нормы в серых лесных почвах и 77 % в черноземах. Важными элементами также являются медь (72–75 %) и марганец (71–75 %). Микроэлементы имеют равный баланс, что создает благоприятные условия для сельского хозяйства и разнообразия биологических видов.

3. Сухостепная, пустынная и полупустынная зона. В регионах с засушливым климатом, живые организмы сталкиваются с повышенной концентрацией сульфатов и недостатком определенных микроэлементов в окружающей среде. Например, бор (88 %) и цинк (76 %) оказывают значительное влияние на здоровье растений. Низкое содержание меди (40 %) и иногда кобальта (52 %) ограничивает рост и развитие флоры. В таких условиях растения адаптируются к дефициту воды и питательных веществ, что приводит к формированию уникальных экосистем, хорошо приспособленных к экстремальным условиям.

4. Горные зоны. Характеризуются значительным разнообразием почвенных типов и изменчивостью соотношения микроэлементов. В этих условиях реакция организмов на геохимические факторы среды может сильно варьироваться. В большинстве случаев горные почвы испытывают дефицит жизненно важных микроэлементов (кобальта, меди, цинка, йода), что негативно сказывается на биологическом разнообразии. Однако в некоторых случаях возможен избыток

таких элементов, что создает дополнительные сложности для экосистем. Эти условия требуют тщательного мониторинга и управления, чтобы сохранить устойчивость горных экосистем.

Классификация зон почвообразования, предложенная В.В. Ковальским, позволяет глубже понять сложные взаимодействия между климатом, геохимией и биологическими реакциями в экосистемах бывшего СССР. Каждая зона имеет свои уникальные характеристики, которые определяют не только растительность и животный мир, но и возможности для сельского хозяйства и его устойчивого развития [66].

В последние десятилетия наблюдается значительное сужение границ биогеохимических провинций, что очень важно для ветеринарии и сельского хозяйства в целом. Биогеохимические провинции представляют собой территории, в которых формируются определенные геохимические условия, влияющие на состав почвы, качество воды и кормов. Эти факторы, в свою очередь, оказывают непосредственное влияние на здоровье животных и продуктивность сельскохозяйственных культур. Сужение границ биогеохимических провинций может быть обусловлено различными факторами, включая антропогенное воздействие, изменение климата и деградацию экосистем. В результате этого наука и практика сталкиваются с необходимостью адаптации к ним методов диагностики и лечения заболеваний животных. Традиционный подход, основанный на обобщенных данных геохимической обстановки целого региона, становится недостаточно эффективным. Требуется более детальное и локальное исследование состояния окружающей среды, особенно в рамках отдельных хозяйств.

Для успешного назначения лечебно-профилактических мероприятий необходимо проводить локальные исследования почвы, кормов и воды. Это позволит более точно определить причины, способствующие нарушению обмена веществ у животных. Например, анализ почвы может выявить недостаток определенных микроэлементов, таких как селен или цинк, которые играют важную роль в метаболизме и иммунной системе животных.

Кормление животных также требует особого внимания. Качество кормов может варьироваться в зависимости от региона, даже в пределах одного хозяйства. Локальные исследования кормов помогут выявить недостаток или избыток тех или иных питательных веществ, являющихся причиной заболеваний. Кроме того, вода, которую потребляют животные, также должна быть объектом исследования. Загрязнение источников воды, наличие в ней токсичных веществ или недостаток минералов негативно сказываются на здоровье животных.

Однако проблема заключается в том, что биогеохимические провинции характеризуются не только избытком или недостатком одного элемента, но и целого комплекса минеральных веществ. Это затрудняет установление истинной причины развития заболеваний. Например, недостаток кальция может сочетаться с избытком фосфора, что приводит к нарушению усвоения других минералов и, как следствие, к различным заболеваниям. Поэтому необходимо применять комплексный подход к диагностике, который включает в себя не только анализы отдельных элементов, но и оценку взаимодействий между ними. Использование современных технологий, таких как спектроскопия и масс-спектрометрия, позволяет более точно определять содержание элементов в образцах и их соотношение.

На протяжении многих лет отечественные ученые проводили исследования, направленные на изучение обмена веществ и влияния микроэлементов на здоровье сельскохозяйственных животных. Вклад таких ученых, как М.И. Дьяков, Я.А. Бабин, А.А. Кудрявцев и многих других стал основой для дальнейших исследований в этой области [13]. Их работы в 1940–2000-х годах позволили глубже понять механизмы взаимодействия микроэлементов и обмена веществ. Например, исследования И.П. Павлова и И.Г. Шарабрина в 1940-х годах продемонстрировали, как недостаток витаминов и минералов может влиять на такие физиологические процессы, как рост, размножение и устойчивость к болезням. Эти работы стали основой для проведения дальнейших экспериментов, которые подтвердили важность микроэлементов (меди, цинка, селена и йода) для нормального обмена веществ у животных.

## 1.7 Распределение меди, кобальта, магния и железа в окружающей природной среде

Исследования содержания микроэлементов в окружающей среде являются важной частью научных изысканий, проводимых как в России, так и за рубежом [48, 82]. Астраханская область считается одним из неблагоприятных регионов по содержанию в почвах, растениях и воде ряда важных для организма животных микроэлементов, в особенности меди, кобальта, железа и магния [30, 33, 37, 48, 81, 82, 110, 114]. Исходя из этого, в нашем исследовании особое внимание уделялось работам, посвященным биогенной миграции данных элементов.

Медь (Cu) – металл, известный человечеству с древнейших времен. В природе встречается в виде двух стабильных изотопов:  $^{63}\text{Cu}$  (69,1 %) и  $^{65}\text{Cu}$  (30,9 %). Эти изотопы не только определяют физико-химические свойства меди, но и играют важную роль в биологических процессах [1, 8, 37]. Например, медь необходима для синтеза гемоглобина и других важных белков, а также участвует в метаболизме железа [46].

Медь обладает характерным красным цветом, а ее излом имеет розовый оттенок. Она активно образует комплексы с другими химическими элементами, что приводит к образованию различных окрашенных соединений. Наиболее значимыми являются сульфиды меди, которые плохо растворимы в воде. Медь чаще всего проявляет двухвалентность ( $\text{Cu}^{2+}$ ), хотя встречаются и трехвалентные соединения ( $\text{Cu}^{3+}$ ), что расширяет ее химическую активность и возможности применения в различных отраслях.

Несмотря на свою важность, медь не является широко распространенным элементом в земной коре, где ее содержание составляет всего около 0,01 % [1, 33, 37]. Основные запасы меди сосредоточены в рудных минералах.

Биогенная миграция меди и других микроэлементов, таких как кобальт, железо и магний, представляет собой процесс, в ходе которого эти элементы перемещаются в экосистемах под воздействием природных факторов (выветривание, осадки, биологическая активность) [33, 37, 48]. Выветривание

минералов приводит к высвобождению ионов меди и других элементов в почву и водоемы, что оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на экосистемы.

Несмотря на свои значимые функции, медь характеризуется относительно низкой подвижностью в почве, что затрудняет ее доступность для растений [17, 18]. Катионы меди обладают высокой реактивностью, что позволяет им вступать в сложные химические реакции с такими веществами, как сульфиды, карбонаты и гидроксиды. Эти реакции часто приводят к образованию устойчивых осажденных соединений, которые фиксируют медь в почве и делают ее менее доступной для усвоения растениями. Таким образом, несмотря на то, что медь является необходимым элементом, ее доступность может быть ограничена.

Содержание меди в почвах варьируется в зависимости от их происхождения и физических свойств [44, 67]. Повышенное содержание меди в некоторых типах почв обусловлено присутствием глинистых минералов, органических веществ, обладающих свойством связывать этот элемент в условиях щелочной реакции среды. Передвижение меди и ее доступность растениям зависят от сложных химических процессов и адсорбции. Водорастворимые и обменносорбированные формы меди являются наиболее доступными для усвоения растениями. Это подчеркивает важность понимания химических процессов, происходящих в почве, для эффективного управления ее плодородием.

По данным А.П. Виноградова, среднее содержание меди в земной коре составляет 47 мг/кг, а в почвах – всего лишь 20 мг/кг [22, 23], что может быть связано с ее фиксированием в нерастворимых соединениях. Легкие песчаные почвы имеют минимальные фоновые концентрации меди, в то время как максимальные значения наблюдаются в ферраллитных почвах, характерных для тропических регионов. Эти различия подчеркивают важность географического и геологического контекста при оценке доступности меди, что связано с особенностями экосистем. В кислых почвах медь легко выщелачивается, что особенно заметно в песчаных и торфяных почвах. В таких условиях растения и

животные испытывают дефицит меди, который негативно сказывается на их здоровье и продуктивности.

На концентрацию меди в почвах сельскохозяйственных угодий оказывают большое влияние неодинаковые условия их образования, различия в агрофизических и агрохимических свойствах. Максимальное количество подвижной меди, как правило, приурочено к верхним горизонтам почв [67]. Черноземы, несмотря на обеспеченность питательными веществами, содержат медь в меньших количествах.

Представляет научный интерес и неоднородное распределение меди по регионам. На каштановых почвах фиксируются самые низкие значения содержания меди, в то время как желтоземные почвы демонстрируют максимальные концентрации [83, 103]. Это связано с различиями в геологических и климатических условиях, а также с особенностями агрономической практики в различных регионах. В степных зонах и пустынях медь малоподвижна, поэтому она труднодоступна для растений. Здесь она находится в форме, которая не усваивается растительными организмами, что ограничивает биодоступность этого микроэлемента.

Медь в почве находится в различных формах, что влияет на ее доступность для растений [103]. Основные формы меди:

1) минерализованные соединения, представляющие собой форму элементов, доступную для поглощения растениями, и вступающие в химические реакции с органическим веществом почвы. Это взаимодействие увеличивает биодоступность меди для растений;

2) водорастворимая форма – хорошо усваивается растениями и оказывает значительное влияние на их рост и развитие;

3) сложные кристаллические структуры – в таком состоянии медь не биодоступна для растений и животных. Она находится в составе минералов и не может быть использована организмами.

В растениях большая часть меди присутствует в стабильных соединениях, до 99 % от общего содержания этого элемента. Свободные ионы меди, которые

могут оказывать токсичное воздействие, встречаются в незначительных концентрациях. Это говорит о том, что растения имеют механизмы, позволяющие эффективно регулировать уровень меди, обеспечивая ее поступление в необходимых количествах и минимизируя потенциальный вред.

Одной из уникальных характеристик меди является ее способность изменять валентность [1, 17, 18]. Она находится в различных химических состояниях, наиболее стабильным из которых является  $\text{Cu}^{2+}$  (двухвалентное состояние). В этом состоянии медь активно участвует в процессах фотосинтеза, дыхания и синтеза белков. Она является компонентом множества ферментов, таких как цитохромы и супероксиддисмутаза, которые играют важную роль в метаболизме растений. Необходимость меди для растений заключается в ее участии в фотосинтетических процессах и синтезе хлорофилла. Она способствует превращению света в химическую энергию, что, в свою очередь, поддерживает рост и развитие растений. Кроме того, медь участвует в процессах окислительно-восстановительных реакций, что также важно для нормального функционирования клеток [203]. Однако избыток меди в почве может привести к серьезным проблемам. В высоких концентрациях этот элемент проявляет фитотоксичные свойства, что негативно сказывается на растительных организмах. Одним из наиболее распространенных симптомов медь-индуцированного стресса является хлороз – пожелтение листьев, вызванное нарушением синтеза хлорофилла. Избыточное содержание меди нарушает баланс других микроэлементов, таких как железо, что приводит к ухудшению фотосинтетических процессов. Кроме того, избыток меди вызывает поражения корневой системы растений. Это проявляется в снижении активности ряда ферментов, необходимых для нормального роста корней [176]. В результате растения становятся менее устойчивыми к стрессам (засуха или болезни), что приводит к снижению их урожайности и качества.

Кобальт был открыт в 1735 г. Георгом Брандтом. Это один из важнейших микроэлементов в организме жвачных. Кобальт встречается в различных степенях окисления от +1 до +5. Наиболее популярными являются +2 и +3; другие формы

встречаются редко. Входит в состав молекулы цианокобаламина, активно участвует в ферментативных процессах и образовании гормонов щитовидной железы, угнетает обмен йода, способствует выделению воды почками [177, 195]. Средняя концентрация соединений кобальта в растениях – 0,2 мг/кг.

В усвоении кобальта важную роль играет связь между растениями и химическими элементами в почве [1, 48, 103, 202]. Например, избыток железа подавляет усвоение кобальта, в то время как присутствие меди может способствовать его поглощению. Эти антагонистические и синергетические эффекты начинаются еще в почве, где различные элементы могут конкурировать за усвоение растениями.

Содержание кобальта в растениях служит индикатором экологического состояния и уровня загрязнения окружающей среды [42, 148]. В последние годы растет интерес к изучению подвижных форм кобальта, поскольку они отражают концентрацию этого металла в растениях и, следовательно, могут быть использованы для экологического мониторинга.

Листья растений являются важными биологическими индикаторами, так как способны улавливать и фиксировать даже незначительные изменения в концентрации микроэлементов, включая кобальт. Это делает их идеальными объектами для исследований в области экологии и мониторинга загрязнения. Листья, находясь на поверхности, активно взаимодействуют с атмосферными веществами, что позволяет им аккумулировать кобальт из почвы и воздуха [169]. Клубни и корни растений также играют значительную роль в накоплении кобальта. Эти органы служат своего рода депо, где происходит отложение запасов микроэлемента. Важно отметить, что содержание кобальта в растениях зависит от их физиологического состояния. Исследования показывают, что концентрация кобальта возрастает в период интенсивного роста растений, а затем снижается во время цветения. Это связано с перераспределением питательных веществ внутри растения [105].

Оптимальное количество кобальта в растениях 0,03–1,0 мг/кг сухого вещества. В данных границах этот элемент способствует нормальному течению

биохимических процессов, необходимых для роста и развития растений. Если содержание этого микроэлемента ниже нормы, то появляются симптомы недостатка, приводящие к такому заболеванию, как хлороз, который характеризуется пожелтением листьев и нарушением фотосинтетических процессов. Растения, испытывающие нехватку кобальта, демонстрируют замедленный рост, снижение урожайности и ухудшение качества продукции [202]. Особенно чувствительны к недостатку кобальта бобовые растения, так как этот элемент необходим им для симбиотической азотфиксации [148, 169]. Избыток кобальта, который может достигать 15–50 мг/кг, также представляет собой серьезную угрозу для растений. В этом случае наблюдаются фитоинтоксикации, проявляющиеся, в первую очередь, хлорозом молодых листьев. Кобальт способен накапливаться в клетках растений, в результате его избыток приводит к нарушению обмена веществ и угнетению роста. Внешние проявления – бледность и отмирание кончиков и краев листьев, что негативно сказывается на общей физиологии растения.

Среднее содержание кобальта в литосфере составляет 18 мг/кг и в почвах – 8 мг/кг. В незагрязненных почвах содержание кобальта в верхнем горизонте колеблется от 1 до 40 мг/кг. Несмотря на это, он имеет большое значение для здоровья растений и животных, а также для поддержания экосистем в целом [7].

Кобальт в биосфере встречается в различных формах: в виде комплексного аниона гидроксида кобальта, а также в двух- и трехвалентных ионах. Эти формы кобальта имеют различные уровни доступности для растений и микроорганизмов. Например, двухвалентный кобальт ( $\text{Co}^{2+}$ ) является более доступным для усвоения растениями, в то время как трехвалентный ( $\text{Co}^{3+}$ ) может быть менее активным.

На распределение кобальта по почвенному профилю большое влияние оказывают биоклиматические условия и направленность почвообразовательных процессов. Кобальт относится к подвижным мигрантам. Его миграция определяется окислительно-восстановительным потенциалом, способностью металла образовывать в растворе устойчивые комплексы с органическими соединениями и биогеохимической функцией этого элемента. Это указывает на

то, что кобальт перемещается в водной среде, что также влияет на его доступность для растений и животных.

Основная часть подвижного кобальта приурочена к гумусовому горизонту почв. Среднее содержание подвижного кобальта в пахотных почвах России колеблется от 0,09 до 0,27 мг/кг. Грунтовые воды содержат в среднем 0,64 мкг/л кобальта, в то время как минерализованные воды континентальных областей – до 1,21 мкг/л. Однако самые высокие концентрации этого элемента регистрируются на базальтовых породах. Эти изменения связаны с генетическими условиями формирования почв, их плодородием и применением удобрений [83, 103]. В то же время черноземные почвы, несмотря на свою плодородность, по содержанию кобальта считаются бедными, из-за высоких концентраций карбонатов, которые образуют нерастворимые соединения с этим металлом. Кислотные почвы могут способствовать вымыванию кобальта, так как атомы водорода вытесняют кобальт из почвы, что приводит к его перемещению в более глубокие слои [48].

Недостаток кобальта приводит к развитию акабальтоза у скота [2, 7, 30, 31, 142]. Заболевание чаще всего наблюдается на песчаных почвах нечерноземных регионов России, где содержание кобальта критически низкое. Кроме того, у животных, испытывающих его недостаток, наблюдаются такие симптомы, как анемия, ухудшение аппетита, снижение продуктивности и проблемы с репродукцией. Необходимо отметить, что кобальт влияет не только на здоровье животных, но и на качество получаемой от них продукции (молоко и мясо).

Железо, в отличие от кобальта, является одним из наиболее распространенных элементов в земной коре и составляет в ней примерно 5,6 %. Концентрация железа в почвах значительно варьируется [42, 100]. В зависимости от геологических условий и процессов, происходящих в почве, его количество может колебаться от избытка до дефицита. В почвах железо существует в силикатных и не силикатных формах.

Тем не менее, несмотря на изобилие данного элемента, железо может быть в дефиците у растущих организмов, поскольку оно изменяет свою химическую форму способами, которые определяют его доступность. В чистом виде это

химически активный металл, который легко окисляется в присутствии кислорода. На Земле этот элемент существует в одной из двух степеней окисления: восстановленное двухвалентное железо или окисленное трехвалентное железо. Эти состояния можно обнаружить в природе в виде твердых веществ в форме минералов, содержащих Fe(III) и Fe(II), или в виде ионов ( $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ ), растворенных в воде. Количество железа в водоемах и распространенность каждого состояния окисления контролируются концентрацией кислорода, pH и биологической активностью микроорганизмов и высших организмов. Формы Fe(III), включая свободный ион металла  $\text{Fe}^{3+}$ , осаждаются в виде гидроксидов, оксигидроксидов и оксидов при значениях pH, совместимых с ростом растений, тем более с повышением pH. Эти оксиды отличаются плохой растворимостью. Поэтому концентрация  $\text{Fe}^{3+}$  в обрабатываемых почвах крайне низка [5, 82, 163,201].

Железо является важным элементом для растений, а также других организмов, функционирующих в различных клеточных процессах, включая дыхание, биосинтез хлорофилла и фотосинтез. Растения поглощают железо из почвы. В связи с тем, что растворимость железа в ней чрезвычайно низка, растения выработали эффективные механизмы его поглощения.

Высшие растения выработали по крайней мере две стратегии получения плохо биодоступного железа из почвы. Незлаковые растения используют механизм, основанный на восстановлении, который включает в себя выделение протонов из корней в ризосферу, восстановление Fe(III) до более растворимого двухвалентного железа Fe(II) и транспорт иона двухвалентного железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ) через клеточную мембрану корня с помощью специальных транспортеров. Злаковые растения используют механизм, основанный на хелатировании, и высвобождают фитосидерофоры из своих корней для хелатирования Fe(III) в почве [180].

Недостаток железа у растений приводит к характерным симптомам, таким как хлороз – пожелтение листьев, особенно в молодых частях растения. Это происходит из-за нарушения фотосинтетических процессов, что, в свою очередь,

снижает урожайность. Избыток фосфора в почвах также усугубляет дефицит железа, так как фосфатные соединения связывают железо и делают его недоступным для растений. В дерново-подзолистых почвах наблюдается высокая подвижность железа, что приводит к токсическим уровням этого элемента. Высокие концентрации негативно влияют на рост и развитие растений [178].

Несмотря на необходимость железа в организме, многие фермеры не уделяют должного внимания обеспечению своих животных этим элементом. Сельскохозяйственные культуры выступают в качестве основного источника питания. Наибольшее количество железа наблюдается в люцерне, соевой шелухе и кукурузном силосе [5, 35, 72]. Высокое содержание железа в рационе также негативно влияет на усвоение других минералов и вызывает повреждение тканей за счет образования свободных радикалов. В кормах для сельскохозяйственных животных избыточное содержание данного элемента может наблюдаться из-за загрязнения почвы (антропогенный фактор) [51,106]. Фермеры должны быть внимательны к источникам, из которых они получают корма, чтобы избежать потенциальных рисков для здоровья животных.

Магний – один из ключевых элементов в экосистеме Земли. Он составляет значительную часть литосферы и является важным микроэлементом для многих биологических процессов [189, 204]. В земной коре присутствует около 2–3 % магния (третий по распространенности элемент после кислорода и кремния). Однако наличие магния в почве не всегда означает, что он доступен для усвоения растениями [82, 166, 200].

Магний является важным минеральным компонентом, участвующим во многих ферментативных процессах в организме животных. Он представляет собой основной внутриклеточный двухвалентный катион, выполняющий множество физиологических и биохимических функций. Как утверждают некоторые ученые, не существует обратной связи для контроля концентрации магния в организме жвачных животных. Поэтому концентрация магния в крови определяется балансом между его потреблением с пищей и потерей с калом, молоком и модулирующим эффектом гомеостаза элемента почками [82, 166].

Гомеостаз магния зависит от абсорбции из желудочно-кишечного тракта и эндогенных выделений, продукции молока, усвоения тканями. В случае, если отток превышает приток, то возникает гипوماгнемия.

Кроме того, магний играет важную роль в физиологии растений. Он является основным компонентом хлорофилла, что делает его незаменимым для фотосинтеза. Без достаточного количества магния растения не могут эффективно использовать солнечную энергию для синтеза органических веществ, что приводит к снижению их роста и продуктивности. Магний также участвует в активации более чем 300 ферментов, необходимых для метаболизма углеводов, белков и жиров; способствует усвоению других элементов, таких как кальций и калий, что делает его необходимым для общего здоровья растений [193, 199].

Доступность магния для растений варьируется в зависимости от типа почвы, ее pH, структуры и содержания органических веществ. Например, в кислых почвах уровень обменного магния снижается, что приводит к недостатку этого элемента у растений [158]. В то же время в щелочных почвах магний он более доступен, но его избыточное количество может вызвать токсичность. Понимание форм магния и их доступности в почве является важным аспектом агрономии и экологии. Для оптимизации питания растений и повышения урожайности необходимо учитывать содержание и формы магния в почвах, а также применять соответствующие агрономические практики [145].

Концентрация данного элемента в сельскохозяйственных культурах разнообразна и определяется многими аспектами, включая возраст растений, их вид и условия произрастания. Одним из ключевых факторов, влияющих на содержание магния в растениях, является их возраст. Молодые растения, находящиеся на ранних стадиях роста, как правило, содержат больше магния по сравнению со старыми. Это объясняется тем, что в процессе старения растения происходит перераспределение питательных веществ, и магний используется для формирования новых клеток и тканей. В результате, в зрелых растениях уровень магния значительно снижается [17, 18, 52].

