

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Материалы Международной
научно-практической конференции

Минск, 24 октября 2025 г.

Минск
«Беларуская навука»
2025

УДК 619(082)
ББК 48я43
С56

*Рекомендовано Ученым советом РУП «Институт экспериментальной ветеринарии
им. С. Н. Вышелесского» (протокол № 28 от 28.05.2025 г.)*

Редакционная коллегия:

Д. С. Борисовец (гл. редактор), И. В. Насонов (зам. гл. редактора), Н. Ю. Щемелева,
М. П. Кучинский, Д. В. Бучукури, Ю. И. Тяпша, И. В. Зубовская, Т. Н. Каменская,
С. А. Лукьянчик

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси И. П. Шейко,
доктор ветеринарных наук, профессор И. А. Красочко

С56 **Современные** тенденции развития ветеринарной науки и практи-
ки : материалы Международной научно-практической конференции,
Минск, 24 октября 2025 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспери-
ментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского ; редкол.: Д. С. Бо-
рисовец (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2025. – 245 с.
ISBN 978-985-08-3344-0.

В сборнике представлены материалы, отражающие современное состояние, проблемы и перспективы развития животноводства и ветеринарной медицины, а также результаты экспериментальных исследований по разработке средств и способов профилактики и лечения заразных и незаразных болезней сельскохозяйственных животных.

Издание рассчитано на широкий круг специалистов в области ветеринарии и смежных с ней наук.

УДК 619(082)
ББК 48я43

ISBN 978-985-08-3344-0

© РУП «Институт экспериментальной ветеринарии
им. С. Н. Вышелесского» НАН Беларуси, 2025
© Оформление. РУП «Издательский дом «Беларуская
навука», 2025

1. ЭПИЗООТОЛОГИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 619:616.594.171.2

КАНДИДАМИКОЗЫ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ (ОБЗОР)

И. В. Зубовская, М. В. Белуш, А. А. Бережинская, А. В. Чечеро

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь

Резюме. В статье представлен обзор современных данных по этиологии, эпизоотологии, клиническим проявлениям и диагностике кандидамикозов у животных. Особое внимание уделено роли факторов вирулентности, влиянию антропогенных условий на распространение возбудителей и необходимости комплексного подхода к контролю микозов в ветеринарии.

Ключевые слова: *Candida*, кандидозы, кандидозный мастит, микотические инфекции, диагностика грибковых инфекций.

Summary. The article provides an overview of current data on the etiology, epizootology, clinical manifestations and diagnosis of candidamycosis in animals. Special attention is paid to the role of virulence factors, the influence of anthropogenic conditions on the spread of pathogens and the need for an integrated approach to the control of mycosis in veterinary medicine.

Keywords: *Candida*, candidiasis, candidal mastitis, mycotic infections, diagnosis of fungal infections.

Распространенность грибов рода *Candida* в окружающей среде – одна из причин их широкого участия в этиологии различных заболеваний. Эти микроорганизмы встречаются в почве, на поверхности растений, а также являются частью нормальной микрофлоры слизистых оболочек и кожных покровов человека и животных. Некоторые виды этого рода применяются в производстве этанола, ферментов, липаз, используются в пищевой отрасли при ферментации какао-бобов, сыров, молочных продуктов и хлеба [6].

Другие же представители рода *Candida* способны вызывать заболевания у человека и животных. К числу потенциальных патогенов относят *Candida albicans*, *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. parapsilosis*, *C. dubliniensis*, *C. auris* и др.

Как комменсалы, грибы рода *Candida* конкурируют с потенциально патогенными микроорганизмами за пищевые ресурсы и место обитания, что помогает предотвратить колонизацию патогенов и развитие инфекций. Это влияние осуществляется за счет производства вторичных метаболитов, антимикробных пептидов, а также физико-химических изменений окружающей среды. В недавних исследованиях была выявлена антиоксидантная активность грибов рода *Candida*, обусловленная наличием в клетках ферментов, таких как каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза и др. [5].

Однако в определенных условиях, при нарушении баланса микробиоты, безвредные комменсалы становятся способными вызывать ряд заболеваний. Спровоцировать возникновение кандидозов может ослабление иммунитета, гормональные изменения и активное использование антибиотиков, цитостатиков, иммуносупрессоров.

Кандидозы у сельскохозяйственных животных могут представлять собой серьезную проблему ветеринарной медицины и животноводства, поскольку приводят к снижению продуктивности, увеличению уровня заболеваемости и летальности, а также экономическому ущербу для отрасли [3].

Грибы рода *Candida* по клинической значимости занимают одно из ведущих мест среди других патогенных и условно-патогенных грибов, наряду с представителями родов *Trichophyton*, *Aspergillus*, *Cryptococcus*, *Malassezia*, *Pityrosporum* и др.

Еще в работах древнегреческих и арабских врачей можно найти упоминания о заболеваниях с белым налетом на слизистых. И хотя ведется многолетнее изучение этих грибов, проблема их патогенности остается актуальной как в медицине, так и в ветеринарии [2]. Это связано с увеличением частоты выделения из клинических образцов, изменением характера патогенности от локальных до генерализованных форм заболеваний, появлением штаммов, устойчивых к противогрибковым препаратам, а также недостаточной изученностью некоторых аспектов патогенеза, особенно у сельскохозяйственных животных [1].

Таким образом, рост числа случаев заболеваний, вызванных грибами рода *Candida*, усиление их патогенных свойств, появление устойчивых к антимикотикам штаммов и сложность диагностики требуют углубленного изучения.

Учитывая возможную перекрестную передачу возбудителей между человеком и животными, вопросы изучения грибов рода *Candida* приобретают также важное зооантропонозное значение.

Кандидозы – это инфекционные заболевания, вызываемые дрожжеподобными грибами рода *Candida*, преимущественно *C. albicans*, но в последнее время увеличивается выделяемость возбудителей non-albicans (*C. parapsilosis*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. glabrata* и др.) [12].

Согласно данным исследований из разных регионов мира, кандидозы поражают крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот, свиней, лошадей, рыб, птиц и других животных. Особенно актуальны такие проявления заболеваний, как кандидозный мастит у крупного рогатого скота и мелкого рогатого скота, микотические поражения желудочно-кишечного тракта у свиней, рыб и молодняка, а также системные формы инфекции, особенно у ослабленных или иммуносупрессированных особей [12, 15].

Род *Candida* относится к семейству *Saccharomycetaceae* класса *Ascomycetes*. Известно более 150 видов *Candida*, но только около 20 имеют клиническое значение. Самым значимым представителем является *C. albicans*, она способна образовывать псевдомицелий, хламидоспоры и характеризуется высокой адаптивностью к различным условиям окружающей среды [15]. Для ветеринарной микологии наиболее актуальны виды: *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis*, *C. pseudotropicalis*, *C. krusei*, *C. parakrusei*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*.

Род *Candida* обладает способностью ферментировать различные углеводы, включая глюкозу, фруктозу, сахарозу и лактозу, что позволяет им использовать сахара как основной источник энергии.

Трофическая приуроченность грибов рода *Candida* проявляется в следующих характеристиках: метаболическая пластичность – способность использовать различные источники энергии; адаптация к низкой доступности питательных веществ – *Candida spp.* способны выживать даже внутри макрофагов; способность использовать в качестве источников пищи тканевые компоненты хозяина, такие как слюна, сыворотка крови, кожный жир, слизь.

Candida spp. обладают рядом факторов вирулентности, которые позволяют им колонизировать организм хозяина и вызывать инфекцию. Адгезия осуществляется через β -интегрины на поверхности клеточной стенки [9]. Псевдомицелий и истинный мицелий обеспечивают инвазию в ткани. Секреция протеаз (SAP) обеспечивает разрушение белков хозяина. Формирование биопленок увеличивает устойчивость к антимикотикам и фагоцитозу. Устойчивость к оксидативному стрессу позволяет выживать в условиях активного иммунного ответа [19].

Эти механизмы делают представителей рода *Candida* опасным патогеном, особенно у животных с ослабленным иммунитетом или при вторичной инфекции на фоне антибиотикотерапии [13].

Candida spp. широко распространены в окружающей среде: они могут быть выделены из воды, почвы, кормов, навоза и поверхностей животноводческих помещений. Согласно исследованиям Фроловой и соавт. [3], в воде рыбохозяйственных предприятий Ростовской области и Краснодарского края были выявлены штаммы *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis*. Также

грибы рода *Candida* выделялись от больных рыб, при исследовании крови, печени и кишечника [16].

На животноводческих фермах источниками инфекции могут служить загрязненная вода и корма, оборудование для доения, антисанитарные условия содержания, контакт с другими животными или людьми, являющимися носителями [20].

Интересно, что некоторые виды *Candida*, например *C. krusei*, демонстрируют перекрестную устойчивость к сельскохозяйственным фунгицидам и медицинским антимикотикам, что указывает на возможное влияние аграрной практики на развитие резистентности [19].

Наиболее восприимчивы к кандидамикозам молодняк животных и особи с ослабленным иммунитетом. Например, у телят при поражении поджелудочной железы грибами рода *Candida* наблюдаются такие симптомы, как водянистая диарея, потеря аппетита и обезвоживание организма. Эти признаки усиливаются со временем, приводя к общей слабости, истощению и, в тяжелых случаях, летальному исходу.

В 1994 г. в Японии был описан первый случай поражения теленка грибами *C. glabrata*. Теленок, страдавший диареей, получал лечение шестью различными антибиотиками в течение девяти дней. Однако состояние животного ухудшалось, и в возрасте 17 дней оно подверглось вынужденному убою. При патологоанатомическом исследовании были выявлены диффузный геморрагический некроз и псевдомембраны в слизистой желудка. Гистологическим и культуральными методами был выделен возбудитель *C. glabrata*. Считается, что длительное применение антибиотиков способствовало развитию и усугублению инфекции [21].

Таким образом, при неправильной оценке возбудителя заболевания стандартные методы лечения не дают ожидаемого эффекта и даже способствуют ухудшению состояния животных.

Помимо поражения ЖКТ молодняка, одним из наиболее актуальных клинических проявлений кандидозов является кандидозный мастит. Это одна из наиболее распространенных форм микотического мастита у коров, овец и коз. Он составляет от 5 до 30 % всех случаев мастита, особенно в условиях массового содержания животных [12].

Исследования, проводившиеся в Польше в 2012 г., выявили значительное распространение бактериально-грибковых инфекций у коров, которые составили около 57 % от общего числа проанализированных образцов. В качестве моноинфекции бактерии были найдены в 15 % случаев, а грибы – в 14 %. Среди смешанных инфекций дрожжи рода *Candida* были обнаружены в 39 % образцов, причем в 11 % случаев они выступали как самостоятельный патогенный фактор [14].

При исследовании молочных стад Боснии и Герцеговины *Candida spp.* была обнаружена в образцах молока коров с клиническим и субклиническим маститом. При клиническом мастите выделяемость грибов рода *Candida* составила 2,1 %, а для субклинического мастита этот показатель возрос до 4,9 %. В таких случаях длительное или повторное использование антибиотиков способствовало грибковым интрамаммарным инфекциям с тенденцией к переходу в хроническую форму, устойчивую к лечению [18].

В исследовании Du et al. (2018) из 482 проб молока от коров с клиническим маститом 23,4 % составили кандиды, из которых чаще всего выделяли *C. krusei* (23,3 %) и *C. parapsilosis* (10 %) [12].

При исследовании образцов молока от 412 коров с хроническим маститом в провинции Хэйлунцзян (Китай) дрожжи и дрожжеподобные грибы были выделены в 35,6 % случаев, бактерии – в 64,4 %. Грибковые изоляты были идентифицированы как *Candida* (79,4 %), *Trichosporon* (5,9 %), *Aspergillus* (7,1 %), *Cryptococcus* (2,4 %) и *Rhodotorula* (4,1 %). Из выделенных грибов рода *Candida* было определено более десяти видов [22].

Пути заражения в таких случаях могут быть контактно-бытовыми (через оборудование для доения, руки персонала, полотенца, сосковые чашки) и эндогенными (активация комменсалов на фоне снижения иммунитета или дисбактериоза).

Особенностью кандидозного мастита является его длительное течение и слабая выраженность воспалительной реакции, что затрудняет диагностику без лабораторного подтверждения.

Диагностика включает себя: микроскопию – выявление бластоспор и псевдомицелия, культуральный метод – посев биоматериала на селективные среды, ПЦР для идентификации вида и детекции генов устойчивости (ERG11, CDR, MDR).

Согласно исследованиям Фроловой и соавт. (2018), более чем у 30 % штаммов *C. krusei* и *C. glabrata* выявляется устойчивость к флуконазолу, что делает необходимым проведение тестирования *in vitro* перед началом терапии [3].

Также необходимо ограничивать использование широкого спектра антибиотиков, особенно аминогликозидов и цефалоспоринов, которые способствуют развитию вторичных грибковых инфекций [7].

В свиноводстве поражение поголовья *Candida spp.* приводит к снижению роста, повышенному риску вторичных инфекций и увеличению расходов на лечение. Кроме того, грибковые инфекции могут вызывать воспаления репродуктивных органов, снижать фертильность и увеличивать риск выкидышей.

Например, у свиноматок заражение *Candida* может приводить к снижению количества жизнеспособных поросят в помете и увеличению периода между опоросами.

В свиноводстве распространено поражение ЖКТ грибами *Candida*. За 2018–2019 г. на станции по борьбе с болезнями животных Северного административного округа г. Москвы были исследованы туши свиней с признаками микозных поражений желудочно-кишечного тракта. В ходе исследования было подтверждено 47 случаев кандидоза ЖКТ. Грибы рода *Candida* были выделены из различных участков пищеварительной системы: из полости рта, из тонкого и толстого кишечника. Установлена взаимосвязь между обнаружением грибов рода *Candida* в органах пищеварительного тракта и их присутствием в тканях иммунной системы [9].

В 2018 г. была описана вспышка кандидомикозов в свиноводческом комплексе Пензы. Из 30 вынужденно убитых свиней в 19 случаях были выявлены возбудители *C. albicans* и *C. africana*. В тонком и толстом кишечнике вынужденно убитых животных наблюдались язвы, покрытые псевдомембранами, состоящими из псевдогиф *Candida*, слущенного эпителия и нейтрофилов. Слизистая оболочка кишечника была утолщена, гиперемирована, местами покрыта творожистыми или фибринозными наложениями, а под ней – кровоизлияния и изъязвления. В пищеводе и желудке выявлены белый налет и серовато-желтые пленки. Пейеровы бляшки и лимфоидные фолликулы были увеличены.

Со стороны дыхательной системы зарегистрированы участки фибринозно-гнойного воспаления с некрозом в легких темно-красного цвета. В ряде случаев в печени обнаруживали мелкие очаги некроза. На слизистых оболочках гортани, глотки и миндалин отмечался отек, гиперемия и легко снимающаяся белая пленка.

Наблюдаемые изменения указывают на системное воспалительно-некротическое поражение внутренних органов при кандидозной инфекции у свиней [10].

В Бразилии в 2006 г. при исследовании двух стад свиней с мультисистемным истощающим синдромом молодых свиней после отъема (PMWS), вызванным цирковирусной инфекцией свиней 2-го типа (PCV2), наблюдалась выраженная иммуносупрессия. Это создало условия для развития оппортунистических инфекций, таких как кандидоз, вызванный *C. albicans*, выявленный при диагностике туш из двух стад.

Таким образом, грибковые поражения слизистых оболочек могут служить важным диагностическим маркером системного иммунодефицита [17].

Микробиологические исследования воздуха в птицеводческих помещениях выявили значительное распространение грибов рода *Candida* (30,2 %) и *Aspergillus* (26,9 %). Вне помещений преобладают аэробные виды, такие как *Alternaria* (37,6 %) и *Candida* (19,3 %) [4].

Кандидамикозы пищеварительного тракта у птиц, вызванные активным ростом *C. albicans*, приводят к нарушению микробиоценоза, снижению

иммунитета и системному поражению органов. В ходе заболевания отмечено функциональное истощение поджелудочной железы – ключевого органа пищеварения. Современные методы антимикотикотерапии оказывают дополнительное стрессовое воздействие на ослабленный организм птиц [7].

Инфекции, вызванные дрожжеподобными грибами рода *Candida*, оказывают выраженное влияние на гематологические показатели у птиц. У гусей при кандидамикозах отмечаются значительные изменения в лейкоцитарной формуле, включая колебания уровня базофилов, псевдоэозинофилов, эозинофилов, лимфоцитов и моноцитов, что указывает на системную иммунную реакцию организма на пролиферацию *Candida albicans* в ЖКТ [11].

Первые случаи кандидамикозного поражения у холоднокровных животных были описаны Х. С. Гореглядом в середине XX века в водоемах БССР. Исследователь связал развитие этого заболевания с высоким уровнем загрязнения водных объектов отходами крахмалопаточного производства. О случаях кандидамикозного поражения рыб также сообщали сотрудники Астраханского рыбтгуза. В дальнейшие годы подобные случаи регистрировались исследователями в различных регионах страны, что указывает на распространенность данной патологии в рыбохозяйственных водоемах [8].

При кандидамикозном поражении у рыб наблюдаются системные патологические изменения, характеризующиеся воспалительно-некротическими процессами и инфильтрацией тканей дрожжеподобными клетками. Ведущими гистологическими признаками являются: множественные кровоизлияния в коже, слизистых оболочках кишечника и других тканях; некрозы тканей, выявляемые на коже, жабрах, кишечнике и почках; воспалительный инфильтрат, преимущественно лимфоидного характера, регистрируется в дерме, гиподерме и подслизистых слоях внутренних органов. Эпителиальная дистрофия проявляется в виде вакуольной (водянистой) дегенерации слизевых клеток и усиленной секреции слизи в эпидермисе. Катарально-десквамативное воспаление слизистых оболочек отмечается в кишечнике и жабрах, сопровождается слущиванием эпителиальных клеток и накоплением экссудата с детритом.

Эти изменения указывают на выраженную воспалительную реакцию организма в ответ на проникновение и размножение грибов рода *Candida*, что сопровождается нарушением функций пораженных органов и может иметь системный характер.

Для предотвращения заноса и распространения кандидамикозной инфекции в рыбоводческих хозяйствах рекомендуется подвергать вновь завозимое поголовье обязательному карантинированию. В период карантина следует проводить комплексное клинико-микологическое обследование рыб с целью выявления носительства дрожжеподобных грибов рода *Candida*.

В качестве эффективных средств терапевтического воздействия при кандидамикозах показано применение водонерастворимых форм противогрибковых препаратов – нистатина и леворина. Использование указанных препаратов позволяет значительно снизить уровень заболеваемости, предупредить массовое развитие инфекционного процесса в стаде, а также улучшить санитарно-гигиенические и товарные характеристики рыбной продукции [8].

Таким образом, анализ современных исследований демонстрирует широкое распространение кандидамикозов в разных регионах мира. Особенно высокую заболеваемость отмечают при иммуносупрессии, вызванной стрессом, неполноценным питанием, хроническими заболеваниями или длительным применением антибиотиков. Ведущие клинические формы включают кандидозный мастит у коров, коз и овец, микозное поражение ЖКТ у свиней и птиц, а также системные формы инфекции у ослабленного молодняка и животных с сопутствующими патологиями.

Важным фактором в борьбе с данными инфекциями является ранняя диагностика, основанная на микроскопическом, культуральном и молекулярно-генетическом анализе. Также возрастает значение тестирования на чувствительность к противогрибковым препаратам, поскольку всё чаще регистрируются штаммы, устойчивые к флуконазолу и другим антимикотикам.

Профилактика кандидамикозов должна включать комплекс мер: карантинирование вновь завозимых животных, соблюдение санитарно-гигиенических норм содержания, ограничение необоснованного применения антибиотиков и использование эффективных противогрибковых препаратов.

Учитывая возможность перекрестной передачи возбудителей между человеком и животными, изучение эпидемиологии, патогенеза и методов контроля кандидамикозов имеет не только ветеринарное, но и зооантропозное значение.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на углубленное изучение факторов вирулентности *Candida spp.*, разработку специфичных методов диагностики, совершенствование профилактических и терапевтических мероприятий.

Литература

1. *In vitro* активность флуконазола и вориконазола в отношении более 10 000 штаммов дрожжей: результаты 5-летнего проспективного исследования ARTEMIS DISK в России / А. В. Веселов, Н. Н. Клишко, О. И. Кречикова [и др.] // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2008. – Т. 10, № 4. – С. 345–354.
2. Федотов, В. П. Актуальные проблемы кандидоза (размышления миколога-дерматовенеролога – по данным литературы и собственных исследований) / В. П. Федотов // Дерматология. Косметология. Сексопатология. – 2012. – № 1/4 (12). – С. 103–128.

3. Фролова, Я. Н. Видовой спектр и чувствительность к противогрибковым препаратам дрожжей рода *Candida*, выделенных из разных источников / Я. Н. Фролова, М. А. Морозова, И. В. Диденко // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 3. – С. 204–207.
4. Микробиологические риски в промышленном птицеводстве и животноводстве / В. И. Фисинин, В. И. Трухачев, И. П. Салеева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 6. – С. 1120–1130.
5. Капустина, О. А. Видовой состав и биологические свойства грибов рода *Candida*, выделенных из разных биотопов тела человека / О. А. Капустина, Л. Е. Логачева, О. Л. Карташова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 4 (24). – С. 179–181.
6. Микробиологические свойства условно-патогенных сахаромицетов рода *Candida* при хронических, рецидивирующих инфекционно-воспалительных процессах (обзор литературы) / И. П. Кольцов, Н. В. Стрельникова, Е. В. Витько [и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2023. – № 1. – С. 19–26.
7. Маннапова, Р. Т. Реакция основных пищеварительных ферментов поджелудочной железы на фоне развития кандидамикозов птиц / Р. Т. Маннапова, Р. Р. Шайхулов, Д. В. Свистунов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3 (51). – С. 112–119.
8. Ожередова, Н. А. Основные особенности диагностики кандидамикоза у прудовых рыб на Ставрополье / Н. А. Ожередова // Вестник АПК Ставрополья. – 2011. – № 2 (2). – С. 19–21.
9. Кандидоз желудочно-кишечного тракта свиней / Е. О. Рысцова, Н. П. Сачивкина, Е. В. Куликов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (77). – С. 214–216.
10. Сачивкина, Н. П. Диагностика кандидоза у свиней / Н. П. Сачивкина, Е. М. Ленченко, А. В. Лисейцев // Ветеринария. – 2018. – № 11. – С. 26–30.
11. Шайхулов, Р. Р. Восстановление лейкограммы и повышение яичной продуктивности гусей при кандидамикозах пищеварительного тракта / Р. Р. Шайхулов, Р. Т. Маннапова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 47–54.
12. Epidemiological investigation of non-albicans *Candida* species recovered from mycotic mastitis of cows in Yinchuan, Ningxia of China / J. Du [et al.] // BMC Veterinary Research. – 2018. – Vol. 14. – Art. № 251. – DOI: 10.1186/s12917-018-1524-z.
13. Molecular mechanisms of azole resistance in *Candida tropicalis* isolates causing invasive candidiasis in China / X. Fan [et al.] // Clinical Microbiology and Infection. – 2019. – Vol. 25, iss. 7. – P. 885–891. – DOI: 10.1016/j.cmi.2018.11.012.
14. High prevalence of *Candida* yeast in milk samples from cows suffering from mastitis in Poland / B. Dworecka-Kaszak [et al.] // The Scientific World Journal. – 2012. – Vol. 2012. – Art. ID 196347. – DOI: 10.1100/2012/196347.
15. Jadhav, V. J. Human and domestic animal infections caused by *Candida albicans* / V. J. Jadhav, M. Pal // Journal of Mycopathological Research. – 2013. – Vol. 51, № 2. – P. 243–249.
16. Katiyar, S. K. Identification and expression of multidrug resistance-related ABC transporter genes in *Candida krusei* / S. K. Katiyar, T. D. Edlind // Medical Mycology. – 2001. – Vol. 39, № 2. – P. 109–116.
17. Muco-cutaneous candidiasis in two pigs with postweaning multisystemic wasting syndrome / P. Zlotowski [et al.] // The Veterinary Journal. – 2006. – Vol. 171, iss. 3. – P. 566–569. – DOI: 10.1016/j.tvjl.2004.12.010.

18. Pathogens associated with bovine mastitis: the experience of Bosnia and Herzegovina / M. Rifatbegović [et al.] // *Veterinary Sciences*. – 2024. – Vol. 11, № 2. – Art. 63. – DOI: 10.3390/vetsci11020063.

19. Cross-resistance to fluconazole induced by exposure to the agricultural azole tetraconazole: an environmental resistance school? / M. F. Rocha [et al.] // *Mycoses*. – 2016. – Vol. 59, iss. 5. – P. 281–289. – DOI: 10.1111/myc.12471.

20. Mycotic mastitis in two cows / K. G. Thompson [et al.] // *New Zealand Veterinary Journal*. – 1978. – Vol. 26, № 7. – P. 176–177.

21. Candidiasis caused by *Candida glabrata* in the forestomachs of a calf / Y. Wada [et al.] // *Journal of Comparative Pathology*. – 1994. – Vol. 111, № 3. – P. 315–319. – DOI: 10.1016/S0021-9975(08)80008-5.

22. Survey of mycotic mastitis in dairy cows from Heilongjiang Province, China / Y. Zhou [et al.] // *Tropical Animal Health and Production*. – 2013. – Vol. 45, iss. 7. – P. 1535–1540. – DOI: 10.1007/s11250-013-0419-y.

УДК 619:616.99:636.22/28

СЕЗОННАЯ И ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ИНВАЗИРОВАНИЯ ТЕЛЯТ АССОЦИАЦИЯМИ ПАЗАРИТОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Н. Ю. Щемелева, В. П. Василькова, Л. В. Леонтьева

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. В статье представлена информация по сезонной и возрастной динамике инвазирования телят ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта.

Ключевые слова: стронгилоидоз, стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, криптоспориоз, эймериозы, балантидиоз, телята.

Summary. The article presents information on the seasonal and age dynamics of calf infestation by associations of parasites of the gastrointestinal tract.

Keywords: strongyloidosis, strongylatosis tractus gastroi, cryptosporidiosis, eimeriosis, balantidiosis, calves.

Введение. В животноводческих хозяйствах Республике Беларусь распространены паразитарные заболевания телят, среди которых: стронгилоидоз, стронгилятозы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), криптоспориоз, эймериозы, балантидиоз. Многие из них являются зоонозами (криптоспориоз, балантидиоз, стронгилоидоз и др.), которые представляют опасность для человека. Паразитозы поражают ЖКТ животных и наносят ощутимый экономический ущерб, который проявляется в виде недополучения продукции, снижения иммунитета, темпов роста и развития.

В Республике Беларусь зараженность телят стронгилиятами ЖКТ составляет 25,13 % (наибольшая экстенсивность у телят 4–5-месячного возраста – 28,45–37,65 %, трихоцефалами телята 6-месячного возраста заражены на 6,71 %, эймериями – на 19,19–51,06 %). Стронгилоиды регистрировались у молодняка до года в 3,72–22,67 % случаев, но наиболее сильно заражены телята 5-месячного возраста (16,14 %). Трихоцефалы обнаружены у животных всех возрастных групп, но наиболее часто они встречались у телят 6-месячного возраста (6,71 %). Ассоциативные паразитозы молодняка крупного рогатого скота представлены сочетанным паразитированием стронгилят желудочно-кишечного тракта, стронгилоид, трихоцефал, неоскарид, диктиокаул, телязий, эймерий, балантидий и криптоспоридий, но чаще всего встречались ассоциации стронгилят, стронгилоид, трихоцефал, эймерий, криптоспоридий и балантидий. Из стронгилят ЖКТ обнаружены кооперии, гемонхи, трихостронгилы, нематодиреы, эзофагостомы, но чаще встречалось сочетание кооперий и гемонхов [1].

И. А. Субботина и соавт. (2008) установили, что у телят в возрасте 1–2 мес. встречаются паразитоценозы, состоящие из неоскаридов, эймерий, стронгилоидов, а в 2–4 мес. добавляется и стронгилятозная инвазия. Ими было предположено, что между неоскаридами и эймериями существуют синергетические отношения, между неоскаридами и стронгилиятами – антагонистические отношения, а между неоскаридами и стронгилоидами – индифферентные отношения [2].

Паразитарная система ЖКТ крупного рогатого скота в условиях северной зоны Республики Беларусь представлена: стронгилиятами желудочно-кишечного тракта – 27,9 %, фасциолами – 16,0 %, парамфистоматидами – 8,7 %, стронгилоидесами – 15,5 %, мониезиями – 4,3 %, капилляриями – 7,5 %, неоскаридами – 5,0 %. Степень встречаемости и интенсивности выделения яиц зависит от сезона года и возраста животных [3].

Стронгилятозы оказывают многостороннее патологическое воздействие на организм животных, в том числе нарушают обмен веществ, в результате снижается качество и количество получаемой продукции [4].

Особое место среди инвазионных заболеваний занимают трихостронгилидозы, которые протекают без видимых симптомов. Такие инвазии наносят больше ущерба, чем явные, остро протекающие болезни. Даже при слабой степени инвазии у домашних жвачных без видимых симптомов болезни снижается продуктивность животных. Это выражается в плохом нагуле и откорме (прирост массы снижается на 11,6–13,1 %), в снижении роста и развития телят, в браковке и технической утилизации кишечной оболочки на мясоперерабатывающих предприятиях [5].

Эймериоз телят часто протекает как смешанная гельминто-протозойная инвазия. Клинические признаки заболевания начинают проявляться

лишь при наличии в 1 г фекалий 4–5 тыс. ооцист и ярко выражены при 11–15 тыс. ооцист, когда у животного начинается диарея. Заболевание может тянуться месяцами и поддерживаться постоянной суперинвазией животных [6].

Проблема изучения паразитоценозов во многих странах мира, в том числе и в Беларуси, продолжает оставаться актуальной.

Материалы и методы. Изучение возрастной и сезонной динамики инвазирования телят ассоциациями паразитов ЖКТ проводили в хозяйствах Республики Беларусь и в отделе паразитологии РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» методами: Г. А. Котельникова – В. М. Хренова (1974), А. М. Петрова и В. Г. Гагарина (1953), Бермана-Орлова (1984), А. Ф. Манжоса (1982). Выявление криптоспоридий проводили путем окрашивания мазков фекалий по методу Циля–Нильсена с последующей микроскопией (1998).

В опытах использовали крупный рогатый скот до 180-дневного возраста. Всего в опытах было использовано 653 головы крупного рогатого скота.

Весь полученный цифровой материал подвергли статистической обработке с помощью программ статистического анализа Excel, Statistica 6.0.

Результаты исследований. Проанализировав многочисленные исследования, мы отметили, что паразитарные болезни телят в основном протекают в форме паразитоценозов (табл. 1), которые характеризуются большим родовым разнообразием их сочленов. На долю моноинвазий приходится от $27,05 \pm 4,12$ % в осенний период и до $35,43 \pm 5,09$ % в летний период.

Таблица 1. Сезонная динамика инвазирования ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта телят

Количество сочленов в паразитоценозе	Сезон года, %			
	осень	зима	весна	лето
Моноинвазии	$27,05 \pm 4,12$	$30,7 \pm 3,17$	$31,64 \pm 3,29$	$37,43 \pm 5,09$
Из 2 сочленов	$49,96 \pm 7,11$	$42,91 \pm 4,21$	$48,54 \pm 5,17$	$48,44 \pm 3,12$
Из 3 сочленов	$10,83 \pm 2,37$	$6,48 \pm 1,17$	$10,07 \pm 2,06$	$10,23 \pm 1,48^*$
Из 4 сочленов	$1,79 \pm 0,27$	$1,38 \pm 0,57$	$7,5 \pm 2,12^{**}$	$1,55 \pm 0,42$
Из 5 сочленов	$0,55 \pm 0,12$	–	$0,51 \pm 0,04$	$0,56 \pm 0,11$

* $P < 0,05$ по отношению к зимнему периоду.

** $P < 0,01$ по отношению к осеннему, зимнему и летнему периодам.

Заражение телят **двухкомпонентными** ассоциациями в течение календарного года колебалось незначительно. В осенний период они составляли $49,96 \pm 7,11$ %, с преобладанием таких ассоциаций, как стронгилоиды и эймерии – $14,72 \pm 2,05$ %; стронгилоиды и кооперии – $8,24 \pm 1,71$ %; кооперии и гемонхи – $6,97 \pm 2,01$ %; стронгилоиды и балантидии – $6,03 \pm 0,92$ %; стронгилоиды и гемонхи – $4,32 \pm 0,14$ %; кооперии и эймерии – $2,61 \pm 1,09$ %.

Трехчленные ассоциации паразитов ЖКТ преобладали в летний период, по отношению к зимнему периоду, и составляли $10,23 \pm 1,48 \%$ ($p < 0,05$), с преобладанием таких сочетаний, как стронгилоиды, кооперии и эймерии – $2,47 \pm 0,22 \%$; стронгилоиды, гемонхи и эймерии – $1,31 \pm 0,17 \%$; кооперии, гемонхи и эймерии – $1,12 \pm 0,13 \%$; стронгилоиды, эймерии и трихоцефалы – $1,02 \pm 0,11 \%$, кооперии, гемонхи и трихоцефалы – $0,54 \pm 0,09 \%$.

Ассоциации, состоящие из **4 сочленов** паразитов (стронгилоиды + кооперии + гемонхи + эймерии; стронгилоиды + кооперии + криптоспоридии + эймерии) наблюдались преимущественно в весенний период и составляли $7,50 \pm 2,12 \%$ ($p < 0,01$).

Полиинвазии, включающие **5 компонентов** (стронгилоиды + кооперии + гемонхи + трихостронгилы + эймерии) в весенний период составляли $0,51 \pm 0,04 \%$, в осенний – $0,55 \pm 0,12 \%$, а в летний – $0,56 \pm 0,11 \%$.

При обследовании телят различных возрастных групп (табл. 2) нами было отмечено, что ассоциативные паразитозы впервые были обнаружены у телят месячного возраста, так как до этого периода животные были инвазированы криптоспоридиями в форме моноинвазии с экстенсивностью инвазии от $14,14 \pm 4,09 \%$ до $17,90 \pm 3,02 \%$.

Таблица 2. Возрастная динамика инвазирования телят ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта

Количество сочленов в паразитоценозе	Возрастная группа, дней			
	31–60	61–90	91–120	121–180
Моноинвазии	$44,31 \pm 4,87$	$30,17 \pm 3,11^*$	$24,7 \pm 2,15^{**}$	$25,11 \pm 6,28^*$
Из 2 сочленов	$26,51 \pm 3,19$	$48,79 \pm 4,09^{**}$	$0,14 \pm 3,87^{**}$	$46,79 \pm 3,44^{**}$
Из 3 сочленов	$1,02 \pm 0,36$	$15,21 \pm 1,24^{**}$	$16,92 \pm 3,51^{**}$	$13,8 \pm 2,16^{**}$
Из 4 сочленов	$0,93 \pm 0,14$	$1,31 \pm 0,47^*$	$2,34 \pm 0,54^*$	$2,07 \pm 0,51$
Из 5 сочленов	–	–	$1,1 \pm 0,07^{***}$	$0,55 \pm 0,08$

* $P < 0,05$ по отношению к возрастной группе 31–60 дней.

** $P < 0,001$ по отношению к возрастной группе 31–60 дней.

*** $P < 0,001$ по отношению к возрастной группе 121–180 дней.

У 31–60-дневных телят моноинвазии составляли $44,31 \pm 4,87 \%$, ассоциации – $28,46 \pm 2,49 \%$, наиболее распространенными из которых являлись стронгилоиды + эймерии – $10,96 \pm 1,55 \%$ и стронгилоиды + криптоспоридии – $7,44 \pm 2,19 \%$.

Ассоциативные паразитозы ЖКТ у телят 91–120-дневного возраста составляли $70,50 \pm 12,69 \%$. Данные ассоциации были весьма разнообразными по своему родовому составу. Из **двухчленных** паразитоценозов ($0,14 \pm 3,87 \%$, $p < 0,001$) наиболее распространенными являлись: стронгилоиды + эймерии – $18,12 \pm 4,09 \%$, эймерии + балантидии – $9,33 \pm 2,66 \%$, строн-

гилоиды + кооперии – $6,17 \pm 2,03$ %, кооперии + гемонхи – $5,81 \pm 1,67$ %; стронгилоиды + гемонхи – $4,04 \pm 1,29$ %. Из **трехчленных** ($16,92 \pm 3,51$ %, $p < 0,001$) – стронгилоиды + кооперии + эймерии – $4,91 \pm 1,07$ %, стронгилоиды + кооперии + гемонхи – $2,65 \pm 1,01$ %, стронгилоиды + гемонхи + балантидии – $2,43 \pm 0,73$ %, стронгилоиды + эймерии + балантидии – $3,36 \pm 1,09$ %. Из **четырёхчленных** ($2,34 \pm 0,54$ %, $p < 0,05$) – стронгилоиды + кооперии + эймерии + балантидии – $1,23 \pm 0,14$ %. Из **пятикомпонентных ассоциаций** ($1,10 \pm 0,07$ %, $p < 0,001$): стронгилоиды + кооперии + трихоцефалы + эймерии + балантидии – $0,68 \pm 0,07$ %.

Выводы. 1. Ассоциативные паразитозы впервые были обнаружены у телят месячного возраста. У телят 91–120-дневного возраста ассоциативные паразитозы ЖКТ составляли $70,50 \pm 12,69$ %, с преобладанием двухчленных ассоциаций ($50,14 \pm 3,87$ %), особенно таких, как стронгилоиды + эймерии.

2. Заражение телят двухкомпонентными ассоциациями паразитов ЖКТ в течение календарного года колебалось незначительно.

3. Трехчленные ассоциации паразитов преобладали в летний период и составляли $10,23 \pm 1,48$ %.

4. Полиинвазии, состоящие из 4 сочленов, наблюдались преимущественно в весенний период и составляли $7,50 \pm 2,12$ %.

Литература

1. Распространение ассоциативных паразитозов телят и поросят в Беларуси и эффективность метрафендазола в борьбе с ними / М. В. Якубовский, Т. Я. Мяцова, С. И. Лавор, С. С. Липницкий // Ветеринарная наука – производству : научные труды / НАН Беларуси, РНИУП ИЭВ им. С. Н. Вышелеского НАН Беларуси. – Минск, 2005. – Вып. 37. – С. 188–195.

2. Субботина, И. А. Ассоциации *Neosascaris vitulorum* с эймериями и гельминтами желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота, клиническое проявление и патогенез возникающих при этом ассоциативных болезней / И. А. Субботина, В. М. Мироненко, А. М. Субботин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины». – 2008. – Т. 44, вып. 1. – С. 33–36.

3. Субботин, А. М. Гельминтозы желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота северной зоны Республики Беларусь / А. М. Субботин, Т. В. Медведская, М. В. Горюшко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2015. – № 1. – С. 11–15.

4. Yu, F. Subclinical infections with that nematode *Trichostrongylus colubriformis* increases gastrointestinal tract leucine metabolism and reduces availability of leucine for other tissues / F. Yu, L. A. Bruce, A. G. Calder [et al.] // Journal of Animal Science. – 2000. Vol. 78, № 2. – P. 380–390.

5. Карасев, Н. Ф. Распространение стронгилят пищеварительного тракта крупного рогатого скота в Беларуси их влияние на продуктивность животных / Н. Ф. Карасев, Е. И. Михалочкина, Н. В. Карпенкова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины». – 2002. – Т. 38, ч. 1. – С. 55–57.

6. Мосин, В. М. Эймериоз телят / В. М. Мосин, А. П. Турлаков // Проблемы патологии, санитарии и бесплодия в животноводстве : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Х. С. Горегляда и М. К. Юсковца (Минск, 10–11 дек. 1998 г.). – Минск, 1998. – С. 112–113.

АССОЦИАЦИЯ ГЕЛЬМИНТОЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОВЕЦ В ХОЗЯЙСТВАХ ШЕКИНСКОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНА

М. М. Мамедова

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. В овцеводческих хозяйствах предгорной и горной зон Шекинского района Азербайджана гельминтозы имеют широкое распространение. В результате проведенных исследований установлено, что у овец экстенсивность стронгилоидной инвазии в предгорной зоне составляет 41,66 %, в горной зоне – 19,64 %, нематодирозной в предгорной зоне – 23,33 %, в горной зоне – 21,42 %. Зараженность овец трихоцефалюсами имеет низкую степень распространения. Наивысшая зараженность заражения гельминтами зарегистрирована в предгорной зоне. Этому способствует мягкий климат, наименьшее колебание суточных месячных температур, обилие осадков, густой растительный покров, характерные для предгорной зоны, способствуют высокой зараженности овец гельминтозами.

Ключевые слова: хозяйство, овца, зона, исследование, зараженность, стронгилоиды, нематодироз.

Summary. Helminthiasis is widespread in sheep farms in the foothill and mountain zones of the Sheki region of Azerbaijan. The conducted studies have shown that the prevalence of strongyloid invasion in sheep in the foothill zone is 41.66 %, in the mountain zone – 19.64 %, nematodiriosis in the foothill zone – 23.33 %, in the mountain zone – 21.42 %. The prevalence of trichocephalus in sheep is low. The highest prevalence of helminth infection is recorded in the foothill zone. This is facilitated by the mild climate, the least fluctuation in daily monthly temperatures, abundant precipitation, dense vegetation, characteristic of the foothill zone, contribute to the high prevalence of helminthiasis in sheep.

Keywords: farm, sheep, zone, study, infestation, strongyloids, nematodirus.

Введение. Создание здоровых, высокопродуктивных отар овец в частных овцеводческих хозяйствах Азербайджана является одной из основных задач, стоящих перед сельским хозяйством. Основная задача овцеводства – формирование отар животных, свободных от инвазионных заболеваний, в частности гельминтозов.

Для высокопродуктивного и экономически выгодного развития овцеводства необходимо создание благоприятных условий содержания, кормления и проведения лечебно-профилактических мероприятий по предупреждению заболеваний. Гельминтозы широко распространены в частных овцеводческих хозяйствах Азербайджана и причиняют значительный экономический ущерб, который заключается в недополучение основных продуктов питания: молока, мяса, шерсти и т. д. Одним из факторов, снижающих экономическую эффективность овцеводческих хозяйств, является неблагоприятное по гельминтозным заболеваниям. Благоприятные условия окру-

жающей среды способствуют развитию и длительному выживанию яиц гельминтов, что приводит к распространению различных гельминтозных заболеваний. Широкому распространению инвазионных заболеваний способствуют частые атмосферные осадки, богатая растительность и скученное содержание животных на ограниченных пастбищах.

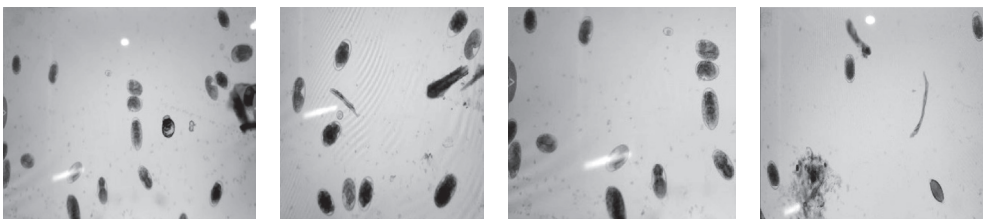
Гельминты локализируются в различных органах овец и обладают чрезвычайно высокой плодовитостью. В местах своей локализации гельминты в той или иной степени оказывают патогенное влияние на органы и ткани животных, нарушая их физиологические функции. Зараженные гельминтами животные отстают в росте и развитии, резко снижается их продуктивность (удой молока, настриг шерсти, прирост живой массы, выход приплода). У животных наблюдается потеря веса, задержка развития, слабость, вялость, истощение, понос, потеря аппетита, малокровие и т. д. [1].

Влияние гельминтов на организм овец может быть разнообразным в зависимости от биологических и физиологических особенностей развития возбудителей инвазий, защитных свойств организма, а также от условий внешней среды. Овцы приспособлены к выращиванию на пастбищах и потреблению разнообразных кормов, а также имеют способность быстро набирать мышечную массу и акклиматизироваться к различным климатогеографическим условиям окружающей среды [4, 5].

У овец иногда встречается несколько видов гельминтов, они находятся в сложных взаимоотношениях между собой и с организмом хозяина. Наличие одновременного паразитирования нескольких видов возбудителей создает в овцеводческих хозяйствах большую потенциальную опасность, так как они являются причиной снижения продуктивности и плодовитости животных. У овец наблюдаются задержка роста и развития, слабость, потеря аппетита, исхудание, повышенная восприимчивость к другим заболеваниям. Зараженность животных смешанными инвазиями в настоящее время достаточно высокая, а эффективность борьбы с ними зависит от правильной организации оздоровительных мероприятий с учетом местных климатических и хозяйственных условий. При несвоевременной диагностике и отсутствии лечебно-профилактических мероприятий эти гельминтозы могут вызвать гибель животных.

Цель исследования – выявить смешанные инвазии овец в частных овцеводческих хозяйствах и определить степень зараженности.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа проведена в частных овцеводческих хозяйствах предгорной и горной зон Шекинского района Азербайджана. Исследованиям подвергнуты 116 голов овец различных возрастных групп. В предгорной зоне исследованы 60 голов, в горной зоне 56 голов овец. С целью выявления смешанных инвазий у овец проводились копрологические исследования по общепринятому методу Фюллеборна [2, 3].



Яйца гельминтов у овец

Результаты исследований. Животные при внешнем осмотре казались здоровыми, и только специально проведенные гельминто-копрологические исследования позволили выявить у овец зараженность различными гельминтозами.

В результате проведенных копрологических исследований у овец в предгорной и горной зонах выявлены смешанные гельминтозные заболевания: стронгилоидоз кишечного тракта, нематодироз и трихоцефалез (см. рисунок).

Зараженность стронгилоидами в предгорной зоне обнаружена у 25 голов овец, экстенсивность инвазии (ЭИ) выявлена у 41,66 %, в горной зоне заражены 11 голов с ЭИ 19,64 %. Зараженность нематодами в предгорной зоне отмечается у 14 голов овец с ЭИ 23,33 %, в горной зоне – у 12 голов с ЭИ 21,42 %. Нематодироз у овец протекает без четко выраженных клинических признаков. Эти гельминтозы очень часто протекают в субклинической форме и приводят к снижению прироста массы тела и качества мясной и шерстной продуктивности. Заражение молодняка происходит с первых дней после выхода животных на пастбище, интенсивное заражение нематодирозом наблюдается в летне-осенний период.

Яйца трихоцефалюсов обнаружены в единичных случаях. Наивысшая зараженность гельминтами зарегистрирована в предгорной зоне исследуемого региона. Мягкий климат, наименьшее колебание суточных месячных температур, обилие осадков, густой растительный покров, характерные для предгорной зоны, способствуют высокой зараженности овец гельминтозами.

Заключение. Таким образом, наибольшая зараженность гельминтами выявлена в предгорной зоне исследуемого региона (23,33–41,46 %). Благоприятные климатогеографические условия предгорной зоны способствует развитию и паразитированию в организме овец одновременно нескольких видов возбудителей гельминтозов.

Соблюдение гигиенических правил содержания и кормления животных, организация гигиенического водопоя, изолированное содержание и выпас молодняка отдельно от взрослого поголовья, биотермическое обеззараживание навоза, утилизация трупов и зараженных органов и т. д. имеют важное значение при профилактике смешанных инвазий.

Литература

1. Белиев, С. М. Распространение гельминтов и гельминтозов овец в Прикаспийском регионе / С. М. Белиев, А. М. Атаев, М. Г. Газимагомедов // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – № 2 (10). – С. 90–94.
2. Василькова, З. Г. Методы гельминтологических исследований / З. Г. Василькова. – М. : Медгиз, 1955. – С. 143–144.
3. Ивашкин, В. М. Определитель гельминтов мелкого рогатого скота / В. М. Ивашкин. – М. : Наука, 1989. – 255 с.
4. Магеррамов, С. Г. Распространение гельминтов в зависимости от климатических условий / С. Г. Магеррамов // Аграрная реформа. – 2011. – № 7. – С. 32–33.
5. Шульц, К. С. Гельминтозы овец и крупного рогатого скота / К. С. Шульц. – М. : Сельхозгиз, 1959. – С. 42–66.

УДК 619:576.89; 619:616.995.1

ВОЗРАСТНАЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗАРАЖЕННОСТИ ОВЕЦ ГЕЛЬМИНТОЗАМИ В САБИРАБАДСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

А. Т. Гаджиева

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. В статье приведены сведения о динамике зараженности овец гельминтами (трихоцефалюсы, стронгилоиды, нематодирусы) по возрасту и сезону года, степени и интенсивности инвазии в Сабирабадском районе Азербайджана. Объектами исследования были животные 4–6-месячного, 7–10-месячного и старшего возраста, обследованные по сезонам года. В результате обследований изучена общая экстенсивность инвазии, а также интенсивность инвазии.

Ключевые слова: овцеводство, гельминтозы, зараженность, возрастные группы, сезонная динамика, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии.

Summary. The article presents information on the dynamics of sheep infestation with helminths (*Trichocephalus*, *Strongyloides*, *Nematodirus*) by age and season of the year, the degree and intensity of invasion in the Sabirabad region of Azerbaijan. The objects of the study were animals aged 4–6 months, 7–10 months and older, examined by seasons of the year. As a result of the examinations, the general extensiveness of the invasion, as well as the intensity of the invasion, were studied.

Keywords: sheep breeding, helminthiasis, infection, age groups, seasonal dynamics, extensiveness of invasion, intensity of invasion.

Введение. В результате реформ в сельском хозяйстве Азербайджана были созданы новые формы хозяйствования, что нашло отражение и в животноводстве. Одной из актуальных проблем является изучение болезней животных, содержащихся в индивидуальных и частных фермерских хозяйствах, и разработка мер борьбы с ними.

Овцеводство – одна из самых прибыльных отраслей сельского хозяйства, оно играет важную роль в обеспечении населения высококачественными продуктами питания и сырьем для многих отраслей легкой промышленности. Одним из факторов, сдерживающих развитие этой отрасли, являются гельминтозы. Несмотря на проводимые меры борьбы с инвазионными заболеваниями, многие гельминтозы, в том числе трихоцефалез, стронгилоидоз, нематодироз, наносят экономический ущерб овцеводству. Исследования по изучению ассоциативного заражения овец гельминтозами проводились как азербайджанскими, так и зарубежными учеными и продолжаются до настоящего времени [1–3].

Цель работы – определение распространенности гельминтозов среди овец в зависимости от возраста и сезона года в отдельных овцеводческих хозяйствах, расположенных в Сабирабадском районе Азербайджана.

Материалы и методы. Исследования по изучению динамики инвазированности овец гельминтами по сезонам года на основе анализа проб фекалий, собранных в овцеводческих хозяйствах Сабирабадского района, проводились в 2023–2024 гг. Для изучения эпизоотологии гельминтозов овец были отобраны пробы фекалий от 35 голов каждой возрастной группы. Исследования проводились в отделении паразитологии Ветеринарного научно-исследовательского института. Полученные результаты позволили проанализировать зараженность животных в зависимости от сезона года. Копрологические исследования, в ходе которых определена интенсивность инвазии (ИИ) у исследуемых животных, проводили по Вишнаускасу и Фюллеборну [4, 5].

Результаты исследований. С целью изучения сезонной динамики инвазированности овец разных возрастных групп гельминтами в отдельных овцеводческих хозяйствах проведены копрологические и гельминтологические исследования, определены экстенсивность заражения и интенсивность инвазии.

Установлено, что инвазированность овец в возрасте 4–6 месяцев весной составляет: трихоцефалезом – 31,4 %, стронгилоидозом – 34,3 %, нематодирозом – 22,9 %; овец 7–10 месяцев трихоцефалезом – 25,7 %, стронгилоидозом – 28,6 %, нематодирозом – 17,1 %; овец старшего возраста (овцематки) трихоцефалезом – 22,9 %, стронгилоидозом – 25,7 %, нематодирозом – 14,3 %. Летом зараженность овец 4–6 месяцев трихоцефалезом составила 20,0 %, стронгилоидозом – 22,9 %, нематодирозом – 17,1 %. В возрасте 7–10 месяцев трихоцефалезом заражено 17,1 % животных, стронгилоидозом – 20,0 %, нематодирозом – 11,2 %. У взрослых трихоцефалезом заражено 14,3 % животных, стронгилоидозом – 11,2 %, нематодирозом – 8,6 %. В осенний период трихоцефалезом заражено 37,1 % овец в возрасте 4–6 месяцев, стронгилоидозом – 40,0 %, нематодирозом – 20,0 %; в возрасте 7–10 месяцев

трихоцефалезом – 28,6 %, стронгилоидозом – 31,4 %, нематодирозом – 20,0 %; у взрослых животных трихоцефалезом заражено 25,7 %, стронгилоидозом – 28,6 %, нематодирозом – 11,2 %, В зимний период года трихоцефалезом заражено 17,1 % животных в возрасте 4–6 месяцев, стронгилоидозом – 22,9 %, нематодирозом – 14,3 %; в возрастной группе 7–10 месяцев трихоцефалезом заражено 11,2 %, стронгилоидозом – 14,3 %, нематодирозом – 8,6 %; у взрослых животных трихоцефалезом заражено 11,2 %, стронгилоидозом – 11,2 %, зараженность нематодирозом составила 5,7 %, стронгилоидозом – 8,6 % (см. таблицу).

**Зараженность овец гельминтозами по сезонам года в овцеводческих хозяйствах
Сабирабадского района, %**

Возраст животных	Исследовано	Заражено					
		трихоцефалез		стронгилоидоз		нематодироз	
		количество	ЭИ, %	количество	ЭИ, %	количество	ЭИ, %
<i>Весна</i>							
4–6 месяцев	35	11	31,4	12	34,3	8	22,9
7–10 месяцев	35	9	25,7	10	28,6	6	17,1
Овцематки	35	8	22,9	9	25,7	5	14,3
Общая зараженность	105	28	26,7	31	29,5	19	18,1
<i>Лето</i>							
4–6 месяцев	35	7	20,0	8	22,9	6	17,1
7–10 месяцев	35	6	17,1	7	20,0	4	11,2
Овцематки	35	5	14,3	4	11,2	3	8,6
Общая зараженность	105	18	17,1	19	18,1	13	12,4
<i>Осень</i>							
4–6 месяцев	35	13	37,1	14	40,0	7	20,0
7–10 месяцев	35	10	28,6	11	31,4	7	20,0
Овцематки	35	9	25,7	10	28,6	4	11,2
Общая зараженность	105	32	30,5	35	33,3	18	17,1
<i>Зима</i>							
4–6 месяцев	35	6	17,1	8	22,9	5	14,3
7–10 месяцев	35	4	11,2	5	14,3	3	8,6
Взрослые	35	4	11,2	2	5,7	3	8,6
Общая зараженность	105	14	13,3	15	14,3	11	10,5

Примечание. ЭИ – экстенсивность инвазии.

По результатам обследований общая зараженность животных в хозяйствах составила: весной трихоцефалезом – 26,7 %, стронгилоидозом – 29,5 %, нематодирозом – 18,1 %, летом трихоцефалезом – 17,1 %, стронгилоидозом – 18,1 %, нематодирозом – 12,4 %, осенью трихоцефалезом – 30,5 %, стронгилоидозом – 33,3 %, нематодирозом – 17,1 %, зимой трихоцефалезом – 13,3 %, стронгилоидозом – 14,3 %, нематодирозом – 10,5 %.

Помимо копрологического исследования, также проводилось неполное гельминтологическое исследование вскрытие. При вскрытии из кишечника были собраны гельминты *Trichocephalus ovis*, *Nematodirus spathiger*, *Strongyloides papillosus*. Зимой отмечалась слабая зараженность, а осенью – высокая. Так, при исследовании вскрытие в кишечнике весной было обнаружено 6–12 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 5–14 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 6–13 экз./гол. *Strongyloides papillosus*; летом было собрано 3–6 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 4–8 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 5–11 экз./гол. *Strongyloides papillosus*; осенью было собрано 8–17 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 7–16 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 8–15 экз./гол. *Strongyloides papillosus* и зимой 2–4 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 3–5 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 5–7 экз./гол. *Strongyloides papillosus*.

В ходе проведенных исследований выявлено, что на территории Сабирабадского района имеются благоприятные условия для заражения гельминтами. Однако установлено, что экстенсивность заражения высокая весной и осенью. Это объясняется тем, что яйца гельминтов развиваются быстрее при теплой погоде. Весной и осенью при наличии необходимых для развития яиц гельминтов температуры и влажности происходит их значимое накопление и развитие. Летом в результате чрезмерной жары и засухи яйца гельминтов в значительной степени погибают, что влияет на зараженность животных. Наиболее слабая зараженность гельминтами определена в зимний период года, что также зависит от внешнего фактора среды – низкой температуры воздуха. Развитие яиц гельминтов ослабевает, и вероятность заражения уменьшается.

Таким образом, яйца гельминтов, выделяемые больными животными, вызывают заражение здоровых животных, что в итоге создает условия для повторного заражения. Поэтому в хозяйствах Сабирабадского района необходимо проводить регулярные дезинвазионные мероприятия.

Заключение. По результатам обследований общая зараженность животных в хозяйствах составила: весной трихоцефалезом – 26,7 %, стронгилоидозом – 29,5 %, нематодирозом – 18,1 %, летом – трихоцефалезом – 17,1 %, стронгилоидозом – 18,1 %, нематодирозом – 12,4 %, осенью – трихоцефалезом – 30,5 %, стронгилоидозом – 33,3 %, нематодирозом – 17,1 %, зимой – трихоцефалезом – 13,3 %, стронгилоидозом – 14,3 %, нематодирозом – 10,5 %.

При исследовании вскрытие в кишечнике весной было обнаружено 6–12 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 5–14 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 6–13 экз./гол. *Strongyloides papillosus*; летом было собрано 3–6 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 4–8 экз. *Nematodirus spathiger*, 5–11 экз./гол. *Strongyloides papillosus*; осенью было собрано 8–17 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 7–16 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 8–15 экз./гол. *Strongyloides papillosus* и зимой 2–4 экз./гол. *Trichocephalus ovis*, 3–5 экз./гол. *Nematodirus spathiger*, 5–7 экз./гол. *Strongyloides papillosus*.

Литература

1. Балакишиев, М. Г. Роль некоторых экологических факторов в животноводстве / М. Г. Балакишев // Азербайджанская аграрная наука. – 2008. – № 6. – С. 64–65.
2. Белиев, С. М. Распространение гельминтов и гельминтозов овец в Прикаспийском регионе / С. М. Белиев, А. М. Атаев, М. Г. Газимагомедов // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – № 2. – С. 90–94.
3. Вербицкая, Л. А. Паразитоценозы овец и меры борьбы с ними / Л. А. Вербицкая // Материалы III Научно-практической конференции Международной ассоциации паразитологов (Витебск, 14–17 окт. 2008 г.). – Витебск, 2008. – С. 35–37.
4. Якубовский, М. В. Справочник по паразитологии / М. В. Якубовский. – Минск : Наша идея, 2014. – 348 с.
5. Якубовский, М. В. Диагностика, терапия и профилактика паразитарных болезней животных / М. В. Якубовский, Н. Ф. Карасев. – Минск : Хата, 2001. – 375 с.

УДК 619:576.89; 619:616.995.1

ВЛИЯНИЕ ЭХИНОКОККОВОЙ ИНВАЗИИ НА КАЧЕСТВО МЯСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

С. И. Рустамова

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. Представлена информация об интенсивности заражения эхинококкозом животных в животноводческих хозяйствах Гаджигабульского района Азербайджанской Республики в зависимости от возраста. У животных старшего возраста интенсивность была относительно слабой – 3–7 экз. в печени, 2–5 экз. в легких и 1–3 экз. в кишечнике. Обнаружены эхинококковые складки. У животных всех возрастных групп интенсивность составила 3–10 экз. в печени, 2–7 экз. в легких и 1–6 экз. в кишечнике. Поражения животных эхинококками приводят к бактериальной обсемененности продуктов убоя.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, животноводство, эхинококкоз, интенсивность, зараженность.

Summary. The article presents information on the intensity of echinococcosis infection of animals in livestock farms of the Gadzhigabul district of Azerbaijan Republic depending on age. In older animals, the intensity was relatively weak – 3–7 copies in the liver, 2–5 copies in the lungs and 1–3 copies in the intestine. Echinococcal folds were detected. In animals of all age groups, the intensity was 3–10 copies in the liver, 2–7 copies in the lungs, and 1–6 copies in the intestine. Animal lesions with echinococci lead to bacterial contamination of slaughter products.

Keywords: cattle, animal husbandry, echinococcosis, intensity, infection.

Введение. Надежное продовольственное обеспечение является основным условием экономической стабильности и социальной устойчивости каждой страны. В связи с этим Азербайджанское государство проводит комплексные меры по обеспечению населения продовольствием и мас-

штабные государственные программы, направленные на развитие аграрного сектора, от которого напрямую зависит продовольственная безопасность. Повышение продуктивности животных является одним из основных направлений животноводства. Инвазионные заболевания широко распространены среди крупного рогатого скота в различных регионах республики, особенно интенсивно у молодняка, в связи с недостаточной устойчивостью их организма к воздействию внешних факторов среды и относительно слабым иммунитетом [1, 3].

Распространение гельминтов зависит также от факторов окружающей среды, экологии и уровня иммунного статуса животных [2, 4, 5].

В последние годы проводятся научные исследования, посвященные распространению гельминтозов у крупного рогатого скота, их лечению и профилактике, а также изучению биоэкологических особенностей гельминтов [7, 10].

Животноводство является прибыльной отраслью, поэтому его развитию уделяется особое внимание в большинстве регионов Азербайджана, в том числе и в Гаджигабульском районе.

Цель исследования – определение распространения эхинококкоза у крупного рогатого скота в частных фермерских хозяйствах, расположенных на территории Гаджигабульского района.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на основе патологического материала, собранного от крупного рогатого скота на бойнях Гаджигабульского района.

Предметом исследования являлись образцы говядины от мясных туш, полученных при убое животных, инвазированных эхинококкозом при средней степени интенсивности инвазий, а также образцы мяса, полученного при убое свободных от инвазий животных. Материалом для органолептического, патоморфологического и паразитологического исследований служили мясо и внутренние органы животных (печень, легкие, кишечник) [6, 8, 9].

Результаты исследований. При проведении ветеринарной экспертизы печени животных, пораженной эхинококками, было обнаружено, что она увеличенная, бугристая, при этом эхинококковые пузыри размером от горошины до куриного яйца находились на поверхности органа или в середине и были хорошо заметны при разрезании тканей.

При высокой степени инвазии печень была красно-коричневого цвета с синюшным оттенком. Разрез участков печени, где находились эхинококковые пузыри, был плотным, серовато-коричневого цвета. При низкой степени инвазии цвет печени не был изменен, видимые патологические изменения отсутствовали.

Органолептическая оценка мяса эхинококкозной инвазии разной степени была следующей: при высокой степени поражения – мясо красного цве-

та, консистенция плотная, жировая ткань желтоватого цвета, сухожилия с желтоватым оттенком, степень обескровливания удовлетворительная, бульон содержит хлопья, аромат слабо выражен. При низкой степени поражения – мясо светло-розового цвета, жир белый, обескровливание хорошее, консистенция плотная, запах мяса приятный, сухожилия упругие, белые, блестящие, бульон прозрачный, с приятным ароматом. Мясо от здоровых животных было светло-розового цвета, жир белый, степень обескровливания хорошая, консистенция мяса плотная, сухожилия белые, упругие, блестящие, бульон прозрачный, с приятным ароматом.

Значение рН мяса является важнейшим технологическим показателем. Оно зависит от наличия гликогена в организме животного в период убоя и интенсивности образования молочной кислоты. С увеличением рН мяса взаимосвязаны влагоудерживающая способность, цвет, бактериальная обсемененность, сроки созревания и хранения. Мясо с высоким значением рН (выше 6,2) сильнее обсеменяется и хуже хранится.

Определение показателей рН мяса, полученного от здоровых и инвазированных животных с различной степенью инвазии, проводили через 1, 12, 24 и 48 ч после убоя. Мясо от инвазированных эхинококками животных после созревания имело величину рН 7,2. Этот показатель был существенно выше, чем в мясе, полученном от здоровых животных (рН до 5,6–5,7). На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что величина рН мяса после забоя животных может быть индикаторным показателем определения качества мяса говядины через 1, 12, 24, 48 ч после убоя.

Уровень рН мяса инвазированных животных после забоя:

- через 1 ч – 7,0–7,2;
- через 12 ч – 6,7–6,9;
- через 24 ч – 6,7–7,0;
- через 48 ч – 6,8–6,9.

Уровень рН мяса здоровых животных после забоя:

- через 1 ч – 6,0–6,2;
- через 12 ч – 5,8–6,0;
- через 24 ч – 5,7–5,9;
- через 48 ч – 5,6–5,7.

Интенсивность инвазии (ИИ) животных разных возрастных групп определяли методом неполного гельминтологического вскрытия. Патологический материал брали на бойнях региона и от животных, убитых в хозяйствах. Исследованы внутренние органы (печень, тонкий и слепой отделы кишечника) 68 убойных животных. Результаты метода неполного гельминтологического вскрытия отражены в таблице.

Интенсивность инвазии по результатам вскрытия

Возраст животных	Исследовано животных	Интенсивность инвазии		
		печень	легкие	кишечник
1 год	34	4–10	3–7	2–6
Старшие	34	3–7	2–5	1–3
В среднем	–	3–10	2–7	1–6

Как видно из таблицы, ИИ была высокой у животных в возрасте 1 года – 4–10 экз. в печени, 3–7 экз. в легких и 2–6 экз. в кишечнике. У животных старшего возраста ИИ была относительно слабой – 3–7 экз. в печени, 2–5 экз. в легких и 1–3 экз. в кишечнике. Обнаружены эхинококковые складки. Анализ результатов вскрытия показывает, что у животных всех возрастных групп ИИ составила 3–10 экз. в печени, 2–7 экз. в легких и 1–6 экз. в кишечнике.

Изучение распространения эхинококкоза животных имеет большое практическое и теоретическое значение. Практическое значение заключается прежде всего в своевременном выявлении источника заболевания, теоретическое – в установлении закономерностей формирования паразитофауны в хозяйстве.

Заключение. Говядина, полученная при убое инвазированных эхинококкозом животных, имеет пониженные органолептические показатели и пищевую ценность. Интенсивность инвазии была высокой у животных в возрасте 1 года – 4–10 экз. в печени, 3–7 экз. в легких и 2–6 экз. в кишечнике. У животных старшего возраста интенсивность была относительно слабой – 3–7 экз. в печени, 2–5 экз. в легких и 1–3 экз. в кишечнике. Обнаружены эхинококковые складки. Анализ результатов вскрытия показывает, что у животных всех возрастных групп интенсивность составила 3–10 экз. в печени, 2–7 экз. в легких и 1–6 экз. в кишечнике.