Бобовые культуры содержат магний в среднем от 0,25 до 0,39 %. Они не только обеспечивают животных необходимыми микроэлементами, но и способствуют улучшению структуры почвы благодаря своей способности фиксировать азот. Жмыхи и шроты, получаемые в процессе переработки масличных культур, также являются хорошими источниками магния. Содержание магния в шроте после экстракции масла может превышать уровень в исходном сырье, что делает его ценным компонентом кормовых смесей. В то же время сено, полученное с естественных угодий и из посевных злаков, отличается более низким содержанием магния – от 0,02 до 0,16 %. Низовая и верховая трава имеют разные его уровни, что также стоит учитывать при составлении рациона для животных [56, 193].

Как дефицит, так и избыток магния негативно сказываются на здоровье и продуктивности сельскохозяйственных животных. Дефицит его приводит к гипомагниемии, проявляющейся в виде судорог, потери аппетита и снижения продуктивности. В свою очередь, переизбыток магния может вызвать проблемы с усвоением других микроэлементов, таких как кальций и калий, что также неблагоприятно сказывается на состоянии животных [165, 180].

Так как растительные корма являются основным источником микроэлементов для сельскохозяйственных животных, важно контролировать их содержание в рационе. Следует помнить, что как избыток, так и дефицит микроэлементов оказывают отрицательное влияние на состояние здоровья крупного рогатого скота, в том числе и молодняка [119].

### **1.8 Роль меди, кобальта, магния и железа в патогенезе бронхопневмонии телят**

Микроэлементы представляют собой химические компоненты, которые встречаются в экосистемах в ничтожно малых концентрациях. Они необходимы для оптимального развития и метаболического функционирования. Их роль и гомеостаз в живых организмах различаются. В группу микроэлементов входят

железо, кобальт, хром, медь, фтор, йод, марганец, селен, цинк, молибден и др. Несмотря на их очень низкие концентрации, они участвуют в различных функциях животного, включая развитие костей, энергетический и белковый обмен веществ, воспроизводство, сокращение мышц, продукцию молока и т.д. [5, 13, 30, 29, 31, 72].

В настоящее время нет систематизированного учения о микроэлементах. Имеющиеся факты и положения, связанные с ними, разбросаны в публикациях по различным дисциплинам. Однако изучение значения микроэлементов в обмене веществ необходимо. Прежде всего, для выявления новых возможностей управления состоянием животных, поскольку микроэлементы могут выступать как специфическими, так и неспецифическими регуляторами обмена веществ.

Микроэлементозы дифференцируются на гипомикроэлементозы (дефицит микроэлементов), гипермикроэлементозы (избыток) и дисэлементозы (дисбаланс). Также они делятся на органические и неорганические. Первые представляют собой комплекс молекул на основе углерода; вторые представлены в форме солей, например, сульфаты и оксиды.

Недостаток важных микроэлементов вызывает ряд заболеваний, в том числе и бронхопневмонию телят [76, 104, 119]. Постоянный дефицит необходимых элементов может приводить к повышенной нагрузке на респираторную систему телят и в дальнейшем вызывать снижение естественной резистентности и развитие бронхопневмонии. Кобальт – важный микроэлемент, который является составляющим компонентом цианокобаламина. В свою очередь, витамин В<sub>12</sub> является незаменимым кофактором для функции двух ферментов у животных: метионинсинтазы и метилмалонил-КоА-мутаза. Кроме того, он необходим для энергетического метаболизма, как симбионтов рубца, так и жвачного животного-хозяина. Основным источником этого витамина у жвачных животных является его синтез определенными микробами рубца, при условии, что в рационе содержится достаточное количество кобальта.

Одновременно кобальт играет важную роль в образовании аминокислот и некоторых белков в нервных клетках, а также в создании нейротрансмиттеров,

которые необходимы для правильного функционирования организма. Данный микроэлемент попадает в организм в основном с пищей, хотя возможны и другие пути, например, через дыхательную систему и кожу [186]. Попадая в организм через пищеварительную систему, кобальт всасывается в тонком отделе кишечника, после чего оказывается в кровотоке, где связывается с белками и транспортируется в клетки и ткани. В конечном итоге ионы кобальта аккумулируются в различных органах. Реже встречаются случаи попадания его через дыхательные пути, в основном в местах, где развита металлургическая промышленность. Легкие поглощают значительное количество оксида кобальта из пыли, сварочных дымов, металлического кобальта и т.д. [196]. Частицы кобальта и других металлов попадают в верхние и нижние дыхательные пути и перемещаются в зависимости от их размера. Крупные частицы проглатываются и попадают в пищевод, а более мелкие проникают через эндотелиальные клетки легких, что вызывает множество изменений.

Дефицит кобальта приводит к ухудшению аппетита, анемии и соответственно к нарушению иммунной функции у телят, что способствует повышению восприимчивости к инфекции и снижению жизнеспособности молодняка на ранних этапах жизни [13, 28, 68, 70, 142]. Анемия, вызванная недостаточностью этого элемента, характеризуется уменьшением количества эритроцитов в крови и недостатком энергии. В системах пастбищного земледелия дефицит кобальта чаще всего вызван низким уровнем его в почве, а также отсутствием доступа к кормам с высоким содержанием элемента [2, 7, 30, 32].

Медь представляет собой незаменимый элемент в жизни телят, входит в состав таких металлопротеидов, как супероксиддисмутаза, церулоплазмин, тирозиназа, цитохромоксидаза и лизилоксидаза. Кроме того, регулирует окислительно-восстановительные реакции, участвует в образовании белка эластина, формирующего стенку сосудов. Медь также участвует во многих физиологических процессах. К ним относятся ангиогенез, нейрогормональный гомеостаз, регуляция экспрессии генов, развитие мозга, пигментация и функционирование иммунной системы.

Жвачные животные имеют уникальную пищеварительную систему, которая отличает их от других млекопитающих, влияя на метаболизм меди [181]. У жвачных метаболизм меди происходит в рубце. Однако большая ее часть попадает в двенадцатиперстную кишку и подвздошную кишку, которые являются основными местами всасывания. Первая стадия поглощения меди в кишечнике состоит из восстановления ее от двухвалентной до одновалентной для транслокации в энтероцит. Большая часть меди на щеточной каемке в кишечных клетках поглощается специфическим транспортером; остальная часть поглощается неспецифическим транспортером двухвалентного металла и конкурирует с другими микроэлементами, такими как железо и цинк. В энтероците белки-шапероны меди связываются с другими специфическими белками и доставляют их к ним или включают ее в ферменты. Когда медь присутствует в повышенных концентрациях, она входит в секреторный путь, связываясь с металлотионеином в аппарате Гольджи, и хранится в лизосомах, которые таким образом защищают клетку от свободной меди. Когда металлотионеин достигает уровня насыщения, медь продолжает секреторный путь из аппарата Гольджи и выходит из клеток. После оттока из энтероцитов она связывается со специфическим переносчиком меди в плазме и альбумином для транспортировки из кишечника через системный кровоток в печень. Попадая в гепатоцит, она восстанавливается и попадает в клетку тем же переносчиком меди, что и в энтероцитах. Затем часть меди включается в церулоплазмин и возвращается в кровоток для распределения в других тканях. Церулоплазмин является основным переносчиком меди в системном кровотоке и после синтеза в печени отвечает за распределение элемента в тканях. Однако, когда медь-церулоплазмин возвращается в печень, вся молекула метаболизируется и выводится через желчь [181].

Существуют две основные причины дефицита меди у крупного рогатого скота. Первая – низкий уровень ее в растениях из-за недостатка медных удобрений в почвах с естественным дефицитом элемента. Вторая (индуцированный дефицит) – потребление избыточного количества молибдена и

серы с пастбищными или кормовыми добавками, которые являются ее антагонистами.

Медь в питании необходима для здоровой иммунной системы молодняка крупного рогатого скота [143, 190], а также для правильного развития антител и белых кровяных телец в дополнение к производству антиоксидантных ферментов. Телята с дефицитом меди более восприимчивы к заболеваниям, в том числе к бронхопневмонии. Последствия недостаточности меди – ухудшение аппетита, снижение прироста живой массы, общее недоразвитие молодняка, парарексия и анемия.

Железо – это минерал, который необходим организму для роста и развития. Степень его усвоение из рациона зависит от возраста и вида животного, его физиологического состояния. Усвоение железа происходит через энтероциты двенадцатиперстной кишки и проксимального отдела тощей кишки. Оно может поступать в энтероциты в виде свободных ионов или в виде гема различными путями [167].

Экзогенные факторы (химическая форма, количество железа и других компонентов корма) также влияют на усвоение железа в кишечнике. После разрушения эритроцитов большая часть железа реабсорбируется и используется для образования нового гемоглобина. Поэтому из организма выводится лишь незначительная часть железа по сравнению с его объемом в корме [185].

Железо участвует во многих биохимических процессах, включая транспорт кислорода, выработку крови, энергетический обмен, иммунные функции и т. д. В случае дефицита истощение железа происходит в три этапа. Во-первых, запасы железа в печени, селезенке и костном мозге уменьшаются параллельно с сывороточным ферритином, в то время как сывороточное железо остается постоянным. Во-вторых, происходит последующее смещенное во времени снижение уровня сывороточного железа. В-третьих, развивается гипохромная, микроцитарная анемия [172]. Недостаток железа приводит к ослаблению защитных сил организма, снижению адаптационных способностей, ухудшению

активности и аппетита животного, а также гематологических показателей, включая снижение уровня гемоглобина.

Для поддержания здоровой иммунной системы телят также важен магний. Данный элемент является кофактором в более чем 300 ферментных системах, которые регулируют различные биохимические реакции в организме, включая синтез белка, мышечную и нервную функции, контроль уровня глюкозы в крови и регуляцию артериального давления. Магний необходим и для оптимальной ферментации рубца. У жвачных животных дефицит магния отрицательно сказывается на переваривании целлюлозы в рубце, что приводит к снижению аппетита и общего потребления питательных веществ. Истинный дефицит магния в рационе встречается редко. Низкий уровень магния в крови у молодняка возникает при недостаточном скармливании концентратов и зерна. Причина низкого уровня магния в крови больше связана с взаимодействием питательных веществ в рубце, которое снижает доступность и усвоение элемента, чем с низким его содержанием в рационе [188].

Рубец является основным местом всасывания магния, которому способствует его активный транспорт. При высоком потреблении данного элемента с пищей происходит его всасывание также из толстого кишечника. Недостаточность магния может способствовать развитию гипомагниемии, что сопровождается потерей аппетита, снижением переваримости сухого вещества и нарушением нервно-мышечной возбудимости.

Таким образом, дефицит микроэлементов в растущем организме молодняка крупного рогатого скота способствует его восприимчивости к некоторым распространенным незаразным заболеваниям, в том числе бронхопневмонии [170, 188].

## 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили с 2022 по 2025 г. на базе кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева». Для получения статистических показателей заболеваемости бронхопневмонией телят в Астраханской области использовали данные журналов учета животных в хозяйствах Приволжского района: ООО «Лебедь» (с. Эрле), КФХ «Мулляминов» (участок Бустюбе), а также данные районных ветеринарных станций.

Для осуществления поставленной цели были созданы 3 группы телят герефордской породы в возрасте 3 месяцев (по 20 голов в каждой). Условия содержания и кормления исследуемых телят были одинаковыми. Средняя масса животных составляла  $95,1 \pm 1,5$  кг. У молодняка первой и у второй групп наблюдали такие симптомы заболевания, как обильные слизисто-гнойные выделения из носа, многократные приступы кашля, слизистые истечения из глаз, повышенная температура тела. До лечения и после его завершения проводили биохимический и общий анализ крови. Кровь брали из яремной вены утром до первого кормления. Третья группа служила контролем (здоровые животные).

Таблица 1– Антибиотикограмма выделенного микроорганизма

Антибактериальный препарат	Чувствительность микроорганизмов
Амоксиклав	S
Азитромицин	R
Бензилпенициллин	S
Ветбицин-5	S
Пенбекс	S
Гентамицин	I
Доксициклин	R
Тилозин	I
Цефотаксим	R
Цефтриаксон	R
Цефалексин	R
Энрофлоксацин	I

\*S – чувствителен, I – умеренно-устойчив, R – устойчив

Материал из носового содержимого больных телят исследовали на микрофлору методом бактериологического посева, после чего определяли чувствительность возбудителя к антибиотикам. Использовали диффузионный метод. Для этого применяли пластиковую полоску, пропитанную различными концентрациями антибиотиков, и помещали ее на агар. Далее, после периода инкубации, просматривали питательную среду. По результатам носового содержимого выяснили, что бактериальные изоляты чувствительны к антибиотикам группы макролидов-азалидов. Результаты исследования по чувствительности микроорганизмов к антибиотикам оценивали согласно данным приведенным в таблице 1.

Учитывая полученные результаты, мы применили препарат «Пульмамаг», действующими веществами которого являются бактериостатический антибиотик широкого спектра действия – азитромицин, и мелоксикам, относящийся к нестероидным противовоспалительным средствам группы оксикамов.

Телятам первой опытной группы вводили антибактериальный препарат широкого спектра действия «Пульмамаг» в дозе 2,5 мл на голову 1 раз в день, 5 дней; препарат для регидратации и дезинтоксикации – раствор глюкозы 40%-й по 100 мл внутривенно 2 раза в день, 3 дня и витаминный комплекс «Элеовит» по 2 мл на одну голову однократно.

Телятам второй опытной группы вводили те же препараты, в той же дозировке и кратности применения, но в сочетании с инъекционной формой порошка меди и кобальта (10 мл на голову внутримышечно, однократно) и с инъекционной формой порошка Fe и Mg (10 мл на голову внутримышечно, однократно).

Биохимические исследования осуществляли с применением анализатора IDEXX Catalist (США). Содержание микроэлементов в отобранных на территории Астраханской области образцах почвы, растений, воды, молока и определяли методом атомной абсорбционной спектофотометрии на спектрофотометре СНИТАНИ 180- 50 (Япония).

Содержание малонового диальдегида определяли тиобарбитуратовым методом, диеновых конъюгатов – спектрометрическим методом; состояние антиоксидантной системы – по уровню активности ферментов каталазы.

Цифровой материал подвергали статистической обработке с вычислением критерия Стьюдента на персональном компьютере с использованием стандартной программы вариационной статистики Microsoft Excel. Для оценки значимости различий использовали коэффициент Стьюдента, при критическом уровне значимости 0,05.

Экономическую эффективность исследуемых лекарственных средств устанавливали по Методике определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий, утвержденной Департаментом ветеринарии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (1997).

Схема исследований представлена на рисунке 1.

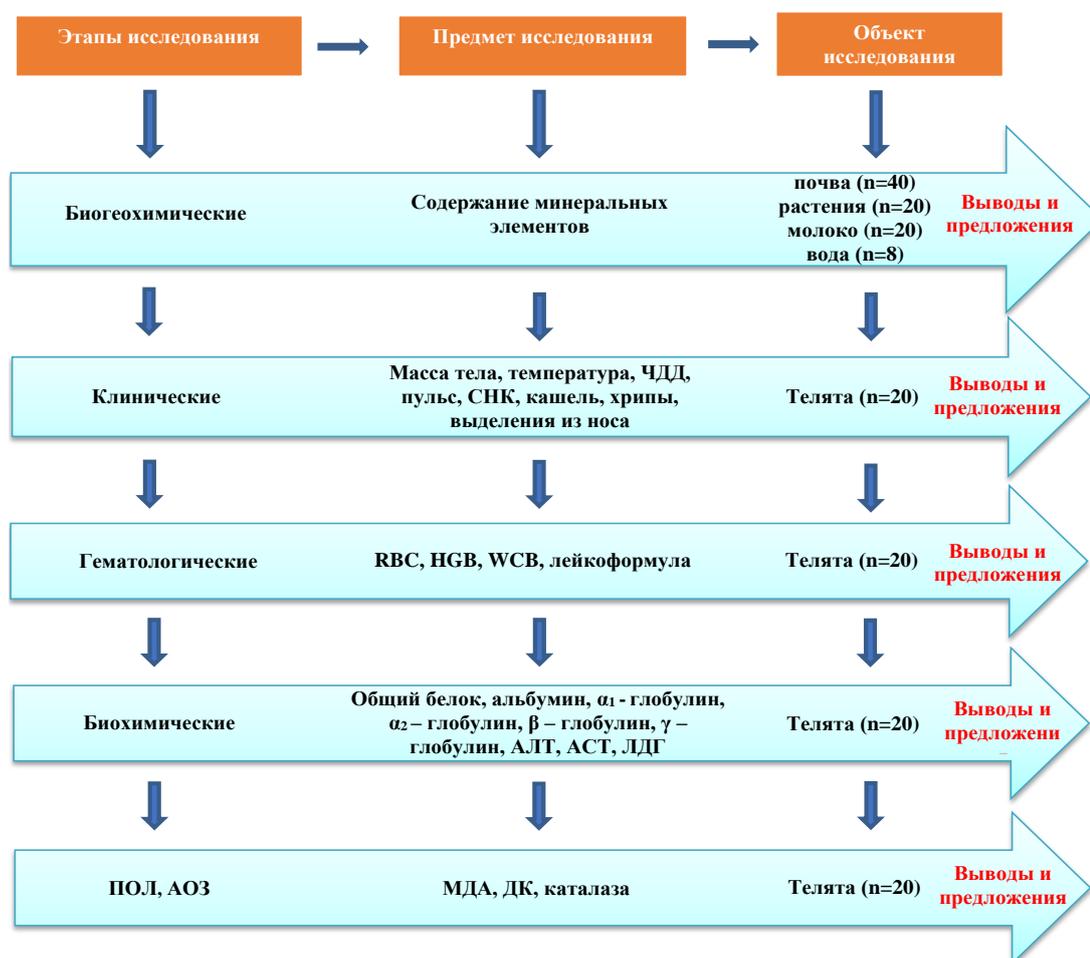


Рисунок 1 – Общая схема исследований

Приволжский район, где располагаются изучаемые нами хозяйства, находится в юго-восточной стороне Астраханской области, в дельте реки Волга. С юго-западной стороны он граничит с Камызякским районом, с северной – с Наримановским и Красноярским, а с восточной – с Володарским. Площадь района составляет около 840 км<sup>2</sup>.

ООО «Лебедь» располагается в юго-западной части Астраханской области в селе Эрле Приволжского района. Основным видом деятельности компании является разведение крупного рогатого скота и буйволов, производство спермы, а также разведение овец и коз и др.

КФХ «Мулляминов» расположено в междуречье старого русла Волги и его левого «утока» р. Кизань, на территории Татаро-Башмаковского сельсовета, участка Бос-Тюбе Приволжского района Астраханской области [116]. Основным видом деятельности – разведение молочного крупного рогатого скота, производство сырого молока и др.

Говоря об особенностях почвы, на которой расположены ООО «Лебедь» и КФХ «Мулляминов», стоит отметить, что на характер почвенного покрова Астраханской области в основном влияют такие факторы, как климат, рельеф, подстилающая поверхность, а в настоящее время и антропогенное воздействие [19, 110]. Учитывая данный факт, область отличается наличием различных типов почв: в северных районах в основном светло-каштановые, на юге – бурые полупустынные, в прирусловой части поймы – аллювиальные дерновые, в центральной части – аллювиально-луговые, в дельте – в основном болотный тип [47, 110, 120].

Территория села Эрле находится в Приволжском районе Астраханской области, поэтому на данном участке в основном преобладают аллювиальные и бурые полупустынные почвы [110]. Данные исследований, проводившихся с целью изучения агрохимического состава почв, показали, что в Приволжском районе, где располагается ООО «Лебедь», почва содержит минимальное количество микроэлементов, в результате чего отмечается их недостаток в растениях [114].

В ООО «Лебедь» и в КФХ «Мулляминов», с учетом основного рода деятельности, применяется интенсивный метод выращивания молодняка крупного рогатого скота. Система содержания животных в хозяйстве – стойлово-пастбищная, то есть с ноября по март скот находится в помещениях, а с апреля по октябрь – на пастбищах.

Основной пищей для телят является цельное молоко, другая часть рациона состоит из сена и комбикорма, заготовленных в данных хозяйствах. Помещение для содержания телят в ООО «Лебедь» возведено из керамзитобетонных блоков и имеет размеры 15,2×25,5 м. Оно разделено на секции металлической конструкцией. Полы выполнены из цементного бетона и покрыты слоем соломы толщиной примерно 10 см. В помещении отсутствует система отопления. Окна одинарные, с двойным остеклением, что помогает сохранить тепло в помещении, хотя и не обеспечивает идеальных условий для вентиляции. Расстояние между окнами 3,5 м. Кровля выполнена из 8-волнового шифера, уложенного внахлест. На территории хозяйства также имеется специальное сооружение для ограничения подвижности крупного рогатого скота в целях проведения ветеринарных манипуляций.

Помещение для содержания телят в КФХ «Мулляминов» представляет собой конструкцию из трех стен, изготовленных из обзолных досок, и крыши, выполненной из 8-волнового шифера. Полы представляют собой участок грунта без специального покрытия. Подстилка состоит из соломы толщиной 8–10 см. В помещении отсутствует система отопления. На территории хозяйства также имеется сооружение для фиксации крупного рогатого скота в целях проведения ветеринарных мероприятий.

Клинический осмотр 3-месячных телят в хозяйствах Приволжского района Астраханской области показал, что чаще всего они рождаются слабые, у 30 % молодняка наблюдается задержка в развитии скелета и мышечной ткани, что может иметь далеко идущие последствия для их здоровья и продуктивности. У некоторых телят отмечается анемия, которая проявляется в бледности слизистых оболочек, вялости и снижении аппетита. Животные с такими симптомами хуже

растут и имеют пониженный иммунитет, что делает их более подверженными инфекционным заболеваниям. Нарушения в развитии шерстного покрова – еще один признак, характерный для некоторой группы молодняка, обитающего на изучаемой биогеохимической территории. Шерсть тусклая, ломкая, выпадает или имеет неравномерный окрас. Сухость и складчатость кожи, в комплексе с перечисленными симптомами, свидетельствуют о недостатке витаминов и минералов, необходимых для поддержания гидратации и эластичности кожных покровов. У большинства обследуемых телят отмечали учащение дыхания и пульса, что также связано с общим ослаблением организма на фоне недостаточного поступления необходимых микроэлементов. В дальнейшем у такого молодняка крупного рогатого скота наблюдали следующие симптомы: грудобрюшной тип дыхания, хрипы и кашель. Низкая сопротивляемость к негативным факторам внешней среды (перепады температуры и высокая влажность) приводит к развитию простудных заболеваний. В хозяйствах периодически наблюдались случаи возникновения бронхопневмонии у молодняка.

ООО «Лебедь» (с. Эрле) и КФХ «Мулляминов» (участок Бустюбе) являются благополучными по инфекционным (туберкулезу, сальмонеллезу, пастереллезу), вирусным (ринотрахеиту, парагриппу и др.) и паразитарным (эхинококкозу, диктикаулезу, метастронгилезу) заболеваниям.

### 3 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1 Изучение содержания микроэлементов в окружающей среде, кормах, воде и молоке

Растущим животным требуется достаточное количество белка, энергии, витаминов и минералов для удовлетворения их потребностей в росте и развитии. После молозива рацион телят должен включать в себя качественное свежее молоко, корм для молодняка и воду, поскольку животные рождаются с ограниченными запасами питательных веществ. Между определенными микроэлементами, иммунной функцией и устойчивостью к болезням у крупного рогатого скота существуют сложные взаимосвязи. Выше было рассмотрено, как некоторые из микроэлементов влияют на иммунные реакции. Кроме того, играя роль на клеточном уровне, управляют ферментативными реакциями в организме животного и помогают стимулировать определенные метаболические реакции.