Литература

1. Агаева, А. Н. Распространение возбудителя эхинококкоза овец (*Echinococcus granulosus*) на территориях Апшеронского полуострова и Хызынского района Азербайджанской республики / А. Н. Агаева // Аграрная наука. – 2020. – № 1. – С. 43–45.
2. Паразитология и инвазионные болезни животных / М. Ш. Акбаева, Ф. И. Василевич, Т. В. Балагула, Н. К. Коновалов. – М. : Колос, 2001. – 528 с.
3. Алиев, М. А. Зараженность крупного рогатого скота, буйволов и зебу и овец *E. granulosus* в Азербайджане / М. А. Алиев // Труды Азербайджанского НИВИ. – 1997. – Т. 60. – С. 21–25.
4. Бессонов, А. С. Цистный эхинококкоз и гидатидоз / А. С. Бессонов. – М. : ВИГИС, 2007. – 672 с.
5. Особенности экономического ущерба от эхинококкоза у сельскохозяйственных животных / В. В. Белименко, Н. А. Самойловская, Е. В. Новосад [и др.] // Российский ветеринарный журнал. – 2017. – № 7. – С. 15–19.

6. Водянов, А. А. Морфология, биология и лабораторная диагностика возбудителей инвазионных болезней животных / А. А. Водянов, С. Н. Луцук, В. П. Толоконников. – Саратов : СтГАУ, 2009. – 82 с.

7. Современная эпизоотическая ситуация и прогноз по основным гельминтозам животных в России на 2015 год / В. В. Горохов, Н. А. Самойловская, А. В. Успенский [и др.] // Российский паразитологический журнал. – 2015. – № 1. – С. 41–45.

8. Якубовский, М. В. Паразитарные зоонозы / М. В. Якубовский. – Минск : Наша идея, 2012. – 23 с.

9. Якубовский, М. В. Диагностика, терапия и профилактика паразитарных болезней животных / М. В. Якубовский, Н. Ф. Карасев. – Минск : Хата, 2001. – 375 с.

10. WHO/OIE Manual on Echinococcosis in humans and animals; a public health problem of global concern / J. Eckert, M. A. Gemmel, F.-X. Meslin, Z. S. Pawlowski. – OIE, 2001. – 265 p.

УДК 619:616.99:636.52/.58

АССОЦИАЦИИ ПАЗАРИТИТОВ У ДОМАШНИХ КУР В ШЕКИ-ЗАКАТАЛЬСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

С. А. Мамедова

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. Приведены сведения о динамике заражения домашних кур эймериозом – заболеванием, вызываемым простейшими кишечными паразитами, аскаридозом, гетеракидозом и сингамозом – заболеванием, вызываемым гельминтами, в Шеки-Закатальском экономическом районе (Закатальский и Балакенский районы), экстенсивность и интенсивности заражения. Определена интенсивность инвазии у исследуемых птиц.

Ключевые слова: домашняя курица, птицеводство, патологический материал, ассоциативная инвазия, кишечные паразиты, эймериоз, гельминтозы, копрологическое исследование, экстенсивность инвазии, вскрытие, интенсивность инвазии.

Summary. The article presents information on the dynamics of infection of domestic chickens with eimeriosis – a disease caused by protozoan intestinal parasites, ascariasis, heterakiasis and syngamosis – a disease caused by helminths, in the Sheki-Zakatala economic region (Zakatala and Balaken districts), the extensiveness and intensity of infection. The intensity of invasion (II) in the studied birds was determined.

Keywords: domestic chicken, individual poultry farming, pathological material, associative invasion, intestinal parasites, eimeriosis, helminthiasis, coprological examination, invasion extent, sputum examination, invasion intensity.

Введение. Распространенность кишечных паразитов эймериозов и гельминтозов среди домашних кур различается во всех природно-климатических зонах Азербайджана. Глобальные изменения природно-климатических условий приводят к расширению ареала паразитов, специфичных для различных ландшафтов, что влияет на рост паразитарных заболеваний

у домашней птицы и, как следствие, на снижение продуктивности. Паразитарные заболевания (эймериоз, гельминтозы) широко распространены у домашних кур. В результате слабого иммунитета молодняк птицы заражается инвазионными возбудителями и возникает заболевание. Поэтому реализация эффективных мер борьбы с инвазионными заболеваниями у домашней птицы имеет большое значение. В связи с этим актуально изучение существующих инвазионных заболеваний [4, 6].

Заражение происходит при заглатывании птицами яиц паразитов, достигших инвазионной стадии и попавших во внешнюю среду через траву, корма, воду и другими путями. Исследования по изучению моно- и ассоциативного заражения домашних кур эймериозами и гельминтозами проводились как азербайджанскими, так и зарубежными учеными, исследования в этом направлении продолжаются и в настоящее время [2, 3, 5].

Учитывая вышеизложенное, считаем целесообразным изучение ассоциативного заражения домашних кур эймериями и гельминтами, являющимися простейшими кишечными паразитами, в отдельных птицеводческих хозяйствах Закатальского и Балакенского районов.

Материалы и методы. Исследования проводились в лаборатории отдела паразитологии Азербайджанского ветеринарного научно-исследовательского института в 2024–2025 гг. на основе проб фекалий, собранных в птицеводческих хозяйствах Закатальского и Балакенского районов. Методом Дарлинга–Фюллеборна исследовано 120 проб фекалий из Закатальского и 126 проб фекалий из Балакенского района. Проведен анализ результатов и определено, какая возрастная группа домашних кур наиболее заражена. Проба фекалий, взятая от каждой домашней курицы, исследовалась отдельно, выявление ооцист и яиц гельминтов оценивалось как зараженность паразитом, а экстенсивность инвазии (ЭИ) рассчитывалась и выражалась в процентах по количеству зараженных птиц от общего количества обследованных птиц. Интенсивность инвазии (ИИ) определялась в одном поле зрения микроскопа. В ходе исследований использовались микроскоп BELL Solaris, камера HD-CAM и программа Image Score для фототрафирования видов рода *Eimeria* и нематод [1, 7].

Результаты исследования Проведены копрологические исследования проб фекалий домашних кур разных возрастных групп, содержащихся на птицеводческих фермах Закатальского и Балакенского районов. ЭИ в индивидуальном птицеводческом хозяйстве Закатальского района у 2–4-месячной птицы составила: эймериоз – 39,5 %, аскаридоз – 34,2 %, гетеракидоз – 31,6 %, сингамоз – 21,1 %; у птицы 6–9 месяцев: эймериоз – 26,2 %, аскаридоз – 28,6 %, гетеракидоз – 23,8 %, сингамоз – 16,7 %; у взрослых домашних кур: эймериоз – 17,5 %, аскаридоз – 27,5 %, гетеракидоз – 20,0 %, сингамоз – 12,5 % (см. таблицу).

Заражение домашних кур ассоциативной инвазией

Возраст домашних кур	Исследовано	Эймериоз		Аскаридиоз		Гетеракидоз		Сингамоз	
		заражено	ЭИ, %	заражено	ЭИ, %	заражено	ЭИ, %	заражено	ЭИ, %
<i>Закатальский район</i>									
2–4-месячные	38	15	39,5	13	34,2	12	31,6	8	21,1
6–9-месячные	42	11	26,2	12	28,6	10	23,8	7	16,7
Взрослые	40	7	17,5	11	27,5	8	20,0	5	12,5
Общая зараженность	120	33	27,5	36	30,0	30	25,0	20	16,7
<i>Балакенский район</i>									
2–4-месячные	45	13	28,9	12	26,7	9	20,0	7	15,6
6–9-месячные	38	8	21,1	10	26,3	9	23,7	5	13,2
Взрослые	43	5	11,6	8	18,6	6	14,0	4	9,3
Общая зараженность	126	26	20,6	30	23,8	24	19,0	16	12,7

ЭИ в индивидуальном птицеводческом хозяйстве Балакенского района составила у 2–4-месячной птицы эймериозом – 28,9 %, аскаридиозом – 26,7 %, гетеракидозом – 20,0 %, сингамозом – 15,6 %, в возрасте 6–9 месяцев эймериозом – 21,1 %, аскаридиозом – 26,3 %, гетеракидозом – 23,7 %, сингамозом – 13,2 %, у взрослых домашних кур эймериозом – 11,6 %, аскаридиозом – 18,6 %, гетеракидозом – 14,0 %, сингамозом – 9,3 %.

Общая зараженность в Закатальском районе составила: 27,5 % эймериозом, 30,0 % аскаридиозом, 25,0 % гетеракидозом и 16,7 % сингамозом, а в Балакенском районе – 20,6 % эймериозом, 23,8 % аскаридиозом, 19,0 % гетеракидозом и 12,7 % сингамозом по результатам копрологических исследований. Анализ результатов паразитологических исследований показал, что среди молодняка домашних кур зарегистрировано интенсивное заражение выявленными эймериями и гельминтами, а у птиц старшего возраста обнаружена слабая зараженность паразитами.

Также определена ИИ у исследуемых птиц. В Закатальском районе в одном поле зрения обнаружено:

– яйцо: 1–5 экз. *Ascaridia galli*, 1–6 экз. *Heterakis gallinarum*, 1–4 экз. *Syngamus trachea*;

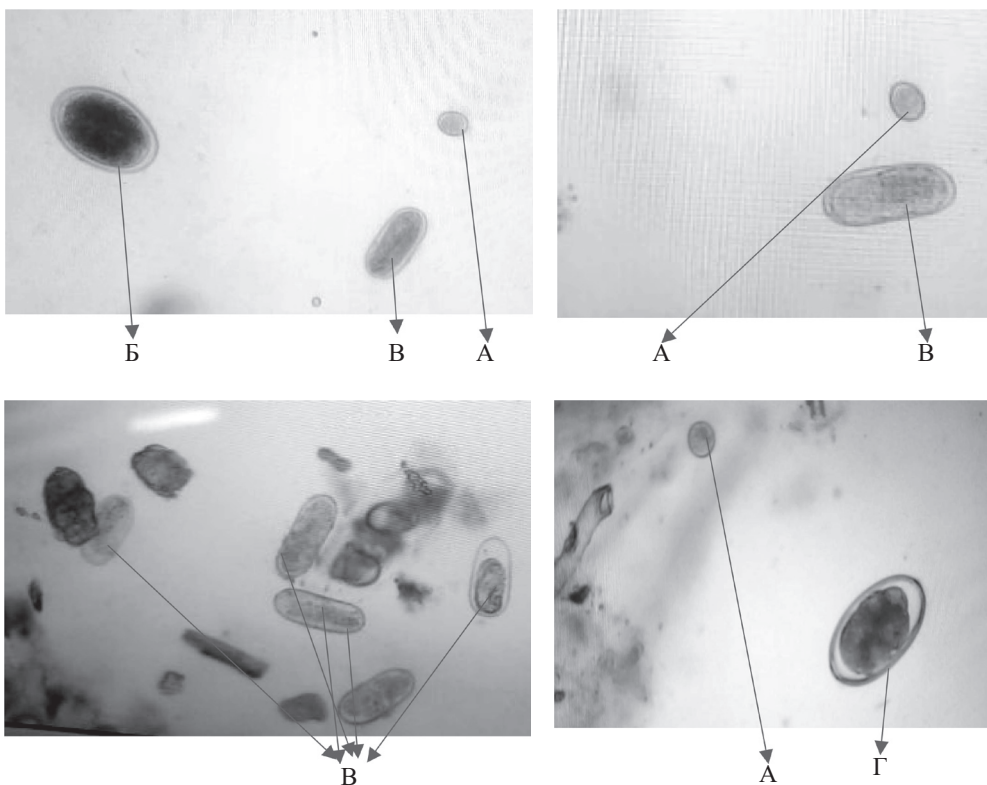
– ооцисты: 1–7 экз. *Eimeria sp.*

В Балакенском районе ИИ составила:

– яйцо: 1–4 экз. *Ascaridia galli*, 1–5 экз. *Heterakis gallinarum*, 1–2 экз. *Syngamus trachea*;

– ооцисты: 1–5 экз. *Eimeria sp.* (см. рисунок).

Таким образом, выделяемые инфицированными птицами ооцисты и яйца гельминтов, достигнув инвазионной стадии во внешней среде, вызывают заражение здоровых особей и требуют повторных инвазий в отдельных птицеводческих хозяйствах.



Паразитарные возбудители:

A – *Eimeria* sp., яйца: B – *Ascaridia galli*, B – *Heterakis gallinarum*, Г – *Syngamus trachea*

В ходе проведенных исследований установлено, что влажность, а также температура, необходимые для развития ооцист эймерий и яиц гельминтов, положительно влияют на их развитие. Они завершают внешнюю стадию развития, т. е. достигают инвазионной стадии. Таким образом, в целях профилактики паразитарных заболеваний в хозяйствах необходимо проводить комплексные мероприятия по борьбе с возбудителями инвазионных заболеваний, в том числе эймериоза и гельминтозов.

Заключение. Экстенсивность инвазии в частных птицеводческих хозяйствах Закатальского района по результатам копрологических исследований определена как эймериоз – 27,5 %, аскаридоз – 30,0 %, гетеракидоз – 25,0 %, сингамоз – 16,7 %, а в частных птицеводческих хозяйствах Балакенского района по результатам копрологических исследований как эймериоз – 20,6 %, аскаридоз – 23,8 %, гетеракидоз – 19,0 %, сингамоз – 12,7 %.

Интенсивность инвазии у исследуемых птиц Закатальского района составила: яйцо – 1–5 экз. *Ascaridia galli*, 1–6 экз. *Heterakis gallinarum*, 1–4 экз. *Syngamus trachea*, ооцисты – 1–7 экз. *Eimeria sp.* У исследуемых птиц в Балакенском районе: яйцо – 1–4 экз. *Ascaridia galli*, 1–5 экз. *Heterakis gallinarum*, 1–2 экз. *Syngamus trachea*, ооцисты – 1–5 экз. *Eimeria sp.*

Литература

1. Крылов, М. В. Определитель паразитических простейших / М. В. Крылов. – СПб. : Наука, 1996. – 602 с.
1. Мамедова, С. А. Сезонная динамика эймериоза птиц в Азербайджане / С. А. Мамедова // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов : сб. материалов X Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 17 мая 2022 г.). – М., 2022. – С. 24–28.
2. Мамедова, С. А. Заражение протозойными и гельминтозными возбудителями домашних птиц в Азербайджане / С. А. Мамедова // Эпизоотология. Иммунобиология. Фармакология. Санитария. – 2018. – № 1. – С. 3–6.
3. Миронова, А. А. Потологоанатомические изменения у цыплят при ассоциации эймериоз-капилляриоз-аскаридиоз / А. А. Миронова // Сб. науч. трудов, посвящ. 80-летию создания первой в России кафедры паразитологии им. акад. К. И. Скрябина. – Персиановка, 1997. – С. 79–81.
4. Сафиуллин, Р. Т. Комплексная схема профилактики кокцидиозов цыплят-бройлеров / Р. Т. Сафиуллин, Е. О. Качанова, А. А. Ташбулатов // Ветеринария. – 2024. – № 5. – С. 24–30.
5. Ярошук, А. И. Современные оральные антигельминтные препараты для сельскохозяйственных птиц / А. И. Ярошук // Ветеринария. – 2022. – № 8. – С. 33–37.
6. Якубовский, М. В. Диагностика, терапия и профилактика паразитарных болезней животных / М. В. Якубовский, Н. Ф. Карасев. – Минск : Хата, 2001. – 375 с.

УДК 619:576.895.1:636.52/58(479.24)

ЭПИЗОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАРАЖЕННЫХ ГЕЛЬМИНТАМИ ДОМАШНИХ КУР В ГУБА-ХАЧМАЗСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

С. Ю. Байрамов

Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика

Резюме. Изучена эпизоотическая ситуация по гельминтозам домашних кур разных возрастных групп и кур отдельных птицефабрик на основе гельминтологических исследований 2016–2023 гг. Установлено, что домашние куры заражены четырьмя видами нематод – *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Syngamus trachea*, *Capillaria obsignata* и одним видом цестод – *Raillietina tetragona*. Зараженность гельминтами была выше у цыплят 2,5–4,0 месяцев. По результатам исследований за 8 лет выявлено, что степень заражения домашних кур *A. galli*, *H. gallinarum*, *S. trachea* снижалась, а *C. obsignata* и *R. tetragona* – повышалась. Интенсивность заражения гельминтами домашних кур *H. gallinarum*,

R. tetragona была выше у птиц 2,5–4,0 месяцев. У птиц 5–8 месяцев такая закономерность была подмечена у *S. trachea*. Куры более старшего возраста были носителями видов гельминтов *A. galli* и *C. obsignata*. Отмечено увеличение интенсивности заражения *A. galli*, *S. trachea*, *C. obsignata* и снижение – *H. gallinarum* и *R. tetragona*. При этом среди пяти видов гельминтов доминировали паразитические нематоды *A. galli* и *H. gallinarum*. Предотвращение интенсивного распространения гельминтов у птиц должно достигаться посредством соблюдения эпизоотического плана борьбы с гельминтозами.

Ключевые слова: куры, гельминты, копрологическое исследование, вскрытие, экстенсивность, интенсивность, эпизоотическая ситуация.

Summary. In the period 2016–2023, we studied the epizootic situation of helminthiasis in domestic chickens of different age groups and chickens from individual poultry farms based on helminthological studies. The results showed that domestic chickens were infected with four nematode species: *Ascaridia galli*, *Heterakis gallinarum*, *Syngamus trachea*, *Capillaria obsignata*, and one cestode species: *Raillietina tetragona*. Helminth infestation was higher in chickens aged 2.5–4.0 months. Based on the results of studies over 8 years, it was found that the degree of infestation of domestic chickens with *A. galli*, *H. gallinarum*, *S. trachea* decreased, while that with *C. obsignata* and *R. tetragona* increased. The intensity of infection of domestic chickens with helminths *H. gallinarum*, *R. tetragona* was higher in birds aged 2.5–4.0 months. In birds aged 5–8 months, such a pattern was noted for *S. trachea*. Older chickens were carriers of the helminth species *A. galli* and *C. obsignata*. It was found that there was an increase in the intensity of infection with *A. galli*, *S. trachea*, *C. obsignata* and a decrease in *H. gallinarum* and *R. tetragona*. At the same time, among the 5 helminth species, parasitic nematodes *A. galli* and *H. gallinarum* dominated. Prevention of intensive spread of helminths is achieved by adhering to the epizootic plan for combating helminthiasis.

Keywords: domestic chicken, helminths, coprological examination, autopsy, extensiveness, intensity, epizootic situation.

Введение. Разнообразие климатических зон Азербайджанской Республики приводит к формированию различных гельминтозов у домашних кур. Исходя из этого нами изучена экстенсивность и интенсивность инвазии кур разных возрастных групп. На основании полученных результатов определена эпизоотологическая характеристика инфекции.

В настоящее время ученые, проводящие исследования в области паразитологии, изучают гельминтозы в широком диапазоне, т. е. в моно- и ассоциативной форме [6]. Исследование распространения паразитов на определенных ландшафтах имеет особое значение при разработке эффективных лечебно-профилактических мероприятий. Гельминтозы птиц влияют на их продуктивность, развитие, привес, а также вызывают гибель. Все эти проблемы, возникающие на современном этапе развития птицеводства, требуют соответствующих исследований [7, 8, 13].

Географические и экологические факторы, влияющие на зараженность птиц паразитарными болезнями на указанной территории, оказывают влияние на развитие возбудителей гельминтозов, промежуточных хозяев, экстенсивность и интенсивность распространения этих болезней [15].

Как известно, заражение молодняка птиц гельминтами связано с содержанием их в открытых клетках на неблагополучной в паразитологическом отношении территории и слабым приобретенным иммунитетом против болезней [5, 11]. Это связано с тем, что температура воздуха и влажность почвы на территории данного экономического района подходят для развития яиц гельминтов и достижения стадии инвазии, а также длительного выживания этих возбудителей. Наличие таких благоприятных условий приводит к постоянному интенсивному заражению гельминтами кур, содержащихся на выделенных для выгула территориях в семейных хозяйствах. У птиц, содержащихся в таких условиях, независимо от возраста, постоянно наблюдают моно- и ассоциативные инфекции цестодами и нематодами.

Материалы и методы. Кур разных возрастных групп, содержащихся в отдельных птицефабриках, расположенных в регионах разных климатических зон, исследовали методами неполного и полного вскрытия, также анализировали образцы фекалий по Фюллеборну, Вишняускасу, определяя тем самым видовой состав гельминтов [4, 9, 12].

Исследования проводились в трех возрастных группах (цыплята, молодняк, куры зрелого возраста). Копрологически было обследовано 1090 цыплят в возрасте 2,5–4,0 мес., 1297 цыплят 5–8 мес., 1225 цыплят в возрасте 5–8 мес. (всего 3612 цыплят).

Для изучения интенсивности инвазии проводили вскрытие забитых или павших птиц. С этой целью было обследовано 490 птиц в возрасте 2,5–4,0 мес., 159 птиц 5–8 мес., 386 старых птиц. Всего было обследовано 1335 птиц.

Результаты исследований. Состояние зараженности домашних кур гельминтами в Губа-Хачмазском экономическом районе имело отличия по возрастным группам. Так, отмечено, что в частных хозяйствах птицы интенсивнее заражаются нематодами по сравнению с другими гельминтами, так как содержатся на открытых площадках и на открытом грунте. Высокая степень заражения выявлена у птиц всех возрастных групп. Также наблюдалась высокая зараженность гельминтами у молодняка исследованных птиц, а низкая зараженность – в старшей возрастной группе.

При проведенных нами гельминтологических обследованиях в фермерских хозяйствах на территории Губа-Хачмазского экономического района установлено, что куры заражены четырьмя видами нематод (*A. galli*, *H. gallinarum*, *S. trachea*, *C. obsignata*) и одним видом цестод (*R. tetragona*) в моно- и ассоциативной форме. Результаты исследования образцов кала, кишок и трахеи птицы показали, что зараженность их гельминтами изменяется по возрастным группам. Данные о степени зараженности кур цестодами и нематодами представлены в таблице и на рис. 1. На основании копрологического обследования птиц разных возрастных групп из фермерских хозяйств Губа-Хачмазского экономического района выявлена динамика распространения гельминтов.

**Возрастная динамика заражения домашних кур инвазиями
в Губа-Хачмазском экономическом районе
(по данным гельминтоскопических исследований)**

Возрастная группа, мес.	Количество просмотренных образцов, экз.	Количество вскрытых птиц, экз.	<i>A. galli</i>		<i>H. gallinarum</i>		<i>S. trachea</i>		<i>C. obsignata</i>		<i>R. tetragona</i>	
			ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.
2,5–4	1090	490	48,2	1–19	45,8	1–30	26,4	1–9	15,1	1–13	30,1	1–11
5–8	1297	459	38,9	1–28	36,9	1–23	21,3	1–19	14,6	1–12	21,7	2–8
Старые птицы	1225	386	36,4	1–88	34,5	1–24	15,2	1–9	11,6	1–14	22,6	1–7

Примечание. ЭИ – экстенсивность инвазии, ИИ – интенсивность инвазии.

По последним результатам копрологического исследования, проведенного в указанном экономическом районе, птицы были сильно инфицированы видом *A. galli* и слабо – *C. obsignata* по сравнению с другими гельминтами. Зараженность птиц различными видами инфекций достигла высокого уровня. Исследованиями, проведенными на птицах 2,5–4-месячного возраста, установлено, что степень зараженности аскаридами составила 48,2 %, гетераксисами – 45,8 %, сингамусами – 26,4 %, капилляриями – 15,5 %, райетинами – 30,1 %; у птиц 5–8 месяцев аскаридами – 38,9 %, гетераксисами – 36,9 %, сингамусами – 21,3 %, капилляриями – 14,6 %, райетинами – 21,7 %; у птиц старшей возрастной группы аскаридами – 36,4 %, гетераксисами – 34,5 %, сингамусами – 15,2 %, капилляриями – 11,6 %, райетинами – 22,6 %.

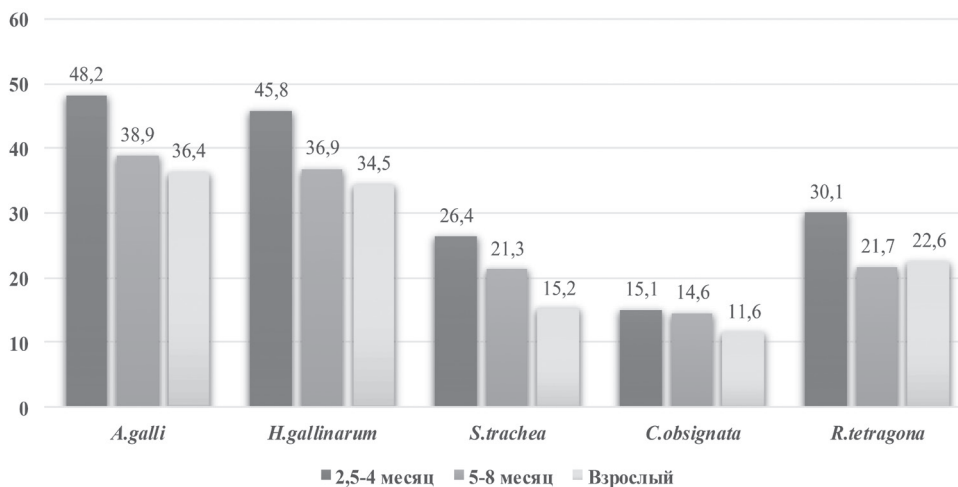


Рис. 1. Возрастная динамика зараженности кур гельминтами в Губа-Хачмазском экономическом районе

Анализируя результаты, полученные при копрологическом обследовании домашних кур по возрастным группам, можно сделать вывод, что в данном экономическом районе степень зараженности гельминтами выше у молодых птиц. Многими исследователями подтверждено, что обнаруженные в проведенных исследованиях цестоды и нематоды вызывают основные гельминтозы кур и чаще встречаются среди молодняка птиц [10, 16].

По результатам общего обследования установлено, что на территории Губа-Хачмазского экономического района 41,2 % домашних кур заражены аскаридами, 39,1 % – гетераксисами, 20,9 % – сингамусами, 13,8 % – капилляриями, 24,8 % – райетинами (рис. 2).

С целью изучения заражения кур гельминтами азербайджанскими учеными на территории Губа-Хачмазского экономического района до 1980-х гг. проводился ряд исследований на курах, содержащихся в открытых условиях в хозяйствах. При этом 56,7 % птиц были заражены *A. galli*, 45,0 % – *H. gallinarum*, 21,9 % – *S. trachea*, 6,2 % – *C. obsignata*, 13,0 % – *R. tetragona* [3]. Однако масштабных исследований по изучению гельминтоза кур, выращиваемых в фермерских хозяйствах, не проводилось. Сравнивая наши исследования с результатами, полученными в 1980-е гг., можно сделать вывод о снижении степени заражения кур видами *A. galli*, *H. gallinarum*, *S. trachea* и увеличении степени заражения *C. obsignata* и *R. tetragona* [2, 3].

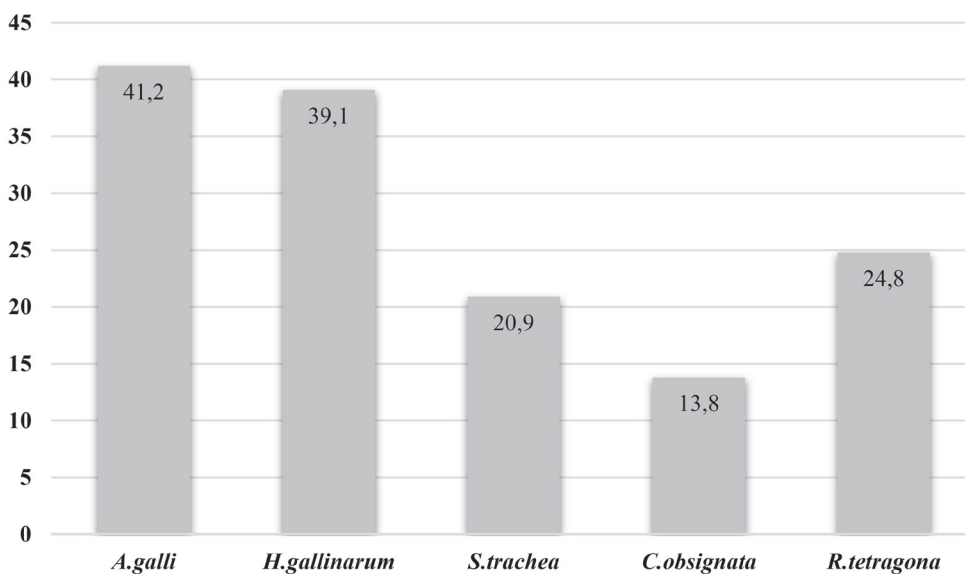


Рис. 2. Эпизоотологическая ситуация по гельминтозам в Губа-Хачмазском экономическом районе

С целью выяснения интенсивности зараженности гельминтами по возрастным группам кур на территории экономического района были проведены вскрытия трупов птиц, павших и забитых по различным причинам в фермерских хозяйствах. Так, у птиц в возрасте 2,5–4,0 месяцев были обнаружены *A. galli* с ИИ 1–19, *H. gallinarum* – 1–30, *S. trachea* – 1–9, *C. obsignata* – 1–13, *R. tetragona* – 1–11. У птиц 5–8 месяцев регистрировались виды *A. galli* (ИИ 1–28), *H. gallinarum* (1–23), *S. trachea* (1–19), *C. obsignata* (1–12), *R. tetragona* (2–8). Зрелые особи имели ИИ у *A. galli* 1–88, *H. gallinarum* – 1–24, *S. trachea* – 1–9, *C. obsignata* – 1–14, *R. tetragona* – 1–7. Интенсивность инвазии была выше у *H. gallinarum*, *R. tetragona* для птиц 2,5–4 месяцев, *S. trachea* – 5–8-месячных особей, *A. galli* и *C. obsignata* – у кур старшего возраста.

Интенсивность зараженности гельминтами кур на территории экономического района, где проводились исследования, определяли путем обобщения результатов обследований, проведенных по возрастным группам. Так, вид *A. galli* имел ИИ 1–88, *H. gallinarum* – 1–30, *S. trachea* – 1–19, *C. obsignata* – 1–14, *R. tetragona* – 1–11.

Анализ результатов гельминтоскопических исследований, проведенных по возрастным группам в отдельных птицефабриках Губа-Хачмазского экономического района, показывает, что среди молодняка кур зарегистрировано интенсивное заражение выявленными гельминтами. У птиц старшего возраста обнаружена слабая зараженность паразитами.

Среди зарегистрированных гельминтов кур наиболее распространены нематоды. Гельминты, обнаруженные на территории Губа-Хачмазского экономического района, могут с высокой вероятностью распространиться и на другие территории. Установлено, что их распространение в моно- и ассоциативной форме вызывает серьезные гельминтозы у птиц и наносит большой экономический ущерб хозяйствам [1, 14].

В 1980-е гг. интенсивность заражения кур гельминтами возросла. При этом вопрос был недостаточно изучен [2]. Сравнение результатов предыдущих и недавних исследований позволило установить изменения интенсивности инвазии у *A. galli* (ИИ (2–51)–(1–88)), *S. trachea* ((3–5)–(1–19)), *C. obsignata* ((3–19)–(1–14)), *H. gallinarum* ((1–25)–(1–30)) и *R. tetragona* ((1–18)–(1–11)). В проведенных исследованиях отмечено, что среди пяти видов гельминтов, которыми были заражены куры, в моно- и ассоциативной форме доминировали *A. galli* и *H. gallinum*.

Заключение. Причина столь интенсивного заражения домашних кур гельминтами заключается в том, что на территории Губа-Хачмазского экономического района, где проводились исследования, внешние факторы среды создали подходящие условия для развития яиц гельминтов и своевременного достижения стадии инвазии. Отсутствие своевременного и каче-

ственного лечения и профилактических мер в птицеводческих хозяйствах приводит к сохранению высокого репродуктивного потенциала паразитов.

По результатам проведенных гельминтоскопических исследований можно сделать вывод, что с увеличением возраста птиц их зараженность инвазиями начинает значительно снижаться. При этом создаются соответствующие условия для заражения инвазионными болезнями восприимчивых к ним особей и популяций. Это можно объяснить возникновением стойкого иммунитета в организме старых птиц по сравнению с молодыми птицами при повторных заражениях. Интенсивность инвазии некоторыми видами гельминтов была высокой у птиц старшей группы, что обусловлено их высоким репродуктивным потенциалом, действием факторов внешней среды, повторным применением в течение длительного времени одних и тех же химических препаратов против гельминтозов, адаптацией паразитов к этим веществам, а также пренебрежением периодическими профилактическими мерами.