Дефицит одного минерального элемента или их совокупности в почвах, растениях, кормах, воде и молоке является одной из основных причин болезней молодняка. Почва играет важную роль в производстве и здоровье жвачных, поскольку они удовлетворяют свои потребности в питательных веществах за счет растительных кормов, которые, в свою очередь, получают питательные вещества из почвы [32, 113, 114]. Роль почвы и питательных качеств растений в отношении здоровья и продуктивности скота очень важна и варьируется в зависимости от условий биогеохимической провинции [187].

Доступность микроэлементов для растений напрямую зависит от характера почвы и их количественного содержания. Разнообразие флоры определенного ареала определяет рацион кормления крупного рогатого скота [5, 17, 18, 30, 31]. Однако корма не способны в полном объеме удовлетворить потребность растущего организма в микроэлементах. Вследствие этого наблюдается дефицит конкретных минеральных веществ, который приводит к нарушению функций организма животного и снижению резистентности.

На практике чаще встречается дефицит не одного элемента, а целого комплекса. Так как существует тесная связь между обеспеченностью организма микроэлементами и биогеохимической характеристикой территории. Нами было изучено количественное содержание минеральных компонентов (железа, магния, йода, селена, меди и кобальта) в почвах и растениях биогеохимических провинций Астраханской области. Общепринятые референсные значения по содержанию железа, магния, йода, селена, меди и кобальта в окружающей среде Астраханской области отсутствуют (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание микроэлементов (Fe, Mg, I, Se, Co, Cu,) в почве и растениях, мг/кг

Микроэлемент	Содержание в почве, мг/кг	Содержание в растениях, мг/кг
Железо (Fe)	2214,3±0,11	191,1±0,19
Магний (Mg)	4081,86±0,09	1,72±0,006
Йод (I)	0,65±0,11	0,55±0,04
Селен (Se)	0,12±0,07	0,06±0,01
Медь (Cu)	13,6±0,19	5,54±0,56
Кобальт (Co)	7,77±0,13	3,10±0,62

В ходе исследований было выявлено, что концентрация минеральных веществ в объектах окружающей среды варьируется. Так, среднее содержание железа в почве и растениях составило 2214,3±0,11 и 191,1 ± 0,19 мг/кг соответственно. Железо (Fe), являясь одним из основных элементов, необходимых для роста и развития как растений, так и животных, играет жизненно важную роль во многих метаболических процессах. Оно необходимо для нормального функционирования нервной, сосудистой и иммунной систем организма. Микроэлементы, которые составляют важную часть питания крупного рогатого скота, играют уникальную роль в организме жвачных, их дефицит может отрицательно влиять на здоровье животных [146].

Содержание магния в почве составило 4081,86±0,09 мг/кг, а в растениях колебалось на уровне 1,72±0,006 мг/кг. Так же, как и железо, магний является

необходимым элементом для развития живого организма. Среди минералов он считается одним из семи элементов, которые обязательно должны быть в рационе сельскохозяйственных животных. Поэтому недостаточность его в растениях напрямую сказывается на продуктивности и здоровье скота [188]. Основная роль магния в растениях заключается в синтезе хлорофилла и активации ферментов. Такие функции, как образование белка, фотосинтез и перенос энергии зависят от достаточного запаса магния. Он усваивается растениями в виде иона  $Mg^{+2}$  и становится подвижным, попав в растение, поэтому может перемещаться из старых тканей в молодые [193].

Средняя концентрация йода в почве находилась на уровне  $0,65 \pm 0,11$  мг/кг, а в растениях –  $0,55 \pm 0,04$  мг/кг. Йод – важный микроэлемент, который участвует во многих биологических процессах и имеет большое значение, как для состояния почвы, так и здорового развития скота [151]. Этот элемент является ключевым компонентом в синтезе фитогормонов, включая ауксины, которые регулируют различные аспекты роста и развития растений. Он способствует поглощению основных минералов, таких как азот, фосфор и калий, что приводит к улучшению доступности питательных веществ для растений. Кроме того, йод способствует эффективному фотосинтезу и усвоению углерода и влияет на активный рост растений, увеличивая производства биомассы и улучшая общую энергию. Йод жизненно важен для выработки гормонов щитовидной железы, особенно тироксина, который регулирует обмен веществ и уровень энергии [179]. Поскольку эти гормоны помогают преобразовывать питательные вещества в энергию и поддерживают развитие тканей и органов растений, то достаточный их уровень необходим телятам для оптимального роста.

Селен – это микроэлемент, который не является необходимым для роста растений, но важен для здоровья животных, которые пасутся на пастбище. В экосистемах селен встречается в органических и неорганических формах: первая включает в себя селеноцистеин и селенометионин; вторая – селенат, селенид и селен. Растения поглощают селен из почвы преимущественно в неорганических формах селената или селенита и используют их в синтезе селенометионина, в

первую очередь, заменяя серу на селен в метионине. Селен играет существенную роль в физиологических реакциях растений. Данный элемент обладает широким антиоксидантным потенциалом из-за стимулирования селенопротеинов, таких как глутатионпероксидаза, которые защищают организм растений от окислительного повреждения свободными радикалами. Кроме того, селен регулирует поглощение и реорганизацию элементов, необходимых в антиоксидантных системах, защищает структурную целостность и ионный баланс клетки [149]. Недостаток данного элемента у животных может приводить к нарушению функционирования скелетно-мышечной, репродуктивной, пищеварительной и иммунной систем. Кроме этого, его дефицит препятствует усвоению витамин Е, а также синтезу гемсодержащих ферментов. Уровень содержания этого элемента оказывает влияние на активность фосфатаз, регуляцию окислительно-восстановительных реакций, синтез АТФ, иммунобиологическую активность организма, а также на тканевое дыхание.

Средняя концентрация меди в почве и в растениях находилась в пределах  $13,6 \pm 0,19$  и  $5,54 \pm 0,56$  мг/кг соответственно. Известно, что медь является важным микроэлементом для развития животных и растений. В организме сельскохозяйственных животных медь играет жизненно важную роль для роста тела, костей и шерсти, пигментации, здоровья нервных волокон и функционирования белых кровяных клеток. Для растений данный элемент играет ключевую роль в фотосинтетических и дыхательных электрон-транспортных цепях, в чувствительности к этилену, метаболизме клеточной стенки, защите от окислительного стресса и биогенезе кофактора молибдена. Медь присутствует в почве в основном в виде ионов  $\text{Cu}^2$ . Они поглощаются корнями растений. Медь считается относительно неподвижным питательным веществом в растениях. Это означает, что после попадания в ткани растений она не может легко перемещаться из старых тканей в молодые.

Содержание кобальта в почве составило  $7,77 \pm 0,13$  мг/кг. Среднее содержание кобальта в растениях –  $3,10 \pm 0,62$  мг/кг. Кобальт является важным микроэлементом для жвачных животных, который используется микробами рубца

для синтеза цианокобаламина. При наличии достаточного количества данного элемента в рационе микробы рубца могут синтезировать цианокобаламин для удовлетворения потребностей в питательных веществах, как бактерий рубца, так и самого животного-хозяина [157]. Кроме того, кобальт является потенциально необходимым микроэлементом растений. Важность его для кормовых растений, особенно для бобовых культур, объясняется ролью в фиксации азота (N) симбиотическими микробами, в первую очередь ризобиями. Так как кобальт является неотъемлемым компонентом витамина В<sub>12</sub>, соответственно его роль неоспорима в работе организмов, участвующих в фиксации азота. Ризобии и другие бактерии, фиксирующие азот, нуждаются в кобальте и кобаламине для фиксации атмосферного диазота в аммиаке, обеспечивая растения необходимым макроэлементом N. Помимо этого, кобальт является компонентом нескольких ферментов и белков, участвующих в метаболизме растений. Кобальт в растениях играет жизненно важную роль во взаимодействии с железом, никелем и цинком в поддержании клеточного гомеостаза [169].

Таблица 3 – Содержание микроэлементов в кормах для телят, мг/кг

Кормовой продукт	Микроэлементы					
	Fe	Mg	I	Se	Cu	Co
Сено луговое	187,1±0,34	1,68±0,03	0,20±0,01	0,16±0,011	5,0±0,34	0,22±0,008
Сено люцерновое	193,9±2,07	2,00±0,01	0,19±0,07	0,12±0,014	8,4±1,09	0,46±0,005
Ячмень	50,6±0,81	1,05±0,07	0,15±0,06	0,13±0,021	4,8±0,11	0,26±0,120
Овес	41,2±0,71	1,38±0,44	0,09±0,01	0,07±0,001	4,9±0,27	0,07±0,012
Кукуруза	41,6±0,17	1,44±0,02	0,11±0,03	0,025±0,002	0,5±0,18	0,06±0,007
Отруби	96,1±1,65	5,52±1,23	0,54±0,05	0,10±0,22	7,3±0,46	0,04±0,006
Комбикорм	114,2±0,6	2,30±0,51	0,29±0,09	1,12±0,15	7,7±0,69	1,42±0,190

Для каждой биогеохимической зоны характерен конкретный минеральный состав почвы, который влияет и на состав эндемической флоры. Растениям требуются макро- и микроэлементы, каждый из которых необходим для завершения жизненного цикла растения. Адекватное обеспечение питательными веществами оказывает большое влияние на рост растений и, как таковое, имеет решающее значение в контексте животноводства [183].

Результаты, полученные по содержанию микроэлементов в кормах, представлены в таблице 3.

Установлено, что концентрация селена, меди и кобальта в кормах для телят имеет достаточно низкие показатели, содержание железа и магния достигает крайние границы нормы. Минералы являются особенно важным аспектом пищевой ценности корма, поскольку их потребление необходимо для здоровья и роста молодняка жвачных животных [154].

Кроме важности содержания микроэлементов в растениях и кормах для нормальной жизнедеятельности телят, необходимо учитывать их содержание в воде, которая является незаменимым звеном практически во всех физиологических процессах организма [182]. В результате исследования установлен достаточно низкий уровень йода, селена и кобальта в образцах воды, полученных из водоемов, расположенных на изучаемой территории (Астраханская область), таблица 4.

Таблица 4 – Содержание микроэлементов в воде, мг/л

Микроэлемент	Содержание
Железо (Fe)	0,31±0,03
Магний (Mg)	15,4±0,09
Йод (I)	0,004±0,001
Селен (Se)	0,02±0,01
Медь (Cu)	0,17±0,02
Кобальт (Co)	0,01±0,005

Химический состав воды, получаемой молодняком крупного рогатого скота, имеет большое значение при оценке территории и может являться одной из причин избыточного или недостаточного поступления микроэлементов в организм.

На благополучие телят по уровню получаемых микроэлементов влияет также их содержание в молоке [58, 59, 60]. Результаты проведенного нами исследования показали достаточно низкий уровень микроэлементов в пробах молока коров в хозяйствах Астраханской области (таблица 5).

Таблица 5 – Содержание микроэлементов в молоке, мг/л

Микроэлемент	Содержание
Железо (Fe)	0,09±1,18
Магний (Mg)	40,0±5,40
Йод (I)	0,03±0,02
Селен (Se)	0,002±0,001
Медь (Cu)	0,04±0,01
Кобальт (Co)	0,0002±0,0001

Молоко служит основным кормом новорожденных телят. Недостаточный уровень микроэлементов приводит к снижению иммунитета у молодняка, что связано с низким содержанием иммуноглобулина в молозиве, а у телят старшего возраста – к подавлению иммунитета [192].

Таким образом, анализируя средние показатели содержания микроэлементов в молоке, а также в растениях, почве и воде Астраханской области, можно констатировать, что исследуемая территория относится к дефицитной по содержанию некоторых микроэлементов, в том числе меди, кобальта, железа и магния. Это сказывается на иммунной системе молодняка крупного рогатого скота и их способности отвечать на внешние раздражители. Дефицит обычно приводит к недостаточной или нерегулируемой клеточной активности и экспрессии цитокинов, тем самым влияя на иммунный ответ [197].

### 3.2 Распространенность бронхопневмонии телят в Астраханской области

Согласно статистическим данным болезни телят являются одной из основных проблем в исследуемых нами хозяйствах Астраханской области. Мы изучили их распространение. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

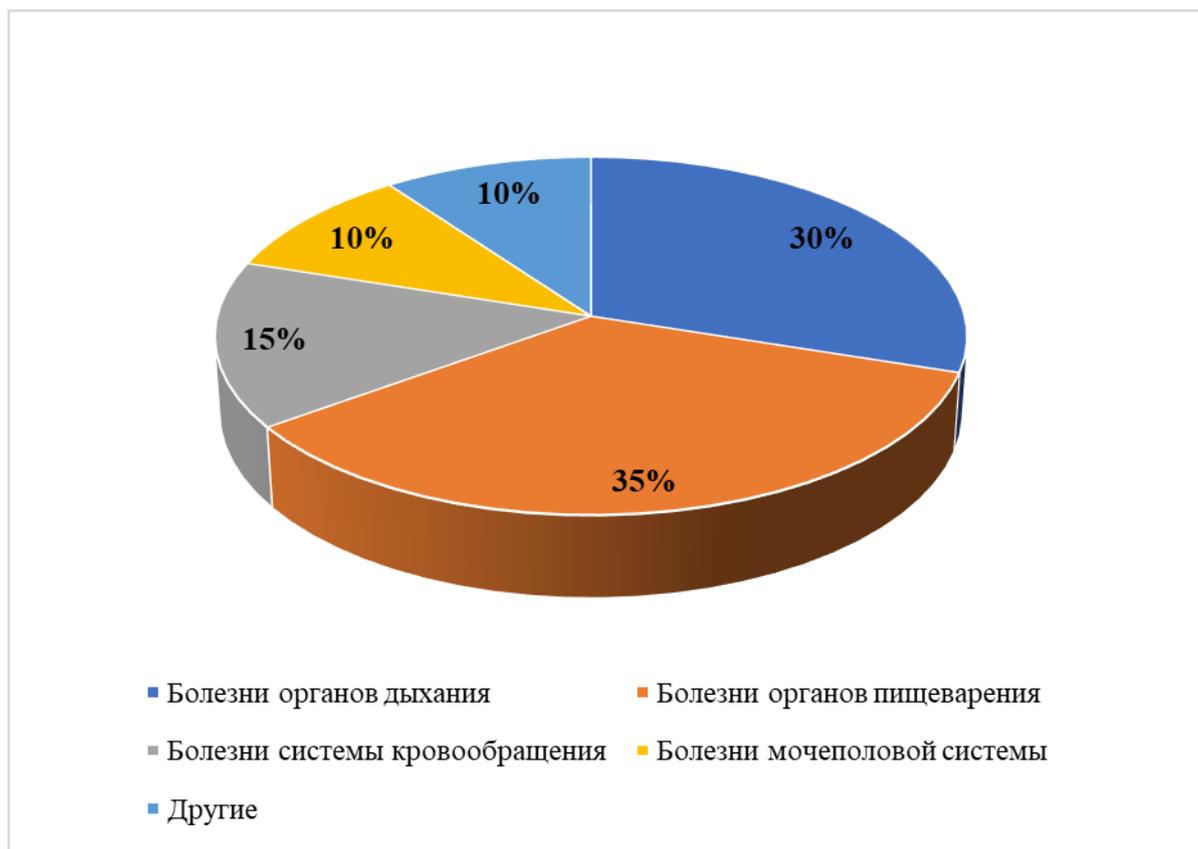


Рисунок 2 – Распространенность болезней молодняка КРС в хозяйствах Астраханской области

Наиболее распространенными заболеваниями телят, помимо болезней желудочно-кишечного тракта (35 %), являются заболевания органов дыхания, на которые приходится 30 %. Реже встречаются болезни системы кровообращения, мочеполовой системы и другие.

Среди респираторных болезней одной из наиболее часто встречающихся является бронхопневмония телят. Смертность с вынужденным убоем может достигать 30–50 %.



Рисунок 3 – Динамика смертности телят от бронхопневмонии при отсутствии лечения

На рисунке 3 показано, что при отсутствии должного лечения бронхопневмонии только 8 % молодняка крупного рогатого скота способны выздороветь. Эти данные включали в себя только тех телят, которые переболели легкой формой бронхопневмонии. Остальные 50 и 42 % голов имели ярко выраженные клинические и гематологические признаки болезни, соответственно были подвержены вынужденному убою или летальному исходу.

Понимание причин возникновения бронхопневмонии у телят имеет решающее значение в ветеринарной медицине для предотвращения ее возникновения и обеспечения соответствующего лечения [34]. При анализе причин, способствующих возникновению бронхопневмонии, большинство исследуемых телят подвергались воздействию экзогенных факторов (таблица 6).

Таблица 6 – Этиологические факторы возникновения бронхопневмонии у телят в условиях фермерских хозяйств Астраханской области с 2023 по 2024 г.

Причины бронхопневмонии	2023 г. <i>n</i> = 56	2024 г. <i>n</i> = 61	Количество заболевших за два года <i>n</i> = 117	%*
Повышенный уровень влажности в местах, где содержатся телята	13	16	29	25
Сквозняки и снижение температуры воздуха	18	23	41	35
Жара и излишне сухой воздух в загоне	2	3	5	4
Неправильное кормление с дефицитом витаминов и микроэлементов в рационе	11	9	20	17
Нарушение вскармливания молозивом	3	4	7	6
Высокий уровень стресса	2	3	5	4
Анатомические особенности	0	1	1	1
Нарушения работы пищеварительной системы	2	1	3	2
Обострение хронических простудных заболеваний	4	3	7	6

\* % телят, заболевших бронхопневмонией от общего числа заболевших за последние два года

Причину заболевания телят бронхопневмонией определяли путем исключения других возможных факторов. Одна из частых проблем возникновения бронхопневмонии в фермерских хозяйствах – это сквозняки и снижение температуры воздуха (35 % случаев).

В 25 % случаев бронхопневмония возникала в связи с повышенным уровнем влажности в местах содержания телят. Несоблюдение микроклимата способствовало снижению резистентности их организма, что представляет собой

«открытые ворота» для поступления болезнетворных микроорганизмов. Этому наиболее подвержены телята 2–3-месячного возраста.

Неправильное кормление с дефицитом витаминов и микроэлементов в рационе также является одной из распространенных причин возникновения бронхопневмонии телят, на ее долю приходится 17 %.

Нарушение вскармливания молозивом – тоже одна из причин возникновения бронхопневмонии у телят. Несвоевременная выпойка молозива, дача остывшего молозива способствовали появлению у новорожденных телят легкой формы диспепсии, что является фактором возникновения бронхопневмонии и снижения общей резистентности организма.

Жара и излишне сухой воздух в загоне, а также высокий уровень стресса тоже играют немаловажную роль в заболевании телят бронхопневмонией. Данные факторы способствуют снижению резистентности растущего организма, тем самым делая его более уязвимым к различным инфекционным агентам. Нарушения работы пищеварительной системы как этиологический фактор в возникновении бронхопневмонии встречался реже, несмотря на то, что также является достаточно распространенной патологией у молодняка сельскохозяйственных животных. Менее всего влияли на возникновение заболевания анатомические особенности животных (1 %).

Таким образом, для предупреждения заболевания телят бронхопневмонией необходимо своевременно выявлять и устранять ее основные причины: соблюдать микроклимат помещений, где содержатся животные, а также тщательно поддерживать сбалансированное питание, характерное для данной возрастной группы.

### **3.3 Клинико-морфологические признаки бронхопневмонии телят в хозяйствах Астраханской области**

Нами изучены клинико-морфологические признаки бронхопневмонии молодняка крупного рогатого скота в хозяйствах: ООО «Лебедь», с. Эрле, КФХ

«Мулляминов», участок Бустюбе. Для проведения исследовательской работы были созданы 2 группы телят герефордской породы в возрасте 3 месяцев: первая группа состояла из 22 клинически здоровых животных, вторая из 20 телят, больных бронхопневмонией. В процессе работы применялись клинические, инструментальные и лабораторные методы исследований и диагностики.

При бронхопневмонии телят отмечали резкое снижение массы тела. Согласно исследованиям, средняя масса тела заболевших телят составляла  $95,1 \pm 1,5$  кг, что на 4,3 % ниже, чем у здоровых животных (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты клинического исследования здоровых и больных бронхопневмонией телят в хозяйствах Астраханской области

Показатель	Клинически здоровые (n = 20)	Больные бронхопневмонией (n = 20)
Масса тела, кг	$99,3 \pm 2,0$	$95,1 \pm 1,5$
Температура тела, °С	$39,0 \pm 0,4$	$39,8 \pm 0,3$
Частота дыхательных движений, дв./мин	$28,5 \pm 2,2$	$35,4 \pm 2,5^*$
Пульс, удар/мин	$94,0 \pm 2,0$	$123,0 \pm 4,0^*$
Скорость наполнения капилляров, с	$1,5 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,2^*$
Кашель, %	4,5	85*
Хрипы при аускультации, %	4,5	90*
Выделения из носа, %	9	70*

Примечание: \* - достоверно по сравнению со здоровыми животными при  $P < 0,05$

У больных телят отмечали повышение температуры тела в среднем до  $39,8 \pm 0,3$  °С, у здоровых особей она была в пределах нормы. При клиническом осмотре у телят с бронхопневмонией регистрировали грудно-брюшной тип дыхания с преобладанием движений брюшной стенки. Частота дыхательных движений у животных составляла в среднем  $35,4 \pm 2,5$  дв./мин, что на 19,5 %

больше, чем у здорового молодняка. У больных телят пульс достигал  $123,0 \pm 4,0$  удар/мин, тогда как у здоровых данный показатель был в норме (на 23 % меньше) и составлял  $94,0 \pm 2,0$  удар/мин. Скорость наполнения капилляров у больных животных достигала  $1,9 \pm 0,2$  с. Данный параметр является индикатором адекватности перфузии кровью периферических тканей и в рассматриваемом случае превышает на 21 % показатели здоровой группы. Кроме того, у больных бронхопневмонией телят кашель проявлялся в 85 % случаев, у здоровых – в 5 %. При этом кашель имел чаще непродуктивный характер, реже продуктивный и смешанный. Во всех случаях он проявлялся с умеренной или легкой интенсивностью. Хрипы при аускультации наблюдали у 90 % больных телят, единичные случаи регистрировали у здорового молодняка – 5 %. Выделения из носовой полости отмечали у 70 % больных телят. Только в одном случае выделения были гнойными, у остальных – серозными, слизистыми и серозно-слизистыми.

Таблица 8 – Сравнительный анализ морфологических показателей крови здоровых и больных бронхопневмонией телят

Показатель	Клинически здоровые	Больные бронхопневмонией
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	$7,1 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,3^*$
Гемоглобин, г/л	$115,4 \pm 0,2$	$102,2 \pm 0,9^*$
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	$10,5 \pm 0,3$	$14,2 \pm 2,1^*$
Лейкограмма, %		
Лимфоциты	$59,6 \pm 2,4$	$51,2 \pm 3,3^*$
Моноциты	$4,4 \pm 1,2$	$4,0 \pm 1,6^*$
Нейтрофилы	$35,3 \pm 3,5$	$42,9 \pm 2,6^*$
Базофилы	$0,2 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,2^*$

\*  $p \leq 0,05$  – достоверность различий относительно клинически здоровых животных

При осмотре и пальпации шейных и подчелюстных лимфатических узлов у больных телят регистрировали небольшое увеличение и болезненность при прощупывании по сравнению со здоровыми животными. Также у молодняка с бронхопневмонией наблюдали такие симптомы, как снижение или отсутствие аппетита, сниженный тургор кожи.

При проведении общего анализа крови у телят с бронхопневмонией были выявлены показатели, указывающие на наличие яркого воспалительного процесса (таблица 8).

Согласно данным таблицы 8, у телят с бронхопневмонией наблюдали снижение количества эритроцитов и гемоглобина по сравнению со здоровыми животными на 21,1 и 11,4 % соответственно. Содержание лейкоцитов у больных телят составляло  $14,2 \pm 2,1 \times 10^9/\text{л}$ , что на 26 % больше данного показателя у здоровых животных. При анализе лейкограммы у молодняка с бронхопневмонией видно незначительное снижение моноцитов на 9 % и лимфоцитов на 14 % в сравнении со здоровыми животными, а также повышение нейтрофилов на 18 %. Такая картина, при которой количество лимфоцитов неизменно, либо занижено, а нейтрофилы повышены указывает на бактериальное происхождение болезни.

Таким образом, основными клиническими признаками бронхопневмонии у телят являются снижение массы тела, повышение температуры, увеличенные и болезненные лимфатические узлы, а также учащенные пульс и частота дыхательных движений. У больных отмечают хрипы при аускультации, кашель и выделения из носа от серозного, слизистого, серозно-слизистого до гнойного характера.

При морфологическом исследовании крови у больных бронхопневмонией телят наблюдали снижение эритроцитов и гемоглобина на 21,1 и 11,4 % соответственно, что указывает на развитие анемии. Содержание лейкоцитов повышалось на 26 % и достигало  $14,2 \pm 2,1 \times 10^9/\text{л}$ , что свидетельствует о наличии воспалительного процесса.

### **3.4 Характеристика мочевинообразовательной функции печени телят, больных бронхопневмонией, в биогеохимических условиях Астраханской области**

Бронхопневмония молодняка крупного рогатого скота носит полиэтиологический характер, при этом выделяют несколько первичных факторов, которые повышают риски возникновения данного заболевания. Один из факторов основывается на неблагоприятии территории по содержанию необходимых микроэлементов в почве и растениях. Постоянный дефицит важных элементов приводит к повышенной нагрузке на респираторную систему телят и в дальнейшем вызывает снижение естественной резистентности и развитие бронхопневмонии. Дефицит кобальта приводит к нарушению иммунной функции у телят, что способствует повышению восприимчивости к инфекции и снижению жизнеспособности молодняка на ранних этапах жизни [184]. Дефицит йода у молодняка крупного рогатого скота вызывает нарушение работы щитовидной железы и ухудшение обмена веществ [174].

Развившаяся бронхопневмония молодняка приводит к неустойчивой работе печени. Печень является ключевым метаболическим органом, который управляет энергетическим обменом организма. Печеночные цитохромы, обнаруженные в гепатоцитах, являются одними из основных ферментов, которые метаболизируют химические соединения, попавшие в организм. Более того, гепатоциты – важный компонент иммунной реакции, отвечающий на ряд цитокинов при воспалительном процессе.

Нами изучена мочевинообразовательная функция печени телят, больных бронхопневмонией, в биогеохимических условиях Астраханской области.

Были созданы две группы телят в возрасте 3 месяцев (по 8 голов в каждой). Первая группа – клинически здоровые животные (контроль), вторая (опытная) – с клиническими признаками бронхопневмонии. Обе группы были подвергнуты клиническому исследованию по общепринятой методике. При этом особое внимание уделяли проявлению наиболее частых признаков бронхопневмонии,

таких как кашель, хрипы, потеря аппетита, истечения из носа и повышенная температура.

Основываясь на полученных данных, можно констатировать тот факт, что почва и растения Астраханской области характеризуются недостаточным количеством таких микроэлементов, как кобальт, йод и селен, что значительно повышает риск гипомикроэлементозов на исследуемой территории, а вследствие предрасположенности молодняка к заболеваниям и к бронхопневмонии (таблица 9).

Дефицит кобальта, йода и селена у телят способствует нарушению иммунной функции, повышается восприимчивость к инфекции и снижается жизнеспособность молодняка на ранних этапах жизни. Постоянный недостаток важных микроэлементов приводит к повышенной нагрузке на респираторную и кроветворную системы телят и в дальнейшем способствует снижению естественной резистентности [79]. Нами было изучено содержание некоторых микроэлементов в сыворотке крови телят (см. таблицу 9).

Таблица 9 – Показатели микроэлементов (Co, I, Se) в сыворотке крови телят в условиях Астраханской области, мг/кг

Микроэлемент	Клинически здоровые	Больные бронхопневмонией
Кобальт (Co)	0,52±0,024	0,44±0,024*
Йод (I)	1,55±0,008	1,47±0,009
Селен (Se)	0,66±0,007	0,59±0,008*

\*  $p \leq 0,05$  – достоверность различий относительно клинически здоровых животных

Установлено, что содержание микроэлементов (Co, I, Se) в сыворотке крови телят с бронхопневмонией ниже, чем у клинически здоровых животных. Так, уровень кобальта у телят с бронхопневмонией на 15 % ниже, чем у здоровых животных, йода – на 5 %, а селена – на 10 %.

Микроэлементы влияют не только на рост и развитие телят, резистентность к заболеваниям различной этиологии, но и играют большую роль в работе печени. Их дефицит способствует развитию патологии данного органа [30].

В ходе исследований была проведена оценка состояния белково-азотистого обмена и мочевинообразовательной функции печени в сыворотке крови клинически здоровых телят и молодняка с признаками бронхопневмонии. Полученные результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Мочевинообразовательная функция печени в сыворотке крови телят в условиях Астраханской области

Показатель	Клинически здоровые	Больные бронхопневмонией
Мочевина, ммоль/л	4,22±0,11	5,91±0,32*
Глутамин, мкмоль/л	0,041±0,002	0,054±0,004*
Аммиак, мкмоль/л	0,15±0,05	0,18±0,01*
Орнитин, мкмоль/л	4,28±0,16	5,23±0,13*
Аргиназа, мкмоль/моч./с.тк.	0,069±0,009	0,091±0,002*

\*  $p \leq 0,05$  – достоверность различий относительно клинически здоровых животных

Установлено, что у больных бронхопневмоний телят увеличиваются такие показатели, как мочевина (на 28,6 мкмоль/л), глутамин (на 17,8 мкмоль/л), аммиак (на 11,8 мкмоль/л), орнитин (на 16,7 мкмоль/л) и аргиназа (на 24,2 мкмоль/моч./с.тк.).

Мочевина – основной конечный продукт азотистого обмена, с которым из организма выводится избыток азота. Синтезируется только в печени. Катаболизм аминокислот и синтез аммиака происходят во многих тканях. Для транспорта азота из тканей в печень используются три соединения: глутамин, аланин и аммиак [132, 142].

Выявлено, что у больных бронхопневмонией телят возрастает содержание общего белка и повышается активность ферментов трансаминирования (таблица 11).

Таблица 11– Белковый обмен в сыворотке крови телят в условиях Астраханской области

Показатель	Клинически здоровые	Больные бронхопневмонией
Общий белок, г/л	69,10±3,58	78,81±1,44*
ЛДГ, ед./л	37,01±1,97	46,37±3,02*
АЛТ, ед./л	10,88±0,16	12,59±2,35*
АСТ, ед./л	11,94±2,33	15,21±1,98*

\*  $p \leq 0,05$  – достоверность различий относительно клинически здоровых животных

Так, общий белок у больных телят был выше на 12,3 %, чем у здоровых. Показатели АЛТ, АСТ и ЛДГ у молодняка с бронхопневмонией тоже превышали значения клинически здоровых телят на 13,6; 21,5; 20,2 % соответственно. Полученные данные свидетельствуют о возможности нарушения процессов метаболизма у телят при заболевании бронхопневмонией. Однако интерпретация результатов неоднозначна, так как ферменты неспецифичны и на них могут оказать влияние сопутствующие неблагоприятные факторы.

Анализ окружающей среды показал, что в Астраханской области низкий уровень таких микроэлементов, как кобальт, йод и селен, что подтверждает ее статус неблагополучной геохимической провинции. Постоянный дефицит этих элементов в сочетании с влиянием других неблагоприятных факторов приводит к повышенной нагрузке на дыхательную систему телят и в дальнейшем вызывает снижение естественной резистентности и развитие бронхопневмонии.

Установлено, что у телят, больных бронхопневмонией, повышаются метаболиты орнитинового цикла мочевинообразования. Увеличение общего белка, орнитина, аммиака, мочевины и глутамина, а также повышение активности аргиназы и ферментов трансаминирования свидетельствуют о нарушениях белкового обмена и мочевинообразовательной функции печени животных [41].

### **3.5 Уровень маркеров продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы при бронхопневмонии у телят**

У телят, больных бронхопневмонией, наблюдаются признаки дыхательной недостаточности, в том числе лихорадка, кашель, выделения из носа и одышка. Легочные хрипы можно легко услышать на поздних стадиях. Фибринозная пневмония является первичным поражением, наблюдаемым при вскрытии [85, 155, 162].

В ряде исследований сообщалось, что существует дисбаланс между перекисным окислением липидов и антиоксидантной защитой при бронхопневмонии, и этот фактор может способствовать повреждению легочного эндотелия [162]. Плохая перфузия в легочной ткани может индуцировать свободнорадикальные процессы и возникновение перекисного окисления [75, 91]. Антиоксидантная система нарушается с ускорением процесса перекисного окисления липидов. Чтобы преодолеть токсическое воздействие различных активных форм кислорода, организм оснащен различными антиоксидантами. Супероксид-анионы, образующиеся в ходе метаболических процессов, восстанавливаются до перекиси водорода в присутствии супероксиддисмутазы. За деградацию водородной пероксидазы ответственны как каталаза, так и глутатионпероксидаза [159].

Считается, что окислительный стресс играет важную роль в патогенезе ряда заболеваний легких не только за счет прямого повреждающего воздействия, но и за счет участия в молекулярных механизмах, контролирующих воспаление легких [140]. У телят с бронхопневмонией содержание супероксид-радикала в десять раз выше, чем у здоровых телят, а активность антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы ниже [206].

Нами были изучены показатели перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы при бронхопневмонии у телят.

Для проведения исследовательской работы были созданы 2 группы телят в возрасте 3 месяцев (по 4 головы в каждой). Первая группа (контроль) состояла из

клинически здоровых животных. Вторая группа (опытная) – из телят, больных бронхопневмонией, у которых наблюдали такие симптомы, как кашель, хрипы, потеря аппетита, истечения из носа и повышенная температура. Телятам этой группы вводили препараты по следующей схеме: «Пульмамаг» – 0,5 мл на 20 кг массы тела 1 раз в день внутримышечно, 4 дня; р-р глюкозы 40%-й – 100 мл внутривенно 2 раза в день, 3 дня; «Элеовит» – 2–3 мл на одну голову подкожно однократно.

До лечения и через 14 дней после него проводили биохимический и общий анализ крови. Кровь брали из яремной вены до первого кормления в утренние часы.

Состояние маркеров процессов перекисного окисления липидов в организме больных телят представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Уровень маркеров продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы у телят

Показатель	Здоровые	До лечения (больные)	После лечения
ДК, ммоль/мл	4,33±0,12	5,98±0,15*	5,01±0,41*
МДА, нмоль/г	3,98±0,17	4,79±0,33*	4,33±0,18
КАТ, ммоль/л	15,02±1,03	19,06±2,07*	17,44±2,13*
СОД, ед./акт./мг	0,56±0,11	0,69±0,13*	0,62±0,09

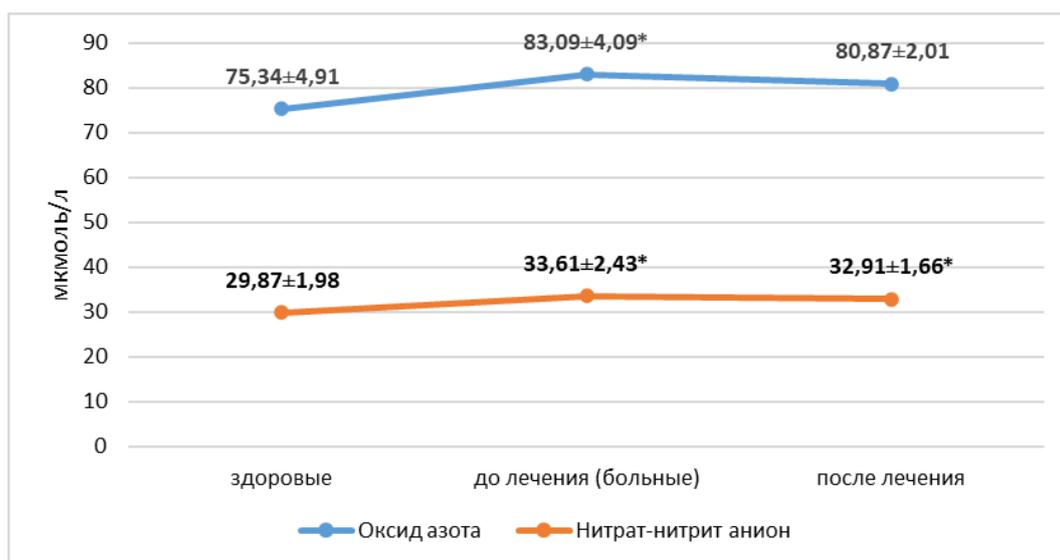
\*  $p < 0,05$  – достоверно по сравнению со здоровыми животными

Установлено, что при бронхопневмонии у телят происходит накопление первичных и вторичных продуктов липидной перекисидации. Наблюдали повышение уровня диеновых конъюгатов (ДК) у больных телят в 1,4 раза по сравнению со здоровым молодняком. На 10-й день после лечения отмечали понижение данного показателя до 5,01±0,41. Малоновый диальдегид (МДА) в сыворотке крови телят с бронхопневмонией увеличился в 1,2 раза по сравнению с группой контроля. Повышение уровня МДА свидетельствовало об избыточной активации процессов окисления. Также выявлено увеличение уровня КАТ и СОД

у телят второй (опытной) группы до лечения в 1,3 и 1,2 раза соответственно. После лечения у телят этой группы регистрировали снижение данных показателей: КАТ – до  $17,44 \pm 2,13$  ммоль/л, СОД – до  $0,62 \pm 0,09$  ед./акт./мг.

Далее изучили активность нитроксидергической системы телят, больных бронхопневмонией. Известно, что оксид азота (NO) – это свободный радикал с неспаренным электроном на высшей орбитали. Он ведет себя как потенциальный антиоксидант благодаря своей способности восстанавливать другие молекулы. Оксид азота способен ингибировать перекисное окисление липидов. Однако NO быстро инактивируется супероксидным анионом  $O_2^-$  с образованием пероксинитрита (ONOO-), который является мощным окислителем. Поэтому избыток NO будет способствовать ингибированию перекисного окисления липидов, в то время как избыток  $O_2^-$  или эквимолярная концентрация NO и  $O_2^-$  будут вызывать перекисное окисление липидов. Модуляция этого баланса может иметь важные клинические последствия, особенно при воспалительном процессе, в котором окислительный стресс, по-видимому, играет ключевую роль в возникновении и прогрессировании сосудистых поражений [43, 62].

Результаты исследований состояния нитроксидергической системы телят, больных бронхопневмонией, представлены на рисунке 4.



\*  $p < 0,05$  – достоверно по сравнению со здоровыми животными

Рисунок 4 – Состояние нитроксидергической системы телят, больных бронхопневмонией, мкмоль/л

При бронхопневмонии у телят наблюдали повышение оксида азота на 9,3 % и нитрат-нитрит аниона на 11,1 % относительно контроля. После лечения данные показатели снижались: оксид азота – до  $80,87 \pm 2,01$ , нитрат-нитрид анион – до  $32,91 \pm 1,66$  мкмоль/л.

Исследования, проведенные в динамике, показали, что после лечения бронхопневмонии у телят интенсивность перекисного окисления липидов снижалась, что прослеживалось по изменению концентрации первичных продуктов ПОЛ (см. таблицу 12), однако уровень МДА оставался достоверно высоким. Дисбаланс в функциональной системе «перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита» сохранялся.

### **3.6 Результаты исследования различных схем лечения бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области**

В хозяйствах Астраханской области по разведению крупного рогатого скота бронхопневмония телят имеет широкое распространение. Как правило, данное заболевание наносит большой экономический ущерб [11, 53, 78, 98, 115]. Во-первых, это связано с затратами на ветеринарные услуги и лекарственные препараты. Во-вторых, даже при своевременной помощи вероятность гибели молодняка, заболевшего бронхопневмонией, остается относительно высокой, что также сказывается на финансовой составляющей сельского хозяйства. Поэтому правильный выбор схемы лечения является ключевым моментом в терапии бронхопневмонии, предупреждающей возможный ущерб. Современный фармакологический рынок представлен большим количеством препаратов, обладающих высоким терапевтическим эффектом, широким спектром действия и минимальной токсичностью [12, 146, 147].

Нами была изучена наиболее эффективная схема терапии бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области. Для проведения исследований были созданы 2 группы телят, больных бронхопневмонией, в возрасте 3 месяцев (по 4 головы в каждой). У животных и первой, и второй групп наблюдали такие

симптомы заболевания, как обильные слизисто-гнойные выделения из носа, многократные приступы кашля, слизистые истечения из глаз, а также повышенная температура тела. До лечения и после его завершения проводили биохимический и общий анализ крови. Кровь брали из яремной вены утром до первого кормления. Третья группа контрольная (здоровые).

Первой группе телят вводили следующие препараты (схема 1):

«Цефтиофур» – 1,5 мг/кг внутримышечно 1 раз в день, 5 дней; раствор Рингер-Локка – 200 мл на одну голову внутривенно 2 раза в день; «Айсидивит» – 5,0 мл на одну голову трехкратно с интервалом 3 дня.

Второй группе телят вводили следующие препараты (схема 2):

«Пульмамаг» – 2,5–3,0 мл на одну голову внутримышечно 1 раз в день, 5 дней; раствор глюкозы 40%-й 100 мл внутривенно 2 раза в день, 3 дня; «Элеовит» – 2,0–3,0 мл на одну голову подкожно однократно.

На 10-й день после применения этих схем лечения у больных бронхопневмонией телят наблюдали изменение показателей белковых фракций и общего белка в соответствии с физиологическими нормами (таблица 13).

Таблица 13 – Биохимический анализ крови молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Группа	Результаты		Клинически здоровые телята
		до лечения	после лечения	
Общий белок, г/л	Первая	60,50±1,31	64,99±2,26	61,40±2,31
	Вторая	56,46±1,72	64,55±1,47*	
Альбумин, %	Первая	53,10±1,25	55,04±1,55	51,12±1,52
	Вторая	52,81±1,61	52,51±2,19	
$\alpha_1$ -глобулины, %	Первая	3,12±0,48	2,64±0,20*	2,041±0,20
	Вторая	3,61±0,45	2,48±0,43*	
$\alpha_2$ -глобулины, %	Первая	14,69±1,61	10,62±0,87*	13,31±0,50
	Вторая	13,05±1,17	11,79±1,06*	

β -глобулины, %	Первая	9,63±0,62	10,56±1,00*	10,20±0,21
	Вторая	10,62±0,41	11,32±1,24*	
γ-глобулины, %	Первая	20,82±1,95	22,36±1,27*	22,61±1,41
	Вторая	20,91±1,11	22,07±2,43	

\*  $p < 0,05$  достоверно по сравнению с животными до лечения

У больного молодняка уровень общего белка варьировал – 56,46±1,722...60,50±1,299 г/л, по завершению лечения у телят наблюдалось повышение общего белка на 7 % в первой опытной группе и на 14 % во второй опытной группе.

Уровень альбумина у больных телят составил 52,81±1,613...53,10±1,255 %, после проведенного лечения у выздоровевших телят в первой группе фиксировали повышение данного показателя на 3,6 %, а во второй группе существенных изменений не наблюдали.

Если содержание α<sub>1</sub> -глобулинов у больных бронхопневмонией телят варьировало от 3,12±0,479 до 3,61±0,451, то после завершения лечения показатели в первой опытной группе снизились на 16 %, а во второй опытной группе на 32 %.

Показатели α<sub>2</sub> -глобулинов в первой группе снизились с 14,69±1,612 до 10,62±0,877 %, или на 28 %, а во второй группе – с 13,05±1,168 до 11,79±1,063 %, или на 10 %.

Содержание β-глобулинов до начала лечения находились в пределах 9,63±0,620...10,62±0,411. После проведенного лечения уровень β-глобулинов в крови исследуемых животных повысился в первой группе на 8,8 %, а во второй группе на 6 %.

В первой группе отмечали повышение γ-глобулинов с 20,82±1,955 до 22,36±1,272 %, или на 6,9 %, а во второй группе с 20,91±1,112 до 22,07±2,428 %, или на 5,2 %.

Результаты анализа крови телят с признаками бронхопневмонии до начала лечения свидетельствовали о выраженном воспалительном процессе. В первой группе количество лейкоцитов превышало норму в  $7,5 (\times 10^9 \text{ кл./л})$ , во второй группе в  $5,2 (\times 10^9 \text{ кл./л})$ .

На протяжении 10 дней лечения ежедневно проводили осмотр, аускультацию, пальпацию и термометрию. Наличие и длительность проявления клинических признаков бронхопневмонии у телят – одни из главных показателей терапии. Температура тела от 38 до 39,3 °С, отсутствие кашля, хрипов, нормальные прозрачные выделения из носа и проявление аппетита являлись первыми признаками выздоровления.

У молодняка первой опытной группы наблюдали температуру тела в пределах нормы на 3-й день после начала лечения, также на 3-й день прекратились слизисто-гнойные выделения, остались незначительно мутные истечения, которые максимально сократились к 5-му дню. Исчезновение хрипов и самопроизвольного повторяющегося кашля наблюдали на 6-й день, улучшение аппетита – на 5-й день. Признаки полного клинического выздоровления пришлось на 8-й день после начала терапии.

У молодняка второй опытной группы на 2-й день лечения температура достигла значения, характерного для нормы у телят этого возраста. На 5-й день самопроизвольный повторяющийся кашель отсутствовал, прекратились хрипы, на 3–4-й день появился аппетит. Признаки полного клинического выздоровления пришлось на 5–6-й день после начала терапии.

Анализ данных клинического осмотра и лабораторных исследований показал, что терапия при бронхопневмонии телят наиболее эффективнее при использовании схемы 2 с внутримышечным введением комплексного лекарственного препарата «Пульмамаг».

При проведении повторного гематологического анализа через 10 дней после начала лечения у телят первой группы наблюдали увеличение количества лейкоцитов, выше нормы в  $1,9 (\times 10^9 \text{ кл./л})$ , у телят второй группы данный показатель был в пределах нормы.

Таким образом, проведенное исследование показало, что схема лечения с препаратом «Пульмамаг» является более эффективной, чем с препаратом «Цефтиофур».

### **3.7 Применение препаратов «Пульмамаг», «Элеовит» и раствора глюкозы в сочетании с хелатными соединениями металлов**

Бронхопневмония телят в хозяйствах Приволжского района Астраханской области напрямую связана с недостатком ряда микроэлементов, что способствует распространению заболевания и сказывается на его течении. Бронхопневмония характеризуется ярко выраженными отклонениями клинических, гематологических, биохимических показателей. Целью данного исследования стало изучение эффективности применения схемы лечения с применением препаратов «Пульмамаг», «Элеовит» и раствора глюкозы, в сочетании с хелатными соединениями металлов (кобальта, меди, железа, магния).

Для осуществления поставленной цели были созданы 3 группы телят герефордской породы в возрасте 3 месяцев по 20 голов в каждой. Условия содержания и кормления опытных телят были одинаковыми. Их средняя масса составляла  $95,1 \pm 1,5$  кг. До лечения и после его завершения проводили биохимический и общий анализ крови. Кровь брали из яремной вены утром до первого кормления.