Литература

1. Ахмеджанов, А. Распространение паразитов птиц, разработка мер лечения и профилактики в условиях птицеводческого хозяйства ПК «Ижевский» / А. Ахмеджанов, Б. Е. Акмамбаева // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : материалы XVI Междунар. студ. науч. конф., посвящ. 80-летию кафедры разведения и генетики с.-х. животных УО «БГСХА» (13–14 июня 2013 г.). – Горки : БГСХА, 2013. – С. 3–9.
2. Ваидова, С. М. Гельминты птиц Азербайджана / С. М. Ваидова. – Баку : Элм, 1978. – 238 с.
3. Ваидова, С. М. Основные гельминтозы птицы в Азербайджане / С. М. Ваидова, М. Н. Ширинов, Х. А. Самедов. – Баку, 1982. – 74 с.
4. Капустин, В. Ф. Атлас гельминтов сельскохозяйственных животных / В. Ф. Капустин. – М. : Сельхозгиз, 1953. – 140 с.
5. Иммунокоррекция в клинической ветеринарной медицине / П. А. Красочко, М. В. Якубовский, И. А. Красочко [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 507 с.
6. Муллаярова, И. Р. Лечебные мероприятия при смешанной инвазии гусей / И. Р. Муллаярова // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : материалы междунар. конф. (Москва, 17–19 мая 2011 г.). – М. : Россельхозакадемия, 2011. – С. 325–327.
7. Насибова, Г. Р. Влияние моно и ассоциативных инвазий на состояние живой массы индеек / Г. Р. Насибова // Bulletin of Science and Practice. – 2022. – Vol. 8, № 6. – P. 241–246.
8. Ребезов, Я. М. Сравнительная оценка хозяйственно-полезных качеств молодняка индеек различных породных групп : дис. ... канд. биол. наук / Ребезов Ярослав Максимович. – Екатеринбург, 2020. – 175 с.
9. Скрыбин, К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека / К. И. Скрыбин. – М. : МГУ, 1928. – 45 с.
10. Тимохин, Ю. Гельминтозы птиц и меры борьбы с ними / Ю. Тимохин. – Н. Новгород : Животновод, 2002. – С. 20–21.
11. Ширинов, Н. М. Гельминтозы домашней птицы в Азербайджане и меры борьбы с ними / Н. М. Ширинов. – Баку, 1973. – 56 с.
12. Паразитарные болезни животных / М. В. Якубовский, А. М. Атаев, М. М. Зубаирова [и др.]. – Минск ; Махачкала, 2016. – 291 с.

13. El-Dakhly, K. M. Distribution pattern of intestinal helminths in domestic pigeons (*Columba Livia domestica*) and turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Beni-Suef province, Egypt / K. M. El-Dakhly, L. N. Mohrous, G. A. Mabrauk // Journal of Veterinary Medical Research. – 2016. – № 23 (1). – P. 112–120.

14. Esan, O. O. Prevalence of gastrointestinal helminths of waterfowls and its possible public health implications in Ibadan, Nigeria / O. O. Esan, E. C. Uwalaka, M. T. Apampa // Journal of Veterinary Sciences. – 2018. – № 16 (3). – P. 76–79.

15. Ngongeh, L. A. Prevalence of gastrointestinal helminth infections in slaughtered chickens reared in the Nsukka area of Enugu State, Nigeria / L. A. Ngongeh, S. N. Chiejina, A. I. Lawal // Journal of Agriculture and Veterinary Science. – 2014. – Vol. 7, № 11. – P. 51–54.

16. Ola-Fadunsin, Sh. D. Gastrointestinal parasites of different avian species in Ilorin, North Central Nigeria / Sh. D. Ola-Fadunsin, I. A. Ganiyu, M. Rabiu // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. – 2019. – № 6 (1). – P. 108–116.

УДК 631.95:638.262

РОЛЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ ГУСЕНИЦ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

К. Ю. Юсифова

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. Одной из основных причин снижения производства коконов являются потери из-за болезней. Сбор информации об исследованиях, связанных с распространенностью болезней тутового шелкопряда в разных районах страны в разные сезоны года, очень полезен для мониторинга, профилактики и борьбы с ними. В настоящем исследовании представлена информация о болезнях тутового шелкопряда в разных регионах нашей республики в сравнительном аспекте.

Ключевые слова: полиэдроз, грены, тутовый шелкопряд, желтуха.

Summary. One of the main reasons for the decline in cocoon production is losses due to diseases. Collecting research information on the prevalence of silkworm diseases in different areas of the country during different seasons is very useful for monitoring, preventing and controlling them. This study provides information on silkworm diseases in different regions of our republic in a comparative aspect.

Key words: polyhedrosis, grena, silkworm, jaundice.

Введение. Коконоводство и шелководство, основанное на древних традициях, в рамках мер, принимаемых по его развитию и восстановлению, определено в Азербайджане как одно из приоритетных направлений сельского хозяйства [9].

Поскольку гусеницы тутового шелкопряда, как и другие живые существа, постоянно взаимодействуют с внешними факторами окружающей среды, они подвержены различным инфекционным и неинфекционным за-

болеваниям [1]. При несвоевременном и неполном удовлетворении потребностей тутового шелкопряда в пище, несоблюдении агрозоотехнических правил – нормальной температуры и влажности – черви развиваются неравномерно, часть из них развивается плохо [2]. Ослабленные черви обычно быстро заболевают и сами распространяют болезни.

Инфекционные болезни тутового шелкопряда (пегрина, желтуха, септицемия, мускардина, чахлость фляшерия) являются серьезным препятствием для увеличения производства кокона [3] и улучшения его качества, тем самым наносят большой экономический ущерб продуктивности [4]. Инфекционные заболевания широко распространяются за короткий период времени. Урожайность коконов, полученных от пораженных болезнью червоводней, невелика, качество коконов низкое. Поэтому, чтобы избежать болезней, необходимо предпринимать профилактические меры как в крупных [5], так и в мелких хозяйствах [6].

Данная проблема не теряет своей актуальности в современном шелководстве. В литературных источниках можно встретить разработки в этом направлении, но многие из них безуспешны. Поэтому изучение инфекционных заболеваний в более глубоком аспекте важно для дальнейшего использования этих данных в испытании всевозможных средств профилактики и борьбы с инфекционными болезнями тутового шелкопряда.

Цель исследования – изучение эпизоотической ситуации и влияния абиотических факторов на развитие тутового шелкопряда в шелководческих хозяйствах Азербайджана

Материалы и методы. Исследование эпизоотической ситуации в шелководческих хозяйствах Азербайджана проводилось в 2025 г. Больные гусеницы тутового шелкопряда были доставлены из шелководческих хозяйств Шекинского, Гахского, Балакенского, Имишлинского, Зардабского, Саатлинского районов республики и обследованы общепринятыми методами [7]. Проанализированы условия разведения тутового шелкопряда и выявлены причины инфекционных заболеваний. Была проведена микроскопия (инвертированный флуоресцентный микроскоп марки INV 100-FL) гемолимфы больных и погибших червей. Была применена высокоскоростная центрифуга на 10 000 об/мин с микропроцессорным управлением Centronic BLT марки J. P. Selecta, s. a. 701001769 (Испания). Гемолимфу, полученную от больных гусениц, собирали в пробирки типа эппендорф, промывали и подвергали микроскопии для выявления вирусных полиэдров.

Проводилась иммерсионная микроскопия образцов по Граму [8]. Бактериальные возбудители гусениц тутового шелкопряда дифференцировали путем выращивания их на различных питательных средах.

Также были проведены исследования по общепринятой методике по изучению влияния абиотических факторов, в частности, изменения температурного режима, на развитие гусениц тутового шелкопряда [8]. Для этого

были взяты грены, инкубацию которых осуществляли при постоянной температуре 23 °С и относительной влажности воздуха 65–75 %. При появлении «разведчиков» температуру повышали до 24 °С и держали на этом уровне до вылупления мурашей.

Индукция желтухи охлаждением гусениц. Этот способ выдержки применяются для активации латентного вируса с целью получения спонтанной желтухи. Исследуемые гусеницы в количестве 50 штук на 3-й день IV возраста подвергались охлаждению в холодильнике при температуре +2 °С в течение 24 ч, после чего их помещали в обычные выкормочные условия, где они находились под наблюдением в течение 10 дней. За это время проводили учет больных и погибших от желтухи особей и по числу выживших определяли степень желтухоустойчивости испытуемого материала.

Индукция желтухи перегреванием гусениц. Для индукции желтухи из каждого варианта опыта на 3-й день IV возраста брали по 50 гусениц, помещали их в термостат, где подвергали воздействию высокой температуры порядка +42 °С при отклонении +0,5 °С в течение 6 ч. В период воздействия высокой температуры, через 3 ч после начала обработки, гусеницам один раз давали корм. Относительная влажность воздуха в камере поддерживалась в пределах 47–50 %. После воздействия высокой температуры гусениц переводили в обычные выкормочные условия, где они находились под наблюдением в течение 10 дней. За это время проводили учет больных и погибших от желтухи гусениц и по числу выживших особей определяли степень желтухоустойчивости.

Результаты исследований. Исследования были проведены в нескольких хозяйствах, одним из которых были хозяйства Шекинского района в селах Орта Зайзид и Кобар Зайзид. Было выявлено, что нестабильная погода в этом году, а также выпадение большого количества дождевых осадков стали причиной заболевания, а именно желтухи гусениц. Это стало причиной снижения процента выхода коконов. Исследования в Саатлинском районе показали, что хозяйства, в которых занимались разведением гусениц тутового шелкопряда, располагались вблизи плантаций хлопчатника, где своевременно проводилась обработка химическими веществами против насекомых. В этих хозяйствах гусениц тутового шелкопряда кормили листьями, собранными вблизи обработанных полей. В V возрастном периоде развития гусениц тутового шелкопряда при кормлении их листьями с данных деревьев наблюдалось ослабление развития гусениц, многие из них не связали коконов. В хозяйствах данного района, расположенных вдали от хлопковых плантаций, была выявлена мускорицина и вирусологические заболевания, а именно желтуха гусениц.

В хозяйствах Имишлинского района, как и в предыдущих хозяйствах, были выявлены бактериальные (мускорицина) и вирусное заболевание (желтуха), причиной чего стала нестабильная погода, а также выпадение большого количества дождевых осадков, что отрицательно повлияло на развитие

гусениц тутового шелкопряда. Аналогичная ситуация была выявлена в хозяйствах Гахского района, в селах Джалаир, Кётюклю и Алмалили.

Исследования индукции желтухи у гусениц методами охлаждения и перегрева показали, что инкубационный период болезни (с момента воздействия температуры до появления первых больных гусениц) при охлаждении гусениц равнялся 5–8 дням, а при перегревании – 6–10 дням. При индукции желтухи воздействием низкой и высокой температур гибель гусениц от этой болезни бывает незначительной, что объясняется, на наш взгляд, тем, что при охлаждении или перегревании гусениц желтуха проявляется у тех особей, в организме которых вирус имеется в скрытой форме и под влиянием провоцирующих факторов переходит в активное состояние.

Индукцию желтухи охлаждением или перегреванием гусениц нельзя считать эффективным способом определения желтухоустойчивости. Так, при охлаждении вирусоносительство было выявлено у 12 гусениц из 20, а при перегревании – только у 6. Более эффективным методом индукции желтухи, а именно выявления носителей латентного вируса, можно считать охлаждение гусениц IV возраста при температуре +2 °С течение 24 ч.

Заключение. Особи, свободные от латентного вируса, несмотря на угнетающие действия стрессовых абиотических факторов, желтухой не болеют. При сравнительном изучении влияния на гусениц тутового шелкопряда двух стрессовых факторов было установлено, что при выдержке их в условиях низкой температуры проявления болезни наблюдаются несколько чаще и больше, чем при их выдержке в условиях высокой температуры.

Важно отметить, что хозяйства, занимающиеся разведением гусениц тутового шелкопряда, в основном расположены на частных подворьях. Нестабильная погода, возможно, стала причиной некачественного ухода за гусеницами тутового шелкопряда, что проявлялось в виде очень низкой температуры в червоводнях, высокой влажности и отрицательно сказалось на развитии гусениц проявлением бактериальных и вирусных инфекций, таких как мускорицина, желтуха, чахлость.

В некоторых хозяйствах было выявлено отравление листьями, собранными вблизи хлопковых плантаций, что привело к тому, что гусеницы не смогли свить коконы.

Проведенные нами исследования показали, что важным и наиболее надежным средством защиты урожая коконов от потерь, вызванных массовыми инфекционными заболеваниями, является их предупреждение. Необходимо соблюдать совокупность профилактических мер по предупреждению заболеваний: своевременная обработка помещений, содержание гусениц тутового шелкопряда при температурном режиме в пределах 22–27 °С в зависимости от возраста их развития, а также влажности в пределах 60–70 %. Исследования в данном направлении продолжаются.

Известно, что вылечить больного червя невозможно, важно проведение только профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий. Профилактические меры не позволяют возбудителю прорасти и проникать в организм гусеницы, а санитарные меры предотвращают распространение заболевания. Чтобы не допустить возникновения заболевания, особое внимание следует уделять правильному регулированию влажности в червоводнях. При влажности более 70–75 % для ее снижения важно произвести обогрев помещений, создать частые притоки воздуха, открыть вентиляцию, не допустить густого скопления плесени и снизить ее путем размещения влагопоглощающих веществ (гашеная известь) в нескольких местах [6, 8].

Учитывая все вышесказанное, для повышения жизнедеятельности гусениц тутового шелкопряда и их устойчивости к заболеваниям необходимо создать в червоводнях соответствующий температурно-влажный режим, строго соблюдать требования санитарии, осуществлять кормление в соответствии с агрозоотехническими правилами.

Литература

1. Юсифова, К. Влияние ноземы на развитие тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) / К. Юсифова // Современные проблемы в животноводстве: состояние, решение, перспективы : материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академика РАН В. Г. Рядчикова (18–19 янв. 2024 г., г. Краснодар). – Краснодар, 2024. – С. 559–565.
2. Применение управляемых процессов в развитии шелководства / С. Рустамова, К. Юсифова, Р. Али-заде [и др.] // Сельское и водное хозяйство Узбекистана. – 2024. – № 5. – С. 46–48.
3. Юсифова, К. Ю. Характеристика вирусного полиэдроза гусениц тутового шелкопряда при стрессфакторах / К. Ю. Юсифова // VIII Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение животноводства Сибири», 16–17 мая 2024 г. – Красноярск, 2024. – С. 332–336.
4. Yusifova, K. Yu. Intensive emissions of mulberry silkworms in Azerbaijan / K. Yu. Yusifova, S. Rustamova, R. A. Alizade // Science without borders and language barriers : All-Russian scientific-practical conference, May 20, 2021. – Орел, 2021. – P. 144.
5. Юсифова, К. Ю. Меры профилактики болезней тутового шелкопряда в хозяйствах Азербайджана / К. Ю. Юсифова // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение животноводства Сибири», 2022 г. – Красноярск, 2022. – С. 465.
6. Юсифова, К. Ю. Болезни тутового шелкопряда в некоторых хозяйствах Республики Азербайджан в 2021–2022 гг. / К. Ю. Юсифова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука без границ и языковых барьеров», 2022 г. – Орел : ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2022. – С. 439.
7. Rustamova, S. Cultivation of mulberry silkworm with green mass and mixed feeds / S. Rustamova, K. Yu. Yusifova, R. A. Alizade // Scientific and Practical Conference Dedicated to the 120th anniversary of the Veterinary Research Institute. Baku, November 25–26, 2021. – Баку, 2021. – P. 439.
8. Rustamova, S. Development of new technologies for planting mulberry trees in Azerbaijan / S. Rustamova, K. Yu. Yusifova, R. A. Alizade // IX All-Russian Scientific and Practical Conference “Energy saving and energy efficiency: problems and solutions”. Nalchik, December 22–23, 2020. – Nalchik, 2020. – P. 270–274.
9. Закон Азербайджанской Республики о правовой охране выражений фольклора Азербайджана. – URL: <https://wipolex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/ru/az/az002ru.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).

2. ПРОФИЛАКТИКА И ТЕРАПИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

УДК 619:616-085.37

ПЕРОРАЛЬНЫЕ ВАКЦИНЫ ДЛЯ ИММУНИЗАЦИИ ЖИВОТНЫХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**П. А. Красочко, М. А. Понаськов, Д. В. Бучукури,
К. А. Крюкова, Е. В. Локун**

*УО «Витебская ордена “Знак Почета”
государственная академия ветеринарной медицины»,
Витебск, Республика Беларусь*

Резюме. Приводится анализ литературных данных о пероральных вакцинах для иммунизации животных. Установлено, что разработанные пероральные вакцины обладают высокой иммуногенностью, низкой себестоимостью и легкостью в применении. Поэтому перспективным направлением исследований является разработка и внедрение в производство пероральных вакцин.

Ключевые слова: пероральная вакцина, биопрепарат, иммунизация, дикие животные, бездомные животные, сельскохозяйственные животные, вакцинация.

Summary. The authors provide an analysis of literature data on oral vaccines for immunization of animals. It has been established that the developed oral vaccines are highly immunogenic, low cost and easy to use. Therefore, a promising area of research is the development and introduction into production of oral vaccines.

Keywords: oral vaccine, biological product, immunization, wild animals, stray animals, farm animals, vaccination.

Несмотря на значительные достижения в ветеринарной науке и практике, единственным эффективным способом борьбы с большинством инфекционных болезней животных по-прежнему является специфическая профилактика с использованием вакцин [1–3].

Чаще всего в сельскохозяйственном производстве применяются вакцины в инъекционной форме, которые вызывают формирование напряженного и стойкого иммунного ответа. Однако инъекционные вакцины имеют

свои недостатки. Например, использование игл для введения вакцин может вызвать у животных стрессовые реакции, что представляет опасность для ветеринаров. Кроме того, применение многоразовых игл может привести к распространению болезней, передающихся через кровь. Данный тип вакцинации практически неприемлем для иммунизации диких и бродячих животных [8].

Учитывая вышесказанное, перспективным направлением исследований является разработка и внедрение в производство пероральных вакцин.

Пероральная вакцина представляет собой особый тип вакцины, которая вызывает иммунный ответ слизистой оболочки путем перорального введения компонентов биопрепарата в организм. Из-за легкости использования, высокой безопасности пероральные вакцины обладают значительными преимуществами перед инъекционными формами.

Капсула, в которую заключена вакцина, служит для защиты антигена от кислой среды и пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта и доставляет компоненты биопрепарата в тонкий кишечник. В тонком кишечнике капсула вакцины разрушается и всасывается микро складчатыми клетками (М-клетками) в пейеровых бляшках стенки кишечника.

Антигенпрезентирующие клетки (дендритные клетки), экспонируют (презентируют) антигены CD4+ Т-клетками лимфоидной ткани, ассоциированными с кишечником, тем самым вызывает клеточный иммунный ответ и создание гуморальный иммунитет слизистой оболочки. Кроме того, моноциты, расположенные на базальной стороне слизистой оболочки кишечника, могут напрямую захватывать антигены из полости кишечного тракта, что приводит к индукции иммунного ответа слизистой оболочки. Антитела, вырабатываемые гуморальным иммунитетом слизистой оболочки после пероральной вакцинации, представляют собой в основном секреторные IgA (sIgA) и IgG. Секреторные иммуноглобулины А (sIgA) необходимы для функционирования барьера слизистой оболочки, так как обычно локализуется во внешнем слое слизистой оболочки. Основной функцией sIgA является связывание и кластеризация патогенов, блокирование их проникновения в эпителиальные клетки слизистой оболочки, связывание и уничтожение чужеродных агентов [7, 12, 22, 34].

Термин «пероральные вакцины» включает множество типов биопрепаратов, среди которых пероральные аттенуированные вакцины, рекомбинантные векторные пероральные вакцины, пероральные вакцины на основе наночастиц (субъединичные вакцины или вакцины на основе нуклеиновых кислот) и пероральные вакцины на основе трансгенных растений (табл. 1) [30].

Таблица 1. Сравнение параметров различных пероральных вакцин

Тип пероральной вакцины	Преимущества	Недостатки
Пероральная аттенуированная вакцина	Дешевые, высокая иммуногенность	Риск реверсии вирулентности, редкость побочных эффектов, низкая стабильность
Рекомбинантная векторная пероральная вакцина	Возможность массовых обработок, мультивалентность	Риск реверсии вирулентности, редкость побочных эффектов, низкая стабильность
Пероральная вакцина на основе наночастиц	Возможность включение адъювантов, биоразлагаемость	Сложность производства, возможность побочных эффектов и передачи через биологические барьеры животным
Трансгенная растительная оральная вакцина	Высокая экономическая эффективность, экологически чистое производства, стабильность при комнатной температуре	Низкий уровень экспрессии, риск заражения трансгеном через пыльцу или семена

В представленной статье авторы приводят анализ литературных данных об разработанные пероральные вакцины для иммунизации животных [16, 25].

Работа выполнена на кафедре эпизоотологии и инфекционных болезней УО ВГАВМ. Проведен анализ литературных источников отечественных и зарубежных авторов, который позволил получить следующие сведения.

Городские бездомные и дикие животные, в том числе собаки, хорьки, барсуки, лисы и скунсы, часто служат резервуарами для таких патогенов, как вирус бешенства и микобактерия туберкулеза *Mycobacterium bovis*. Использование пероральных вакцин для таких животных является одним из самых эффективных мер по ликвидации данных возбудителей.

В табл. 2 приведены типы и профилактическая эффективность существующих пероральных вакцин для городских бездомных и диких животных [5, 9, 10, 14, 17, 19, 21, 27, 28, 31].

Пероральные аттенуированные вакцины характеризуются транзиторной репликацией патогена в организме хозяина, обычно демонстрируют высокую иммуногенность без необходимости добавления адъювантов и широко используются для городских бездомных и диких животных. Тем не менее пероральные аттенуированные вакцины несут риски, включая горизонтальную или вертикальную передачу в естественных условиях и возможность реверсии вирулентности. Однако исследования показывают, что штамм SPBN-GASGAS вируса бешенства представляет минимальный риск

горизонтальной и вертикальной передачи у различных видов животных, включая лисиц, енотовидных собак, мангустов, полосатых скунсов, домашних собак, домашних кошек и домашних свиней; следовательно, этот штамм демонстрирует благоприятные профили экологической безопасности [3, 18].

Таблица 2. Пероральные вакцины для городских бездомных и диких животных

Испытанные животные	Тип	Профилактическая эффективность	Штамм/вектор	Антиген
<i>Бешенство</i>				
Белые мыши	Аттенуированный	90 %	LBNSE-GMCSF	–
Белые мыши	Аттенуированный	90 %	LBNSE-флагеллин	–
Белые мыши	Аттенуированный	100 %	ERAG3G	–
Хорьки, барсуки	Аттенуированный	–	SRV9 –	–
Белые мыши	Аттенуированный	100 %	ERA	–
Собаки	Аттенуированный	100 %	LBNSE-dGM-CSF	–
Волки	Аттенуированный	–	SAG2	–
Лисы	Аттенуированный	89,6 %	SPBN GASGAS	–
Лисы, енотовидные собаки	Аттенуированный	>90 %	SPBN GASGAS	–
Собаки	Аттенуированный	–	SPBN GASGAS	–
Лисы, енотовидные собаки	Аттенуированный	–	SPBN GASGAS	–
Мыши	Аттенуированный	90 %	LBNSE-U-OMP19	–
Рыжие лисицы, енотовидные собаки	Аттенуированный	–	SAD–Bern	–
Собаки	Аттенуированный	–	SPBN GASGAS	–
Белые мыши	Рекомбинантный	50–60 %	<i>Salmonella</i>	Гликопротеин
Рыжие лисицы	Рекомбинантный	33–62 %	Аденовирус	ONRAB®
Скунсы	Рекомбинантный	81–100 %	Аденовирус	ONRAB®
Хорьки, барсуки	Рекомбинантный	–	Аденовирус	Гликопротеин
Мангусты	Рекомбинантный	–	Аденовирус	ONRAB®
Белые мыши	Рекомбинантный	60 %	<i>Lactobacillus</i>	Гликопротеин
Козы, лисы	Рекомбинантный	–	Вирус болезни Ньюкасла	Гликопротеин
<i>Туберкулез</i>				
Дикий кабан	Инактивированный	–	–	–
Благородный олень	Инактивированный	–	–	–
Дикий барсук	Аттенуированный	–	Липорал–БЦЖ	–
<i>Сибирская язва</i>				
Белые мыши	Аттенуированный	–	Споры 34F2	–
<i>Хламидиоз</i>				
Белые мыши	Аттенуированный	–	CMmut/IntrOv	–

Дальнейшее совершенствование пероральных аттенуированных вакцин направлено на повышение стабильности биопрепарата к условиям окружающей среды и колебаний температур.

Действие данных показателей может значительно снизить иммуногенность биопрепарата.

Пероральные вакцины для сельскохозяйственных животных. Сельскохозяйственные животные – крупный и мелкий рогатый скот, свиньи и домашняя птица – являются основным источником продовольствия для человечества. Поэтому животноводство – одна из ключевых отраслей сельского хозяйства любой страны. Кроме того, животные в большинстве случаев сосредоточены в крупномасштабных помещениях, поэтому инъекционные вакцины требуют значительных человеческих и материальных ресурсов. В табл. 3 приведены типы и профилактическая эффективность существующих пероральных вакцин для сельскохозяйственных животных [4, 6, 11, 13, 15, 20, 24, 26, 29, 32, 35, 36].

Таблица 3. Пероральные вакцины для сельскохозяйственных животных

Испытанные животные	Тип	Профилактическая эффективность	Штамм/вектор	Антиген
<i>Парвовирусная инфекция</i>				
Домашняя свинья	Аттенуированный	100 %	Bartha	–
<i>Классическая чума свиней</i>				
Свинья	Аттенуированный	–	C-Strain	–
Дикий кабан	Аттенуированный	–	C-Strain	–
<i>Эпизоотическая диарея свиней</i>				
Белые мыши, поросята	Рекомбинантный	–	Yeast	S1
Белые мыши	Рекомбинантный	–	<i>Lactobacillus casei</i>	COE
Поросята	Рекомбинантный	–	<i>Bacillus subtilis</i>	COE
Белые мыши	Рекомбинантный	–	<i>Adenovirus</i>	COE + LTB
Поросята	Растительный	–	Maize grain	Spike protein
Белые мыши	Растительный	–	<i>Nicotiana benthamiana</i>	COE-PIGs
Белые мыши	Рекомбинантный	–	<i>Lactobacillus</i>	S1
<i>Вирус Hunax</i>				
Свиньи	Рекомбинантный	–	Attenuated RABV	NiVG, NiVF
<i>Ящур</i>				
Белые мыши	Рекомбинантный	–	<i>Lactococcus lactis</i>	VP1
Морские свинки	Рекомбинантный	–	PLGA	VP1, VP3 DNA

Испытанные животные	Тип	Профилактическая эффективность	Штамм/вектор	Антиген
<i>Бруцеллез</i>				
Белые мыши	Рекомбинантный	–	<i>Salmonella</i>	PrVgB
<i>Лентоспироз</i>				
Крысы	Рекомбинантный	–	<i>Salmonella</i>	LipL32
<i>Микоплазмоз</i>				
Поросята	Наночастицы	–	Silica SBA-15	Extraction proteins
<i>Эшерихиоз</i>				
Белые мыши	Растительный	–	Canola seeds	STxB, CfaB, LTB, Intimin
Птица	Рекомбинантный	100 %	<i>Salmonella</i>	O-antigen
Кошки	Аттенуированный	–	E16991, E16992, E16993	–
Поросята	Модифицированная субъединица	–	α APN-pIgA	FedF
<i>Сальмонеллез</i>				
Белые мыши	Аттенуированный	100 %	KST0556	–
Кролики	Аттенуированный	100 %	HBI	–
Макака-резус	Аттенуированный	80 %	CVD 1926	–
<i>Стафилококкоз</i>				
Белые мыши	Рекомбинантный	–	<i>Salmonella</i>	rEsxAB, rHla _m
<i>Пастереллез</i>				
Белые мыши	Растительный	–	<i>Nicotiana benthamiana</i>	LktA + PlpE

Что касается типов пероральных вакцин для сельскохозяйственных животных, то пероральные субъединичные вакцины и пероральные нуклеиновые вакцины представляют собой инновационные направления иммунологии. В то время как активные компоненты субъединичных вакцин состоят из антигенных эпитопов патогенов и адъювантов, пероральные вакцины имеют в основе нуклеиновые кислоты. Кроме этого профилактическая эффективность их меньше, чем у пероральных аттенуированных и векторных вакцин. Поэтому будущие исследования должны быть направлены на разработку методов повышения стойкости пероральных субъединичных вакцин и пероральных вакцин на основе нуклеиновых кислот к условиям окружающей среды.

Таким образом, пероральные вакцины для иммунизации животных обладают высокой иммуногенностью, отсутствием побочных реакций, неограниченными возможностями для ассоциации антигенов, низкой себестоимостью, легкостью применения и полнейшей экологической безопасностью. Поэтому перспективным направлением исследований является разработка и внедрение в производство пероральных вакцин.

Литература

1. Современные подходы к конструированию вакцин для профилактики вирусных респираторных и желудочно-кишечных инфекций телят / П. А. Красочко [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 2 (17). – С. 33–38.
2. Средства специфической профилактики инфекционных болезней крупного рогатого скота и свиней : [практическое пособие] / П. А. Красочко [и др.] ; ред. П. А. Красочко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 367 с.
3. An assessment of shedding with the oral rabies virus vaccine strain SPBN GASGAS in target and non-target species / A. Vos [et al.] // *Vaccine*. – 2018. – № 36. – P. 811–817.
4. Analysis of effective spatial range of oral vaccination against classical swine fever for wild boar / Y. Hayama [et al.] // *Preventive Veterinary Medicine*. – 2023. – № 221. – P. 106080.
5. Analysis of seroprevalence in target wildlife during the oral rabies vaccination programme in Lithuania / D. Zienius [et al.] // *Acta Veterinaria Scandinavica*. – 2021. – № 63. – P. 12.
6. Development of a plant-based oral vaccine candidate against the bovine respiratory pathogen *Mannheimia haemolytica* / A. Kaldis [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – № 14. – P. 1251046.
7. Development of a salmonella-based oral vaccine to control intestinal colonization of shiga-toxin-producing *E. coli* (STEC) in Animals / F. Iannino [et al.] // *Vaccine*. – 2022. – № 40. – P. 1065–1073.
8. Dwivedy, A. Importance of innate mucosal immunity and the promises it holds / A. Dwivedy, P. Aich // *International Journal of General Medicine*. – 2011. – № 4. – P. 299–311.
9. Efficacy of the oral rabies virus vaccine strain SPBN GASGAS in foxes and raccoon dogs / C. M. Freuling [et al.] // *Vaccine*. – 2019. – № 37. – P. 4750–4757.
10. Evaluation of immune responses in dogs to oral rabies vaccine under field conditions / T. G. Smith [et al.] // *Vaccine*. – 2019. – № 37. – P. 4743–4749.
11. Evaluation the efficacy of oral immunization of broiler chickens with a recombinant *Lactobacillus casei* vaccine vector expressing the carboxy-terminal fragment of α -toxin from *Clostridium perfringens* / M. A. Shamshirgaran [et al.] // *BMC Veterinary Research*. – 2023. – № 19. – P. 13.
12. Forbes, S. J. Inhibition of *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* motility and entry into epithelial cells by a protective an-tilipopolysaccharide monoclonal immunoglobulin a antibody / S. J. Forbes, M. Eschmann, N. J. Mantis // *Infection and Immunity*. – 2008. – № 76. – P. 4137–4144.
13. High immune efficacy against different avian influenza H5N1 viruses due to oral administration of a *Saccharomyces cerevisiae*-based vaccine in chickens / H. Lei [et al.] // *Scientific Reports*. – 2021. – № 11. – P. 8977.
14. Immune response after oral immunization of goats and foxes with an NDV vectored rabies vaccine candidate / M. Murr [et al.] // *PLoS Neglected Tropical Diseases*. – 2024. – № 18. – P. 11639.
15. Immunogenicity and efficacy of an oral live-attenuated vaccine for bovine Johne's disease / R. Eshraghisamani [et al.] // *Frontiers in Immunology*. – 2023. – № 14. – P. 1307621.
16. Immunogenicity of different types of adjuvants and nano-adjuvants in veterinary vaccines : a comprehensive review / S. Nooraei [et al.] // *Vaccines*. – 2023. – № 11. – P. 453.
17. Immunogenicity of oral rabies vaccine strain SPBN GASGAS in local dogs in Bali, Indonesia / I. L. Megawati Saputra [et al.] // *Viruses*. – 2023. – № 15. – P. 1405.

18. *In vivo* safety studies with SPBN GASGAS in the frame of oral vaccination of foxes and raccoon dogs against rabies / S. Ortmann [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2018. – № 5. – P. 91.
19. Induction of transmucosal protection by oral vaccination with an attenuated *Chlamydia* / Y. Wang [et al.] // *Infection and Immunity*. – 2023. – № 91. – P. 4323.
20. Kunu, W. Bread-based lyophilized C-strain CSF virus vaccine as an oral vaccine in pigs / W. Kunu, J. Jiwakanon, S. A. Porntrakulpipat // *Transboundary and Emerging Diseases*. – 2019. – № 66. – P. 1597–1601.
21. Long-term immunogenicity and efficacy of the oral rabies virus vaccine strain SPBN GASGAS in foxes / C. M. Freuling [et al.] // *Viruses*. – 2019. – № 11. – P. 790.
22. Mantis, N. J. Secretory IgA's complex roles in immunity and mucosal homeostasis in the gut / N. J. Mantis, N. Rol, B. Corthésy // *Mucosal Immunology*. – 2011. – № 4. – P. 603–611.
23. Novel oral rabies vaccine enhances the immunogenicity through in-creasing dendritic cells activation and germinal center formation by expressing U-OMP19 in a mouse model / J. Zhao [et al.] // *Emerging Microbes & Infections*. – 2021. – № 10. – P. 913–928.
24. Oral DNA vaccine adjuvanted with cyclic peptide nanotubes induced a virus-specific antibody response in ducklings against goose parvovirus / H.-Y. Wang [et al.] // *Veterinary Quarterly*. – 2023. – № 43. – P. 1–9.
25. Oral immunization with a plant HSP90-SAG1 fusion protein produced in tobacco elicits strong immune responses and reduces cyst number and clinical signs of toxoplasmosis in mice / E. F. Sánchez-López [et al.] // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – № 12. – P. 726910.
26. Oral immunization with recombinant *Saccharomyces cerevisiae* expressing viral capsid protein 2 of infectious bursal disease virus induces unique specific antibodies and protective immunity / H. Li [et al.] // *Vaccines*. – 2023. – № 11. – P. 1849.
27. Oral rabies vaccination of small indian mongooses (*Urva auropunctata*) with ONRAB via ultralite baits / A. R. Berentsen [et al.] // *Viruses*. – 2021. – Vol. 13, № 5. – P. 734.
28. Oral vaccination of foxes and raccoon dogs against rabies with the 3rd generation oral rabies virus vaccine, SPBN GASGAS, in Finland / A. Vos [et al.] // *Acta Veterinaria Scandinavica*. – 2021. – № 63. – P. 40.
29. Oral vaccination with a recombinant *Lactobacillus plantarum* expressing the *Eimeria tenella* rhoptry neck 2 protein elicits protective immunity in broiler chickens infected with *Eimeria tenella* / T. Zhang [et al.] // *Parasites & Vectors*. – 2024. – № 17. – P. 277.
30. Oral vaccines: a better future of immunization / K. W.-Y. Kwong [et al.] // *Vaccines*. – 2023. – № 11. – P. 1232.
31. Protective antibody response following oral vaccination with microencapsulated *Bacillus anthracis* Sterne strain 34F2 spores / J. Benn Felix [et al.] // *NPJ Vaccines*. – 2020. – № 5. – P. 59.
32. Protective immunity induced by oral vaccination with a recombinant *Lactococcus lactis* vaccine against H5Nx in chickens / Y. Ren [et al.] // *BMC Veterinary Research*. – 2022. – № 18. – P. 3.
33. Recent advances in oral vaccines for animals / K. Zhong [et al.] // *Veterinary Sciences*. – 2024. – № 11. – P. 353.
34. Secretory IgA is concentrated in the outer layer of colonic mucus along with gut bacteria / E.W. Rogier [et al.] // *Pathogens*. – 2014. – № 3. – P. 390–403.
35. Targeted delivery of oral vaccine antigens to aminopeptidase N protects pigs against pathogenic *E. coli* challenge infection / H. Van der Weken [et al.] // *Frontiers in Immunology*. – 2023. – № 14. – P. 1192715.
36. Yeast display platform technology to prepare oral vaccine against lethal H7N9 virus challenge in mice / H. Lei [et al.] // *Microbial Cell Factories*. – 2020. – № 19. – P. 53.

ХРАНЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ВАКЦИННЫХ ШТАММОВ ПАСТЕРЕЛЛ

А. А. Сафарова¹, Т. В. Эфендиев²

¹ООО «Захмат-Рузи», Баку, Азербайджанская Республика

²Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика

Резюме. В исследованиях для приготовления вакцины против пастереллеза крупного рогатого скота и буйволов использовали штаммы 796 выделенных от крупного рогатого скота, F – выделенные от буйволов и Q – выделенные от овец. Изучение диссоциации штаммов после различных сроков лиофилизации является одним из факторов, имеющих особое значение в процессе получения биологических препаратов, особенно противопастереллезных вакцин. Статус диссоциации штаммов *Pasteurella multocida* F и 796 изучался через 1, 2, 3 и 4 года после лиофилизации, а у штамма Q этот показатель изучался через 1 и 2 года после лиофилизации на молибденовом мясопептонном агаре.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, буйвол, овца, штамм, лиофилизация, биологические препараты, вакцина, вирулентность.

Summary. In studies conducted to develop a vaccine against pasteurellosis in cattle and buffalo, strains 796 isolated from cattle, F isolated from buffalo, and Q isolated from sheep were used. The study of the dissociation of strains after different periods of lyophilization is one of the factors of particular importance in the process of obtaining biological preparations, especially anti-pasteurellosis vaccines.

Keywords: cattle, buffalo, sheep, strain, lyophilization, biological preparations, vaccine, virulence.

Введение. Одной из главных проблем, препятствующих росту поголовья домашних животных и птиц, являются инфекционные заболевания, в частности пастереллезы.

Пастереллез – широко распространенная высоконтагиозная инфекционная болезнь многих видов домашних и диких животных, сопровождающая при остром течении признаками септицемии, крупозным воспалением и отеком легких, плевритом, отеками в различных частях тела, а при подостром и хроническом течении – гнойно-некротизирующей пневмонией, артритом, маститом, кератоконъюнктивитом, эндометритом и энтеритом.

Научный и практический интерес к пастереллезу животных обусловлен природной очаговостью, пастерелланосительством переболевших животных, появлением не только единичных случаев заболевания, но и крупных вспышек как среди домашних, так и диких животных.

Материалы и методы. В опытах использовали штамм *Pasteurella multocida*, выделенный от крупного рогатого скота, буйволов и овец после пасса-

жирования через организм лабораторных животных, крупного рогатого скота, буйволов и овец, а также среду высушивания № 3 ВГНКИ.

Для поддержания вирулентности пастереллезных штаммов по мере необходимости, не реже 12–18 месяцев производили освежение производственных вакцинных штаммов пастерелл через организм лабораторных животных, а также крупного рогатого скота, буйволов и овец.

Штаммы, полученные после пассажирования через организм крупных животных (теленка, буйволена и овцы), подвергали лиофилизации.

Перед сублимационной сушкой к 1 литру культуральной бактериальной суспензии добавили равное количество среды высушивания № 3 ВГНКИ. Среду высушивания готовили по следующей схеме: сахара – 75 г, агара – 2 г, желатин – 15 г, дистиллированная вода – до 1 л. Среду высушивания расфасовывали в бутылки, трехкратно стерилизовали текущим паром по 30 мин при температуре 100 °С. Через 24 ч после стерилизации среду высушивания проверяли на стерильность путем высевов на агар Хоттингера, агар Сабуро по четыре пробирки. Наблюдение за посевами вели в течение 14 сут, за пересевами – 10 сут. Среда высушивания была стерильной, рН среды – 7,2.

Вакцинную суспензию разливали в стерильные стеклянные ампулы по 1 мл. Ампулы, закрытые ватными пробками, помещали в сетчатые каскеты и сразу же после заполнения сектора передавали в цех сушки для медленного замораживания и последующего лиофильного высушивания.

Лиофилизацию проводили в однокамерном аппарате системы ОЕ-950 с конечной температурой замораживания –45 °С. Общая продолжительность лиофильной сушки 36 ч, в том числе период сублимации 13–15 ч. Конечная максимальная температура внутри аппарата 23 °С, продолжительность сушки при температуре 23 °С – 4–5 ч. Температура конденсатора в период сублимации не ниже –45 °С, а в период подсушивания не выше –50 °С. При отсутствии светящегося разряда с фиолетовым свечением в форме тонкого шнура (признак отсутствия вакуума или низкий вакуум) ампулы выбраковывали и уничтожали.

Штаммы, подвергнувшиеся лиофилизации, хранили в холодильнике при температуре +4 °С.

При необходимости лиофилизированные штаммы *Pasteurella multocida* разводили стерильным физиологическим раствором с рН 7,4 и засеивали на питательные среды в пробирках. Посевы помещали в термостат при температуре 37 °С на 24 ч. После проверки на отсутствия контаминации ампулы использовали по мере необходимости.

Изучение диссоциации штаммов после различных сроков лиофилизации является одним из факторов, имеющих особое значение в процессе получения биологических препаратов, особенно противопастереллезных вакцин.

Таким образом, статус диссоциации штаммов *Pasteurella multocida* F и 796 изучался через 1, 2, 3 и 4 года после лиофилизации, а у штамма Q этот показатель изучался через 1 и 2 года после лиофилизации на молибденовом мясо-пептонном агаре.

Таблица 1. Индекс диссоциации вакцинных штаммов после различных сроков лиофилизации

Штамм	Индекс диссоциации после лиофилизации			
	1 год	2 года	3 года	4 года
F	7,33	4,0	2,23	1,22
796	4,82	2,85	1,50	1,04
Q	6,69	3,55	–	–

Как видно из табл. 1, соотношение популяций S-образной формы к колониям R-образной формы через 1 год после лиофилизации выше у вакцинных штаммов F и Q по сравнению со штаммом 796 (7,33; 6,69 и 4,82 соответственно).

На 2-й год лиофилизации индекс диссоциации всех трех штаммов снизился в 1,7–1,9 раза, однако индекс диссоциации вакцинных штаммов F и Q продолжал быть выше, чем у штамма 796 (4,0; 3,55 и 2,85 соответственно). В этот период 80 и 78 % исследованных колоний штаммов F и Q соответственно, а вакцинного штамма 796 в среднем 74 % состояли из S-популяций.

На 3-й и 4-й годы лиофилизации индекс диссоциации резко снижался (2,23–1,50 и 1,22–1,04), так как 40–49 % колоний штаммов F и 796 состояли из R-популяций.

Во втором эксперименте изучалось влияние повторного культивирования пастерелл на питательных средах после различных сроков лиофилизации на их диссоциативные свойства.

Для этого каждый из вакцинных штаммов, лиофилизированных в течение 1, 2, 3 и 4 лет, отдельно заседали в бульон Хоттингера, выращивали в течение 2 сут при температуре 36,5–37,5 °С, выдерживали в течение 10 сут, затем снова переносили в бульон Хоттингера и выращивали в течение 2 сут. После 10 сут выращивания культуры высевали на молибденовую агаризованную среду в чашках Петри и после выдерживания в термостате в течение 48 ч изучали состояние S- и R-образных колоний пастерелл (табл. 2).

Таблица 2. Вакцинные штаммы, инкубированные в питательной среде в разное время после лиофилизации

Штамм	Индекс диссоциации после лиофилизации			
	1 год	2 года	3 года	4 года
F	6,14	4,56	1,94	1,04
796	4,0	3,0	1,63	0,92
Q	5,25	4,0	–	–

В результате анализа табл. 2 установлено, что повторное культивирование лиофилизированных штаммов пастерелл на питательных средах через 1, 2, 3 и 4 года после лиофилизации в целом приводит к снижению их индекса диссоциации, причем эта тенденция более выражена у штаммов, хранившихся в лиофилизированном состоянии в течение 3 и 4 лет.

Так, если индекс диссоциации в исходных культурах на среде молибденом мясопептонном агаре после 1-го года лиофилизации составлял 7, 4,82 и 6,69 для штаммов F, 796 и Q соответственно, то после пересева на среде эти показатели составили 6,14; 4,00 и 5,25 соответственно, что означает снижение численности S-популяций пастерелл на 17,0–24,4 %.

Индекс диссоциации оставался на низком уровне даже через 2, 3 и 4 года после лиофилизации.

Таким образом, повторное культивирование лиофилизированных штаммов пастерелл на питательных средах, особенно на 2-й, 3-й и 4-й годы лиофилизации, приводит к интенсивному размножению их R-популяций.

Учитывая вышеизложенные результаты, для увеличения количества S-популяции в бактериальной массе, приготовленной из вакцинных штаммов, каждый из трех штаммов последовательно пассажировали через организм голубей три раза, затем через 20–22 ч инкубировали в чашках Петри из бульонных культур на молибденовую агаризованную питательную среду. Индекс диссоциации пастерелл определяли через 48 ч после инкубации (табл. 3).

Таблица 3. Индекс диссоциации штаммов пастерелл, проведенных через организм голубей

Штамм	Индекс диссоциации после лиофилизации		
	1 год	2 года	3 года
F	7,33	5,67	4,88
796	6,14	4,56	3,00
Q	6,69	4,56	–

У штаммов F и Q, которые хранились в лиофилизированном состоянии в течение года, диссоциативное состояние оставалось практически постоянным после пассажирования через организмы голубей. У штамма 796 индекс диссоциации увеличился с исходного показателя 4,82 до 6,14, а S-колонии составили 82 %.

Ситуация резко иная для штаммов, находившихся в лиофилизированном состоянии в течение двух лет. После этого срока индекс диссоциации культур всех трех штаммов, пассажированных через организм голубей,

увеличивается в 1,3–1,4 раза, а S-колонии составили 88 % и 85 % у штаммов F и Q соответственно и 79 % у штамма 796.

Хотя индекс диссоциации штаммов F и 796 значительно снизился по сравнению с предыдущими годами на 3-й год лиофилизации, количество S-колоний после пассажирования через организм голубей составило 83 и 75 % соответственно.

Аналогичная ситуация наблюдалась и на 4-й год лиофилизации. Так, если индекс диссоциации этих штаммов через 4 года на молибденовой агаризованной питательной среде составлял 1,22 и 1,04 (табл. 1), то после пассажирования через организм голубя этот показатель увеличился до 4,88 и 3,00, т. е. количество S-колоний увеличилось в 4,0 и 2,9 раза соответственно.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что трехкратное пассажирование штаммов *Pasteurella multocida* через организм голубя приводит к увеличению количества их S-популяций. Диссоциация практически не происходит в культурах пастерелл, оставленных в лиофилизированном состоянии в течение года.

После трех последовательных пассажей через организм голубей было установлено, что пропорции овоидных и палочковидных, иногда нитевидных или цепочечных форм *Pasteurella multocida* в мазках, приготовленных из бульонной культуры, были приблизительно близки к пропорциям колонии S- и R-форм, наблюдаемых и подсчитываемых на агаре.

Выводы. Для поддержания вирулентности пастереллезных штаммов по мере необходимости, не реже 12–18 месяцев производили освежение производственных вакцинных штаммов пастерелл через организм лабораторных животных, а также крупного рогатого скота, буйволов и овец.

Штаммы, подвергающиеся лиофилизации, хранили в холодильнике при температуре +4 °С.

Длительное хранение всех трех вакцинных штаммов *Pasteurella multocida* в лиофилизированном состоянии приводит к постепенному увеличению в них популяций R-форм и уменьшению числа колоний S-форм. У вакцинного штамма 796 эта тенденция выражена более интенсивно, чем у штаммов F и Q.

В лиофилизированном состоянии штаммы пастерелл, хранившиеся в течение года, не подвергаются глубоким диссоциативным процессам, и их индекс диссоциации остается стабильным.

Повторное культивирование вакцинных штаммов, хранившихся в лиофилизированном состоянии, в питательных средах через 1, 2, 3 и 4 года после лиофилизации приводит к снижению их индекса диссоциации и интенсивной пролиферации R-популяций.

Пассажи́рование вакцинных штаммов пастерелл через восприимчивых лабораторных животных в течение не менее года после лиофилизации приводит к увеличению в них популяции S-формы.

Индекс диссоциации может быть использован как один из показателей качества при подборе вакцинных штаммов пастерелл, определении их оптимального инкубационного периода, оценке иммуногенной активности, а также как метод контроля в процессе производства биопрепаратов.

Штамм сохраняет свои свойства при хранении в полужидком агаре при 4–6 °С в течение месяца, а в лиофилизированном состоянии при 4 °С в течение года. Штамм обладает высокой биологической, антигенной и иммуногенной активностью, сохраняет свои нативные иммунобиологические свойства после инактивации и пригодные для использования высокоэффективных диагностических и вакцинных препаратов.

Литература

1. Сафарова, А. А. Усовершенствование культивирования вакцинных штаммов пастерелл / А. А. Сафарова // Актуальные проблемы диагностики, терапии и профилактики болезней животных : материалы Первой междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, г. Воронеж, 13–16 марта 2006 г. – Воронеж, 2006. – С. 95–96.
2. Сафарова, А. А. Некоторые биологические и технологические основы повышения иммуногенности вакцин против пастереллеза крупного рогатого скота, буйволов и овец : автореф. дис. ... канд. вет. наук / Сафарова Айгюн Агамирза. – Баку, 2007. – 61 с.
3. Культурально-морфологические и биохимические свойства штаммов *Pasteurella multocida*, выделенных от крупного рогатого скота и сайги / А. Б.Алиева, Н. К. Далбаев, Д. Н. Кайсенов [и др.] // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2016. – № 9. – С. 414–417.
4. Борисенкова, А. Н. Изучение иммунобиологических свойств штаммов пастерелл типа «А» / А. Н. Борисенкова // Сборник трудов ВНИИ по болезням птиц. – 1971. – С. 297–300.
5. Зарытовский, И. С. Изучение процесса развития культур пастереллезных штаммов «АВ» и «К» (Краснодарский НИВС) при глубинном выращивании / И. С. Зарытовский // Труды Ставропольского СХИ. – 1967. – Вып. 24. – С. 297.
6. Журнакова, М. А. Изучение штаммов пастерелл, выделенных от птиц / М. А. Журнакова, А. Н. Борисенкова, И. А. Болотников // Ветеринария. – 1970. – № 11. – С. 111.
7. Леонов, А. В. Получение аттенуированного штамма *Pasteurella multocida* / А. В. Леонов, В. В. Гусев, //Ветеринария. – 2004. – № 10. – С. 23–26.
8. Никифорова, Н. М. Пастереллезы / Н. М. Никифорова, А. В. Лукьянченко // Ветеринарные препараты. – М., 1981. – С. 236–251.
9. Пискова, Ф. Р. Сохраняемость пастерелл на жидких питательных средах под вазелиновым маслом / Ф. Р. Пискова, З. Н. Кравченко // Труды Краснодарского НИВС. – 1965. – Т. III. – С. 219.
10. Селиверстов, В. В. Пастереллезы животных / В. В. Селиверстов // Ветеринария. – 2003. – № 10. – С. 3–5.

ИММУНОГЕННОСТЬ ЭМУЛЬГИРОВАННОЙ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ВАКЦИНЫ ПРОТИВ ПАСТЕРЕЛЛЕЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

М. Г. Абдуллаев

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. Пастереллез – одна из наиболее опасных инфекционных болезней крупного рогатого скота, наносящая существенный экономический ущерб промышленному животноводству. Для профилактики пастереллеза крупного рогатого скота в мире широко используют инактивированные эмульгированные вакцины, которые обеспечивают высокий и длительный иммунитет. Однако при использовании инактивированных вакцин, особенно бактериальных вариантов, существует проблема с их остаточной реактогенностью. Эту проблему можно решить с помощью подбора более безопасных адъювантов нового поколения.

Для изучения однократного воздействия препарата «Пастервакарм» в максимально переносимой дозе и в практическом эксперименте использовали препарат в виде эмульсии для инъекций. Вакцина изготовлена из производственных штаммов *Pasteurella multocida* № 1231 (серогруппа А), *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*, инактивированных формалином, до концентрации в культуре 0,3 % и заключенных в водно-масляную эмульсию.

Ключевые слова: вакцина, инъекция, КРС, *Pasteurella multocida*, *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*.

Summary. Pasteurellosis is one of the most dangerous cattle infectious diseases, causing significant economic damage to the industrial livestock production. Inactivated emulsion vaccines are used worldwide to prevent cattle pasteurellosis and provide high and longterm immunity. However, there is a problem with residual reactogenicity of inactivated vaccines, particularly of the bacterial variants. This problem can be solved by using safer, next-generation adjuvants. The aim of the article is to study the physical and biological properties and determine the optimal inoculation volume and method of administration of inactivated vaccines against cattle pasteurellosis, based on different adjuvants.

To study a single exposure to the vaccine “Pastevacarm” in the maximum tolerated dose and in a practical experiment, we used the preparation in the form of an emulsion for injection. The vaccine is made from industrial strains *Pasteurella multocida* № 1231 (serogroup A), *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* inactivated with formalin to a concentration of 0.3 % in culture and enclosed in a water-oil emulsion.

Keywords: vaccine, injection, cattle, *Pasteurella multocida*, *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*.

Введение. На основе укрепления кормовой базы, использования достижений ветеринарной науки, внедрения новых методов и средств профилактики болезней создаются предпосылки по обеспечению устойчивого роста производства продукции животноводства и улучшению породистого состава скота. Для развития животноводства в Азербайджанской Республике как государством, так и в частном порядке из стран Европы и соседних государств ежегодно завозится большое количество ветеринарных препаратов, в том числе вакцины против пастереллеза домашних животных [2, 4, 7].

Климатогеографические условия Азербайджана способствуют развитию животноводства и увеличению его продуктивности. В то же время создаются благоприятные условия для развития и распространения на территории республики переносчиков инфекционных заболеваний.

Пастереллез (геморрагическая септицемия), возбудитель *Pasteurella multocida*, *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*, – острая зоонозная инфекционная болезнь, для которой характерны лихорадка, интоксикация, воспаления кожи, подкожной клетчатки, артриты, остеомиелиты. К пастереллезу восприимчивы крупный рогатый скот (КРС), буйволы, олени, овцы, свиньи, лошади, а также многие виды диких животных, домашних и диких птиц. Молодняк более подвержен заболеванию, чем взрослые животные.

Возбудитель болезни *Pasteurella multocida* – грамотрицательные мелкие овоидные палочки, неподвижные, факультативно анаэробные коккобактерии, входящие в состав комменсальной микрофлоры верхних дыхательных путей домашних и диких животных. Возбудитель на мясопептонном агаре (МПА) образует гладкие колонии S-образной формы, в мясопептонном бульоне (МПБ) – равномерное помутнение, а также вызывает септические и респираторные болезни КРС, которые причиняют значительный экономический ущерб животноводству во всем мире [1, 2], в том числе в Азербайджане [3–5]. У бактерии выявлено пять капсульных групп (А, В, D, Е, F), имеющих разное эпизоотологическое значение. Штаммы капсульных групп А и D участвуют в возникновении респираторных болезней телят и взрослых животных, В и Е – геморрагической септицемии КРС и буйволов; F – в развитии септических и респираторных болезней телят (редко) [1, 3, 5].

Пастереллез является актуальной проблемой для современного животноводства и широко распространен во всех странах мира. Обычно он отмечается спорадически и протекает хронически, но в условиях, способствующих его распространению, проявляется как эпизоотия. Заболевание характеризуется высокой летальностью – от 10 до 80 %. В небольших хозяйствах, где используется замкнутая система воспроизводства животных, распространена хроническая форма болезни, которая характеризуется преимущественным поражением респираторного тракта, сопровождается гибелью животных и снижением их продуктивности. Среди таких животных распространено широкое пастереллоносительство, но эпизоотологическую роль играют лишь те животные, которые являются носителями вирулентных форм. Большое значение в возникновении болезни имеет ослабление резистентности организма под влиянием неблагоприятных факторов внешней среды. Пути заражения – аэрогенный и алиментарный. В благополучных хозяйства инфекция чаще заносится переболевшими животными, поступающими для комплектования ферм, дикой птицей, с кормами, особенно животного происхождения, транспортными средствами и с тарой. Пастереллез может

протекать спорадически и в виде небольших вспышек. Количество неблагополучных хозяйств и заболеваемость обычно увеличивается в весеннее и осеннее время. В некоторых местностях зарегистрированы стационарные очаги пастереллеза. Переболевшие животные приобретают иммунитет, механизм которого полностью не установлен.

При остром течении пастереллеза экономический ущерб может быть особенно большим. Он определяется потерями от падежа и вынужденного убоя животных, снижением их продуктивности в период заболевания, значительными затратами на проведение лечебных и профилактических мероприятий [4, 8].

Обычно пастереллез протекает в септической форме, вызывая высокую заболеваемость и смертность (60–80 %), но в последнее время отмечается хроническая, субклиническая и ассоциированная форма проявления данной инфекции. Для профилактики пастереллеза животных в мире широко используют инактивированные эмульгированные вакцины, изготовленные на различных биофабриках, которые обеспечивают высокий и длительный иммунитет [4, 5, 9].

Исходя из вышеизложенного возникает необходимость детального изучения ветеринарных препаратов и кормовых добавок, поступающих в Азербайджанскую Республику.

Цель работы – изучить физические и биологические свойства и определить оптимальный прививной объем и метод введения инактивированных вакцин против пастереллеза КРС, изготовленных на различных адьювантах.

Материалы и методы. Для изучения иммуногенной активности инактивированной эмульгированной вакцины «Пастервакарм» изготовленной на ФКП «Армавирская биофабрика», из трех флаконов стерильно стеклянной пипеткой в одну пробирку отбирали по 12,0 см³ вакцины, тщательно перемешивали и одноразовым шприцом с инъекционной иглой вводили вакцину подкожно в область холки в объеме по 0,5 см³ четырем клинически здоровым морским свинкам годовалого возраста. Контрольной группе, трем клинически здоровым морским свинкам такого же возраста и веса, однократно подкожно в область холки одноразовым шприцом с инъекционной иглой вводили по 0,5 см³ стерильного физиологического раствора.

Для постановки реакции агглютинации (РА) использовали антиген (инактивированная формалином суспензия бактериальных клеток штамма *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* с концентрацией 1,5 млрд/см³ и клеток по оптическому стандарту мутности ГИСК им. Тарасевича).

Количество эритроцитов и гемоглобина в крови определяли посредством эритрогеметра фотоэлектрического 0,65, средний объем эритроцитов, их диаметр, а также среднее содержание гемоглобина в эритроците, среднюю скорость оседания эритроцитов (СОЭ), удельное сопротивление

крови, цветной показатель – расчетным путем, гематокрита – с помощью центрифуги Centurion scientific.

При постановке РА не допускали смешивания проб сывороток крови, полученных от разных морских свинок. При помощи автоматической пипетки (дозатора) во все лунки вносили по 0,1 см³ стерильного физиологического раствора. Для получения разведения сыворотки крови в стерильном физиологическом растворе в соотношении 1:2 дозатором пипеточным одноканальным в первую лунку планшета добавляли исследуемую сыворотку крови в объеме 0,1 см³, тщательно перемешивали путем пипетирования не менее четырех раз, отбирали 0,1 см³ и переносили во вторую лунку для получения разведения 1:4, снова тщательно перемешивали, отбирали 0,1 см³ и переносили в третью лунку и т. д. до получения разведения в соотношении 1:1024 в 10-й лунке, из которой удаляли 0,1 см³ так, чтобы во всех лунках оставался равный объем разведенной сыворотки. Каждое разведение готовили отдельным наконечником. Затем каждую лунку с разведенной сывороткой крови вносили по 0,1 см³ рабочего разведения антигена.

Для контроля самоагглютинации в 11-ю лунку планшета одноканальным дозатором вносили по 0,1 см³ стерильного физиологического раствора. Для исключения флокюляции сыворотки в 12-ю лунку вносили по 0,2 см³ сыворотки крови, разведенной стерильным физиологическим раствором в соотношении 1:16 (0,1 см³ сыворотки в 1,5 см³ стерильного физиологического раствора).

Планшет аккуратно встряхивали и выдерживали в течение 16–18 ч при комнатной температуре.

Учитывали результаты постановки РА в преломленном свете визуально с помощью осветителя для микроскопа ОИ-1 при регуляции интенсивности светопотока с помощью изменения напряжения и просвета диафрагмы. Положительная РА выражалась просветлением жидкости в лунке, образованием в ней хлопьев или зерен (или одновременно и хлопьев, и зерен), которые оседают на дно и располагаются в виде раскрытого зонтика.

В случае отрицательной реакции в контрольных лунках наблюдалась равномерная муть, а образующийся на дне лунки осадок имел вид конической кучки. Для учета титра специфических антител *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* брали последнее разведение сыворотки крови, при котором в РА наблюдается неполная агглютинация (незначительное просветление жидкости с ясно заметным осадком в виде зонтика), и выражали его в отрицательном логарифме с основанием 2 (log₂).

За фоновое значение титра антител принимали титр в сыворотке крови морских свинок, полученных до иммунизации. Вакцину считали иммуногенной, если в сыворотке крови не менее трех вакцинированных клинически здоровых морских свинок в реакции агглютинации титр специфических антител к штамму *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*, увеличивается не менее чем

на $2 \log_2$ по сравнению с соответствующим значением фоновых антител при отсутствии динамики увеличения титра антител в сыворотке крови морских свинок контрольной группы. Мы учитывали, что при отрицательных фоновых антителах титр поствакцинальных антител должен быть не менее $3,0 \log_2$.

Результаты и обсуждение. Перед вакцинацией инактивированной эмульгированной вакциной «Пастервакарм» и на 14-е сутки после нее у морских свинок брали кровь из сердца для получения сыворотки. Полученную сыворотку крови прогревали на водяной бане при температуре $(56,0 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$ в течение 30 мин и исследовали в РА с инактивированной суспензией бактериальных клеток штамма *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica*.

Важнейшую роль в организме животного выполняют форменные элементы крови. С целью определения влияния инактивированной эмульгированной вакцины «Пастервакарм» на гематологические показатели крови нами был изучен фон эритроцитов, концентрация гемоглобина, гематокрит, цветной показатель и другие индексы эритроцитов (см. таблицу).

Основную часть форменных элементов составляют эритроциты. Обладая большой удельной поверхностью, эритроциты могут адсорбировать на себе многочисленные органические и минеральные вещества, в том числе и газы, и транспортировать их в ткани. Основная функция эритроцитов дыхательная, неразрывно связанная со свойствами содержащегося в них белка гемоглобина.

Гематологические показатели крови морских свинок ($p \leq 0,05$)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	$5,03 \pm 0,34$	$4,37 \pm 0,32$
Гемоглобин, г/л	$92,4 \pm 6,1$	$83,2 \pm 4,9$
Гематокрит, л/л	$0,30 \pm 0,02$	$0,29 \pm 0,01$
Цветной показатель	$0,73 \pm 0,06$	$0,67 \pm 0,05$
Средний объем эритроцитов, фл.	$33,9 \pm 2,9$	$33,8 \pm 3,06$
Среднее содержание Нв в эритроцитах (МСН)	$10,8 \pm 0,82$	$10,7 \pm 0,8$
Средняя концентрация Нв в эритроците, г/дл	$25,0 \pm 1,9$	$25,0 \pm 1,87$
СОЭ, мм/ч	$0,76 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,005$

Как видно из таблицы, количество эритроцитов во всех исследуемых группах находится ниже нормы. В частности, в контрольной группе содержание эритроцитов составляет $4,37 \times 10^{12}/\text{л}$, тогда как в опытной группе – $5,03 \times 10^{12}/\text{л}$, т. е. содержание эритроцитов возрастает в опытной группе на 12,2 % по сравнению с контролем.

Заключение. Таким образом, инактивированная эмульгированная вакцина «Пастервакарм» является иммуногенной и положительно влияет на морфологические показатели в крови. Препарат можно рекомендовать для вакцинации животных.

Литература

1. Инфекционные болезни животных / Б. Ф. Бессарабов, А. А. Вашутин, Е. С. Воронин [и др.]. – М. : Колос, 2007. – 671 с.
2. Беляев, Л. И. Правильный подход к диагностике и профилактике факторных инфекционных болезней животных / Л. И. Беляев, М. М. Беляева // Ветеринария. – 2013. – № 5. – С. 14–15.
3. Бирюков, К. Н. Выживаемость тест-организмов в органических отходах животноводства при ускоренном компостировании / К. Н. Бирюков // Ветеринария. – 2015. – № 3. – С. 44–45.
4. Буханов, В. Д. Антибактериальные свойства монтмориллонит содержащих сорбентов / В. Д. Буханов, А. И. Везенцев, Н. Ф. Пономарева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – Вып. 21, т. 17. – С. 57–62.
5. Волкова, Е. А. Культуральные свойства энтеробактерий на диагностических средах / Е. А. Волкова // Ветеринария. – 2009. – № 2. – С. 27–28.
6. Антимикробная активность тилозина / Г. А. Востроилова [и др.] // Ветеринария. – 2011. – № 4. – С. 50–51.
7. Гасанов, А. М. Роль бактериальных ассоциаций при пастереллезе буйволов / А. М. Гасанов // Аграрная наука. – 2011. – № 11. – С. 22–23.
8. Биологическая безопасность и биозащита при работе с патогенными микроорганизмами во ВНИИВВиМ / В. Н. Герасимов [и др.] // Ветеринария. – 2015. – № 1. – С. 41–42.
9. Корочкин, Р. Пастереллезы, пастереллы и связанные с ними болезни животных / Р. Корочкин // Ветеринарное дело. – 2022. – № 1. – С. 17–23.

УДК 619:616-097:579.842.11

ИЗУЧЕНИЕ ИММУНОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ТЕЛЕЦ ВКЛЮЧЕНИЯ РЕКОМБИНАНТНОГО ШТАММА-ПРОДУЦЕНТА 42ELTV *ESCHERICHIA COLI* ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ПОЛИВАЛЕНТНЫХ ВАКЦИН ПРОТИВ ЭШЕРИХИОЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

О. Н. Новикова¹, С. В. Дадашко¹, С. В. Великий¹,
И. В. Зубовская¹, А. И. Зинченко²

¹РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь

²Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

Резюме. Вакцинация является эффективным способом профилактики инфекционных заболеваний, в том числе обусловленных действием бактериальных токсинов. Колибактериоз относится к числу таких заболеваний. Энтеропатогенные и энтеротоксигенные штаммы эшерихий обладают способностью синтезировать термолabile и термостабильные энтеротоксины. В последние годы все более широкое распространение в ветеринарной практике получают вакцины, разработанные с использованием рекомбинантных технологий. Применение таких вакцин имеет свои преимущества, поскольку рекомбинантные белки могут быть эффективными даже в сравнительно малых количествах, имеют меньшую

реактогенность и токсичность для животных. Однако применение высокоочищенных рекомбинантных белков по большей части не является экономически рентабельным в связи с необходимостью применения дорогостоящих методов очистки, которые включают использование специализированных хроматографических техник. Возможность применения телец включения штамма-продуцента *E. coli* 42eLTB может существенно повлиять на экономическую рентабельность конечного продукта. В связи с этим представляется целесообразным изучить антигенные и иммуногенные свойства телец включения штамма-продуцента *E. coli* 42eLTB.

Ключевые слова: штамм-продуцент *E. coli* 42eLTB, рекомбинантная субъединица В термолabileного токсина *E. coli*, телеца включения, антиген, иммуногенная активность.