Телятам первой опытной группы вводили антибактериальный препарат с широким спектром действия «Пульмамаг» в дозе 2,5 мл на одну голову 1 раз в день, 5 дней; для регидратации и дезинтоксикации раствор глюкозы 40%-й по 100 мл внутривенно 2 раза в день, 3 дня и витаминный комплекс «Элеовит» по 2 мл на одну голову однократно.

Телятам второй опытной группы вводили те же препараты, в той же дозировке и кратности применения, но в сочетании с инъекционной формой порошка меди и кобальта в дозе 10 мл на одну голову внутримышечно

однократно и с инъекционной формой порошка Fe и Mg в дозе 10 мл на одну голову внутримышечно однократно (рисунок 5).

Все манипуляции, проводимые с исследуемыми телятами, соответствовали правилам гуманного отношения к животным.

Биохимический и общий анализ крови регистрировали до лечения, на 5-й день терапии и на 10-й день после лечения. Мониторинг клинических признаков проводили ежедневно.

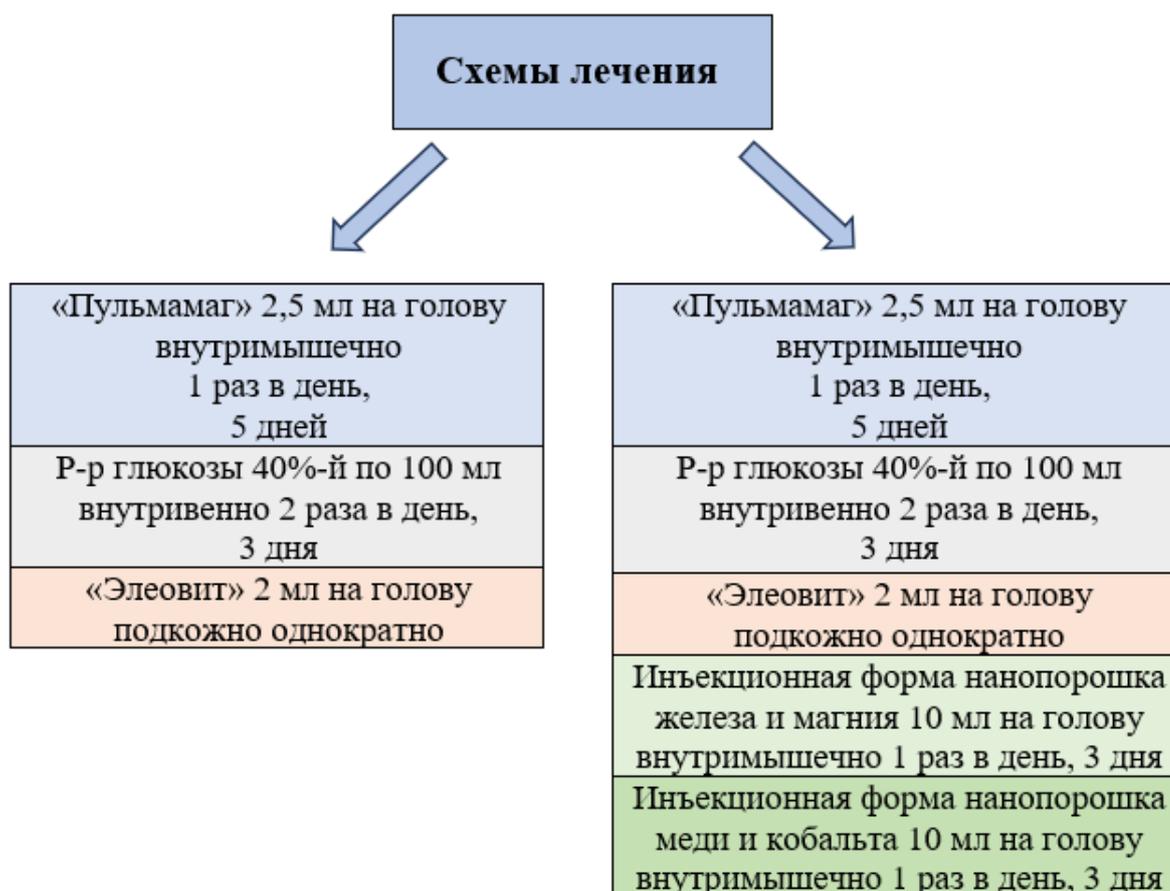


Рисунок 5 – Схемы лечения

Выявлено, что у телят первой и второй групп температура тела была выше нормы, в среднем  $39,8 \pm 1,5$  и  $39,9 \pm 0,7$  °C соответственно. В контрольной группе (здоровые животные) данный показатель был в пределах  $39,0 \pm 0,4$  °C, что является вариантом физиологической нормы. Температура тела животного является одним из важных биомаркеров. Данный показатель у 3-месячных телят в норме – 38,5–

39,5 °С. У телят второй опытной группы на 5-й день лечения температура достигала  $39,2 \pm 0,2$  °С, что является оптимальной, а у телят первой группы –  $39,5 \pm 0,1$ , что соответствует крайним границам нормы. На 10-й день у животных всех групп температура тела была нормальной (таблица 14).

Таблица 14 – Температура тела исследуемых телят в динамике

День наблюдения	Контрольная группа ( $n = 20$ )	Первая опытная группа ( $n = 20$ )	Вторая опытная группа ( $n = 20$ )
До лечения	$39,0 \pm 0,4$	$40,1 \pm 0,5$	$40,2 \pm 0,9$
На 5-й день лечения	$39,1 \pm 0,5$	$39,5 \pm 0,1$	$39,2 \pm 0,2$
На 10-й день после лечения	$38,5 \pm 0,2$	$38,7 \pm 0,2$	$38,5 \pm 0,3$

Частота дыхательных движений, как и температура тела, является основным биомаркером. До начала терапии у животных первой и второй групп наблюдали учащенное дыхание –  $37,9 \pm 1,0$  и  $36,8 \pm 1,1$  дв./мин соответственно. В контрольной группе данный показатель был в норме –  $37,5 \pm 1,2$  дв./мин. Норма для телят в 3-месячном возрасте варьирует от 28,0 до 45,0 дв./мин. Учащенное дыхание у животных с бронхопневмонией объясняется наличием назальной обструкции, способствующей возникновению гипоксии. На 5-й день лечения у телят, которым применяли инъекционные формы хелатных соединений металлов (вторая группа), этот параметр составлял  $43,1 \pm 1,9$  дв./мин, а в первой группе  $45,3 \pm 1,7$  дв./мин, что на 0,7 % превышает норму. На 10-й день исследования частота дыхательных движений у всех групп составляла допустимые значения (таблица 15).

Таблица 15 – Частота дыхательных движений у исследуемых телят в динамике

День наблюдения	Контрольная группа ( $n = 20$ )	Первая опытная группа ( $n = 20$ )	Вторая опытная группа ( $n = 20$ )
До лечения	$37,5 \pm 1,2$	$52,4 \pm 2,5$	$54,1 \pm 1,6$
На 5-й день лечения	$37,4 \pm 1,0$	$45,3 \pm 1,7$	$43,1 \pm 1,9$
На 10-й день после лечения	$37,1 \pm 0,8$	$37,9 \pm 1,0$	$36,8 \pm 1,1$

Пульс – один из основных критериев оценки состояния организма. У телят опытных групп этот показатель превышал значения контрольной группы. Пульс до лечения у животных первой опытной группы составлял  $123,0 \pm 4,0$  удар/мин, а у животных второй группы  $121,0 \pm 2,0$  удар/мин. На 5-й день терапии наблюдали снижение этого показателя в обеих группах. У животных, которым вводили инъекционные формы нанопорошков Cu и Co, а также Fe и Mg (вторая группа), пульс снизился на 23,6 %, а в первой группе – на 19,0 %. На 10-й дней после лечения у телят первой и второй опытных групп пульс достигал  $90,0 \pm 3,0$  и  $87,0 \pm 1,0$  удар/мин, что нормально для 3-месячных телят (таблица 16).

Таблица 16 – Показатели пульса у исследуемых телят в динамике

День наблюдения	Контрольная группа ( $n = 20$ )	Первая опытная группа ( $n = 20$ )	Вторая опытная группа ( $n = 20$ )
До лечения	$94,0 \pm 2,0$	$121,0 \pm 2,0$	$123,0 \pm 4,0$
На 5-й день лечения	$89,0 \pm 3,0$	$98,0 \pm 2,0$	$94,0 \pm 3,0$
На 10-й день после лечения	$86,0 \pm 2,0$	$90,0 \pm 3,0$	$87,0 \pm 1,0$

При проведении планового ежедневного клинического осмотра у телят, которым применяли препараты «Пульмамаг», «Элеовит» и раствор глюкозы 40%-й в сочетании с инъекционными формами хелатных соединений металлов, отмечали более быстрое восстановление общего состояния. У молодняка данной группы на 3-й день лечения появился аппетит, а у телят, которым применяли только основное лечение, на 4-й день. К 5-му дню терапии приступы частого самопроизвольного кашля у животных первой группы значительно сократились, а полностью прекратились к 6-му дню. У животных второй группы кашель на 5-й день уже полностью отсутствовал. Хрипы в обеих группах максимально сократились только к 6-му дню лечения. К 4-му дню у телят, которым вводили хелатные формы металлов, наблюдали значительное уменьшение слизистогнойных выделений из носа. Полностью исчезновение данного симптома

пришлось на 6-й день лечения, а у молодняка первой группы на 7-й день. Признаки полного клинического выздоровления у молодняка, которому помимо основного лечения вводили инъекционные формы нанопорошков Cu и Co, а также Fe и Mg, отмечали на 7-й день после начала терапии. Так как у телят первой группы оставались незначительные хрипы при аускультации, им продлили лечение по указанной выше схеме до 10 дней.

Для более детального анализа состояния телят до начала лечения и на 10-й день после него проводили гематологическое исследование. Согласно полученным данным, у телят с клиническими признаками бронхопневмонии наблюдали снижение уровня эритроцитов на 21,1 % в первой опытной группе и на 23,9 % во второй опытной группе относительно контрольной группы. Также отмечали, что у больного молодняка количество гемоглобина ниже, чем у здоровых животных, на 11,4 % в первой группе и на 13,6 % во второй. Содержание лейкоцитов у больных телят до лечения варьировало от  $10,5 \pm 0,3$  до  $14,2 \pm 2,1 \times 10^9/\text{л}$ , что превышает данное значение у интактных животных первой группы на 26 %, а второй – на 31,4 %. Кроме того, при анализе лейкограммы молодняка с бронхопневмонией в первой и второй группах отмечали незначительное снижение моноцитов (на 9,0 и 6,8 %), а также лимфоцитов (на 14,0 и 13,2 %) по сравнению со здоровыми животными. Одновременно отмечали повышение количества нейтрофилов у больных бронхопневмонией телят: в первой опытной группе на 24,0 % и второй – на 25,2 % относительно данного показателя в контрольной группе. Результаты исследования показали, что применение предложенных схем лечения бронхопневмонии телят положительно сказалось на рассматриваемых гематологических показателях. У телят, которым помимо основного лечения применяли инъекционные формы хелатных соединений металлов, изменение общей картины крови происходило быстрее. Так, на 10-й день после лечения уровень эритроцитов в первой опытной группе составлял  $6,7 \pm 0,2 \times 10^{12}/\text{л}$ , а во второй был выше на 8,2 % и достигал  $7,3 \pm 0,2 \times 10^{12}/\text{л}$ , что ближе к показателям здоровой группы. Содержание гемоглобина в первой опытной группе увеличилось на 9 % относительно исходного количества,

но при этом оставалось ниже данного показателя у здорового молодняка. У телят второй группы гемоглобин повысился 12,6 % и был ближе к показателям контрольной группы. На 10-й день после лечения отмечали снижение количества лейкоцитов у животных обеих опытных групп. У животных, которым применяли только основное лечение, данный показатель снизился на 24 % ( $10,8 \pm 0,3 \times 10^9/\text{л}$ ). У молодняка, которому дополнительно вводили нанопорошки Cu и Co, а также Fe и Mg, лейкоциты были на 31 % ниже исходных данных ( $10,5 \pm 0,2 \times 10^9/\text{л}$ ). Изменение концентрации моноцитов и базофилов было незначительным. Содержание лимфоцитов в первой группе телят возросло на 10 % по сравнению с данными до лечения, а во второй – на 13 % и было ближе к значению в референсной группе. Количество нейтрофилов в первой и во второй опытных группах понизилось относительно исходных показателей на 22 и 25 % соответственно (таблица 17).

Таблица 17 – Сравнительный анализ морфологических показателей крови телят в динамике

Показатель	Контрольная группа ( $n = 20$ )	Первая опытная группа ( $n = 20$ )	Вторая опытная группа ( $n = 20$ )
До лечения			
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	$7,1 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,3^*$	$5,4 \pm 0,2^*$
Гемоглобин, г/л	$115,4 \pm 0,2$	$102,2 \pm 0,9^*$	$101,8 \pm 0,7^*$
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	$10,5 \pm 0,3$	$14,2 \pm 2,1^*$	$15,3 \pm 1,6^*$
Лимфоциты, %	$59,6 \pm 2,4$	$51,2 \pm 3,3^*$	$51,7 \pm 2,8^*$
Моноциты, %	$4,4 \pm 1,2$	$4,0 \pm 1,6^*$	$4,1 \pm 1,4$
Нейтрофилы, %	$35,3 \pm 3,5$	$46,5 \pm 2,6^*$	$47,2 \pm 2,5^*$
Базофилы, %	$0,2 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,2^*$	$0,5 \pm 0,1^*$
На 10-й день после лечения			
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	$7,4 \pm 0,3$	$6,7 \pm 0,2^*$	$7,3 \pm 0,2$
Гемоглобин, г/л	$117,6 \pm 0,2$	$112,0 \pm 0,5$	$116,5 \pm 0,2$

Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$10,2\pm 0,4$	$10,8\pm 0,3$	$10,5\pm 0,2$
Лимфоциты, %	$60,3\pm 1,8$	$57,1\pm 2,0$	$59,7\pm 2,1$
Моноциты, %	$4,6\pm 0,9$	$4,3\pm 1,2$	$4,4\pm 1,1$
Нейтрофилы, %	$34,9\pm 2,0$	$36,1\pm 3,4$	$35,4\pm 3,0$
Базофилы, %	$0,2\pm 0,1$	$0,3\pm 0,1^*$	$0,2\pm 0,2$

\*  $p \leq 0,05$  – достоверность различий относительно контроля

У молодняка опытных групп с клиническими признаками бронхопневмонии уровень общего белка варьировал от  $56,68\pm 1,697$  до  $59,99\pm 1,308$  г/л. После терапии на 10-й день у телят первой опытной группы наблюдали повышение этого показателя на 6 % и второй опытной группы на 12 %.

Уровень альбумина у больных телят составлял  $52,78\pm 1,212 \dots 53,05\pm 1,301$  %, после проведенного лечения у выздоровевших животных во второй группе фиксировали повышение данного показателя на 4 %, а в первой группе существенных изменений не наблюдалось.

Если содержание  $\alpha_1$ -глобулинов у больных бронхопневмонией телят варьировало от  $3,08\pm 0,488$  до  $3,62\pm 0,449$ , то после завершения лечения показатель снизился в первой опытной группе на 15,9 %, а во второй опытной группе на 31,8 % относительно значения до лечения.

Содержание  $\alpha_2$ -глобулинов в первой группе снизилось с  $13,63\pm 1,211$  до  $11,78\pm 1,059$  % (на 13,6 %), а во второй группе – с  $14,70\pm 1,622$  до  $10,63\pm 0,864$  % (на 27,7 %).

Содержание  $\beta$ -глобулинов до начала лечения –  $9,59\pm 0,630 \dots 10,11\pm 0,452$ . После проведенного лечения уровень  $\beta$ -глобулинов в крови исследуемых животных повысился в первой опытной группе на 9,3 %, а во второй – на 10,6 %.

В первой опытной группе  $\gamma$ -глобулины повысились с  $20,93\pm 1,136$  до  $22,05\pm 2,487$  % (на 5 %), а во второй – с  $20,81\pm 1,917$  до  $22,37\pm 1,244$  % (на 7 %), таблица 18.

Таблица 18 – Биохимический анализ крови молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Группа	Результаты		Клинически здоровые
		до лечения	после лечения	
Общий белок, г/л	Первая	59,99±1,308	63,97±2,282	61,44±2,290
	Вторая	56,68±1,697	64,72±1,477*	
Альбумин, %	Первая	53,05±1,301	53,25±1,528	51,09±1,607
	Вторая	52,78±1,212	55,10±1,432	
$\alpha_1$ -глобулины, %	Первая	3,08±0,488	2,59±0,201*	2,038±0,199
	Вторая	3,62±0,449	2,47±0,433*	
$\alpha_2$ -глобулины, %	Первая	13,63±1,211	11,78±1,059*	13,285±0,612
	Вторая	14,70±1,622	10,63±0,864*	
$\beta$ -глобулины, %	Первая	9,59±0,630	10,57±1,002*	10,16±0,244
	Вторая	10,11±0,452	11,31±1,198*	
$\gamma$ -глобулины, %	Первая	20,93±1,136	22,05±2,487	22,55±1,421
	Вторая	20,81±1,917	22,37±1,244*	

\*  $P < 0,05$  – достоверно по сравнению с животными до лечения

Использование инъекционных форм хелатных соединений металлов в качестве вспомогательной терапии при бронхопневмонии телят в районах с низким содержанием меди, кобальта, железа и магния положительно сказывалось на динамике выздоровления. Наблюдали быстрое восстановление молодняка, включая нормализацию температуры тела, улучшение дыхания, отсутствие истечения из носа, хрипов и кашля на 4–5-й дни и появление аппетита на 3-й день. Кроме того, при исследовании общего и биохимического анализа крови регистрировали более раннюю стабилизацию показателей крови, которые восстанавливались до физиологического уровня.

### 3.8 Экономическая эффективность применения препаратов «Пульмамаг», «Элеовит» и раствора глюкозы в сочетании с хелатными соединениями металлов

При анализе экономической эффективности было выявлено, что применение схемы лечения с использованием препаратов «Пульмамаг», «Элеовит», раствора глюкозы 40%-й совместно с нанопорошками меди, кобальта, железа и магния способствует более быстрому выздоровлению заболевших бронхопневмонией телят, со скорым исчезновением клинических признаков заболевания, и положительному влиянию на биохимические и гематологические показатели крови (таблица 19).

Таблица 19 – Расчет стоимости экономической эффективности применяемых схем лечения

Показатели, руб.	Лечение по схеме 1	Лечение по схеме 2
Затраты на ветеринарные препараты	14 726,5	13 859,5
Затраты на оплату труда ветеринарных специалистов	4 471,5	4 325,2
Совокупность ветеринарных затрат, связанных с проведением ветеринарных мероприятий	20 789,8	19 724,5
Экономический ущерб, предотвращенный в результате ликвидации болезни	52 170,0	64 770,0
Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий на 1 руб. затрат	1,5	2,3

Расчет экономической эффективности применения препаратов «Пульмамага», раствора глюкозы, «Элеовита» в сочетании с хелатными соединениями металлов (кобальт, медь, железо, магний) проводили с

использованием «Методики определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий», утвержденной Департаментом ветеринарии по формуле Никитина И.Н.

Ущерб от падежа ( $Y_1$ ) молодняка определяли по формуле:

$$Y_1 = M_m (C_{\Pi} + B_{\Pi} \cdot T \cdot C_{\text{ж}}) - C_{\Phi},$$

где  $M_m$  – количество павшего, вынуждено убитого и уничтоженного молодняка, гол.;  $C_{\Pi}$  – условная стоимость одной головы, приплода, руб.;  $B_{\Pi}$  – среднесуточный прирост живой массы молодняка, кг;  $T$  – возраст животного, сут.;  $C_{\text{ж}}$  – средняя цена реализации единицы живой массы скота, руб./кг;  $C_{\Phi}$  – выручка от реализации продуктов убоя, трупного сырья (мясо, шкуры, голье), руб.

При проведении исследований в опытных группах падежи не регистрировались.

Стоимость теленка при рождении, полученного от коров молочной породы, определяли по формуле:

$$C_{\Pi} = 3,61 \cdot Ц,$$

где 3,61 – количество молока, ц, которое можно получить за счет кормов, расходуемых на образования одного теленка молочной породы;  $Ц$  – цена реализации 1 ц молока, руб.;  $C_{\Pi} = 3,61 \cdot 10\,000 = 36\,100$  руб.;  $B_{\Pi} = 0,75$  кг;  $T = 90$  дней;  $Ц = 400$  руб.;  $C_{\Phi} = 0$  руб.

Расчет:  $Y_1 = 0 (36\,100 + 0,75 \cdot 90 \cdot 60) - 0 = 0$  руб.

Ущерб от снижения продуктивности животных вследствие их заболевания ( $Y_2$ ) определяли по формуле:

$$Y_2 = M_3 (B_3 - B_6) \cdot T \cdot Ц,$$

где  $M_3$  – количество заболевших животных, гол.;  $B_3$ ,  $B_6$  – среднесуточный прирост живой массы здоровых животных на одну голову, кг;  $B_6$  – среднесуточный прирост живой массы больных животных на одну голову, кг;  $T$  – период болезни животных, сут.;  $Ц$  – цена реализации 1 кг продукции, руб.

Расчет:  $Y_2$  (опытная группа 1) =  $20 (0,70 - 0,490) 10 \cdot 600 = 25\,200,0$  руб.;

$Y_2$  (опытная группа 2) =  $20 (0,70 - 0,55) 7 \cdot 600 = 12\,600,0$  руб.

Фактический экономический ущерб:

$У$  (опытная группа 1) =  $У_1 + У_2 = 0 + 25\ 200 = 25\ 200,0$  руб.;

$У$  (опытная группа 2) =  $У_1 + У_2 = 0 + 12\ 600 = 12\ 600,0$  руб.

Экономический ущерб, предотвращенный в результате проведения лечебных мероприятий  $П_y$ , определяли по формуле:

$$П_y = M_{л} \cdot K_{л} (C_{п} + B_{п} \cdot T \cdot Ц) - У,$$

где  $M_{л}$  – число заболевших животных, гол.;  $K_{л}$  – коэффициент летальности при бронхопневмонии (0,15);  $C_{п}$  – условная стоимость одного теленка при рождении, руб.;  $B_{п}$  – среднесуточный прирост живой массы молодняка, кг;  $T$  – возраст животного, сут.;  $Ц$  – цена реализации 1 кг живой массы, руб.;  $У$  – фактический экономический ущерб.

Расчет:  $П_y$  (опытная группа 1) =  $20 \cdot 0,15 (5\ 000 + 0,7 \cdot 90 \cdot 330) - 25\ 200,0 = 52\ 170,0$  руб.;

$П_y$  (опытная группа 2) =  $20 \cdot 0,15 (5\ 000 + 0,7 \cdot 90 \cdot 330) - 12\ 600,0 = 64\ 770,0$  руб.

Ветеринарные затраты  $З_v$  определяли по формуле:

$$З_v = З_m + З_{от} + O_{от},$$

где  $З_m$  – затраты материальные;  $З_{от}$  – затраты на оплату труда ветеринарных работников;  $O_{от}$  – отчисления от оплаты труда.

Расчет:  $З_{от} = 22\ 440 \cdot 12 : 1656 = 162,6$  руб.,

где 22 440 руб. – заработная плата ветеринарного врача в хозяйстве в месяц (по данным МРОТ); 12 – количество месяцев; 1656 – годовой фонд рабочего времени ветеринарных специалистов (365 дней – 38 отпускных дней – 120 условно выходных дня  $\times$  8 рабочих часов).