Summary. Vaccination is an effective method of preventing infectious diseases, including those caused by bacterial toxins. Colibacillosis is one of such diseases. Enteropathogenic and enterotoxigenic strains of *Escherichia coli* have the ability to synthesize heat-labile and heat-stable enterotoxins. In recent years, vaccines developed using recombinant technologies have become increasingly widespread in veterinary practice. The use of such vaccines has its advantages, since recombinant proteins can be effective even in relatively small quantities, have lower reactogenicity and toxicity for animals. However, the use of highly purified recombinant proteins is mostly not economically viable due to the need to use expensive purification methods which involve the use of specialized chromatographic techniques. The possibility of using inclusion bodies of the *E. coli* 42eLTB producer strain can significantly affect the economic profitability of the final product. In this regard, it seems appropriate to study the antigenic and immunogenic properties of inclusion bodies of the producer recombinant strain *E. coli* 42eLTB.

Keywords: strain-producer of *E. coli* 42eLTB, recombinant subunit B of thermolabile *E. coli* toxin, inclusion bodies, antigen, immunogenic activity.

Введение. В настоящее время среди инфекционных болезней молодняка сельскохозяйственных животных особое место занимают желудочно-кишечные заболевания бактериальной этиологии. Ведущее место в этиологической структуре данных заболеваний занимают патогенные штаммы *E. coli*.

Известно, что вакцинация является эффективным методом профилактики инфекционных заболеваний, в том числе обусловленных действием бактериальных токсинов. Колибактериоз относится к числу таких заболеваний. Энтеропатогенные и энтеротоксигенные штаммы эшерихий обладают способностью синтезировать термолabileные и термостабильные энтеротоксины [1, 2]. Термолabileный энтеротоксин состоит из пяти В субъединиц и одной А субъединицы. Субъединицы В термолabileного токсина имеют тропность к моносиаловому ганглиозиду (GM₁), который находится на поверхности клеток интестинального эпителия и инициирует каталитическую активность А субъединицы термолabileного токсина внутри энтероцитов [3].

В последнее время в ветеринарной практике активно разрабатывают и внедряют вакцины, полученные на основе рекомбинантных технологий. Применение рекомбинантных вакцин имеет свои преимущества, поскольку рекомбинантные белки могут быть эффективными даже в сравнительно небольших количествах, имеют меньшую реактогенность и токсичность [4].

Разработка поливалентных вакцин с включением рекомбинантного белка субъединицы В термолabileного токсина *E. coli* (rLTB) является актуальным направлением ветеринарной биотехнологии и позволяет повысить эффективность специфической профилактики колибактериоза (эшерихиоза) сельскохозяйственных животных. Однако применение высокоочищенных рекомбинантных белков по большей части не является экономически рентабельным в связи с необходимостью применения дорогостоящих методов очистки, которые включают в себя использование специализированных хроматографических техник. Имеются сведения о том, что тельца включения в рекомбинантной микробной клетке формируются из смеси амилоидного белка и 70–95 % рекомбинантных белков с нативным подтверждением, которые обеспечивают функциональность с дополнительной механической стабильностью [5]. Возможность применения телец включения штамма-продуцента *E. coli* 42eLTB в качестве специфического антигена может существенно повлиять на экономическую рентабельность конечного продукта.

В связи с этим представляется целесообразным изучить антигенные и иммуногенные свойства телец включения штамма-продуцента *E. coli* 42eLTB в составе поливалентной вакцины для профилактики эшерихиоза сельскохозяйственных животных.

Материалы и методы. Биоинформационный дизайн генетической конструкции, несущей ген eLTB, кодирующий термолabileную субъединицу В термолabileного токсина *E. coli* разработан в Институте микробиологии НАН Беларуси. Тельца включения получали в результате ультразвуковой дезинтеграции клеток с использованием прибора Sonifier-450 (Branson, США) при мощности 40–50 Вт (180 импульсов по 0,5 с). Нерастворимую фракцию клеточного лизата осаждали центрифугированием. Далее осадок, содержащий тельца включения, отмывали раствором мочевины с добавлением тритона X-100, после чего осадок дважды промывали 50 мМ Трис-HCl буфером (pH 8,0), содержащим 100 мМ NaCl, ресуспендировали в том же буфере. Концентрация общего белка в образце составила 28,8 мг/мл.

Образцы очищенного rLTB *E. coli* получали с помощью дополнительных стадий очистки с применением хроматографических техник. При экспрессии белка в штамме *E. coli* 42eLTB доля целевого белка с молекулярной массой около 15 кДа (что соответствует теоретически рассчитанной молекулярной массе rLTB *E. coli*) составляла 81,2 % от общего клеточного белка.

Для изучения иммуногенной активности телец включения *E. coli* 42eLTB готовили два образца поливалентной вакцины. Антигенную часть вакцины получали в результате смешивания телец включения с инактивированными бактериальными клетками адгезивных штаммов *E. coli* K88 (F4), K99, F41(F5), A20 (F17) в дозе 1×10^9 м. т. каждого штамма/1 мл в обоих образцах вакцины. Тельца включения *E. coli* 42eLTB дозировали по белку;

образец № 1 – 0,25 мкг/мл, образец № 2 – 0,5 мкг/мл. Антигенную часть вакцины смешивали с адьювантом Montanide ISA – 61 AVG в соотношении 40 % антигенной части и 60 % адьюванта ISA – 61 VG. Иммуногенную активность тельца включения *E. coli* 42eLTB изучали на морских свинках массой 300–350 г (в каждой группе $n = 5$). Образцы вакцины № 1 и № 2 вводили морским свинкам подкожно в область холки в объеме 0,5 мл. Через 14, 21, 28 сут после иммунизации у животных отбирали кровь и в сыворотке крови определяли уровень специфических антител к rLTB *E. coli* в тест-системе GM₁-ИФА (РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского»). Планшет сенсibilизировали поэтапно GM₁ и rLTB (Sigma-Aldrich) в дозе 1 мкг/лунка планшета каждого белка-антигена. В качестве отрицательного контроля тест-системы использовали сыворотку крови морских свинок контрольной группы (введение образца ISA – 61 AVG со стерильным физиологическим раствором без включения антигенов), в качестве положительного контроля тест-системы – сыворотку крови морских свинок, полученную на 21-е сутки после иммунизации образцом моновакцины, где в качестве антигена использовали высокоочищенный rLTB *E. coli* 42eLTB в дозе 10 мкг/1 мл. При постановке ИФА сыворотку крови морских свинок вносили в лунки планшета в рабочем разведении 1:100.

Результат ИФА учитывали на спектрофотометре при длине волны 450 нм и выражали в единицах оптической плотности (ОП). Реакцию учитывают, если отношение между среднеарифметическими показателями оптической плотности положительного и отрицательного контролей тест-системы ИФА $\Delta K_{н^+}/\Delta K_{н^-}$ составляло $\geq 2,0$.

Рассчитывали показатель значения опытных образцов к позитивному контролю (С/П, %):

$$C/P\% = 100 \times \frac{\Delta OP \text{ } o^+}{\Delta OP \text{ } K_{тс}^+}$$

где $\Delta OP \text{ } o^+$ – среднеарифметическое значение оптической плотности опытных образцов, усл. ед.; $\Delta OP \text{ } K_{тс}^+$ – среднеарифметическое значение оптической плотности положительного контроля тест-системы GM₁-ИФА, усл. ед.

Статистическую обработку полученных цифровых данных проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента для независимых выборок.

Результаты исследований. В результате иммунизации морских свинок образцами вакцины № 1 и № 2 не отмечали каких-либо побочных явлений в виде местной или системной реакции.

Тельца включения *E. coli* 42eLTB обладали высокой иммуногенной активностью и при введении морским свинкам в дозах 2,5 и 5,0 мкг/1 мл в составе поливалентной вакцины индуцировали повышение уровня специфи-

ческих антител в крови животных на всех трех сроках наблюдения. Однако достоверно значимое ($p \geq 0,01$) увеличение уровня специфических антител отмечали на 21-е и 28-е сутки после иммунизации. Установлен дозозависимый иммуногенный эффект тельца включения. По результатам GM₁-ИФА более эффективной для иммунизации оказалась доза 5,0 мкг/1,0 мл (табл. 1).

Таблица 1. Изучение уровня специфических антител к rLTB *E. coli* в сыворотке крови морских свинок в тест-системе GM₁-ИФА

Группа животных	Доза, мкг/мл	Сутки после иммунизации / значение ОП, усл. ед. (M ± m)		
		14	21	28
Отрицательный контроль	0	0,12 ± 0,04	0,09 ± 0,05	0,15 ± 0,07
Положительный контроль rLTB <i>E. coli</i> 42eLTB	10	0,55 ± 0,04	0,58 ± 0,05	0,54 ± 0,07
Образец вакцины № 1, тельца включения	2,5	0,38 ± 0,06	0,44 ± 0,08	0,48 ± 0,09
Образец вакцины № 2, тельца включения	5,0	0,43 ± 0,07	0,49 ± 0,09	0,52 ± 0,07

П р и м е ч а н и е. Положительный контроль rLTB *E. coli* 42eLTB – сыворотка крови морских свинок, полученная после иммунизации образцом моновакцины, где в качестве антигена использовали высокоочищенный rLTB *E. coli* 42eLTB в дозе 10 мкг/1 мл.

По результатам опыта рассчитывали С/П (табл. 2).

Таблица 2. Результаты значения С/П опытных животных

Иммунизация морских свинок	Сутки после иммунизации/значение С/П, %		
	14	21	28
Образец вакцины № 1, тельца включения	69	75	88
Образец вакцины № 2, тельца включения	78	84	96

П р и м е ч а н и е. С/П (%) – показатель значения опытных образцов к позитивному контролю.

Выводы. Установлено, что тельца включения *E. coli* 42eLTB обладают способностью стимулировать антигенспецифический иммунный ответ к субъединице В термолабильного токсина *E. coli*.

Тельца включения *E. coli* 42eLTB обладают высокой иммуногенной активностью и при введении морским свинкам в дозах 2,5 и 5,0 мкг/1 мл в составе поливалентной вакцины индуцируют повышение уровня специфических антител в крови животных на всех сроках наблюдения. Тельца включения *E. coli* 42eLTB в дозе 5,0 мкг/1 мл обладают более выраженной иммуногенной активностью. Значение С/П в этой группе на 28-е сутки после иммунизации составило 96 %.

Полученные экспериментальные данные дают основание для применения тельца включения *E. coli* 42eLTB в качестве антигена в составе поливалентных вакцин для профилактики эшерихиоза сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Andrew, C. V. Partition of heat-labile-enterotoxin genes between human and animal *Escherichia coli* isolates / C. V. Andrew, W. Dallas // *Infection and Immunity*. – 1987. – Vol. 55, № 5. – P. 1329–1331.
2. Smith, H. W. Studies on *Escherichia coli* enterotoxin / H. W. Smith, S. Halls // *Journal of Pathology and Bacteriology*. – 1967. – Vol. 93. – P. 531–543.
3. Nataro, J. P. Diarrheagenic *Escherichia coli* / J. P. Nataro, J. B. Kaper // *Clinical Microbiology Reviews*. – 1998. – Vol. 11. – P. 142–201.
4. Protective potential of recombinant non-purified botulinum neurotoxin serotypes C and D / C. Moreira Jr., C. E. Pouey da Cunha, G. Marçal Schmidt Garcia Moreira [et al.] // *Anaerobe*. – 2016. – Vol. 40. – P. 58–62.
5. Villaverde, A. Bacterial inclusion bodies: an emerging platform for drug delivery and cell therapy / A. Villaverde // *Nanomedicine*. – 2012 – Vol. 7, № 9. – P. 1277–1279.

УДК 619:616.98:578.831.1

ВЛИЯНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ЛЕЦИТИНА В РАЦИОН КОРМЛЕНИЯ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА НАПРЯЖЕННОСТЬ ИММУНИТЕТА К ВИРУСУ БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА И СОСТОЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ

И. В. Насонов, С. М. Якубовский, О. Л. Гуринович, А. О. Пищухина

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. Представлены данные о влиянии лецитина, включенного в рацион кормления цыплят-бройлеров, на иммунный ответ и активность сывороточных ферментов антиоксидантной защиты после вакцинации против болезни Ньюкасла. Результаты исследований показали, что применение лецитина оказало положительный иммуномодулирующий эффект при проведении вакцинации. Повышение сывороточных уровней каталазы и супероксиддисмутазы указывает на то, что лецитин оказывает антиоксидантное действие и способствует снижению оксидантного стресса у вакцинированных птиц. Лецитин положительно влияет на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: вакцинация против болезни Ньюкасла, лецитин, каталаза, супероксиддисмутаза.

Summary. In article the data about influence of the lecithin included in a diet of feeding of broilers, on the immune response and activity of serum enzymes of antioxidant protection after vaccination against Newcastle disease is presented. Results of research have shown that lecithin application has rendered positive immunomodulatory effect at vaccination carrying out. The increase in serum levels of catalase and superoxide dismutase indicates that lecithin renders antioxidant effect and promotes decrease oxidant stress at the vaccinated birds. Lecithin has positively affected on the zootechnical performance of broiler chickens.

Keywords: vaccination against Newcastle disease, lecithin, catalase, superoxide dismutase.

Введение. В последние годы увеличивается интенсивность исследований, посвященных влиянию пищевых рационов на продуктивность бройлеров. Информационный рост таких исследований обусловлен в первую очередь экономическими причинами, связанными с мировыми тенденциями к повышению стоимости кормов и, соответственно, увеличением затрат на единицу произведенной продукции. Задачи повышения эффективности кормления и повышения качества производимой продукции, а также поиск новых путей к их решению приобретают первостепенное значение для производителей птицеводческой продукции.

Современные кроссы бройлеров, полученные благодаря селекционным подходам, обеспечивают экономически выгодное производство качественного мяса. Однако для полноты реализации генетического потенциала, заложенного в различных кроссах бройлеров, интегрирование внутренних генетических факторов и внешних факторов, среди которых композиционный состав нутриентов, их энергетическая ценность, ветеринарные аспекты здоровья, играют ключевую роль в птицеводстве.

Одним из перспективных направлений в стратегии улучшения качества мясной продукции бройлеров является использование эмульгаторов в составе корма. Эмульгаторы способствуют усвоению жиров, которые служат обязательным компонентом корма, используемым в качестве источника энергии для роста птицы.

Эмульгаторы имеют синтетическое и природное происхождение. К природным эмульгаторам относятся вещества липидной природы – фосфолипиды, чьи амфифильные свойства обуславливают их эмульгирующие свойства. Фосфолипиды представляют собой липидные компоненты, которые являются эссенциальными элементами структуры клеточных мембран всего живого и представлены различными классами (фосфатидилхолины, фосфатидилэтанолами, фосфатидилэтаноламинами, фосфатидные кислоты, сфингомиелины).

Побочный продукт производства пищевых растительных масел – фракция фосфолипидов, получившая обобщенное коммерческое название «лецитин», широко используется в пищевой промышленности, фармации и в производстве кормов для животных. В пищевой промышленности лецитин классифицируется как пищевая добавка E322. Для производства лецитина используются различные растительные масла: соевое, льняное, подсолнечное, рапсовое. В зависимости от источника коммерческие лецитины различаются по своему фосфолипидному составу и степени ненасыщенности жирных кислот, связанных с фосфолипидами. На долю ненасыщенных жирных кислот в фосфолипидах растительных лецитинов приходится более 70 %. Жирные кислоты представлены в основном олеиновой, линолевой, линоленовой кислотами. Для животных перечисленные жирные кислоты

являются эссенциальными. Это дает основание утверждать, что лецитины могут быть использованы в качестве ценного источника для омега-3 и омега-6 жирных кислот, необходимых для роста и развития.

Положительный эффект лецитина на продуктивность бройлеров особенно выражен на ранних стадиях выращивания – в стартерном периоде и в периоде роста. Эффект лецитина заключается в компенсации недостаточной активности липазы и сниженной продукции желчных кислот, выступающих в роли эндогенных эмульгаторов, у молодых цыплят. Максимальное усвоение жира у птиц наступает в период жизни с 20-го по 43-й день. Избыток жира в кормах для молодых цыплят может вызвать проблемы со здоровьем и привести к необратимому снижению продуктивности, которая не может быть восполнена в последующие периоды роста. Дополнение кормов обезжиренным лецитином (95 % фосфолипидов) в финишном периоде приводит к выраженному повышению утилизации сырого жира, усвоению кормовых белков и углеводов. В свою очередь, увеличение усвоения жиров дает энергию для роста и усиливает конверсию кормовых белков в белки растущей мышечной массы. Таким образом, лецитин, улучшая усвояемость органических компонентов корма, способствует повышению продуктивности и улучшению характеристик мышечного каркаса бройлеров.

Лецитин, помимо роли модулятора липидного метаболизма, играет важную роль в иммунной и антиоксидантной защите, выполняет функцию гепатопротектора.

Лецитин может применяться в качестве профилактического средства против перозиса или хондродистрофии у бройлеров, заболевания связанного с нарушением костно-мышечного аппарата, сопровождающегося нарушением формирования и деформацией суставов. Патогенез перозиса связан с нарушением синтеза жирных кислот, белков, нарушением окислительно-восстановительных процессов и недостатком холина, который является предшественником нейромедиатора – ацетилхолина. Фосфатидилхолин, являясь донором холина, способствует более высокой биодоступности холина по сравнению с его свободной формой. Одна единица фосфатидилхолина эквивалентна двум единицам холина. Поэтому фосфатидилхолин может явиться альтернативой формой холина для профилактики перозиса птиц.

В стартовый период бройлеры особенно нуждаются в холине, так как холин необходим для усвоения протеина и обеспечения максимального роста. Холин значительно улучшает клеточные иммунные реакции у цыплят. Задержка роста и перозис являются результатом недостаточности холина.

Вышеизложенное является важным основанием для применения лецитина в качестве гепатопротекторного, иммуномодулирующего, анаболического препарата, повышающего продуктивность бройлеров в птицеводстве.

Альтернативным применением лецитина может стать производство комбикормов нового поколения на основе лецитина. Уникальная двойная функция лецитина как физиологического активного ингредиента и биологического эмульгатора делает лецитин ценным компонентом для производства сбалансированного корма для птицеводства.

Цель исследований – изучение влияния лецитина в составе рациона кормления бройлеров на биохимические и иммунологические показатели крови, а также влияние на уровни содержания в крови ферментов антиоксидантной защиты.

Материалы и методы. В настоящих исследованиях использовали растительный лецитин из рапсового масла. Данный продукт соответствует ТУ ВУ 200649294.002-2017, ТР ТС 029/2011, ТР ТС 021/2011. Классифицируется как пищевая добавка E322 – антиокислитель, эмульгатор. Изготовитель ООО «Агропродукт», Республика Беларусь.

Используемый лецитин соответствует техническому регламенту Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», СанПин: «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенический норматив: «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» от 21.06.2013 № 52. В составе лецитина отсутствуют продукты ГМО.

Поскольку по консистенции лецитин представляет густую вязкую массу, возникла проблема равномерного включения лецитина в гранулы комбикорма. Для разрешения этой проблемы была разработана методика импрегнирования лецитина в гранулы комбикорма. С этой целью лецитин растворяли в смеси растворителей гексан : этиловый спирт в весовом соотношении 2:1 (w/w). Лецитин в количестве 50 г растворяли в смеси 300 г гексана и 150 г этилового спирта. Затем раствор лецитина напыляли на гранулы комбикорма из расчета 50 г лецитина на 5 кг комбикорма, увлажняя и перемешивая слой за слоем массу комбикорма. Содержание лецитина в комбикормах составило 1 %.

После распыления раствора лецитина комбикорма оставляли на открытом воздухе в защищенном от прямого солнечного света месте и выдерживали в течение одних суток для испарения растворителей.

Приготовленные комбикорма испытывали на токсичность с использованием клеточной культуры микроорганизмов *Tetrahymena pyriformis*. Результаты теста на выживаемость тестируемой культуры микроорганизмов показали отсутствие токсического воздействия приготовленного комбикорма на рост и развитие микроорганизмов.

Таким образом, приготовленные комбикорма с лецитином признаны нетоксичными и использовались для кормления бройлеров.

Влияние вакцинации против болезни Ньюкасла на биохимические показатели изучали на 10 цыплятах бройлерах после вакцинации цыплят

живой вирус-вакциной против болезни Ньюкасла в 1-суточном возрасте. Контрольная группа цыплят (10 цыплят) не вакцинировалась. Биохимические параметры крови исследовали на биохимическом анализаторе с помощью стандартных биохимических наборов.

Определение иммуномодулирующих свойства лецитина в составе комбикорма в количестве 1 % изучали на 10 цыплятах бройлерах после вакцинации цыплят живой вирус-вакциной против болезни Ньюкасла. Вакцинации подвергались цыплята опытной и контрольной групп в 1 суточном возрасте. Вакцину вводили интродукулярно. Титры антител к вирусу Ньюкасла определяли в реакции РТГА (реакция торможения геагглютинации). Контрольная группа цыплят получала обычный комбикорм без добавления лецитина.

Результаты исследования. Анализ биохимических параметров крови указывает на развитие метаболического стресса у вакцинированных цыплят, ценой которого априори является снижение продуктивности цыплят-бройлеров.

В табл. 1 приведены биохимические показатели контрольных и вакцинированных цыплят против болезни Ньюкасла.

Таблица 1. Биохимические показатели сыворотки крови контрольных и вакцинированных цыплят-бройлеров

Показатель	Контроль	Опыт	Достоверность различий
Аспаратаминотрансфераза	142,3 ± 4,318 (n = 6)	127,6 ± 3,855 (n = 9)	P < 0,0264
Аланинаминотрансфераза	46,05 ± 1,586 (n = 6)	41,98 ± 1,082 (n = 9)	P < 0,0461
γ-Глутамилтрансфераза	49,30 ± 1,700 (n = 6)	48,03 ± 1,491 (n = 9)	НД
Лактатдегидрогеназа	917,3 ± 31,56 (n = 6)	1006 ± 43,85 (n = 9)	НД
Гидроксibuтиратдегидрогеназа	396,3 ± 9,597 (n = 6)	427,0 ± 13,89 (n = 9)	НД
Креатинфосфокиназа	1030 ± 47,06 (n = 6)	921,4 ± 64,38 (n = 9)	НД
Амилаза	574,2 ± 20,46 (n = 6)	537,7 ± 22,66 (n = 9)	НД
Общий белок	33,33 ± 0,6888 (n = 6)	32,50 ± 0,6351 (n = 9)	НД
Альбумин	13,60 ± 0,3751 (n = 6)	13,53 ± 0,2533 (n = 9)	НД
Мочевина, ммоль	7,592 ± 0,2030 (n = 10)	9,596 ± 0,2163 (n = 19)	P < 0,0001
Мочевая кислота, мкмоль/л	244,2 ± 33,28 (n = 6)	434,2 ± 23,77 (n = 9)	P < 0,0004
Прямой билирубин, мг %	1,533 ± 0,1157 (n = 6)	1,438 ± 0,04678 (n = 9)	НД
Общий билирубин, мкмоль/л	5,254 ± 0,5962 (n = 5)	5,316 ± 0,3646 (n = 8)	НД
Триглицериды, ммоль	0,7733 ± 0,0510 (n = 6)	1,208 ± 0,05220 (n = 9)	P < 0,0001
Глюкоза, ммоль	11,93 ± 0,2275 (n = 6)	12,82 ± 0,1152 (n = 9)	P < 0,002
Холестерин, ммоль	4,186 ± 0,0937 (n = 5)	3,667 ± 0,0825 (n = 9)	P < 0,0019
Холестерин ЛПНП, ммоль	0,8366 ± 0,0161 (n = 5)	0,7997 ± 0,0428 (n = 9)	НД
Холестерин ЛПВП, ммоль	2,354 ± 0,0377 (n = 5)	2,242 ± 0,0278 (n = 9)	P < 0,0341
Кальций, ммоль	1,918 ± 0,02672 (n = 5)	1,770 ± 0,02357 (n = 9)	P < 0,0019
Фосфор, ммоль	2,104 ± 0,0577 (n = 5)	2,279 ± 0,0462 (n = 9)	P < 0,0394

Примечание. НД – нет данных.

Важным показателем метаболического стресса являются триглицериды, повышение которых является следствием активации липолиза для компенсации энергетических трат на синтез антител за счет сопряженных с триглицеридами жирных кислот. Повышение триглицеридов у вакцинированных цыплят было весьма значительным и составило 36 % по сравнению с контролем.

Тенденция к снижению в сыворотке активности амилазы при тенденции к увеличению концентрации глюкозы, возможно, является следствием развития функциональной недостаточности поджелудочной железы. При этом происходит переключение на альтернативной глюкозе источники энергии, такие как жирные кислоты. Известно, что повышение липолиза приводит к развитию оксидантного стресса. Таким образом, вакцинопрофилактика должна сопровождаться коррекцией липидного метаболизма, в котором важную роль играют лецитины, которые являются источником холина – важного компонента антиоксидантной системы.

Снижение активности ферментов метаболизма аминокислот, аланинаминотрансферазы и аспаратаминотрансферазы, маркеров состояния печени (табл. 1) указывают на развитие функциональной недостаточности печени при применении вакцинации.

Кроме того, вакцинация затронула изменения в выделительной системе цыплят. Так содержание мочевины и мочевой кислоты после вакцинации увеличилось на 26 и 77 % соответственно. Данные изменения указывают на развитие функциональной недостаточности почек.

Вакцинация также затрагивает изменения в минеральном обмене птиц. Снижение величины кальций-фосфорного отношения на 15 % у вакцинированных птиц, по сравнению с контролем, указывает на повышение процессов деминерализации костей, что свидетельствует об усилении кластогенной активности клеток костной системы.

Иммуномодулирующие свойства лецитина в составе комбикорма в количестве 1 % изучали на цыплятах бройлерах после вакцинации цыплят живой вирус-вакциной против болезни Ньюкасла на 7-е сутки после вакцинации. Вакцинации подвергались цыплята в 1-суточном возрасте. Вакцину вводили интродукулярно. Титры антител к вирусу Ньюкасла определяли в реакции РТГА.

Титры антител сравнивались между двумя группами экспериментальных животных. Контрольная группа вакцинировалась на фоне кормления стандартным комбикормом. Опытная группа вакцинировалась на фоне кормления лецитином, включенного в состав комбикорма в дозе 1 %.

Результаты анализа титров антител к вирусу Ньюкасла (табл. 2) указывают на повышение напряженности иммунитета у бройлеров в результате включения лецитина в количестве 1 % в состав стандартного комбикорма.

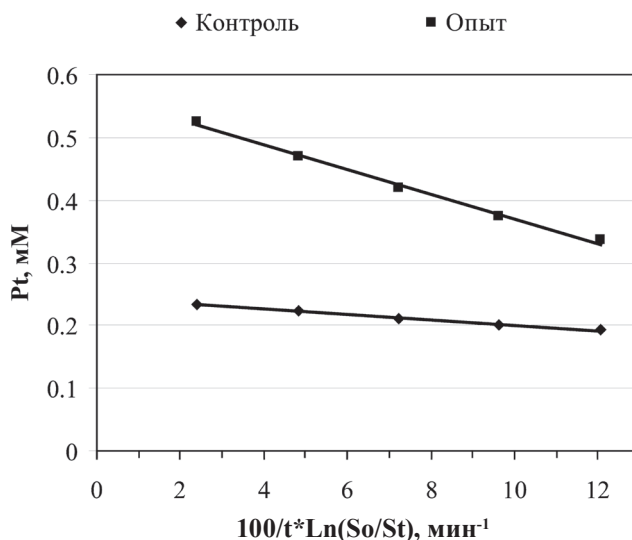
Таким образом, можно заключить, что лецитин можно использовать в качестве иммуномодулирующего агента при вакцинопрофилактике для повышения иммунного ответа и преодоления нейтрализующего действия материнских антител на вирусную нагрузку в раннем периоде роста цыплят до 7 суток.

Таблица 2. Титры антител к вирусу Ньюкасла в сыворотке крови цыплят по результатам анализа реакции РТГА, \log_2

Контрольная группа	Опытная группа
4	7
4	6
5	6
5	6
5	6
Среднее значение: $4,6 \pm 0,24$	Среднее значение: $6,2 \pm 0,20$

Изучение ферментов антиоксидантной защиты выявило положительное влияние лецитина на активность каталазы и супероксиддисмутазы в сыворотке крови цыплят-бройлеров.

Анализ кинетической зависимости каталазы, представленной на рисунке, показал, что применение лецитина привело к существенным различиям каталитических свойств каталазы между контрольной и опытной группами. Максимальная скорость фермента в опытной группе была существенно



Кинетический анализ активности каталазы в сыворотке крови интегральным методом Михаэлиса – Ментен

выше, чем в контрольной группе и соответственно составила 5,7 мкмоль/мин/мл против 2,4 мкмоль/мин/мл. Константа Михаэлиса–Ментен по перекиси водорода составила 0,42 ммоль в контроле и 0,85 ммоль в опыте. Константы скорости первого порядка в контроле составила 0,023 мин⁻¹ и опыте 0,054 мин⁻¹.

Полученные результаты свидетельствуют, что увеличение параметра максимальной скорости каталазы в опытной группе связано с повышением синтеза фермента и в целом может быть обусловлено повышением биосинтетических процессов, связанных с формированием антител после вакцинации.

Более высокие значения константы скорости первого порядка для фермента в опытной группе свидетельствуют о более тонкой регуляции концентрации перекиси водорода под влиянием лецитина. Лецитин не позволяет накапливаться перекиси водорода в опасных концентрациях при активации иммунных реакций в ответ на вакцинацию.

Исследования активности супероксиддисмутазы показали высокую эффективность лецитина в антиоксидантной защите организма. Активность фермента была значительно выше в опытной группе, и соответственно составила $1595 \pm 3,6$ ед/мл против $1263 \pm 3,48$ ед/мл.

Таким образом, лецитин может способствовать нивелированию оксидантного стресса после применения вакцинации. Анализ зоотехнических показателей выращивания цыплят-бройлеров выявил положительный эффект добавки лецитина. Добавка лецитина способствовала увеличению живой массы бройлеров на 23 % и повышению сохранности цыплят на 5 %.

Выводы. 1. Включение лецитина в рацион кормления бройлеров способствует повышению напряженности иммунитета после вакцинации против вируса болезни Ньюкасла.

2. Добавка лецитина в составе корма оказала положительное влияние на продуктивность и сохранность бройлеров.

3. Эффективность антиоксидантной защиты значительно повышается при использовании лецитина в качестве кормовой добавки.

Литература

1. Effect of dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chickens / H. A. Boekholt, Ph. van der Grinten, V. V. A. M. Schreurs [et al.] // *British Poultry Science*. – 1994. – Vol. 35, № 4. – P. 603–614. DOI: 10.1080/00071669408417725.

2. The dynamics of body composition and body energy content in broilers / J. V. Caldas, N. Boonsinchai, J. Wang [et al.] // *Poultry Science*. – 2019. – Vol. 98, iss. 2. – P. 866–877. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey422>.

3. Effect of soy lecithin on growth performance, nutrient digestibility and hepatic antioxidant parameters of broiler chickens / F. A. Siyal, M. Ezzat Abd El-Hack, M. Alagawany [et al.] // *International Journal of Pharmacology*. – 2017. – Vol. 13. – P. 396–402. DOI: 10.3923/ijp.2017.396.402.

4. Emulsifiers in the poultry industry / F. A. Siyal, D. Babazadeh, C. Wang [et al.] // *World's Poultry Science Journal*. – 2017. – Vol. 73, № 03. – P. 611–620. DOI: 10.1017/s0043933917000502.

5. Lipstein, B. Utilization of choline from crude soybean lecithin by chicks. 1. Growth and prevention of perosis / B. Lipstein, S. Bornstein, P. Budowski // Poultry Science. – 1977. – Vol. 56. – P. 331–336.

6. Ismail, F. S. A. Influence of vitamin E supplementation and stocking density on performance, thyroid status, some blood parameters, immunity and antioxidant status in broiler chickens / F. S. A. Ismail, M. R. El-Gogary, M. I. El-Nadi // Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2014. – Vol. 9, № 11. – P. 702–712. DOI: 10.3923/ajava.2014.702.712.

7. Effect of dietary fat source on humoral immunity response of broiler chickens / M. Poorghasemi, A. Seidavi, A. A. A. Qotbi [et al.] // European Poultry Science. – 2015. – Vol. 79. – P. 1–8. DOI: 10.1399/eps.2015.92.

8. Performance of broilers fed different dietary choline sources and level / G. Farina, A. M. Kessler, P. D. Ebling [et al.] // Zootecnia. – 2017. – Vol. 18. – P. 1–14. DOI: 10.1590/1089-6891v18e-37633.

УДК 636.084:579.2

ИММУННЫЙ СТАТУС ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «РОСС-308» ПРИ ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННОГО БРОНХИТА КУР НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКА «СУБ-ПРО»

Б. А. Адаев

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», Воронеж, Российская Федерация

Резюме. Проведено исследование влияния пробиотика «Суб-Про» на основе *Bacillus subtilis* ВКМП 2335 на иммунный статус цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» при вакцинации против инфекционного бронхита кур. Препарат применялся с водой (20 г/т) с 6-х по 13-е сутки жизни. У цыплят опытной группы зафиксировано повышение уровня Т-лимфоцитов на 18,0 % (до $31,75 \pm 1,71$ %), свидетельствующее об активации клеточного иммунитета, и В-лимфоцитов на 12,1 % (до $18,5 \pm 2,38$ %), отражающее усиление гуморального звена. Также выявлен рост фагоцитарной активности лейкоцитов на 4,4 % (до $67 \pm 2,58$ %) и значительное увеличение фагоцитарного индекса на 43,4 % (до $4,36 \pm 0,59$), что указывает на усиление бактерицидной способности фагоцитов и повышение неспецифической резистентности.

Ключевые слова: бройлер, пробиотик, иммунитет, «Росс-308», Суб-Про.