Определение времени, израсходованного на проведение ветеринарных мероприятий, ч.

В первой опытной группе применяли:

«Пульмамаг» 2,5 мл на одну голову внутримышечно 1 раз в день, 7 дней; 20 телятам в среднем на одну инъекцию затрачивалось 2,5 мин, следовательно,  $1 \cdot 7 \cdot 20 \cdot 2,5 = 350$  мин (5,8 ч);

р-р глюкозы 40%-й по 100 мл внутривенно 2 раза в день, 3 дня, 20 телятам. Условно на внутривенное введение раствора затрачивалось 15 мин. Итого:  $2 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 10 = 1200$  мин (20 ч);

«Элеовит» 2 мл на одну голову подкожно двукратно с интервалом 7 дней, 20 телятам. 1 инъекция = 2,5 мин. Следовательно,  $1 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 2,5 = 100$  мин (1,7 ч).

Таким образом,  $Z_{от} = 5,8 + 20 + 1,7 = 27,5$  ч.

Во второй опытной группе применяли:

«Пульмамаг» 2,5 мл на одну голову внутримышечно 1 раз в день, 5 дней, 20 телятам. В среднем на одну инъекцию затрачивалось 2,5 мин, следовательно,  $1 \cdot 5 \cdot 20 \cdot 2,5 = 250$  мин (4,2 ч);

р-р глюкозы 40%-й по 100 мл внутривенно 2 раза в день, 3 дня, 20 телятам. Условно на внутривенное введение раствора затрачивалось 15 мин. Итого:  $2 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 10 = 1200$  мин (20 ч);

«Элеовит» 2 мл на одну голову подкожно однократно, 20 телятам. 1 инъекция = 2,5 мин. Следовательно,  $1 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 2,5 = 50$  мин (0,8 ч);

Инъекционную форму нанопорошка железа и магния 10 мл на одну голову однократно внутримышечно, 20 телятам. 1 инъекция = 2,5 мин,  $1 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 2,5 = 50$  мин (0,8 ч);

Инъекционную форму нанопорошка меди и кобальта 10 мл на голову однократно внутримышечно 20 телятам. 1 инъекция = 2,5 минутам,  $1 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 2,5 = 50$  минут (0,8 часа).

Таким образом,  $Z_{от} = 4,2 + 20 + 0,8 + 0,8 + 0,8 = 26,6$  ч.

Расчет:  $Z_{от}$  (опытная группа 1) =  $162,6 \cdot 27,5 = 4471,5$  руб.;

$Z_{от}$  (опытная группа 2) =  $162,6 \cdot 26,6 = 4325,2$  руб.

Расчет:  $O_{от} = Z_{от} \cdot 35,6 : 100$ .

$O_{от}$  (опытная группа 1) =  $4471,5 \cdot 35,6 : 100 = 1591,8$  руб.;

$O_{от}$  (опытная группа 2) =  $4325,2 \cdot 35,6 : 100 = 1539,8$  руб.

Расчет:  $Z_{в}$  (опытная группа 1) =  $14\ 726,5 + 4471,5 + 1\ 591,8 = 20\ 789,8$  руб.;

$Z_{в}$  (опытная группа 2) =  $13\ 859,5 + 4325,2 + 1\ 539,8 = 19\ 724,5$  руб.

Экономический эффект ( $\mathcal{E}_3$ ), полученный в результате осуществления лечебных мероприятий, определяли по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = \Pi_y - \mathcal{Z}_в.$$

Расчет:  $\mathcal{E}_3$  (опытная группа 1) = 52 170,0 – 20 789,8 = 31 380,2 руб.;

$\mathcal{E}_3$  (опытная группа 2) = 64 770,0 – 19 724,5 = 45 045,5 руб.

Экономическую эффективность ветеринарных мероприятий на 1 рубль затрат ( $\mathcal{E}_p$ ) рассчитывали по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_3 : \mathcal{Z}_в.$$

Расчет:  $\mathcal{E}_p$  (опытная группа 1) = 31 380,2 : 20 789,8 = 1,5 руб.;

$\mathcal{E}_p$  (опытная группа 2) = 45 045,5 : 19 724,5 = 2,3 руб.

Расчет материальных затрат на препараты:

1) «Пульмамаг» 20·2,5 = 50 мл·7 дней = 350 мл (2595 руб. · 350 мл/100 = 9082,5 руб.);

раствор глюкозы 40% 20·200 = 4000 мл · 3 дня = 12 000 мл = (30 флаконов по 400 мл · 170 руб. = 5100 руб.);

«Элеовит» 20·2 = 40 мл·2кратно = 80 мл · 680/100 = 544 руб.

Затраты на лечение по схеме 1 = 9082,5 руб. + 5100 руб. + 544 руб. = 14 726,5 руб.

2) «Пульмамаг» 20 · 2,5 = 50 мл · 5 дней = 250 мл (2595 руб. · 250/100 = 6487,5 руб.);

раствор глюкозы 40% 20·200 = 4000 мл · 3 дня = 12 000 мл = (30 флаконов по 400 мл · 170 руб. = 5100 руб.);

«Элеовит» 20 · 2 = 40 мл · 1 день = 40 мл · 680/100 = 272 руб.;

Нанопорошки 20 · 10 = 200 мл · 1 день = 4 флакона по 100 · 500 руб. = 2000 руб.

Затраты на лечение по схеме 2 = 6487,5 руб. + 5100 руб. + 272 руб. + 2000 руб. = 13 859,5 руб.

Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий, проводимых в хозяйствах ООО «Лебедь» (с. Эрле ) и КФХ «Мулляминов», при лечении бронхопневмонии телят, составила в первой опытной группе 1,5 руб., во второй –

2,3 руб. Таким образом, применение схемы лечения с использованием препаратов «Пульмамаг», «Элеовит», р-ра глюкозы 40%-й совместно с нанопорошками меди, кобальта, железа и магния эффективнее в 1,53 раза, чем схема без использования хелатных соединений металлов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бронхопневмония телят представляет собой серьезную проблему для сельского хозяйства. В условиях биогеохимической провинции Прикаспийской низменности она наносит большой экономический ущерб хозяйствам, включая затраты на ветеринарные услуги и медикаменты, а в худшем случае падеж молодняка [72]. Заболевание характеризуется воспалением тканей бронхов и легочной паренхимы с образованием экссудата и слизи, которые заполняют бронхи и альвеолы [69, 115]. В результате этого нарушается кровообращение, газообмен и наблюдается интоксикация организма, что ведет к снижению продуктивных качеств животного.

Сегодня одно из актуальных направлений ветеринарии – комплексный подход к терапии бронхопневмонии телят, заключающийся в поиске наиболее эффективной схемы лечения с использованием современных комбинированных препаратов, а также поиск средств, имеющих высокую терапевтическую эффективность при минимальных затратах.

Согласно проведенным исследованиям, заболевания органов дыхания являются достаточно распространенными среди молодняка в хозяйствах Астраханской области и занимают второе место после болезней желудочно-кишечного тракта. Среди респираторных патологий одной из наиболее часто встречающихся является бронхопневмония телят, от которой смертность с вынужденным убоем может достигать 30–40 %.

Анализ литературы по изучению бронхопневмонии телят позволяет констатировать, что данное заболевание носит полиэтиологический характер. Проведенные нами исследования показали, что одна из частых причин заболевания в фермерских хозяйствах – это несоблюдение условий содержания животных: сквозняки, снижение температуры воздуха, а также повышенный уровень влажности в месте, где содержатся телята. В связи с несоблюдением микроклимата помещений, предназначенных для молодняка, снижается резистентность их организма, в результате образуются «открытые ворота» для

поступления болезнетворных микроорганизмов. Также частой причиной возникновения изучаемой патологии является неправильное кормление с дефицитом витаминов и микроэлементов в рационе.

Дефицит важных микроэлементов приводит к повышенной нагрузке на респираторную и кроветворную системы телят и в дальнейшем способствует снижению естественной резистентности [68].

Астраханская область характеризуется низким содержанием микроэлементов, необходимых для нормального роста и развития животных. [30–33, 37, 81, 113, 114]. Так, содержание минеральных веществ в почве и растениях варьируется, мг/кг: железо –  $2214,3 \pm 0,11$  и  $191,1 \pm 0,19$ ; магний –  $4081,86 \pm 0,09$  и  $1,72 \pm 0,006$ ; йод –  $0,65 \pm 0,11$  и  $0,55 \pm 0,04$ ; селен –  $0,12 \pm 0,07$  и  $0,06 \pm 0,01$ ; медь –  $13,6 \pm 0,19$  и  $5,54 \pm 0,56$ ; кобальт –  $7,77 \pm 0,13$  и  $3,10 \pm 0,62$  соответственно. Содержание данных элементов в молоке, воде и кормах для молодняка крупного рогатого скота тоже достигает дефицитных значений. Недостаток минеральных веществ в организме телят отрицательно сказывается на их иммунной системе и способности отвечать на внешние раздражители, приводит к недостаточной или нерегулируемой клеточной активности и экспрессии цитокинов, тем самым влияя на иммунный ответ [163].

Низкая концентрация микроэлементов в окружающей природной среде биогеохимической провинции Астраханской области приводит к их дефициту в организме молодняка крупного рогатого скота, обитающего на данной территории. Данный факт отражается на особенности течения бронхопневмонии у молодняка в хозяйствах Астраханской области. Клинический осмотр животных показал, что телята чаще всего рождаются слабые. Также установлено, что на исследуемых участках у 30 % молодняка наблюдается задержка в развитии скелета и мышечной ткани, что может иметь далеко идущие последствия для их здоровья и продуктивности. На фоне дефицита железа, меди и кобальта развивается анемия, которая проявляется в бледности слизистых оболочек, вялости и снижении аппетита. Телята с данными симптомами хуже растут и имеют пониженный иммунитет, что делает их более подверженными

инфекционным заболеваниям. Нарушения в развитии шерстного покрова – еще один признак, характерный для некоторой группы молодняка, обитающего на изучаемой биогеохимической территории. Шерсть может стать тусклой, ломкой, выпадать или иметь неравномерный окрас. Сухость и складчатость кожи также говорят о недостатке витаминов и минералов, необходимых для поддержания гидратации и эластичности кожных покровов. У большинства обследуемых телят отмечали учащение дыхания и пульса, что также связано с общим ослаблением организма на фоне недостаточного поступления необходимых микроэлементов. В дальнейшем у таких телят наблюдались такие симптомы, как грудобрюшной тип дыхания, хрипы и кашель.

Кроме того, патогенетическая роль недостатка меди, кобальта, магния и железа при бронхопневмонии телят выражается в изменении гематологических и биохимических показателей крови. Происходит снижение эритроцитов (на 21,1 %), гемоглобина (на 11,4 %); растет количество лейкоцитов (на 26 %,). Также увеличивается содержание общего белка (на 12,3 %), орнитина (16,7 %), аммиака (на 11,8 %), мочевины (на 28,6 %) и глутамина (на 17,8 %). Повышается активность аргиназы и ферментов трансаминирования, что свидетельствуют о нарушениях белкового обмена и мочевинообразовательной функции печени у больных животных. В системе «ПОЛ – АОЗ» происходит накопление первичных и вторичных продуктов липидной пероксидации, что сопровождается увеличением уровней малонового диальдегида, диеновых конъюгатов в 1,2 и 1,4 раза соответственно.

Применение препаратов «Пульмамаг», «Элеовит», раствора глюкозы 40%-й совместно с инъекционными формами хелатных соединений металлов в качестве вспомогательной терапии при бронхопневмонии телят в районах с низким содержанием меди, кобальта, железа и магния положительно сказывается на динамике выздоровления. Молодняк быстрее восстанавливается, включая нормализацию температуры тела, частоты дыхательных движений, пульса, отсутствие истечения из носа, хрипов и кашля на 4–5-е сутки и появление аппетита на 3-и сутки. Кроме того, при исследовании общего и биохимического

анализа крови регистрируется более ранняя стабилизация показателей крови, которые восстанавливаются до физиологического уровня. Анализ гематологического исследования показал, что на 10-й день после лечения уровень эритроцитов во второй группе, где применяли инъекционные формы нанопорошков меди, кобальта, железа и магния, составил  $7,3 \pm 0,2 \times 10^{12}/л$ , что ближе к показателям здоровых животных. Также у животных данной группы гемоглобин повысился на 12,6% относительно значения до терапии, приблизившись к контрольным значениям. При этом содержание гемоглобина у телят, в схему лечения которых не входили хелатные соединения металлов (первая опытная группа), гемоглобин оставался ниже, чем у здорового молодняка. Также на 10-й день после лечения было отмечено снижение количества лейкоцитов в обеих опытных группах: в первой – на 24 %, во второй – на 31 %. Изменения концентрации моноцитов и базофилов были выражены незначительно. Содержание лимфоцитов в первой группе телят возросло на 10 % по сравнению с данными до лечения, а во второй группе на 13 % и было ближе по отношению к референсной группе. Количество нейтрофилов в первой и во второй опытных группах понизилось относительно исходных показателей на 22 и 25 % соответственно.

Биохимический анализ крови больного молодняка показал, что уровень общего белка варьировал от 56,68 до 59,99 г/л, по завершению лечения у телят наблюдалось повышение показателей общего белка на 6 % в первой опытной группе и на 12 % во второй опытной группе. Уровень альбумина после проведенного лечения у выздоровевших телят во второй группе повысился на 4 %; в первой группе существенных изменений не наблюдалось. Содержание  $\alpha_1$ -глобулинов после лечения у животных первой опытной группы снизилось на 15,9 %, а во второй опытной группе – на 31,8 %;  $\alpha_2$ -глобулинов – на 13,6 и 27,7 % соответственно. Содержание  $\beta$ -глобулинов после лечения повысилось в первой опытной группе на 9,3 %, а во второй – на 10,6 %,  $\gamma$ -глобулинов – на 5 и 7 % соответственно.

Также мероприятия, соответствующие второй схеме лечения (с применением инъекционных форм нанопорошков меди, кобальта, железа и магния), способствовали ограничению окислительного стресса, снижению уровня продуктов ПОЛ, улучшению состояния системы АОЗ.

Установлено, что, кроме видимых преимуществ в клиническо-морфологических показателях, схема лечения с использованием препаратов «Пульмамаг», «Элеовит», р-ра Глюкозы 40%-й совместно с нанопорошками меди, кобальта, железа и магния эффективнее 1,53 раза по сравнению со схемой без использования хелатных соединений металлов. Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий с использованием указанной схемы, проведенных в хозяйствах ООО «Лебедь» (с. Эрле) и КФХ «Мулляминов», составила 2,3 руб.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать следующие заключения:

1. Наиболее распространенные причины бронхопневмонии телят в Астраханской области: несоблюдение микроклимата помещений (в 35 % случаев – наличие сквозняков и низкая температура, в 25 % – повышенный уровень влажности), а также неправильное кормление с дефицитом витаминов и микроэлементов в рационе (17 % случаев).

2. С 2022 по 2024 г. заболевания органов дыхания занимают второе место среди болезней незаразной этиологии (30 %). Бронхопневмония телят встречается в 50 % случаев.

3. Патогенетическая роль недостатка меди, кобальта, магния и железа при бронхопневмонии телят выражается в задержке формирования скелета и мышечной ткани, болезненном состоянии печени, изменении гематологических, а также биохимических показателей крови. Происходит снижение эритроцитов на 21,1%, гемоглобина – на 11,4 %, рост количества лейкоцитов – на 26 %. Увеличиваются данные общего белка на 12,3 %, орнитина – на 16,7 %, аммиака – на 11,8 %, мочевины – на 28,6 %, глутамина – на 17,8 %, а также активности аргиназы и ферментов трансминирования. Это свидетельствует о нарушениях белкового обмена и мочевинообразовательной функции печени животных с

бронхопневмонией. В системе «ПОЛ – АОЗ» происходит накопление первичных и вторичных продуктов липидной пероксидации, что сопровождается увеличением уровней малонового диальдегида, диеновых конъюгатов в 1,2 и 1,4 раза соответственно.

4. При применении препаратов «Пульмамаг», «Элеовит», р-ра глюкозы 40%-й совместно с нанопорошками меди, кобальта, железа и магния наблюдались нормализация температуры тела, улучшение дыхания, отсутствие истечения из носа, хрипов и кашля на 4–5-е сутки, появился аппетит на 3-и сутки. На 4-е сутки исчезли клинические признаки. При исследовании общего и биохимического анализа крови у телят регистрировали более быструю нормализацию показателей крови, которые восстанавливались до физиологического уровня. Лечебные мероприятия, соответствующие разработанной схеме, способствовали ограничению окислительного стресса, снижению уровня продуктов ПОЛ, улучшению состояния системы АОЗ.

5. Экономическая эффективность от лечебных мероприятий составила 2,3 руб.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. На основании анализа и обобщения экспериментальных данных, апробации их в производственных условиях определено, что препараты «Пульмамаг», «Элеовит», р-р глюкозы 40%-й совместно с нанопорошками меди, кобальта, железа и магния рекомендуется применять при лечении бронхопневмонии телят по следующей схеме: «Пульмамаг» – 0,5 мл на 20 кг массы животного внутримышечно 1 раз в день в течение 5 дней; раствор глюкозы 40%-й – 100 мл внутривенно 2 раза в день в течение 3 дней; «Элеовит» – 2,0 мл на одну голову внутримышечно однократно; инъекционная форма нанопорошка меди и кобальта в дозе 10 мл на одну голову внутримышечно однократно и инъекционная форма нанопорошка железа и магния в дозе 10 мл на одну голову внутримышечно однократно.

2. В Астраханской области отмечен гипомикроэлементоз меди, кобальта, магния и железа. Для его лечения и профилактики необходимо применять соединения, содержащие микроэлементы.

3. Полученные данные включены в учебный процесс в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева» и ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

4. Результаты исследований внедрены в производство крестьянско-фермерского хозяйства «Мулляминов» (участок Бустюбе), ООО «Лебедь» (с. Эрле) и государственного бюджетного учреждения Астраханской области «Приволжская районная ветеринарная станция».

## **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Проведенные исследования позволили более детально изучить патогенетическую роль недостатка микроэлементов в окружающей природной среде в течении бронхопневмонии у телят, а также оценить влияние инъекционных нанопорошков меди, кобальта, железа и магния на выздоровление молодняка в условиях Астраханской области.

Внедрение новой научно обоснованной и эффективной схемы терапии бронхопневмонии телят создаст дополнительные перспективы для ее лечения в биогеохимических провинциях, где наблюдается дефицит меди, кобальта, железа и магния.

## Список сокращений

АЛТ – аланинаминотрансфераза

АОС – антиоксидантная система

АСТ – аспаргатаминотрансфераза

в/м – внутримышечная инъекция

ВАК – Высшая аттестационная комиссия

ДК – диеновые конъюгаты

МДА – малоновый диальдегид

ПОЛ – перекисное окисление липидов

СОД – супероксиддисмутаза

СР – свободные радикалы

ЩФ – щелочная фосфатаза

NO – оксид азота

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева, Н. Н. Концентрация цинка, меди, марганца и кобальта в органах и тканях как индикатор обеспеченности ими рационов овец : специальность 03.00.04 : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Авдеева Наталья Николаевна. – Воронеж, 2000. – 22 с.
2. Авессаломова, И. А. Экологическая оценка ландшафтов / И. А. Авессаломова. – М. Издательский Дом, 1992. – 89 с.
3. Аксенова, В. М. Неспецифическая бронхопневмония телят / В. М. Аксенова, Н. Б. Никулина. – Пермь, 2012. – 136 с.
4. Аксенова, В. М. Особенности гемостаза телят при бронхопневмонии (обзор) / В. М. Аксенова, Н. Б. Никулина, С. В. Гурова // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 2(18). – С. 126–131.
5. Алексеева, Л. В. Особенности микроэлементного метаболизма у животных / Л. В. Алексеева, Д. Л. Арсанукаев // Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Тверь, 06–08 февраля 2018. – Тверь: Изд-во Тверской ГСХА, 2018. – С. 89–92.
6. Алехин, Ю. Н. Нозологическая структура болезней органов дыхания у телят / Ю. Н. Алехин, М. С. Жуков // Ученые записки учреждения образования «Витебская «ордена Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины. – 2018. – Т 54. - № 4. – С. 6–9.
7. Андросова, Л. Ф. Влияние кобальта на продуктивные и репродуктивные функции коров голштинской породы / Л. Ф. Андросова // Зоотехния. – 2006. – № 7. – С. 16–17.
8. Андрусина, И. Н. Структура, свойства и токсичность наночастиц оксидов серебра и меди / И. Н. Андрусина, И. А. Голуб, Г. Г. Дидикин // Biotechnol. acta. - 2011. – Т 4. – № 6. – С. 51-59.

9. Антиоксидантный статус и перекисное окисление липидов у больных бронхопневмонией телят / И. Киреев [и др.] // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2024. – № 10(223). – С. 34–38.

10. Ануфриев, А. И. Этиологическая структура респираторных и желудочно-кишечных болезней крупного рогатого скота / А. И. Ануфриев, С. И. Першина, Л. Ю. Сашнина // Экологические проблемы патологии, фармакологии и терапии животных : материалы Междунар. координац. совещания, Воронеж, 19–23 мая 1997. – Воронеж: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Российской академии сельскохозяйственных наук, 1997. – С. 47–48.

11. Атаева, Е. В. Анализ заболеваемости и причин возникновения бронхопневмонии молодняка / Е. В. Атаева, Р. Р. Ильясова // Модернизация аграрного образования : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 14 декабря 2021. – Томск; Новосибирск, 2021. – С. 907–910.

12. Ахмерова, Н. М. Неспецифическая бронхопневмония / Н. М. Ахмерова // Животноводство России. – 2007. – №2. – С. 51.

13. Бабин, Я. А. Микроэлементы и их физиологическое значение / Я. А. Бабин. – Саратов, 1983. – 156 с.

14. Байдак, Е. В. Гематологический статус молодых дойных коров в одном из хозяйств Пермского края / Е. В. Байдак, Н. Б. Никулина, В. М. Аксенова // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 2(30). – С. 98–107.

15. Белкин, Б. Л. Желудочно-кишечные и респираторные заболевания молодняка крупного рогатого скота. Диагностика, лечение, профилактика / Б. Л. Белкин [и др.]. – М. : Аквариум Принт, 2016. – 208 с.

16. Белопольский, В. А. Иммунологические основы комплексного лечения телят при бронхопневмонии / В. А. Белопольский, Ю. В. Головизнин // Ветеринария. – 1993. – № 11-12. – С. 48–51.

17. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы высших растений / Н. П. Битюцкий. – СПб., 2011. – 367 с.