Summary. The study was conducted on the effect of the probiotic “Sub-Pro” based on *Bacillus subtilis* VKMP 2335 on the immune status of broiler chickens of the “Ross-308” cross during vaccination against infectious bronchitis of chickens. The preparation was administered via water (20 g/ton) from days 6 to 13 of life. Chickens in the experimental group exhibited an 18.0 % increase in T-lymphocyte levels (to 31.75 ± 1.71 %), indicating activation of cellular immunity, and a 12.1 % increase in B-lymphocytes (to 18.5 ± 2.38 %), reflecting enhanced humoral immunity. An increase in leukocyte phagocytic activity by 4.4 % (to 67 ± 2.58 %) and a significant 43.4 % increase in the phagocytic index (to 4.36 ± 0.59) were also revealed. This indicates enhanced bactericidal capacity of phagocytes and increased nonspecific resistance.

Keywords: broiler, probiotic, immunity, “Ross-308”, Sub-Pro.

Введение. Птицеводство в России – высокотехнологичная и динамично развивающаяся отрасль, играющая ключевую роль в обеспечении населения доступными источниками животного белка. В условиях растущего спроса и ужесточения экологических требований критически важной задачей становится повышение эффективности производства при одновременном укреплении здоровья поголовья и минимизации рисков инфекционных заболеваний. Вакцинация является основным инструментом защиты птицы от патогенов. Однако ее эффективность может варьироваться под влиянием факторов, включая стресс и состояние иммунной системы птицы [1–3].

Современные стратегии оптимизации здоровья птицы активно включают применение пробиотиков. Эти живые микроорганизмы, добавляемые в рацион, способствуют формированию сбалансированного кишечного микробиоценоза, что, в свою очередь, позитивно влияет на общее физиологическое состояние. Особое значение пробиотиков заключается в их способности модулировать иммунные функции: они подавляют патогенную микрофлору, снижают стрессовую нагрузку при интенсивном выращивании и, как следствие, потенциально способны усиливать иммунный ответ [4, 5].

В связи с этим оценка влияния пробиотиков на иммунный статус цыплят-бройлеров, особенно в контексте проведения вакцинации для профилактики инфекционного бронхита кур, приобретает особую актуальность.

Цель исследования – комплексная оценка иммунного статуса цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» при вакцинации на фоне применения пробиотического препарата.

Материалы и методы. Для опыта в одном из хозяйств Орловской области был использован пробиотик «Суб-Про». «Суб-Про» – современный высокоэффективный пробиотик, созданный на основе штамма *Bacillus subtilis* ВКМП 2335, с повышенной продуктивностью интерферона и синтезом пищеварительных ферментов. Культура «Суб-Про» относится к нормальной микрофлоре кишечника птицы. В 1 г концентрата содержится 5×10^{10} живых микробных клеток штамма бактерий *Bacillus subtilis* 2335 в виде спор (одна доза). Препарат выпускают в виде сухого водорастворимого порошка.

Опыт проводился в одном из корпусов хозяйства на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» численностью 26 000 голов. Было выделено две группы, каждая из которых получала одинаковый рацион, установленный хозяйством, и имела одинаковые условия содержания, а также была привита на 13-е сутки жизни. Первая группа – контрольная, вторая – получала препарат с 6-х суток жизни до 13-х с водой из расчета 20 г на 1 т воды.

От обеих групп было отобрано по 10 голов методом случайной выборки для отбора проб крови. Отбор проводился в пробирки с активатором свертывания (цвет крышки – красный), для иммунологических исследований.

Определение иммунологических показателей крови будет проведено в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [3].

Результаты исследования. В результате анализа данных (см. таблицу) установлено, что в опытной группе цыплят-бройлеров кросса «Росс-308», получавших пробиотик «Суб-Про» перед вакцинацией, уровень Т-лимфоцитов на 18,0 % выше показателя контрольной группы. Данное увеличение свидетельствует о стимуляции клеточного иммунитета под действием пробиотика.

Иммунологические показатели цыплят бройлеров кросса «Росс-308»

Показатель	Контроль	Опыт
ЛАСК, мкг/мл	3,7 ± 0,21	3,74 ± 0,18
Т-лимфоциты, %	26,9 ± 2,08	31,75 ± 1,71
В-лимфоциты, %	16,2 ± 2,15	18,5 ± 2,38
ФАЛ	64,2 ± 3,82	67 ± 2,58
ФИ	3,04 ± 0,35	4,36 ± 0,59

Примечание. ЛАСК – литическая активность лизоцима в сыворотке крови; ФАЛ – фагоцитарная активность лейкоцитов; ФИ – фагоцитарный индекс.

Одновременно уровень В-лимфоцитов в опытной группе также продемонстрировал рост на 12,1 % по сравнению с контролем. Это увеличение отражает активацию гуморального звена иммунной системы.

Таким образом, выявленное повышение ключевых показателей специфического иммунитета – Т-лимфоцитов (клеточное звено) и В-лимфоцитов (гуморальное звено) – указывает на комплексную активацию иммунного статуса птицы под влиянием пробиотика «Суб-Про». Показатель ФАЛ на 4,4 % выше показателя контрольной группы. Данное увеличение свидетельствует об усилении способности лейкоцитов к поглощению чужеродных агентов.

Одновременно ФИ в опытной группе продемонстрировал рост на 43,4 % по сравнению с контролем. Это значительное увеличение указывает на повышение интенсивности фагоцитоза, т. е. количества патогенов, поглощаемых одной активной клеткой.

Таким образом, выявленное повышение как ФАЛ, так и особенно ФИ свидетельствует об усилении бактерицидной способности фагоцитов. Такая активация фагоцитарного звена лейкоцитов отражает повышение неспецифической резистентности организма птицы, создавая оптимальные условия для формирования иммунного ответа при вакцинации.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что включение пробиотического препарата «Суб-Про» на основе штамма *Bacillus subtilis* ВКМП 2335 в рацион цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» оказывает пози-

тивное влияние на исследованные параметры иммунного статуса. Установлено повышение уровня Т-лимфоцитов на 18,0 %, что свидетельствует об активации клеточного звена адаптивного иммунитета. Одновременно отмечено повышение уровня В-лимфоцитов на 12,1 %, отражающее усиление гуморального звена адаптивного. Кроме того, выявлено повышение фагоцитарной активности лейкоцитов на 4,4 %, указывающее на увеличение доли лейкоцитов, способных к фагоцитозу, и значительное повышение фагоцитарного индекса на 43,4 %, что демонстрирует существенное усиление бактерицидной способности отдельных фагоцитов и является ключевым показателем активации неспецифической защиты. Совокупность полученных результатов позволяет заключить, что применение пробиотика «Суб-Про» комплексно активировало иммунную систему цыплят-бройлеров, воздействуя как на специфическое (адаптивное), так и на неспецифическое (врожденное) звено иммунитета. Наблюдаемое усиление неспецифической резистентности организма создает благоприятный иммунологический фон, снижающий стресс. Полученные данные научно обосновывают целесообразность применения пробиотика «Суб-Про» как средства для оптимизации иммунного статуса.

Литература

1. Бураев, М. Э. Опыт применения минеральной сорбционной добавки БШ в рационе цыплят-бройлеров / М. Э. Бураев, Л. П. Луцкая, Е. В. Шацких // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 1. – С. 37–39.
2. Данилевская, Н. В. Влияние пробиотика на поствакцинальный иммунитет птиц / Н. В. Данилевская // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2012. – № 2. – С. 28–30. EDN OWVRQJ.
3. Изучение влияния от включения в комбикорма цыплят-бройлеров пробиотика пептилак при выращивании / В. И. Гудыменко, Т. С. Бакланова, Н. В. Перевозчиков, К. И. Кирьян // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 2. – С. 181–187. EDN LACHTW.
4. Овчинников, А. А. Эффективность использования фермента Авизим и пробиотика в рационах цыплят бройлеров / А. А. Овчинников, О. О. Шамин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2013. – № 10. – С. 43–44.
5. Темирбекова, А. Ж. Влияние пробиотических препаратов на иммунологический статус цыплят-бройлеров / А. Ж. Темирбекова // Global Science and Innovations: Central Asia. – 2021. – Т. 2, № 3 (12). – С. 47–52. EDN DOOFIU.
6. Тухбатов, И. А. Продуктивность, сохранность и иммунный статус организма цыплят-бройлеров при использовании в рационе минеральной кормовой добавки / И. А. Тухбатов, А. А. Овчинников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (64). – С. 233–235. EDN YMХНОТ.
7. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов [и др.] // Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины. Ч. III. «Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных». – М. : РАСХН, 2007. – С. 216–292.

ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С КЛЕЩОМ *VARROA DESTRUCTOR*

Н. В. Архипова, Т. И. Клишко, Н. В. Зинина

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого»,
Минск, Республика Беларусь

Резюме. *Varroa destructor* остается одним из наиболее разрушительных паразитов медоносной пчелы *Apis mellifera*. В данной работе представлено многоаспектное исследование биологии клеща, механизмов действия применяемых препаратов, устойчивости к акарицидам, регуляторных норм, сезонности и климата.

Ключевые слова: *Varroa destructor*, акарициды, пчеловодство, кумафос, флувалинат, амитраз, муравьиная кислота, резистентность.

Summary. *Varroa destructor* remains one of the most devastating parasites of the honey bee *Apis mellifera*. This paper presents a multifaceted study of the mite's biology, the mechanisms of action of applied treatments, resistance to acaricides, regulatory standards, seasonality, and climate influence.

Keywords: *Varroa destructor*, acaricides, beekeeping, coumaphos, fluvalinate, amitraz, formic acid, resistance.

Введение. *Varroa destructor* – эктопаразит, поражающий личинок, куколок и взрослых особей пчелы *Apis mellifera*. Является переносчиком более 18 вирусов. Клещ был впервые обнаружен в Европе в 1960-е гг., а в Беларуси начал активно распространяться с конца 1970-х гг. Он питается гемолимфой пчел, вызывает деформацию крыльев, снижение продолжительности жизни и фертильности, а также передает вирусы, включая вирус деформации крыльев и вирус острого пчелиного паралича, вирус мешотчатого расплода [1, 11]. Без регулярной обработки до 40 % семей погибают зимой. Исследования показали, что без клеща вирусы имеют сублетальный эффект, но при варроатозе летальность увеличивается в 10 раз [3, 4, 11].

Борьба с варроатозом комплексная и осложняется тем, что использование различных акарицидных препаратов лишь частично снижает негативное воздействие паразита на пчел, не приводя к полному выздоровлению пчелосемей. Существует ряд альтернативных направлений в пчеловодстве, которые предлагают бороться с клещом без акарицидов (выведение устойчивых к варроатозу пчел генетическими методами и естественным отбором, использование природного размера ячеек в сотах, использование термокамер и др.) [15]. К сожалению, пока при выборе метода снижения заклещеванности пчеловоды чаще всего прибегают к акарицидам.

Механизмы действия акарицидов. Акарициды (или митициды, от англ. mite – клещ) делятся на синтетические химические (формамидины, пире-

троиды, органофосфаты), природные химические (органические кислоты) и эфирные масла. Амитраз (формамидин) воздействует на октопаминовые рецепторы – рецепторы в нервной системе членистоногих, аналогичные адренергическим у млекопитающих, регулирующие поведение и возбуждение. Блокада этих рецепторов вызывает потерю координации, нарушает передачу нервных импульсов, вызывая потерю координации и паралич клеща [3].

Флувалинат (пиретроид) блокирует потенциалзависимые натриевые каналы нейронов – трансмембранные белки, отвечающие за генерацию и распространение потенциала действия. Флувалинат стабилизирует открытое состояние канала, вызывая длительный приток Na^+ , постоянную деполяризацию мембраны, тетаническое возбуждение и паралич клеща [4].

Кумафос (органофосфат) – ингибитор ацетилхолинэстеразы – ключевого фермента, расщепляющего нейромедиатор ацетилхолин в синаптической щели. Связываясь с активным центром фермента, кумафос создает устойчивый фосфорилированный комплекс, блокирующий гидролиз медиатора. Это приводит к накоплению ацетилхолина, непрерывной стимуляции постсинаптических рецепторов, судорогам и гибели паразита [5].

Пары муравьиной кислоты проникают сквозь кутикулярный слой *Varroa destructor*. Это приводит к ряду повреждений в теле клеща: происходит осмотическая дегидратация гемолимфы за счет высокой летучести и парциального давления кислоты; наблюдается коагуляция белков кутикулы и мембран, что приводит к нарушению ионного транспорта (прежде всего $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ -баланса) и резкому падению внутриклеточного pH; блокирует дыхательные ферменты митохондрий, что приводит к энергетическому голоданию паразита. Щавелевая кислота действует контактно: кристаллы оседают на поверхности кутикулы, образуя локальные участки сильноокислой среды, что усиливает потерю воды и разрушает эпиккутикулярные липиды; дополнительно оксалат-анионы нарушают кальциевый гомеостаз клеток клеща. В совокупности это приводит к параличу и гибели в течение 24–48 ч [6]. Клещи, паразитирующие на пчелах, к телу пчелы прикрепляются посредством присосок, находящихся на лапках паразитов. Применяемые для лечения варроатоза кислоты, воздействуя на присоски на лапах паразита, препятствуют прикреплению клеща к хитиновому покрову пчелы [13].

Тимол – монотерпеновый фенол, главный компонент эфирного масла тимьяна (*Thymus vulgaris*). Он обладает двойным механизмом акарицидного действия:

- контактное: проникает в кутикулу *Varroa*, дезорганизуя липидные мембраны и увеличивая их проницаемость;
- фумигационное: летучие молекулы ингибируют митохондриальный комплекс I и цитохром-с-оксидазу, что блокирует окислительное фосфорилирование, снижает уровень АТФ и вызывает энергетическое истощение

паразита. Дополнительно тимол оказывает репеллентный эффект, дезориентируя клеща и заставляя его покидать хозяина.

Правила применения акарицидов. Развитие и интенсивность размножения *Varroa destructor* напрямую зависят от климатических условий, прежде всего от температуры, влажности и сезонной динамики расплода. Репродуктивный цикл клеща синхронизирован с биологией пчел: самки *Varroa* проникают в ячейки с трутневым и рабочим расплодом, где паразитируют в защищенной среде. Поэтому пики инвазии часто приходится на август – сентябрь, когда расплод еще присутствует, но иммунитет семей уже ослабевает.

Планирование обработки должно строго учитывать метеоусловия и фазу развития семьи. Ранняя диагностика (в июле) и двухфазная обработка (август + октябрь) с использованием препаратов, адаптированных под конкретные погодные параметры, позволяют достичь максимальной эффективности при минимальной нагрузке на пчел. Также необходимо учитывать, что ослабленные семьи хуже переносят лечение, и требуется выбор наименее токсичных веществ в критический период.

Необходимо учитывать, что эффективность акарицидов существенно варьируется в зависимости от внешней среды. Муравьиная кислота наиболее эффективна при температурах от 15 до 25 °С. Ниже 12 °С ее испаряемость резко падает, пары не достигают летальной концентрации для клеща [6]. При высоких температурах (>30 °С) возможно повреждение пчелиного расплода и гибель матки.

Щавелевая кислота эффективна только при отсутствии расплода, поскольку не проникает внутрь ячеек. Поэтому ее оптимально применять поздней осенью (конец октября – начало ноября), когда весь расплод уже выведен, а температура стабильно держится в диапазоне 5–10 °С.

Тимол проявляет выраженное акарицидное действие при температуре от 20 до 30 °С. При более низких температурах его летучесть снижается, а при перегреве возможны побочные реакции у пчел, включая возбуждение и снижение продуктивности. Амитраз и флувалинат – синтетические препараты системного действия – относительно стабильны к изменениям температуры, но при высокой влажности (выше 85 %) их эффективность снижается, вероятно, из-за разжижения липидных компонентов и замедления диффузии через кутикулу клеща.

Эфирные масла (тимол, эвкалиптол, ментол) особенно чувствительны к вентиляции и сезонным колебаниям влажности. Сильная вентиляция может снизить концентрацию активных паров ниже терапевтического уровня.

Кроме того, влажность выше 80 % увеличивает стресс у пчел, снижая их устойчивость к акарицидам. Эффективность применения тимола зависит от температуры (оптимально 20–25 °С) и влажности, а превышение дозы может вызывать стресс у пчел [7].

Развитие устойчивости к препаратам. Устойчивость к акарицидам остается одной из ключевых угроз в борьбе с *Varroa destructor*. Устойчивость к флувалинату, кумафосу и амитразу была четко зафиксирована с 1990-х гг. [14].

Результаты изучения литературных источников, описывающих случаи обнаружения устойчивости клеща *Varroa destructor* описаны в таблице.

Устойчивость клеща *Varroa destructor* к препаратам

Действующее вещество	Коммерческие названия	Страны, где обнаружена устойчивость	Литературные источники
Флувалинат (пиретроид)	Apistan, Klartan	Франция, Германия, Италия, США, Великобритания	Imdorf A. et al. <i>Apidologie</i> , 1999. – Vol. 30. – P. 227–232
Амитраз (формамидин)	Tactic, Taktik, Mitak, Taktivan	США, Аргентина, Франция, Германия	Elzen P. J., Westervelt D. <i>Apidologie</i> , 2002. – Vol. 33. – P. 187–192
Кумафос (органофосфат)	Perizin, CheckMite+	США, Германия, Польша	Lodesani M. et al. <i>Journal of Apicultural Research</i> , 1995. – Vol. 34. – P. 157–164
Муравьиная кислота	MAQS, FormicPro	Италия (при многократном применении)	Rademacher E., Harz M. <i>Apidologie</i> , 2006. – Vol. 37. – P. 277–292
Щавелевая кислота	Api-Bioxal, Oxuvar	Польша (возможная толерантность при перегреве)	Черник М. И. Талпан: инструкция и практика применения // <i>Ветеринария</i> . – 2020. – № 6. – С. 22–24

Как видно из таблицы, ученые по всему миру регистрируют колонии клещей, устойчивые к акарицидам. Снижение чувствительности клещей к упомянутым митицидам привело к тому, что пчеловоды стали использовать все большее количество этих химикатов. Что приводит к повышению их концентрации в улье. Кумафос и флувалинат являются наиболее загрязняющими, ибо являются жирорастворимыми, а следовательно, могут накапливаться в воске [5, 6].

Паразит формирует устойчивость по нескольким независимым, но часто сочетающимся механизмам. Мы выделили следующие механизмы, описанные в научной литературе: генные мутации, приводящие к устойчивости клеща к акарицидам; физиологическая и поведенческая толерантность клеща.

Мы нашли литературные данные о точечных мутациях в белках-мишенях клеща, возникающие против трех групп синтетических акарицидов. Главная мишень пиретроидов – потенциалзависимые натриевые каналы аксона нервной клетки, отвечающие за генерацию и распространение потенциала действия. Устойчивость возникает, когда аминокислотные замены (L925V, M918T, T929I и др.) изменяют конформацию сегментов S4–S6

доменов II–III канала («kdr-мутации»), снижая сродство инсектицида к сайту связывания. В результате пиретроид не способен удерживать канал в открытом состоянии, и нервная импульсация восстанавливается.

При изучении мутаций генома клеща, приводящих к устойчивости к формамидинам (амитразу), зафиксированы делеции в гене Ooct β 2R, кодирующем октопаминовый рецептор, что уменьшает чувствительность клеща к амитразу.

Устойчивость к флувалинату и кумафосу развивается методом метаболической детоксикации.

Варроа усиливает экспрессию генов цитохрома P450 (CYP3A), глутатион-S-трансферазы и эстераз, быстро разрушая молекулу инсектицида до нетоксичных метаболитов.

В литературных источниках описана поведенческая и физиологическая толерантность к органическим кислотам. Механизмы физиологической толерантности клещей срабатывают при высоких температурах во время обработки кислотами и при использовании субоптимальных доз. При 30 °C и выше повышается активность тепловых шок-белков (Hsp70, Hsp90), стабилизирующих клеточные белки клеща и уменьшающих денатурирующее действие кислот. Субоптимальные (низкие) дозы муравьиной/щавелевой кислот индуцируют экспрессию протон-экструзионных насосов и ионных антипортеров, что ускоряет выведение H⁺-ионов и восстанавливает внутриклеточное рН.

Одновременно утолщается кутикулярный слой за счет депонирования склеротина, что снижает скорость проникновения кислоты. Благодаря описанным механизмам ошибки, допущенные пчеловодом при использовании кислот, «отбирают» устойчивые формы клещей. В литературных источниках также описано изменение поведения клеща в улье при обработке акарицидами. Клещи с частичным метаболическим преимуществом демонстрируют более быструю миграцию с обработанных пчел на необработанный расплод, избегая пиковой концентрации инсектицида. Такое «поведенческое уклонение» усиливает селекцию устойчивых генотипов.

Большинство малых пасек в Беларуси не проводят диагностику заражения и используют неэффективные схемы лечения. Это связано с отсутствием централизованной образовательной программы. В Польше и Литве регулярно проводятся бесплатные курсы и семинары. Введение сертифицированной подготовки пчеловодов поможет повысить эффективность борьбы и уменьшить резистентность клеща к акарицидам [11].

Практические выводы. Один и тот же действующий компонент не следует применять более двух сезонов подряд; оптимальна ротация «пиретроид → кислота → формамидин → эфирное масло». Биотесты (напр. контактный 3-часовой метод) раз в год позволяют определить коэффициент смертности и скорректировать схему лечения.

Комбинированные полоски (амитраз + тимол) или чередование кислот с биометодами уменьшают селекционное давление и замедляют формирование устойчивости.

Заключение. Таким образом, *Varroa destructor* представляет собой не просто эктопаразита, а ключевой патогенетический фактор, запускающий каскад деструктивных процессов в пчелиной семье. Его способность нарушать физиологию пчел, снижать их продолжительность жизни и одновременно выступать эффективным вектором вирусных инфекций, превращает варроатоз в системную угрозу для всего пчеловодческого сектора. Учитывая, что до 40 % семей могут погибнуть без своевременной терапии, борьба с *Varroa destructor* требует комплексного подхода, включающего научно обоснованную химиотерапию, сезонную профилактику и мониторинг резистентности клещей. Без системного контроля варроатоза становится невозможным поддержание устойчивого пчеловодства в Беларуси и сопредельных странах.

Литература

1. Rosenkranz, P. Biology and control of *Varroa destructor* / P. Rosenkranz, P. Aumeier, B. Ziegelmann // Journal of Invertebrate Pathology. – 2010. – Vol. 103. – S96–S119.
2. Численность пчелосемей в Беларуси на 2023 год / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 11.05.2025).
3. EFSA panel on animal health and welfare (AHAW). Scientific opinion on the health risks of bee parasites and pathogens // EFSA Journal. – 2013. – Vol. 11, № 7. – P. 3288. DOI: 10.2903/j.efsa.2013.3288.
4. Milani, N. The resistance of *Varroa jacobsoni* to pyrethroids: a laboratory assay / N. Milani // Apidologie. – 1995. – Vol. 26, № 5. – P. 415–429.
5. Rinkevich, F. D. Influence of Varroa mite management practices on insecticide resistance in honey bees / F. D. Rinkevich, R. G. Danka, K. B. Healy // Apidologie. – 2017. – Vol. 48. – P. 590–598.
6. Черник, М. И. Эффективность и механизм действия ветеринарного препарата «Талпан» / М. И. Черник // Вестник ветеринарии. – 2022. – № 3. – С. 35–38.
7. Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies / A. Imdorf, S. Bogdanov, R. I. Ochoa, N. W. Calderone // Apidologie. – 1999. – Vol. 30, № 2–3. – P. 209–228.
8. Sammataro, D. Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact / D. Sammataro, U. Gerson, G. Needham // Annual Review of Entomology. – 2000. – Vol. 45. – P. 519–548.
9. Le Conte, Y. *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? / Y. Le Conte, M. Ellis, W. Ritter // Apidologie. – 2010. – Vol. 41. – P. 353–363.
10. Genersch, E. Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping / E. Genersch // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2010. – Vol. 87. – P. 87–97.
11. Virus infections in honey bees with *Varroa destructor* as a vector / G. Di Prisco, F. Pennacchio, E. Caprio [et al.] // Journal of Invertebrate Pathology. – 2011. – Vol. 103. – S1–S9.
12. Рекомендации по применению акарицидов и мониторингу устойчивости клеща *Varroa* / Министерство сельского хозяйства Республики Беларусь. – URL: <https://minagro.gov.by> (дата обращения: 11.05.2025).

13. Профилактика и лечение варроатоза пчел при органическом животноводстве : метод. рекомендации. – Минск : Институт ветеринарии, 2019. – 28 с.

14. *Varroa destructor*: a complex parasite crippling honey bees worldwide / K. S. Traynor, J. S. Pettis, D. R. Tarpy [et al.] // Trends in Parasitology. – 2018. – Vol. 34, № 4. – P. 313–315. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6023343> (дата обращения: 01.07.2025). DOI:10.1016/j.pt.2018.01.004.

15. Борьба с клещом *Varroa*: подборка статей и видео. – URL: <https://300.ya.ru/H3ErMgpe> (дата обращения: 01.07.2025).

УДК 638.162.3

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МЁДА: ПРИРОДНЫЕ АНТИМИКРОБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И НЕОБХОДИМОСТЬ НОРМАТИВНОГО КОНТРОЛЯ

Н. В. Архипова, Т. И. Климко, Н. В. Зинина

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. В работе рассмотрены природные антимикробные механизмы, обеспечивающие микробиологическую стабильность мёда, а также случаи его контаминации патогенными микроорганизмами, зафиксированные в научной литературе. Обоснована необходимость внедрения нормативного микробиологического контроля мёда как одного из ключевых условий обеспечения пищевой безопасности и повышения экспортного потенциала продукции пчеловодства. Предложено учитывать международные подходы к стандартизации при формировании национальных требований к качеству мёда.

Ключевые слова: мёд, антимикробные свойства, микробиологический контроль, патогенные микроорганизмы, стандартизация, пищевая безопасность.

Summary. The paper explores the natural antimicrobial mechanisms that contribute to the microbiological stability of honey, including factors such as hydrogen peroxide, low water activity, acidity, peptides, and polyphenols. Despite these properties, scientific literature reports instances of honey contamination by pathogenic microorganisms. The study substantiates the need to introduce mandatory microbiological quality control for honey as a key measure to ensure food safety and support the export competitiveness of apicultural products. It is recommended that international standardization practices be taken into account when developing national honey quality regulations.

Keywords: honey, antimicrobial properties, microbiological control, pathogenic microorganisms, standardization, food safety.

Мёд традиционно рассматривается как природный продукт с высокими санитарными характеристиками. Однако несмотря на его известные антимикробные свойства, обусловленные низкой активностью воды (наличие свободных молекул воды в мёде), наличием перекиси водорода, кислотной реакцией среды, пептидами и полифенолами, в ряде научных публикаций

зафиксированы случаи выявления патогенной микрофлоры в товарных образцах мёда. Это ставит под сомнение абсолютную безопасность данного продукта и требует пересмотра подходов к его микробиологической оценке. В современных нормативных документах, действующих на территории Республики Беларусь, отсутствуют обязательные требования к микробиологическим показателям мёда, что создаёт риски как для потребителя, так и для международного продвижения отечественного пчеловодства.

Антимикробные свойства мёда подтверждены многочисленными исследованиями [2, 3], однако их эффективность может снижаться при нарушении технологических условий сбора, хранения и фасовки. Показано, что в мёде могут присутствовать споры *Clostridium botulinum*, бактерии *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus spp.* и другие микроорганизмы [1, 4].

В ходе изучения научной литературы мы столкнулись с двумя противоположными утверждениями: мёд – антимикробное средство и мёд – источник болезнетворных микроорганизмов, причем оба утверждения подкреплены научными данными. Производят ли пчелы стерильный мёд? И если допустить, что они его производят, а вмешательство человека способствует микробному загрязнению этого продукта, то напрашивается закономерный вопрос: на каком этапе производства мёда он перестает быть стерильным? Для получения ответа мы видим необходимость дальнейших научных исследований. Но даже при обнаружении «слабого звена» при производстве мёда мы не сможем сказать, где происходит нарушение санитарных норм, так как эти нормы не доработаны.

Производство и контроль качества продуктов пчеловодства регламентируются согласно законодательству Республики Беларусь. В Беларуси действует гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов» № 37. Также на Беларусь распространяются требования Евразийского экономического союза – технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». В этих документах требования к мёду сводятся к изучению наличия остаточных количеств ряда химических веществ. Показатели микробиологической чистоты не входят в перечень контролируемых показателей качества и безопасности мёда.

При изучении «Ветеринарно-санитарных правил содержания пчел» мы обнаружили в главе 10 «Требования к процессам получения продуктов пчеловодства» крайне скудную информацию, описывающую общие нормы гигиены.

Хотим также обратить внимание на тот факт, что в Республике Беларусь не контролируется микробиологическая чистота ввозимого из-за рубежа мёда. Нет инструкции, разработанных методик для такого контроля.

Как показывает современная ситуация в вопросе экспорта мёда, такая инструкция необходима.

В 2023 г. Беларусь и Китай подписали Протокол на поставки меда в КНР. В ходе переговоров белорусские специалисты ознакомились с требованиями Государственного стандарта Китайской Народной Республики «Государственный стандарт безопасности продуктов питания. Мед». Китайские представители просят, в частности, отметить, как у нас контролируются такие показатели, как общее микробное число, бактерии группы кишечной палочки, сальмонелла, шигелла, золотистый стафилококк, плесень, дрожжи. Никакие другие страны не требуют таких исследований при экспорте мёда.

Мы предприняли попытку разобраться в истории развития данного вопроса. Одной из причин особого внимания к качеству мёда в Китае являются проблемы, связанные с фальсификацией и микробиологической безопасностью данного продукта. В течение последних двух десятилетий Китай неоднократно подвергался критике со стороны международного сообщества за экспорт некачественного мёда, содержащего добавки, антибиотики и посторонние примеси. Это стало поводом для ужесточения санитарных норм, введения обязательной лабораторной экспертизы и государственного мониторинга качества.

Фальсификация китайского мёда заключалась прежде всего в его разбавлении сиропами – кукурузным, рисовым или глюкозо-фруктозным – с целью снижения себестоимости продукции [5]. Подобные случаи неоднократно выявлялись на рынках США, стран ЕС и Канады, где китайский мёд реализовывался под видом продукции других стран происхождения с нарушением правил маркировки.

Кроме того, были зафиксированы случаи превышения микробиологических нормативов, в частности, загрязнение мёда дрожжами, плесневыми грибами, а также спорами *Clostridium botulinum*, что особенно опасно при использовании мёда в детском питании [6].

Эти инциденты побудили правительство Китая к разработке и внедрению более строгих мер контроля. Были обновлены национальные стандарты безопасности пищевых продуктов (в частности, GB 14963-2011), введена обязательная сертификация партий мёда перед экспортом, а также установлены лимиты микробиологических показателей.

Логично предположить, что если Беларусь станет экспортировать мёд в Китай, то она столкнется с такими требованиями. Полезно знать, какая микробиологическая обсемененность нашего мёда и от чего она зависит. Это будет способствовать высокому экспортному потенциалу мёда даже в страны, где существуют строгие требования к его микробиологическому контролю.

Заключение. На наш взгляд, разработка методики по определению микробиологической чистоты меда является первоочередной задачей и перспективным направлением исследований. Возможно, полученные результаты потребуют внесения дополнений в «Ветеринарно-санитарные правила содержания пчел».

По совокупности изложенных данных мы считаем необходимым рекомендовать внедрение в Республике Беларусь микробиологических нормативов при оценке качества мёда, что повысит уровень пищевой безопасности, усилит экспортный потенциал пчеловодческой продукции и позволит привести национальные стандарты в соответствие с международными требованиями.

Литература

1. Микробиологическая безопасность меда / И. В. Куш, Н. Э. Ваннер, Д. И. Удавлив, М. Д. Мурадова // *Health, Food & Biotechnology*. – 2019. – № 3.
2. Molan, P. C. The antioxidant properties of honey: a review / P. C. Molan, T. Rhodes // *Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 185. – P. 380–385.
3. Cianciosi, D. Polyphenols in honey: from natural antioxidant properties to health benefits / D. Cianciosi, E. Camilli, G. Caprioli // *Antioxidants*. – 2018. – Vol. 7, № 5. – Art. 118.
4. Microbiological quality of Polish artisanal varietal honeys / M. Kędzierska-Matysek, M. Florek, P. Skąlecki, Z. Litwińczuk // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, № 18. – P. 3349.
5. Mitchell, L. U. S. honey imports and the Chinese honey laundering scandal / L. Mitchell // *Food Safety News*. – 2011.
6. Microbiological contamination in commercial honey samples from different regions of China / X. Zhu [et al.] // *Food Control*. – 2016. – Vol. 68. – P. 210–215.

3. ВЕТЕРИНАРНАЯ ДИАГНОСТИКА

УДК 595.121:577.21

КАРИОФИЛЛИДЫ: МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИИ

Ю. И. Тяпша¹, С. В. Полоз², О. В. Дубаневич¹

¹РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского»,
Минск, Республика Беларусь

²РУП «Институт рыбного хозяйства», Минск, Республика Беларусь

Резюме. Представлены результаты молекулярно-генетического исследования гельминтов сем. Caryophyllidae, включая разработку системы праймеров для амплификации участков 28S рРНК, оценку эффективности ПЦР и анализ генетического разнообразия методом HRM. Исследовано 48 проб гельминтов, выделенных от карповых рыб из водоемов Беларуси. Для фрагмента 365 п. н. эффективность амплификации составила 97,9 % (47/48 проб), выявлено 13 генетических групп ($\Delta T = 2,8$ °C). Для фрагмента 1150 п. н. амплификация успешна в 18,8 % случаев (9/48 проб) с выявлением 8 генетических групп ($\Delta T = 2,2$ °C). Полученные данные свидетельствуют о высокой консервативности участка 365 п. н. и значительной вариабельности участка 1150 п. н., что требует дальнейшего секвенирования для уточнения таксономии. Результаты имеют значение для разработки молекулярно-генетических маркеров и изучения сем. Caryophyllidae.