18. Битюцкий, Н. П. Необходимые микроэлементы растений : учеб. для студентов биол. специальностей. – СПб. : ДЕАН, 2005. – 255 с.
19. Болдырева, Е. И. Специфика факторов формирования почвенного покрова Астраханской области / Е. И. Болдырева // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Астрахань, 27–28 ноября 2020. – Астрахань: Астраханский университет, 2020. – С. 200–203.
20. Бурла, Н. А. Диагностика, лечение и профилактика бронхопневмонии у телят / Н. А. Бурла, С. В. Козлов // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук : материалы Междунар. науч.-практ. конф. обучающихся, аспирантов и молодых ученых, посвящ. памяти заслуженного деятеля науки, доктора ветеринарных наук, профессора кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» Колесова Александра Михайловича, Саратов, 14–15 апреля 2021. – Саратов, 2021. – С. 34–38.
21. Бутьянов, Д. Д. Справочник по болезням сельскохозяйственных животных / Д. Д. Бутьянов, И. М. Карпуть, М. В. Якубовский. – Минск: Ураджай, 1990. – 315 с.
22. Виноградов, А. П. Биогеохимические провинции и эндемии / А. П. Виноградов // ДАН СССР. 1938. Т. 18. № 4/5. С. 283–286.
23. Виноградов, А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А. П. Виноградов. – Москва : Издательство Академии Наук СССР, 1957. – 237 с.
24. Витковский, М. И. Особенности клинико-морфологического проявления бронхопневмонии у телят / М. И. Витковский, Е. Г. Турицына // Вестник КрасГАУ. – 2018. – №. 6 (141). – С. 80-83.
25. Витковский, М. И. Сравнительная оценка эффективности лечения телят с неспецифической бронхопневмонией / М. И. Витковский // Инновационные тенденции развития российской науки : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Красноярский государственный

аграрный университет, Красноярск, 08–09 апреля 2019. – Красноярск, 2019. – С. 93–96.

26. Владимиров, Г. К. Динамика формирования комплексов цитохрома с с анионными липидами и механизм реакций образования липидных радикалов, катализируемых этими комплексами / Г. К. Владимиров, А. М. Нестерова, А. А. Левкина // Биологические мембраны. – 2020. – Т. 37. – № 4. – С. 287–298.

27. Владимиров, Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков. – М., 1972. – 252 с.

28. Воробьев, В. И. Влияние Se, Co и J на продуктивность симментальских коров в биогеохимических условиях региона Нижней Волги / В. И. Воробьев, Д. В. Воробьев, Е. Н. Щербакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(40). – С. 93–94.

29. Воробьев, В. И. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у свиней в процессе постнатального онтогенеза / В. И. Воробьев, Е. Н. Щербакова, Н. И. Захаркина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3. – С. 247.

30. Воробьев, В. И. Поиски научно-обоснованных критериев дефицита микроэлементов в организме животных / В. И. Воробьев, Д. В. Воробьев, Е. Т. Казунина // Естественные науки. – 2014. – № 3(48). – С. 80–85.

31. Воробьев, В. И. Физиологические особенности метаболизма Fe, Zn, Mn, Se, J, Co и Cu в организме всеядных животных / В. И. Воробьев, Е. Н. Щербакова, Н. И. Захаркина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 630.

32. Воробьев, В. И. Физиолого-биогеохимические аспекты диагностики и терапии скрытых форм комбинированных гипомикроэлементозов симментальских коров австрийской селекции / В. И. Воробьев, Д. В. Воробьев, Е. Н. Щербакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5(49). – С. 194–196.

33. Воробьев, Д. В. Биогенная миграция металлов в экосистемах Западно-подстепных ильменей Астраханской области / Д. В. Воробьев, В. И. Воробьев //

Современные аспекты экологии и экологического образования: материалы 1-й Междунар. науч. конф. Федерального агентства по образованию РФ, 16–19 мая 2007. – Астрахань, 2007. – С. 42–48.

34. Воронина, Е. Н. Особенности лечения и профилактики бронхопневмонии у телят в биогеохимической провинции Южного Урала: специальность 16.00.01: дис. ... канд. вет. наук / Воронина Елена Николаевна. – Троицк, 2006. – 166 с.

35. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – М.: Колос, 1979. – 471 с.

36. Гринченко, М. С. Органопатология бронхопневмонии телят / М. С. Гринченко, В. М. Жуков // Вестник АГАУ. 2021. № 8(202). – С. 66 – 69.

37. Гундарева, А. Н. Биогенная миграция микроэлементов в различных типах почв Астраханской области / А. Н. Гундарева, Э. И. Мелякина // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2005. – № 3(26). – С. 194–200.

38. Данилевский, В. М. Справочник по ветеринарной терапии. – М.: Колос, 1983. – С. 32–33.

39. Данилкина, О. П. Основы ветеринарии: методические указания / О. П. Данилкина; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2014. – 48 с.

40. Демидчик, Л. Г. Профилактика бронхопневмонии телят иммуностимуляторами [Гистосероглобин] / Л. Г. Демидчик // Ветеринария. Реферативный журнал. – 2003. – № 1. – С. 117.

41. Джумакова, А. Р. Характеристика мочевинообразовательной функции печени телят, больных бронхопневмонией, в биогеохимических условиях Астраханской области / А. Р. Джумакова // Ветеринария, зоотехния непродуктивных животных: материалы V регион. науч. конф. аспирантов, магистров и студентов, Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, 29 ноября 2024. – Красноярск, 2024. – С. 32–36.

42. Дускаев, Г. К. Свидетельство о государственной регистрации базы данных: № 2022620782 Рос. Федерация. Таксономический состав микробиома рубцовой жидкости молодняка КРС при использовании в рационе ультрадисперсных частиц железа: № 2022620532; заявл. 24.03.2022; опубл. 08.04.2022 / Г. К. Дускаев, Е. В. Шейда, В. А. Рязанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

43. Ермолина, С. А. Состояние нитроксидергических процессов и иммунобиохимического статуса у телят, больных бронхопневмонией и диспепсией / С. А. Ермолина. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 154 с.

44. Жолнин, А. В. Комплексные соединения / А. В. Жолнин. – Челябинск: ЧГМА, 2000. – 28 с.

45. Жуков, В. М. Органопатология легких продуктивных животных / В. М. Жуков, О. С. Мишина, Н. М. Семенихина. – 2-е изд., испр., доп. – СПб. : Лань, 2017. – 92 с.

46. Завьялов, О. А. Роль меди, цинка и марганца в организме крупного рогатого скота / О. А. Завьялов, И. И. Слепцов, С. А. Мирошников // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 6. – С. 22–26.

47. Завьялова, О. В. Особенности почвенного покрова Астраханской области / О. В. Завьялова // Современные проблемы географии: межвуз. сб. науч. тр.; Астраханский государственный университет. – Астрахань, 2019. Вып. 4. – С. 136–139.

48. Зайцев, В. В. Фармако-токсикологические свойства соединений на основе наночастиц кобальта и меди и их эффективность при гипомикроэлементозах : дис. ... канд. вет. наук / Зайцев Владимир Владимирович – Саратов, 2023. – 155 с.

49. Зимина, А. П. Усовершенствование схемы лечения бронхопневмонии телят при беспривязном групповом содержании / А. П. Зимина, О. В. Бадова // Молодежь и наука. – 2017. – № 3. – С. 20.

50. Зухрабов, М. Г. Состояние минерального обмена у высокопродуктивных коров: монография / М. Г. Зухрабов, С. Р. Юсупов, З. М. Зухрабова. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, 2011. – 110 с.

51. Игонов, И. И. Влияние типа агроландшафта на содержание микроэлементов в почвах и урожайность / И. И. Игонов, М. И. Кудашкин, М. М. Гераськин // Агрохимический вестник. – 2006. – № 1. – С. 7–9.

52. Ильин, В. Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В. Б. Ильин. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 2001. – Т. 229. – С. 231.

53. Ильясова, З. З. Сравнительная эффективность комплексного лечения бронхопневмонии молодняка с применением лекарственных растений / З. З. Ильясова, А. В. Андреева // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2024. – № 3(71). – С. 54–58. – DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-54-58.

54. Использование Анолита в профилактике бронхопневмонии у телят / Ю. В. Крицкий [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2011. – Т. 47. – № 1. – С. 188–191.

55. Кабалина, Ю. Е. Морфофункциональные изменения в организме телят при использовании тканевого стимулятора для профилактики бронхопневмонии: специальность 16.00.02: автореф. дис. ... канд. вет. наук / Кабалина Юлия Евгеньевна. – Екатеринбург, 2004. – 19 с.

56. Кабата-Пендиас, А. Проблемы современной биогеохимии микроэлементов / А. Кабата-Пендиас // Российский химический журнал. – 2005. – Т. 49. – № 3. – С. 15–19.

57. Кабыш, А. А. Бронхопневмония // Внутренние незаразные болезни крупного рогатого скота / А. А. Кабыш, П. С. Ионов. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. – 383 с.

58. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин. – М., 2003. – 456 с.
59. Калашников, А. П. Кормление молочного скота / А. П. Калашников. – М.: Колос, 1978. – С. 83–238.
60. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, Н. И. Клейменов. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 70–120.
61. Калюжный, И. И. Эффективность комплексной терапии неспецифической бронхопневмонии у телят / И. И. Калюжный, А. А. Эленшлегер, С. В. Попов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 7(177). – С. 89–96.
62. Каримова, Р. Г. Активность нитроксидергической системы у кошек и собак при хронической почечной недостаточности / Р. Г. Каримова, А. А. Белова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э Баумана. – 2020. – Т. 241. – № 1. – С. 99–103.
63. Карпуть, И. М. Клинико-морфологические проявления иммунных дефицитов и их профилактика у молодняка / И. М. Карпуть, М. П. Бабина, Т. В. Бабина. – Витебск, 2006. – С. 46 – 51.
64. Киреев, И. В. Этиология и заболеваемость телят бронхопневмонией в промышленных условиях мясного скотоводства / И. В. Киреев, В. А. Оробец, Е. Н. Митина // Геномика и биотехнологии в сельском хозяйстве: материалы пленарного заседания 88-й науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ», Ставрополь, 01 июня 2023. – Ставрополь, 2023. – С. 173–177.
65. Кичемасова, К. Р. Значение рентгенографии в диагностике аспирационной бронхопневмонии у собак / К. Р. Кичемасова, А. В. Гончарова, В. А. Костылев // Вестник АГАУ. – 2023. – №. 8 (226). – С. 52-57.
66. Ковальский, В. В. Микроэлементы в почвах СССР / В. В. Ковальский, Г. А. Андрианова. – М.: Паука, 1970. – 180 с.

67. Ковальский, В. В. Проблемы биогеохимии микроэлементов и геохимической экологии / В. В. Ковальский. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 356 с.
68. Ковзов, В. В. Рекомендации по диагностике и профилактике обменных нарушений у высокопродуктивных коров / В. В. Ковзов, С. Л. Борознов // Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2010. – С. 29.
69. Козьмина, Я. М. Лечение бронхопневмонии телят. Обзор литературы / Я. М. Козьмина, Н. В. Садовников // Молодежь и наука. – 2020. – № 12. – С. 29.
70. Кондрахин, И. П. Внутренние незаразные болезни животных / И. П. Кондрахин. – М.: КолосС, 2005. – 461 с.
71. Кондрахин, И. П. Изучение сочетанных внутренних болезней животных – приоритетное научное направление / И. П. Кондрахин // Ветеринария. – 2005. – № 11. – С. 44.
72. Куликова, М. С. Влияние хелатных комплексных соединений некоторых металлов-микроэлементов и их неорганических солей на биохимические показатели телят / М. С. Куликова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3. – С. 43–49.
73. Кураева, Д. С. Современные методы лечения и профилактики катаральной бронхопневмонии у телят / Д. С. Кураева // Наука и молодежь: новые идеи и решения : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, 24–25 марта 2022. – Волгоград, 2023. – Ч. I. – С. 363–365.
74. Лазеры и пробиотики в профилактике болезней молодняка / И. М. Карпуть [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.; Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2004. – С. 72–74.
75. Лебедев, И. А. Перекисное окисление липидов: «вред» и «польза» / И. А. Лебедев, П. И. Бурундукова, М. Б. Абдуллина // Заметки ученого. – 2021. – № 8. – С. 141–144.

76. Лебедева, К. Н. Лечение бронхопневмонии телят / К. Н. Лебедева, А. В. Альдяков, С. Д. Назаров // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 3. – С. 202–205.

77. Лопатин, В. Т. Диагностика, лечение и профилактика бронхопневмонии телят / В. Т. Лопатин, Н. П. Зуев, В. А. Шутиков // Современные научно-практические достижения в ветеринарии: сб. ст. XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, 19–20 апреля 2024. – Киров, 2024. – С. 165–168.

78. Лопатин, В. Т. Особенности профилактики бронхопневмонии у телят в условиях современного промышленного животноводства / В. Т. Лопатин, Н. П. Зуев, В. А. Шутиков // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы нац. науч.-практ. конф., Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, 01 апреля 2024. – Воронеж, 2024. – С. 47–50.

79. Лупенских, Т. А. Бронхопневмония телят – наиболее распространенная патология (обзор литературы) / Т. А. Лупенских // Молодежь и наука. – 2016. – № 2. – С. 45.

80. Мельник, В. В. Комплексное лечение неспецифической бронхопневмонии у телят / В. В. Мельник, Е. В. Репко, К. К. Костенко // Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского : сб. тез. участников V науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых, Симферополь, 30 октября 2019. – Симферополь, 2019. – С. 135–138.

81. Мелякина, Э. И. Сравнительный анализ содержания микроэлементов в грунтах водоемов и почвах Астраханской области / Э. И. Мелякина, М. А. Мусаев // Фундаментальные проблемы науки: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Тюмень, 15 мая 2016. – Тюмень: Аэтерна, 2016. Т. 4. – С. 46–48.

82. Михайлова, И. С. Актуализация изучения фармакотерапии микроэлементозов у продуктивных животных инновационными формами нанопрепаратов / И. С. Михайлова, Н. А. Пудовкин, Н. И. Захаркина // Содержательные и процессуальные аспекты современного образования :

материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, Астрахань, 24 февраля 2023. – Астрахань, 2023. – С. 215–217.

83. Мосина, Л. В. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов в экстремальных погодных условиях / Л. В. Мосина, Г. Е. Мёрзлая // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 5. – С. 5–18.

84. Насыров, Д. И. Экономический ущерб от бронхопневмонии телят / Д. И. Насыров, Н. Г. Кутлин // Актуальные проблемы и тенденции развития современной экономики и информатики: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Уфимский университет науки и технологий, Бирск, 22–24 ноября 2023. – Бирск, 2023. – С. 228–229.

85. Наумова, О. В. Коррекция показателей обмена минеральных соединений у больных бронхопневмонией телят в условиях техногенеза / О. В. Наумова // Ученые записки КГАВМ. – 2018. – Т. 234(II). – С. 141–147.

86. Никулина, Н. Б. Анализ эффективности антибиотикотерапии при бронхопневмонии телят / Н. Б. Никулина // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3(35). – С. 109–117.

87. Никулина, Н. Б. Морфометрическая характеристика нейтрофилов крови телят при неспецифической бронхопневмонии / Н. Б. Никулина, В. М. Аксенова // Ветеринария. – 2013. – № 9. – С. 47–49.

88. Никулина, Н. Б. Практические подходы к профилактике и лечению неспецифической бронхопневмонии телят: метод. рекомендации / Н. Б. Никулина, В. М. Аксенова; Пермский НИИСХ Россельхозакадемии, Пермская гос. с.-х. акад. им. Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2012. – 28 с.

89. Орехова, Е. В. Бронхопневмония телят / Е. В. Орехова, О. В. Бадова, Т. В. Бурцева // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф.,

Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, 17 ноября 2023. – Воронеж, 2023. – С. 222–228.

90. Оробец, В. А. Влияние аминовита-GM на показатели естественной резистентности телят / В. А. Оробец, И. И. Проститов, И. В. Киреев // Животноводство – продовольственная безопасность страны: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ставропольский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, Ставрополь, 01–03 декабря 2006. – Ставрополь, 2006. – Т. II – С. 29–30.

91. Павлова, О. Н. Взаимосвязь распределения концентрации малонового диальдегида в сыворотке крови и тканях экспериментальных животных / О. Н. Павлова, О. Н. Гуленко, Р. Г. Каримов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 238. – № 2. – С. 150–154.

92. Павловский, П. Б. Влияние условий содержания и микроклимата на профилактику бронхопневмонии у телят / П. Б. Павловский, Д. Г. Готовский, В. И. Кобозев // Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и преподавателей сельскохозяйственных учебных заведений и научно-исследовательских учреждений, Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Витебск, 22 июня 2001. – Витебск, 2001. – С. 186–187.

93. Палунина, В. В. Бронхопневмонии телят: особенности проявления, меры профилактики и борьбы : метод. пособие / В. В. Палунина, Т. И. Глотова, С. Н. Билокур. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2013. – 32 с.

94. Палунина, В. В. Лечение болезней органов дыхания у телят / В. В. Палунина, С. Н. Билокур // Аграрная наука. – 2012. – № 1. – С. 26.

95. Пат. № 2052267 С1 Российская Федерация, МПК А61К 36/537, А61К 31/00, А61К 36/15. Препарат для профилактики бронхопневмонии телят "эвказоль" / Симецкий М. А., Чупахин В. И., Пономарева Н. С.; заявитель

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – № 93026218/15; заявл. 07.05.1993; опубл. 20.01.1996.

96. Пат. № 2353376 С1 Российская Федерация, МПК А61К 35/64. Способ лечения и профилактики бронхопневмонии у телят и поросят / Хахов Л. А., Хахов А. Л., Тяпкина Е. В.; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет: – № 2007130662/13; заявл. 10.08.2007; опубл. 27.04.20.

97. Пахомов Г. А. Иммуностимуляция при бронхопневмонии телят // Ветеринария. – 1984. – № 7. – С. 59.

98. Петренко, В. А. Диагностика и коррекция органопатологии легких у телят / В. А. Петренко, В. М. Жуков // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, 15–16 февраля 2018. – Барнаул, 2018. – Кн. 2. – С. 420–421.

99. Покатилов, Ю. Г. Биохимия биосферы и медико-биологические проблемы / Ю. Г. Покатилов. – Новосибирск, 1963. – С. 3–5.

100. Полякова, В. В. Железо в грунтовых и поверхностных водах / В. В. Полякова // Известия вузов. Лесной журнал. – 2015. – № 3(345). С. 29–34.

101. Попов, С. В. Физиотерапевтические аспекты лечения молодняка крупного рогатого скота при бронхопневмонии в производственных условиях / С. В. Попов // Ветеринарный врач. – 2017. – № 6. – С. 3–6.

102. Попов, С. В. Значение программы «Биорепер» в диагностике триггерных БАТ при неспецифической бронхопневмонии телят / С. В. Попов, И. И. Калюжный // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 6. – С. 33–35.

103. Протасова, Н. А. Биогеохимия микроэлементов в обыкновенных черноземах Воронежской области / Н. А. Протасова, Н. С. Горбунова, А. Б. Беляев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – № 4. – С. 100–106.

104. Пустозеров, П. А. Изменения морфобиохимического состава крови телят, больных бронхопневмонией, в условиях биогеохимической провинции / П. А. Пустозеров, Ф. Г. Гизатуллина, И. А. Гизатуллин // АВУ. – 2011. – № 10. – С. 11-12.
105. Рак, М. В. Кобальт в почвах и растениеводческой продукции Беларуси и эффективность применения кобальтового удобрения / М. В. Рак, Е. Н. Пукалова // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2(57). – С. 90–99.
106. Ринькис, Г. Я. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами / Г. Я. Ринькис, В. Ф. Ноллендорф. – Рига: Зинатне, 1982. – 304 с.
107. Роль цитологического анализа состава носового и глоточного секрета в диагностике бронхопневмонии у телят / С. В. Гурова [и др.] // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 1(29). – С. 114–121.
108. Романов, К. И. Сравнительная характеристика схем лечения бронхопневмонии телят / К. И. Романов, Л. Г. Каширина, М. Т. Трфандян // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й Междунар. науч.-практ. конф., МСХ РФ ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, 20 апреля 2023. – Рязань, 2023. – С. 515–520.
109. Саврасов, Д. А. Проведение оценки клинического статуса у телят, больных бронхопневмонией и перспективы применения методов цифровой рентгенографии / Д. А. Саврасов, Е. Б. Панина // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной науч.-практ. конф., Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, Воронеж, 01 апреля 2024. – Воронеж, 2024. – С. 100–103.
110. Салина, Ю. Б. Агрохимическая характеристика пахотных почв Астраханской области / Ю. Б. Салина, А. А. Уталиев, С. О. Александров // Агрохимический вестник. – 2017. – № 5. – С. 29-33.

111. Самарина, М. Н. Профилактика иммунодефицитов при бронхопневмонии телят иммуностимуляторами: специальность 16.00.02: дис. ... канд. вет. наук / Самарина Мария Николаевна. – Иваново, 2002. – С. 26–28.

112. Санжаровская, Ю. В. Этиопатогенез респираторных заболеваний телят / Ю. В. Санжаровская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XXII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2019. – С. 67 – 69.

113. Сафонов, В. А. Анализ содержания микроэлементов в почвах, воде и растениях пастбищ для выпаса крупного рогатого скота в регионе Нижней Волги / В. А. Сафонов, Т. С. Ермилова, А. Е. Черницкий // Химия и АПК: актуальные вопросы и научные достижения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения А.Г. Малахова, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, Москва, 17–18 июня 2024. – М., 2024. – С. 25–29.

114. Сафонов, В. А. Микроэлементный состав почвы и растительной кормовой базы крупного рогатого скота в условиях Астраханской области / В. А. Сафонов, Т. С. Ермилова, А. Е. Черницкий // Современные проблемы и приоритетные направления развития естественных и сельскохозяйственных наук : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Астрахань, 23–24 мая 2024. – Астрахань, 2024. – С. 184–186.

115. Селищева, Е. А. Диагностика и лечение катаральной бронхопневмонии телят / Е. А. Селищева // Материалы студ. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра вет. наук, проф. Кабыша Андрея Александровича, Южно-Уральский государственный аграрный университет, Институт ветеринарной медицины, Троицк, 01 февраля. – Троицк, 2017. – С. 118–121.

116. Село Татарская Башмаковка – археология и этнография. К истории золотоордынского наследия в Нижнем Поволжье / В. М. Викторин [и др.] // Золотоордынское обозрение. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 90–114.

117. Семенов, В. Г. Выращивание здорового молодняка в личных подсобных хозяйствах, на малых и средних фермах с применением биостимулятора ПС-1 / В. Г. Семенов, Ф. П. Петрянкин, С. Г. Яковлев, А. Н. Анин // Ветеринарная патология. – 2009. – №. 3 (30). – С. 128-132.

118. Семенов, В. Г. Применение иммуностропных средств при выращивании телят в условиях пониженных температур воздуха / В. Г. Семенов, А. В. Степанова, Д. В. Купцова // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 401-404.

119. Скорнякова, О. О. Способ коррекции анемии и повышения общей резистентности у телят-молочников при профилактике холодового стресса и неспецифической бронхопневмонии / О. О. Скорнякова, Н. С. Ивашкина // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2024. – № 3(63). – С. 55–58.

120. Современная характеристика почвенного покрова Астраханской области / А. Н. Бармин [и др.] // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 1(14). – С. 64–73.

121. Солодянкина, Н. В. Состояние обмена белковых и минеральных соединений у больных бронхопневмонией телят и способы их коррекции / Н. В. Солодянкина // Материалы студ. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра вет. наук, проф. Кабыша Андрея Александровича, Южно-Уральский государственный аграрный университет, Институт ветеринарной медицины Троицк, 01 февраля 2017. – Троицк, 2017. – С. 121–125.

122. Структура респираторных болезней молодняка крупного рогатого скота бактериальной этиологии / Н. Ю. Басова [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2017. – № 4. – С. 13–14.

123. Схатум, А. К. Этиологическая структура респираторных болезней молодняка крупного рогатого скота вирусной этиологии / А. К. Схатум, В. И.

Терехов, Н. Ю. Басова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 3-3(45). – С. 42–44.

124. Терентьева, Л. И. Проблема профилактики и лечения бронхопневмонии телят (обзор литературы) / Л. И. Терентьева // Молодежь и наука. – 2019. – № 1. – С. 33.

125. Титов, В. Н. С-реактивный белок: гетерогенность и функциональная связь с окислительным стрессом как с маркером воспаления / В. Н. Титов // Клиническая лабораторная диагностика. – 2004. – № 7. – С. 3–12.

126. Топурия, Л. Ю. Влияние пробиотического препарата на ферментативный спектр сыворотки крови телят / Л. Ю. Топурия, Г. М. Топурия // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брянский государственный аграрный университет, Брянск, 30–31 мая 2024. – Брянск, 2024. – С. 151–155.

127. Трушина, Л. Н. Влияние растительного биостимулятора на биохимический состав крови телят / Л. Н. Трушина, Г. М. Топурия, Л. Ю. Топурия // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, Курган, 25 марта 2021. – Курган, 2021. – С. 347–350.

128. Федулов, А. В. Влияние пробиотической кормовой добавки «Здоровяк телянок» на клинико-морфологические показатели крови телят при бронхопневмонии / А. В. Федулов, А. В. Прусаков, А. В. Яшин // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2024. – № 3. – С. 72–75.

129. Федюк, И. И. Лечение и профилактика респираторных болезней телят / И. И. Федюк, А. С. Лысухо // Ветеринария. – 1997. – № 8. – С. 34–35.

130. Фокин, В. К. Иммунный и гематобиохимический статусы, их коррекция при комбинированной терапии бронхопневмонии телят: автореф. дис. ... кан. вет. наук / Фокин Владимир Константинович. – Саранск, 2012. – 24 с.

131. Хайруллин, И. Н. Аэрозоли лекарственных веществ при профилактике бронхопневмонии телят / И. Н. Хайруллин, И. И. Богданов, А. З. Мухитов //

Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Министерство сельского хозяйства РФ, Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, Ульяновск, 08–10 июня 2010. – Ульяновск, 2010. – С. 213–216.

132. Характеристика мочевинообразовательной функции печени телят в биогеохимических условиях Астраханской области / И. С. Михайлова [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 11–123.

133. Черницкий, А. Е. Роль оксидативного стресса в патогенезе бронхопневмонии телят / А. Е. Черницкий // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 3. – С. 57–59.

134. Черницкий, А. Е. Диагностика бронхопневмонии у телят в условиях фермы / А. Е. Черницкий, К. А. Ефимова, В. А. Сафонов // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 5. – С. 59–64.

135. Чеходариди, Ф. Н. Терапевтическая эффективность применения новокаиновой блокады по М.Ш. Шакурову в сочетании с лекарственными препаратами растительного происхождения при неспецифической бронхопневмонии телят / Ф. Н. Чеходариди, В. А. Арсагов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023. – Йошкар-Ола, 2023. – Вып. XXV. – С. 755–758.

136. Чучалин, А. Г. Согласованная позиция экспертов по лечению пневмонии у пациентов с декомпенсацией кровообращения / А. Г. Чучалин, Г. П. Арутюнов, А. И. Синопальников // Журнал Сердечная недостаточность. – 2016. № 17(3). С. 212–228.

137. Шарабрин, И. Г. Метод раннего определения минеральной недостаточности в патологии высокопродуктивных коров и меры её

профилактики / И. Г. Шарабрин // Тр. Всесоюз. НИИ кормления сельскохозяйственных животных. – 1954. – Т. 11. – С. 15–25.

138. Шахов, А. Г. Этиология и профилактика желудочно-кишечных и респираторных болезней телят и поросят / А. Г. Шахов // Ветеринарная патология. – 2003. – № 2(6). – С. 25–28.

139. Шишков В. П. Комплексная система получения здоровых телят / В. П. Шишков, В. С. Шипилов, И. М. Белов // Ветеринария. – 1983. – №. 2. – С. 14.

140. Шоболев, С. В. Биохимический профиль крови у телят, больных бронхопневмонией / С. В. Шоболев, Е. М. Марьин, Н. Ю. Калязина // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2022. – № 3(59). – С. 160–163.

141. Шубина, Т. П. Бронхопневмония телят и методы ее лечения / Т. П. Шубина, Д. В. Герасименко, А. Е. Силайкина // МНИЖ. – 2024. – №. 4 (142). – С. 115.

142. Щербаков, Г. Г. Внутренние болезни животных / Г. Г. Щербаков. – СПб.: Лань, 2002. – 736 с.

143. Эффективность профилактики желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят / А. П. Овсянников [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2023. – Т. 253. – № 1. – С. 210–214.

144. Юров, К. П. Некоторые результаты изучения этиологии респираторных болезней телят в хозяйствах Московской области / К. П. Юров, А. В. Пчельников, С. В. Алексеенкова // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2015. – № 1. – С. 16–18.

145. Якименко, В. Н. Изменение содержания калия и магния в профиле почвы длительного полевого опыта / В. Н. Якименко // Агрохимия. – 2019. – № 3. – С. 19–29.

146. Яруллина, Э. С. Комплексный подход к лечению респираторных болезней телят / Э. С. Яруллина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 242. – № 2. – С. 222–226.

147. Яруллина, Э. С. Фармако-токсикологическая оценка нового средства Бронхелп и его применение при бронхопневмонии телят: дис. ... канд. вет. наук / Яруллина Эльмира Сергеевна. – Казань, 2020. – с. 150.
148. Akeel, A. Role of Cobalt in Plants: Its Stress and Alleviation // Contaminants in agriculture: sources, impacts and management. – Cham : Springer International Publishing, 2020. – P. 339-357.
149. Akinoğlu, G. The role of selenium in plants / G. Akinoğlu, A. Korkmaz, İ. Çoka // July 2022, conference: 2. international hasankeyf scientific studies and innovation congressat: batman/turkey. – P. 326–328.
150. Al-Qudah, K. M. Oxidative Stress in Calves with Acute or Chronic Bronchopneumonia. *Revue de Médecine Vétérinaire*. -2009. – Vol. 160. – P. 231–236.
151. Altınok, S. Effect of Iodine Treatmentson Forage Yields of Alfalfa / S. Altınok, O. S. Sozudogru, H. Halilova // *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. – 2003. - Vol. 34. - № 1-2. – P. 55–64.
152. Andrews, A. H. Calf pneumonia costs. *Cattle Practice*. – 2000. – Vol. 8. - №2. – P. 109–114.
153. Barielle, S. Impact of respiratory disorders in young bulls on performance and profitability. *Rencontres Recherches Ruminants*. – 2008. – Vol. 15. – P. 77–80.
154. Blaix, C. Plant evenness improves forage mineral content in semi-natural grasslands / C. Blaix, D. Alard, O. Chabrerie // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. – 2025. – Vol. 387. – P. 109–622.
155. Bryson, D. G. Calf Pneumonia, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. – 1985. – Vol. 1. - №2. – P. 237–257
156. Buczinski, S. Bovine respiratory disease diagnosis: What progress has been made in clinical diagnosis? / S. Buczinski, B. Pardon // *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* – 2020. – Vol. 36. - №2. – P. 399–423.
157. Casper, D. P. Supplementing additional cobalt as cobalt lactate in a high-forage total mixed ration fed to late-lactation dairy cows / D. P. Casper, J. P. Pretz, H. T. Purvis II // *Journal of Dairy Science*. – 2021. – Vol. 104. - №10. – P. 10669–10677.

158. Chen, Z. C. Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants / Z. C. Chen, W. T. Peng, J. Li, H. Liao // *Seminars in Cell & Developmental Biology*. – 2018. - Vol.74. – P. 142–152.

159. Chirase, N. K. Effect of transport stress on respiratory disease, serum antioxidant status, and serum concentrations of lipid peroxidation biomarkers in beef cattle / N. K. Chirase, L. W. Greene, C. W. Purdy, R. W. Loan // *Am J Vet Res*. – 2004. – Vol. 65. - №6. – P. 860–864.

160. Dekhuijzen, P. N. Antioxidant properties of N-acetylcysteine: their relevance in relation to chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. – 2004. – Vol. 23. - №4. – P. 629–636.

161. Dekhuijzen, P. N. Increased exhalation of hydrogen peroxide in patients with stable and unstable COPD / P. N. Dekhuijzen [et al.] // *Amer. J. Respir. Crit. Care Med*. – 1996. – P. 154-813.

162. Doelman, C. Oxygen radicals in lung pathology / C. Doelman, A. Bast // *Free Rad. Biol. Med*. -1990. – Vol. 9. – P. 381–400.

163. Eisa, A. M. A. Effect of ferrous sulphate on haematological, biochemical and immunological parameters of neonatal calves / A. M. A. Eisa, L. S. Elgebaly // *Veterinaria Italiana*. -2010. – Vol. 46. - №3. – P. 329–335.

164. Flasshoff, J. Ein praxisrelevantes Verfahren zur Frühzeitigen Differenzierung bakterieller Bronchopneumonieerreger beim Schwein mittels Bronchia llavage. *Prakt. Tierarzt*. – 2000. – Vol. 1. – P. 1020–1024.

165. Gaál, K. K. Magnesium in animal nutrition / K. K. Gaál, O. Sáfár, L. Gulyás, P. Stadler // *Journal of the American College of Nutrition*. – 2004. – Vol. 23. – №. 6. – P. 754S-757S.

166. Gromova, O. Magnesium and vitamin B2 supplementation is an important nutritional resource of sports medicine / O. Gromova, I. Torshin, M. Sorokina, A. Gromov // *Medical Council*. – 2023. - P. 216-230.

167. Harvey, J. W. Chapter 4 - Evaluation of Erythrocytes / J. W. Harvey // *Veterinary Hematology*, W.B. Saunders, - 2012. – P. 49–12.

168. Hornatowska, J. Visualisation of pectins and proteins by microscopy. STFI-Packforsk report. – 2005. – Vol. 87. – P. 21.
169. Hu, X. Cobalt: An Essential Micronutrient for Plant Growth? / X. Hu, X. Wei, J. Ling, J. Chen // Front Plant Sci. – 2021. – Vol.12. – P. 768523.
170. Huffman, C. F. Magnesium Studies in Calves: II. The Effect of Magnesium Salts and Various Natural Feeds upon the Magnesium Content of the Blood Plasma / C. F. Huffman, C. L. Conley, C. C. Lightfoot, C. W. Duncan // The Journal of Nutrition. – 1941. - Vol. 22. -№ 6. - P. 609–620.
171. Hussein, H. A. Comparative evaluation of ultrasonography with clinical respiratory score in diagnosis and prognosis of respiratory diseases in weaned dairy buffalo and cattle calves / H. A. Hussein, C. Binici, R. Staufenbiel // Journal of Animal Science and Technology. – 2018. – Vol.60. – P. 1-11.
172. Johnson, M. A. Iron. Nutrition monitoring and nutrition status assessment. J. Nutr. – 1990. – Vol. 120. – P. 1486–1491.
173. Jourquin, S. Accuracy and inter-rater agreement among practitioners using quick thoracic ultrasonography to diagnose calf pneumonia / S. Jourquin, Lowie ., J. Bokma, B. Pardon // Vet Rec. – 2024. – Vol. 194. - №. 7 – P.96.
174. Judith, K. R. Effect of Dietary Selenium on the Primary and Secondary Immune Response in Calves Challenged with Infectious Bovine Rhinotracheitis Virus / K. R. Judith, J.W. Spears , Jr T.T. Brown // The Journal of Nutrition. – 1998. – Vol.118. - №2. – P. 229–235.
175. Kaske, M. Enzootische Bronchopneumonie im Kälberbestand – Ansätze zur Problemlösung. Veterinär Spiegel. – 2020. – Vol. 30. - №3. – P. 107–115.
176. Ke, W. Effects of copper and mineral nutrition on growth, copper accumulation and mineral element uptake in two *Rumex japonicus* populations from a copper mine and an uncontaminated field sites / W. Ke, Z. T. Xiong, S. Chen, J. Chen // Environmental and Experimental Botany. – 2007. – Vol.59. - №1. – P. 59–67.
177. Keener, H. A. Cobalt Tolerance in Young Dairy Cattle / H. A. Keener, G. P. Percival, K. S. Morrow, G. H. Ellis // Journal of Dairy Science. – 1949. – Vol. 32. – №. 6. – P. 527-533.

178. Kobayashi, T. Iron transport and its regulation in plants / T. Kobayashi, T. Nozoye, N. K. Nishizawa // *Free Radical Biology and Medicine*. – 2019. - Vol. 133. – P. 11–20.
179. Landini, M. Metabolic engineering of the iodine content in *Arabidopsis* / M. Landini, S. Gonzal, C. Kiferle // *Sci Rep* 2. – 2012. – Vol. 2. – P. 338.
180. Lemanceau, P. Chapter 12 Role of Iron in Plant–Microbe Interactions / P. Lemanceau, D. Expert, F. Gaymard, P. A. H. M. Bakker, J. F. Briat // *Advances in Botanical Research*, Academic Press – 2009. – Vol. 51. – P. 491–549.
181. López-Alonso, M. Copper Supplementation, A Challenge in Cattle / M. López-Alonso, M. Miranda // *Animals (Basel)*. – 2020. – Vol. 10. - №10. – P. 1890.
182. Lowe, G. L. Effects of provision of drinking water on the behavior and growth rate of group-housed calves with different milk allowances / G. L. Lowe, M. A. Sutherland, M. Stewart, J. R. Waas, N. R. Cox, K. E. Schütz // *Journal of Dairy Science*. – 2022. – Vol. 105. – Is.5. – P. 4449 – 4460.
183. Maathuis, F. J. Roles and functions of plant mineral nutrients / F. J. Maathuis, E. Diatloff // *Methods Mol Biol*. – 2013. – Vol. 953. – P. 1–21.
184. MacPherson, A. Effect of Cobalt Deficiency on the Immune Function of Ruminants / A. MacPherson, G. Fisher, J. E. Paterson // *Trace Elements in Man and Animals*. – 1988. – Vol. 6. – P. 52.
185. NRC (National Research Council). *Mineral Tolerance of Domestic Animals*. National Academy of Press Washington: 2005. – 510 p.
186. Paduch, D. A. Materiały biomedyczne. Część I: Pojęcie filmu biologicznego (biofilmu) i fizykochemiczne podstawy przyczepności substancji organicznych do biomateriałów / D. A. Paduch, J. Niedzielski // *Chir Pol*. – 2005. – Vol. 7. – P. 180–191.
187. Pavlík, A. Iron concentrations in soil, pasture and blood plasma of beef cattle reared in suckling cows system / A. Pavlík, P. Škarpa, P. Sláma, Z. Havlíček // *Journal of Microbiology, Biotechnology*. – 2013. –№ 2. – P. 1526–1530.

188. Pinotti, L. The Contribution of Dietary Magnesium in Farm Animals and Human Nutrition / L. Pinotti, M. Manoni, L. Ferrari, M. Tretola, R. Cazzola, I. Givens // *Nutrients*. – 2021. – Vol. 13. – №. 2. – P. 509.

189. Prasad, S. V. S. The role and significance of Magnesium in modern day research-A review / S. V. S. Prasad, S. B. Prasad // *Journal of Magnesium and Alloys*. – 2022. – Vol. 10. - № 1. – P. 1–61.

190. Ranaweera, S. Cobalt and Copper Deficiency and Molybdenosis / S. Ranaweera, S. S. H. Silva, D. C. Manatunga // *Medical Geology: En route to One Health*. – 2023. – P. 235-252.

191. Roxborough, H. E. Inter- and intra-individual variation in plasma and red blood cell vitamin E after supplementation / H. E. Roxborough, G.W. Burton, F. J. Kelly // *Free Radic. Res.* – 2000. – Vol. 33. – P. 437-146.

192. Salles, M. S. V. Supplementation with selenium, iron, and vitamin E in calves under immunological challenge / M. S. V. Salles, F. J. Figueiroa, C. M. Bittar [et al.] // *Frontiers in Animal Science*. – 2025. – P. 1-16.

193. Senbayram, M. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant–soil continuum / M. Senbayram, A. Gransee, V. Wahle, H. Thiel // *Crop and Pasture Science*. – 2015. – Vol. 66. - №12. – P. 1219–1229.

194. Settler, A. Rindergrrippe - spatestens jetzt die Tiere schutzen. *Rinderwelt*. – 1998. – Vol. 6. – P. 199–200.

195. Shelestun, A. Cobalt (Co) – importance for the body and health, where it contains Dietetics / A. Shelestun, T. Eliseeva // *Journal of Healthy Nutrition*. – 2022. – Vol. 2. – №. 20. – P. 83-90.

196. Simonsen, L. O. Cobalt metabolism and toxicology – a brief update / L. O. Simonsen, H. Harbak, P. Bennekou // *Sci Total Environ*. – 2012. – Vol. 432. – P. 210–215.

197. Smith, A. D. Impact of Micronutrients on the Immune Response of Animals / A. D. Smith, K. S. Panickar, J. F. Urban, H. D. Dawson // *Annu Rev Anim Biosci*. -2018. – Vol. 15. - №6. – P. 227–254.

198. Steinbach, G. Zum Auftreten von Daureusscheidern nach experimenteller S.-typhimurium - Infection bei Kalbern im Zusammenhang mit interkurrenten Bronchopneumonien / G. Steinbach, H. Koch // Tierarztl. Umsch. – 1999. – Vol. 52. - №11. - P. 635–642.

199. Sun, X. Effects of Magnesium Fertilizer on the Forage Crude Protein Content Depend upon Available Soil Nitrogen / X. Sun, J. Chen, L. Liu [et al.] // J Agric Food Chem. – 2018. – Vol. 66. - №8. – P. 1743–1750.

200. Suwa, T. Particulate air pollution induces progression of atherosclerosis / T. Suwa, J. C. Hogg, K. B. Quinlan [et al.] // Journal of the American College of Cardiology. – 2002. – Vol. 39. - №6. - P. 935–942.

201. Terpilowska, S. The role of selected microelements: selenium, zinc, chromium and iron in immune system / S. Terpilowska, A. K. Siwicki // Centr. Eur. J. Immunol. – 2011. – Vol. 36. - № 4 – P. 303–307.

202. Tomić, D. The role of cobalt in forage legumes / D. Tomić, V. Stevović, M. Madić [et al.] // 1st International symposium on biotechnology. - 2023. – C. 105–114.

203. Wang, R. X. Molecular mechanism of plant response to copper stress: A review / R. X. Wang, Z. H. Wang, Y. D. Sun [et al.] // Environmental and Experimental Botany. – 2024. – Vol. 218. – P. 105590.

204. Wang, Z. Z. Magnesium isotopic heterogeneity across the cratonic lithosphere in eastern China and its origins / Z. Z. Wang, S. A. Liu, S. Ke [et al.] // Earth and Planetary Sciences Letters. – 2016. – Vol. 451. – P. 77–88.

205. Williams, P. Associations between lung lesions and grade and estimated daily live weight gain in bull beef at slaughter. In: 3rd Flagship Congress British-Cattle-Veterinary-Association, Glasgow, Scotland 2007. Published in: Cattle Practice. – 2007. – Vol.15. - №3. – P. 244–249.

206. Wójcik, P. Oxidative stress and lipid mediators modulate immune cell functions i autoimmune diseases / P. Wójcik, N. Žarković, E. Skrzydlewska, A. Gęgotek // International journal of molecular science. – 2021. – Vol. 22. - №. 2. – P. 723

207. Zhukov, M. S. State of local immunity of respiratory organs in calves with bronchopneumonia / M. S. Zhukov, Y. N. Alekhin, N. A. Khokhlova // International Journal of Veterinary Medicine. – 2023. – P. 345–352.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
ФГБОУ ВО Вавиловский  
университет



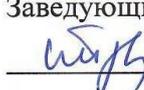
Макаров С.А.  
2025 г.

**АКТ**

**о внедрении результатов научно-исследовательской работы по теме  
диссертации в учебный процесс**

Результаты научно-исследовательской работы по теме диссертации Джумаковой Альбины Рамильевны выполненной на базе кафедры «Ветеринария» ФГБОУ ВО Астраханский ГУ внедрены в учебный процесс и используются при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по курсам «Патологическая физиология» и «Патологическая анатомия животных» (специальность 36.05.01 – Ветеринария). Протокол заседания кафедры «Морфология, патология животных и биология» №5 от 25.02.2025 г.

Директор ИВМиФ  
 / Ларионова О.С./  
«25» февраля 2025г.

Заведующий кафедрой  
 /Пудовкин Н.А./  
«25» февраля 2025г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности и цифровизации  
ФГБОУ ВО «Астраханский  
государственный университет имени  
В.Н. Татищева»

/  /Станкевич Г.В.

«07» марта 2025 г.

**АКТ**

**о внедрении результатов научно-исследовательской работы по теме  
диссертации в учебный процесс**

Результаты научно-исследовательской работы по теме диссертации Джумаковой Альбины Рамильевны выполненной на базе кафедры «Ветеринарная медицина» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева» внедрены в учебный процесс и используются при чтении лекций и проведении лабораторных занятий по курсам «Патологическая физиология» и «Патологическая анатомия и судебно-ветеринарная экспертиза» (специальность 36.05.01 – Ветеринария).

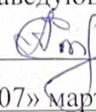
Протокол заседания кафедры «Ветеринарная медицина» №8 от 06.03.2025 г.

Декан АБФ

 / Касимова С.К./

«07» марта 2025г.

Заведующий кафедрой

 /Стрельцова А.С./

«07» марта 2025г.

Государственное бюджетное  
учреждение  
Астраханской области  
«Приволжская районная  
ветеринарная станция»  
ИНН 3009012609  
ОГРН 1043000460766  
№ 189/1 от 20 авг.  
Р/счет № \_\_\_\_\_  
в \_\_\_\_\_  
БИК \_\_\_\_\_  
Адрес: 416450, Астраханская обл.  
с/пос. Малово, ул. Набережная, 74

### АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Выдан аспиранту кафедры «Ветеринарной медицины» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева» Джумаковой Альбине Рамильевной в том, что результаты её научных исследований по подбору наиболее эффективной схемы терапии бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области внедрены в практическую деятельность Государственного бюджетного учреждения Астраханской области «Приволжская районная ветеринарная станция», и используются при проведении лечебно-профилактических мероприятий при бронхопневмонии телят.

Руководитель ГБУ АО «Приволжская  
районная ветеринарная станция»

Хисметов И. Х.

24.04.2025 г.

Исполнитель  
8 (8512) 40-67-52



Российская Федерация  
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"ЛЕБЕДЬ"  
416400, Астраханская область,  
Лиманский район, село Зензели,  
улица А.Ибадулаева, д. 1  
ОГРН 1093024000541 ИНН 3008012540  
КПП 302501001  
№ 52 От 21.04 2025  
На № \_\_\_\_\_ От \_\_\_\_\_

### АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Выдан аспиранту кафедры «Ветеринарной медицины» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева» Джумаковой Альбине Рамильевной в том, что результаты её научных исследований по подбору наиболее эффективной схемы терапии бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области внедрены в практическую деятельность ООО «Лебедь», и используются при проведении лечебно-профилактических мероприятий при бронхопневмонии телят.

Генеральный директор ООО «Лебедь»



Исаева Э. И.

21.04.2025 г.

## АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Выдан аспиранту кафедры «Ветеринарной медицины» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева» Джумаковой Альбине Рамильевной в том, что результаты её научных исследований по подбору наиболее эффективной схемы терапии бронхопневмонии телят в условиях Астраханской области внедрены в практическую деятельность крестьянско-фермерского хозяйства Мулляминова Ф. Р., и используются при проведении лечебно-профилактических мероприятий при бронхопневмонии телят.

Глава КФХ Мулляминов Ф. Р.



Мулляминов Ф. Р.

22.04.2025 г.