Ключевые слова: Caryophyllidae, 28S рРНК, ПЦР, HRM-анализ, генетическое разнообразие, праймеры.

Summary. The article presents the results of a molecular genetic study of helminths of the family Caryophyllidae, including the development of a primer system for the amplification of 28S rRNA regions, evaluation of PCR efficiency, and analysis of genetic diversity using the HRM method. A total of 48 helminth samples isolated from carp fish from Belarusian water bodies were analyzed. For the 365 bp fragment, the amplification efficiency was 97.9 % (47/48 samples), and 13 genetic groups were identified ($\Delta T = 2.8$ °C). For the 1150 bp fragment, amplification was successful in 18.8 % of cases (9/48 samples), with 8 genetic groups identified ($\Delta T = 2.2$ °C). The data obtained indicate a high degree of conservatism of the 365 bp region and significant variability of the 1150 bp region, which requires further sequencing to clarify the taxonomy. The results are significant for the development of molecular genetic markers and the study of the subclass Caryophyllidae.

Keywords: Caryophyllidae, 28S rRNA, PCR, HRM analysis, genetic diversity, primers.

Введение. Кариофиллиды относятся к отряду нерасчлененных ленточных червей с одним половым аппаратом. Отряд Caryophyllidea насчитывает 150 видов червей, относящихся к 41 родам, объединенных в четыре семейства [4]. Развитие кариофиллид (за исключением представителей родов *Archigetes* и *Paraglaridacris*, прогенез которых проходит в теле водных олигохет из родов *Tubifex* и *Limnodrilus* происходит со сменой хозяев [3]. Паразитируют большинство гвоздичников в кишечнике сомообразных и карпообразных пресноводных рыб [1]. На долю кариофиллид приходится до 25 % фауны цестод [5]. Молекулярно-генетические исследования гельминтов сем. Caryophyllidae осложнены отсутствием универсальных маркеров для видовой дифференциации [2, 6].

Цель исследования – разработать систему праймеров для амплификации консервативных участков 28S рРНК (365 п. н. и 1150 п. н.), оценить эффективность ПЦР и генетическое разнообразие гельминтов сем. *Caryophyllidae* методом HRM.

Материалы и методы. Исследовано 48 проб гельминтов отряда Caryophyllidea, выделенных из кишечника карпов (*Cyprinus carpio*) в рыбохозяйственных водоемах Беларуси (2023–2024 гг.). Видовая принадлежность подтверждена морфометрически [3]. ДНК выделяли: методом на магнитных частицах (набор «М-Сорб-ООМ») с предварительной обработкой протеиназой-К (20 мкг/100 мкл) и β-меркаптоэтанолом (0,1 %), колоночным методом (силикогелевые мембраны).

Концентрацию ДНК измеряли на спектрофотометре NanoPhotometer® P 300 ($A_{260}/A_{280} \geq 1,8$). Праймеры разработаны в программе Vector NTI для участков 28S рРНК: 365 п.н.: F: 5'-TAGTCTGTGGTGTAGTGGTAG-3', R: 5'-TTCACCATCTTTTCGGGTCTC-3' ($T_m = 41,4\text{--}51,4^\circ\text{C}$) и 1150 п. н.: F: 5'-TAGCGAACAAGTACCGTGAG-3', R: 5'-TTCACCATCTTTTCGGGTCTC-3' ($T_m = 48,1\text{--}51,4^\circ\text{C}$). Специфичность праймеров проверена в BLAST. Условия амплификации: смесь: 2 мкл ДНК, 12,5 мкл ArtMix, 1 мкл праймеров (10 пмоль/мкл), протокол: 95 °C – 5 мин; 29 циклов: 95 °C (30 с), 55 °C (30 с), 72 °C (30 с). HRM-анализ проводили с шагом 0,2 °C (75–95 °C) на термоциклере CFX96 (Bio-Rad).

Результаты исследований. При амплификации фрагментов 365 п. н. исследуемых проб положительные результаты получены для 47 из 48 проб. Температуры плавления варьировались от 89,6 °C до 92,4 °C, а значения St (количество циклов амплификации) находились в диапазоне от 8 до 24 (табл. 1).

Анализ температур плавления фрагментов в исследуемых образцах с праймерами для фрагмента 365 п. н. выявил 13 групп. Разница между максимальной и минимальной температурой плавления исследуемых фрагментов составила 2,8 °C (см. рис. 5), что указывает на генетические отличия

Таблица 1. Результаты ПЦР и HRM-анализа ДНК гельминтов с праймерами для фрагмента 365 п. н.

№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct	№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct	№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct	№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct
1	91	13	13	90,4	19	25	92	20	37	–	–
2	92,2	18	14	91,4	18	26	91,8	24	38	92	18
3	91,8	10	15	90,6	12	27	92	19	39	92	17
4	90,8	18	16	91,6	15	28	91,8	21	40	92,4	16
5	91,8	16	17	91	18	29	92,2	17	41	92,4	15
6	89,6	11	18	90,5	19	30	92	17	42	92,2	19
7	90,4	14	19	91,2	17	31	92,2	16	43	92,4	10
8	90,6	10	20	91	19	32	92,2	19	44	92,2	20
9	90,6	11	21	90,8	19	33	–	–	45	92,4	13
10	91,4	8	22	90,6	20	34	92,2	20	46	91,4	11
11	91,2	14	23	91	20	35	92,2	17	47	92,4	21
12	91,6	11	24	91	21	36	92,2	16	48	91,4	13

Примечание. Положительные результаты получены для 47 из 48 проб.

(различный нуклеотидный состав) среди исследованных образцов ДНК гельминтов. HRM-анализ подтвердил специфичность амплификации, что видно по четким сигмоидным кривым на рис. 2 и фореже на рис. 1.

На рис. 1–6 приведены электрофореграммы и результаты HRM-анализа для отдельных фрагментов 365 и 1150 п. н. некоторых проб (№ 7–16) в качестве примера.

Электрофореграммы (рис. 1, 3) демонстрируют четкие полосы амплификации, соответствующие ожидаемым размерам фрагментов. HRM-анализ (рис. 2, 4–6) позволил выявить генетические различия между пробами на основе температур плавления.

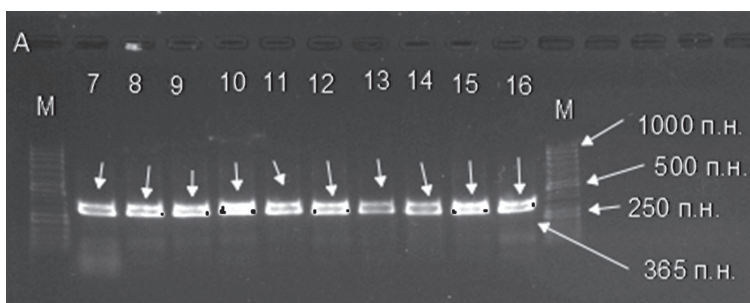


Рис. 1. Электрофореграмма положительных проб (фрагмент 365 п. н.). Стрелками обозначены ампликоны ожидаемого размера (365 п. н.), М – маркер молекулярной массы 50 bp DNA Ladder

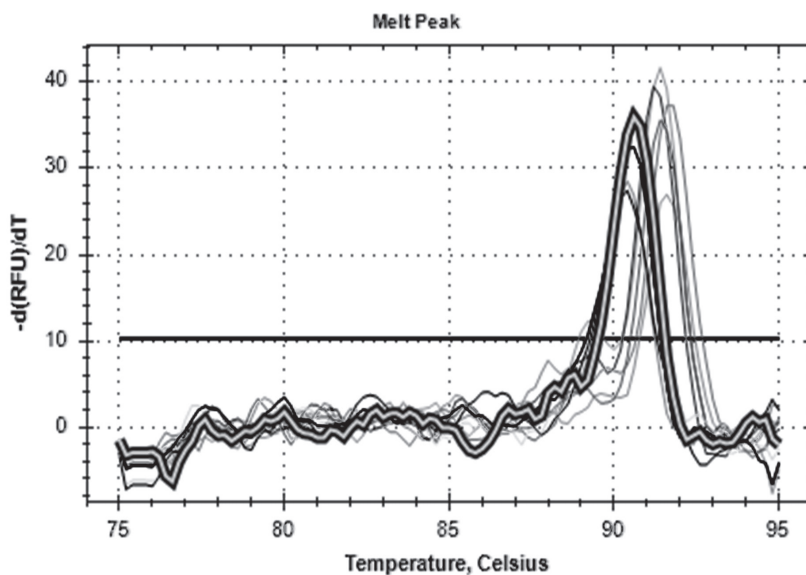


Рис. 2. HRM-анализа образцов (фрагмент 365 п. н.).
Кривые плавления для 10 положительных образцов (№ 7–16)

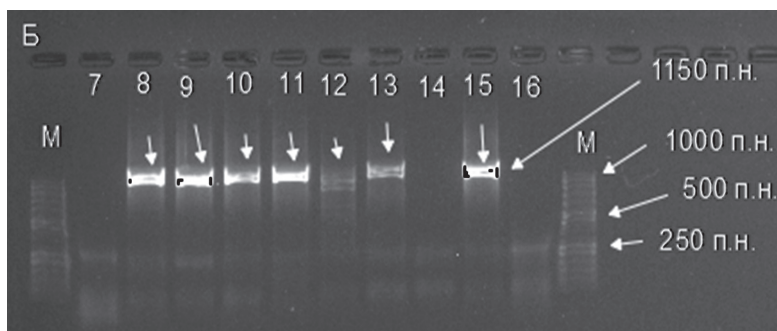


Рис. 3. Пример HRM-анализа образцов (фрагмент 1150 п. н.).
Кривые плавления для 10 положительных образцов (№ 7–16).
Стрелками обозначены ампликоны ожидаемого размера (1150 п. н.),
M – маркер молекулярной массы 50 bp DNA Ladder

Для фрагмента 1150 п. н. амплификация детектирована в 9 из 48 проб (табл. 2). Такая низкая эффективность может объясняться тем, что система праймеров, возможно, подобрана для узкой группы таксонов, что требует проверки секвенированием.

Температуры плавления для фрагмента 1150 п. н. варьировались от 91 °C до 92,8 °C, образуя 8 групп с шагом 2,2 °C (рис. 6).

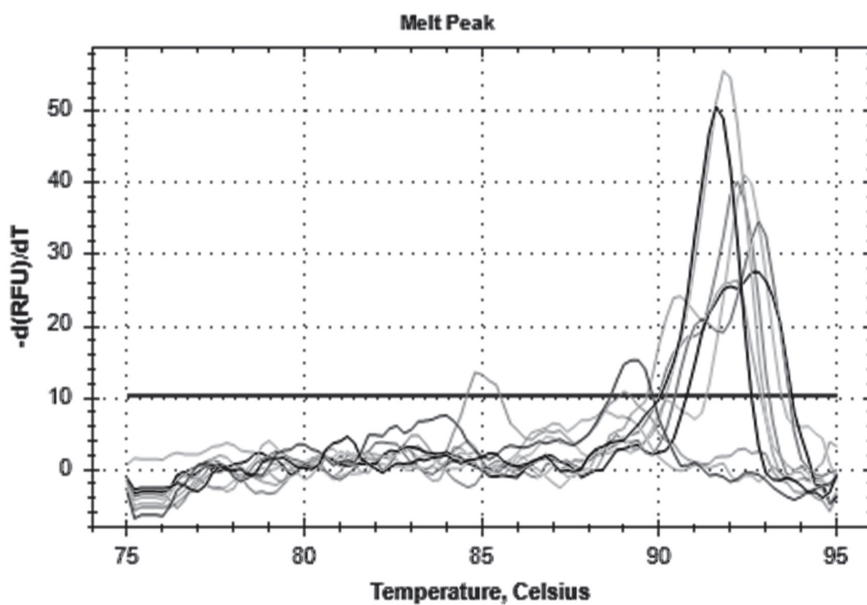


Рис. 4. Пример HRM-анализа образцов (фрагмент 365 п. н.).
Кривые плавления образцов в виде сигмоидных кривых

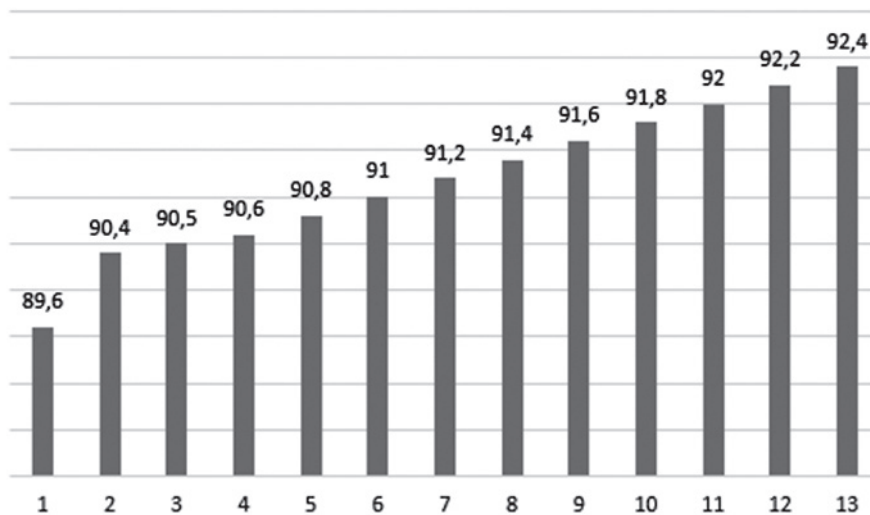


Рис. 5. Распределение температур плавления для фрагмента 365 п. н.
Видно, что выявлено 13 групп по температурам плавления с разностью
в температуре плавления 2,8 °C

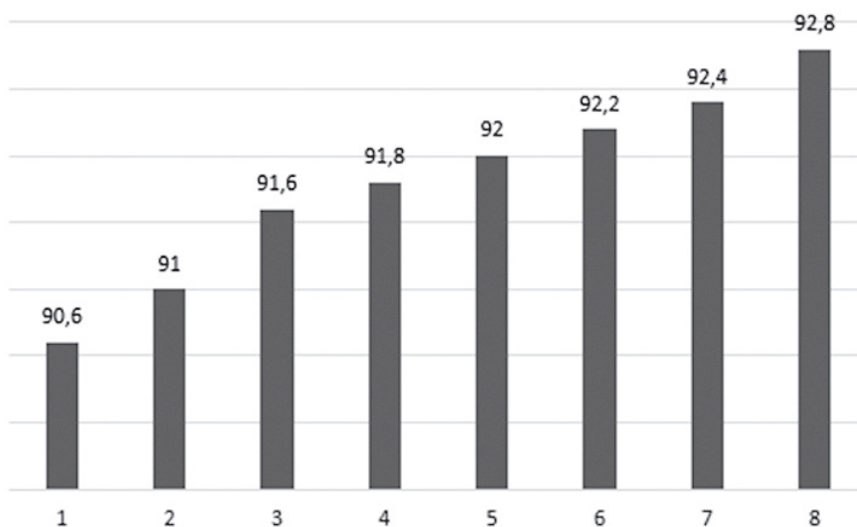


Рис. 6. Распределение температур плавления для фрагмента 1150 п. н.

Таблица 2. Результаты ПЦР и HRM-анализа ДНК гельминтов с праймерами для фрагмента 1150 п.н.

№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct	№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct	№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct	№ пробы	Температура плавления (°C)	Ct
1	—	—	13	—	—	25	—	—	37	—	—
2	—	—	14	—	—	26	—	—	38	—	—
3	—	—	15	92,2	12	27	—	—	39	—	—
4	—	—	16	—	—	28	—	—	40	—	—
5	92	21	17	—	—	29	—	—	41	—	—
6	91	12	18	—	—	30	—	—	42	—	—
7	—	—	19	—	—	31	—	—	43	—	—
8	91,6	12	20	—	—	32	—	—	44	—	—
9	91,8	12	21	—	—	33	—	—	45	—	—
10	92,8	17	22	—	—	34	—	—	46	—	—
11	92,8	17	23	—	—	35	—	—	47	—	—
12	92,4	20	24	—	—	36	—	—	48	—	—

Примечание. Положительные результаты зарегистрированы для 9 проб.

HRM-анализ (рис. 4) подтвердил специфичность амплификации в положительных пробах. Ct (Threshold Cycle) – количество циклов амплификации, необходимое для достижения сигнала флуоресценции выше порогового уровня.

Полученные данные демонстрируют различную эффективность амплификации для двух исследуемых фрагментов ДНК. Важно отметить, что на данном этапе мы можем говорить только о различиях в эффективности амплификации, но не о специфичности праймеров, поскольку:

1) для фрагмента 365 п. н. наблюдалась высокая эффективность амплификации (47 из 48 проб), что может указывать на высокую консервативность данного участка ДНК у исследуемых гельминтов, но нельзя исключать и меньшую специфичность праймеров, что требует проверки секвенированием;

2) для фрагмента 1150 п. н. эффективность амплификации была значительно ниже (9 из 48 проб), что может быть связано с большей вариабельностью данного участка ДНК у разных видов гельминтов или возможной более высокой специфичностью праймеров к определенным таксонам гельминтов.

Окончательные выводы о специфичности праймеров можно будет сделать только после проведения секвенирования. Различия в эффективности амплификации могут отражать как особенности праймеров, так и генетическое разнообразие образцов.

Заключение. Положительные результаты амплификации фрагментов 365 п. н. в 47 случаях из 48 проб свидетельствует о хорошей работоспособности данной системы праймеров для большинства исследованных образцов. Однако окончательные выводы о специфичности этих праймеров требуют подтверждения методом секвенирования.

Низкая эффективность амплификации фрагмента 1150 п. н. (9 положительных результатов из 48) может быть связана как с особенностями праймеров, так и с высокой вариабельностью данного участка ДНК у разных видов гельминтов.

Выявленное генетическое разнообразие (13 групп для 365 п. н. и 8 групп для 1150 п. н.) представляет особый научный интерес. Для точной интерпретации этих данных и установления видовой принадлежности гельминтов будет проведено секвенирование полученных ампликонов, выполнен сравнительный филогенетический анализ. При необходимости будут разработаны новые системы праймеров для проблемных участков.

Работа выполнена в рамках реализации гранта Б24-052 Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Литература

1. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб : руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – Л. : Наука, 1985. – 121 с.
2. Голубев, А. И. Морфология и жизненные циклы гельминтов. Часть 6. Caryophyllidea : учеб. пособие / А. И. Голубев, Л. В. Малютина, Р. М. Сабиров. – Казань : Казанский университет, 2016. – 72 с.

3. Kennedy, C. R. The life-history of *Archigetes limnodrili* (Yamaguti) (Cestoda: Caryophyllaeidae) and its development in the invertebrate host / C. R. Kennedy // Parasitology. – 1965. – Vol. 55. – P. 427–437.

4. Mackiewicz, J. S. Caryophyllidea (Cestoidea) of the World / J. S. Mackiewicz // Bulletin of the New York State Museum. – 1972. – Vol. 480. – P. 1–265.

5. Mackiewicz, J. S. Caryophyllidea (Cestoidea) : a review / J. S. Mackiewicz // Parasitology. – 1994. – Vol. 108 (S1). – P. S153–S176.

6. Karyotype, chromosomal characteristics of multiple rDNA clusters and intragenomic variability of ribosomal ITS2 in *Caryophyllaeides femica* (Cestoda) / M. Orosová, I. Králová-Hromadová, E. Bazsalovicsová, M. Spakulová // Parasitology International. – 2010. – Vol. 59. – P. 351–357.

УДК 576.858.1:579.2:57.083.3

КОНТАМИНАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР МИКОПЛАЗМАМИ: МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗ

Ю. И. Тяпша, О. В. Дубаневич, И. И. Стрельченя

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь

Резюме. Представлены современные методы выявления микоплазменной контаминации в клеточных культурах, включая молекулярно-генетические (ПЦР, HRM-анализ) и бактериологические подходы. Исследованы морфологические характеристики микоплазм, их влияние на клеточные линии, а также предложены методы контроля и деконтаминации. Показана эффективность комбинированного использования антибиотиков и гипериммунных сывороток. Результаты работы имеют важное значение для биотехнологии, вакцинного производства и фундаментальных исследований.

Ключевые слова: микоплазмы, клеточные культуры, контаминация, ПЦР, HRM-анализ, деконтаминация.

Summary. The article presents modern methods for detecting mycoplasma contamination in cell cultures, including molecular genetic (PCR, HRM analysis) and bacteriological approaches. The epizootic characteristics of mycoplasmas, their impact on cell lines, and methods for control and decontamination are investigated. The effectiveness of combined use of antibiotics and hyperimmune sera is demonstrated. The results are significant for biotechnology, vaccine production, and fundamental research.

Keywords: mycoplasmas, cell cultures, contamination, PCR, HRM analysis, decontamination.

Введение. Микоплазмы (класс *Mollicutes*) – уникальные микроорганизмы, лишенные клеточной стенки, что делает их устойчивыми ко многим β-лактамам антибиотикам [1]. Они контаминируют до 50–60 % клеточных линий, вызывая цитопатический эффект, нарушение пролиферации и апоптоз клеток [2].

Основные виды-контаминанты: *Mycoplasma orale*, *M. hyorhinitis*, *M. arginini*, *M. fermentans*, *M. hominis*, *Acholeplasma laidlawii* [3].

Согласно последней ревизии таксономии (2023 г.) семейство *Mycoplastaceae* включает: род *Mycoplasma* (более 120 видов), род *Ureaplasma*, род *Acholeplasma* [4].

Микоплазмы – облигатные хемоорганогетеротрофы, используют глюкозу или аргинин как основной энергетический субстрат, требуют добавления стеролов (кроме *Acholeplasma*) [5]. Их патогенное воздействие заключается в ингибировании клеточного роста (снижение пролиферации на 30–50 %) [6], изменение экспрессии генов хозяина, контаминации био-препаратов и вакцин [7].

Исследования показали прямую зависимость и корреляцию Ct-значений в ПЦР-РТ и цитопатического эффекта: Ct < 20 → гибель >50 % клеток в сравнении Ct > 30 → минимальное воздействие [10].

В качестве методов деконтаминации применяются комбинации различных антибиотиков, в частности плазмацин (комбинация производных хлорамфеникола и тетрациклинов), комбинация тиамфеникола и миноциклина) [11]. Применение гипериммунных сывороток также эффективны при деконтаминации клеточных линий [12].

Учитывая сложности традиционных методов диагностики – длительность культивирования (7–14 сут) для бактериологических методов [8] и ограниченную специфичность серологических исследований (ИФА) – особую актуальность приобретает разработка быстрых и точных молекулярно-генетических подходов, ПЦР в реальном времени, анализ кривых плавления в режиме реального времени с разрешением до 0,1 °C [9]. Эти методы открывают новые возможности для дифференциации видов микоплазм и оценки степени контаминации, что напрямую коррелирует с цитопатическим эффектом в клеточных культурах.

Цель исследования – разработать методы контроля контаминации клеточных линий, включая детекцию микоплазм, ахлеплазм с помощью ПЦР, изучить влияние степени контаминации на клеточные линии.

Методы исследования. В работе использовали линии клеток: MDBK, СПЭВ, МА-104, ЗГК, CV-1. Для бактериологического выделения микоплазм и ахлеплазм использовали *Mycoplasma Agar Base* (PPL0 Agar Base), India (табл. 1).

Таблица 1. Состав *Mycoplasma Agar Base*

Ингредиент	Количество
Экстракт сердечно-мозговой	6,0
Пептон	10,0
NaCl	5,0
Агар	15,0
pH (финальная при 25 °C) 7,8 ± 0,2	

Для этого 36 г среды растворяли в 700 мл деионизированной воды. Подогревали до растворения среды. Стерилизовали среду при температуре 121 °С в течение 15 мин, охлаждали до 45–50 °С и добавляли 300 мл стерильной лошадиной сыворотки. После размешивания разливали готовую среду в стерильные чашки Петри. Выращивали культуру при температуре 35–37 °С.

Для выращивания и изоляции микоплазм в бульоне использовали жидкую питательную модифицированную среду Friis, India (табл. 2).

Таблица 2. Состав бульонной модифицированной среды Friis для культивирования микоплазм

Ингредиент	Количество
Сердечно-мозговой бульон, г	25,0
Дрожжевой экстракт, мл	20,0
Гидролизат лактальбумина, г	5,0
Глюкоза 40 %, мл	2,5
Феноловый красный 2,5 %, мл	10 ,0
Раствор Хенкса А (×10), мл	40,0
Раствор Хенкса В, мл	100,0
Сыворотка лошадиная/свиная, мл	200,0
Деионизированная вода, мл	до 1000,0

В качестве селективной добавки при изоляции микоплазм использовали Friss Supplement (FD317) (табл. 3). Для этого в асептических условиях растворяли содержимое флакона Friss Supplement в 2 мл 0,2 М раствора NaOH и 8 мл стерильной дистиллированной воды. После перемешивания и растворения асептически добавляли в стерильные охлажденные (до 45–50 °С) бульон или агар в концентрации 1 мл на 100 мл среды.

Таблица 3. Состав селективной добавки Friss Supplement

Ингредиент	Количество, мг/л
Бацитрацин	125,0
Метициллин	125,0
Налидиксовая кислота	10,0

Кроме этого, для приготовления бульонной и агаровой среды использовали добавку Mycoplasma enrichment supplement (TS 052) 30 мл на 100 мл, содержащую 20 мл лошадиной сыворотки, 25 % (вес/объем) дрожжевой экстракт – 10 мл, 25 мг таллия ацетат и 20 тыс. МЕ пенициллина G.

Для посева на питательные среды использовали линии культур клеток MDBK, СПЭВ, МА-104, ЗГК, предварительно исследованные в ПЦР и контаминированные микоплазмами. Посевная доза составляла 300 мкл суспензии каждой линии культуры клеток на чашку Петри. Культивирование

7 сут при температуре 35–37 °С в атмосфере, содержащей углекислый газ около 5 %. Учет результатов роста проводили визуально под световым микроскопом Olympus BX51, увеличение 100×.

При разработке ПЦР-тест-системы для обнаружения ДНК *Acholeplasma* spp. и *Mycoplasma* spp. использовали изоляты и генетический материал *Mycoplasma* spp. и *Acholeplasma laidlawii*. Для подбора праймеров использовали базы Национального центра биотехнологической информации (NCBI) – GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). На основе этих данных с помощью программы Vector NTI были подобраны специфичные праймеры: F2-A1/R2-A1 (для *Acholeplasma laidlawii*) и F1-Ms/R1-Ms (для *Mycoplasma* spp.). С помощью HRM-анализа (с шагом 0,2 °С) и интеркалирующего красителя SYBR Green I были получены кривые плавления ампликонов, содержащих маркеры *Mycoplasma* spp. Специфичность праймеров подтвердили путем нуклеотидного выравнивания с использованием программ Align X и BLAST.

Результаты исследований. В ходе исследования была разработана мультиплексная ПЦР-система для одновременного выявления *Mycoplasma species* и *Acholeplasma laidlawii* (табл. 4, рис. 1). Подбор праймеры и зонды для *Acholeplasma*: F2-A1, R2-A1, зонд Z2-A1 (HEX/ВНQ-1) и для *Mycoplasma*: F1-Ms, R1-Ms, зонд Z1-Ms (FAM/ВНQ-1).

Таблица 4. Условия амплификации

Амплификаторы с активным регулированием (по раствору в пробирке)		Количество повторов
температура	время	
95 °С	3 мин	1
95 °С	20 с	40
55 °С	30 с	
60 °С	30 с	
10 °С	Хранение	–

Все исследуемые клеточные линии – MDBK, СПЭВ, CV, МА-104, ЗГК – показали наличие контаминации *Mycoplasma spp.* со значениями Ct в диапазоне 24–26. При этом наиболее низкий уровень контаминации микоплазмами зарегистрирован в линии CV (Ct = 32.1). *Acholeplasma laidlawii* обнаружена только в линии СПЭВ с Ct = 39,5, что свидетельствует о минимальной концентрации данного контаминанта.

На рис. 2 видно, что линии культур клеток МА-104, MDBK, CV, ЗКГ, СПЭВ заражены *M. species*, при этом Ct равно 24–26 соответственно.

Анализ кривых плавления выявил смешанную инфекцию *M. species*. То, что культура микоплазм смешанная, подтверждают результаты HRM-анализа по температурам плавления (рис. 3).

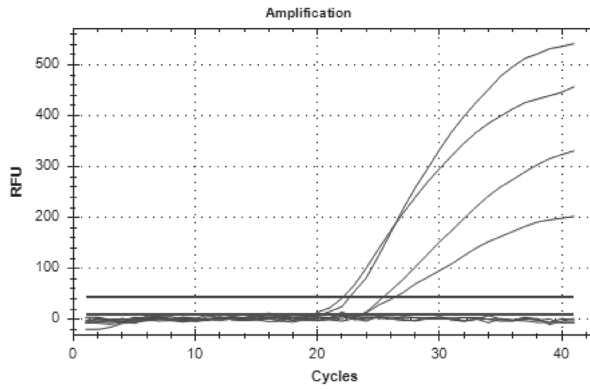
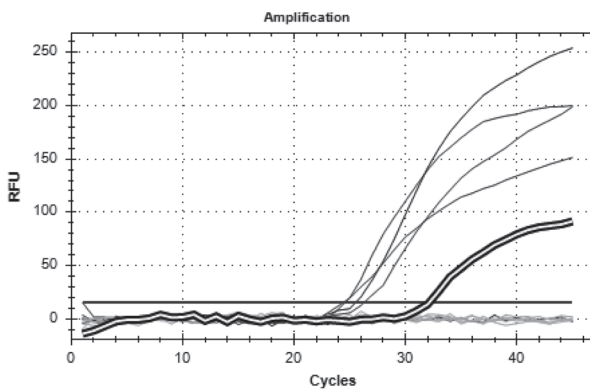
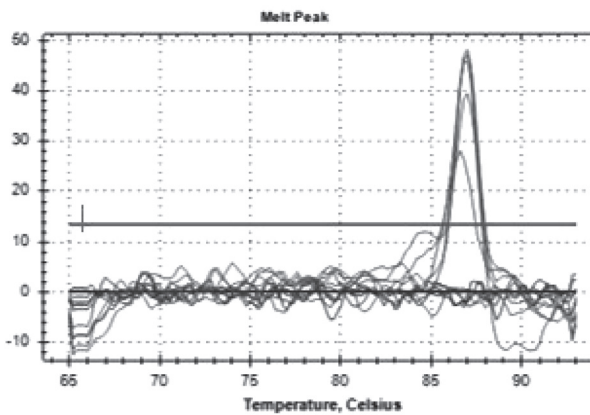


Рис. 1. Результаты ПЦР одновременного выявления генома *Acholeplasma laidlawii* и *Mycoplasma species* с праймерами F2-A1, R2-A1, Z2-A1 и F1-Ms, R1-Ms, Z1-Ms



Sample	Cq
Ma-104	24,54
MDBK	25,49
CV	32,1
3ГК	24,36
СПЭВ	26,24

Рис. 2. Результаты ПЦР в реальном времени с праймерами для детекции генома *Mycoplasma species* в линиях культур клеток MDBK, СПЭВ, МА-104, CV-1, 3ГК



1-MDBK	87.00
2-СПЭВ	87.00
3-МА-104	87.00
4-Cv-1	86.60
5-3ГК	86.80
	None

Рис. 3. Кривые плавления ПЦР-продуктов фрагментов ДНК *Mycoplasma species* в линиях культур клеток MDBK, СПЭВ, МА-104, CV-1, 3ГК

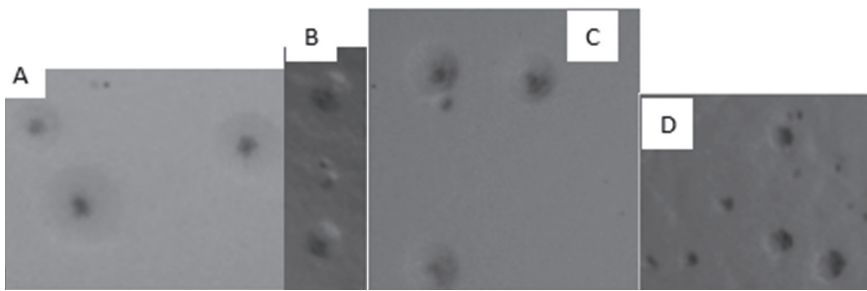


Рис. 4. Культура *Mycoplasma species* (7-й день культивирования), выделенная из суспензии культуры клеток МА-104 (А), MDBK (В), ЗГК (С), СПЭВ (D)

На рис. 3 температура плавления исследуемых фрагментов составила 87,0; 87,0; 87,0; 86,6; 86,8 градусов. Это означает, что исследуемые продукты амплификации вариабельны между собой и различаются между собой нуклеотидной последовательностью.

Бактериологическим методом рост микоплазм выявлен на культурах клеток MDBK, СПЭВ, МА-104, ЗГК. Колонии очень мелкие, диаметр менее 1 мм, морфологию можно рассмотреть только при увеличении (рис. 4).

На рис. 4 (А, В, С) колонии представлены в виде «яичницы-глазуньи», где темный центр колонии возникает в результате вставания клеток в агар, в то время как светлая наружная зона образуется микоплазмами, растущими на поверхности питательной среды. Некоторые виды (рис. 4, D), образуют гранулированные колонии с выраженным темным центром без отчетливой периферической зоны. Колонии представляют некоторые различия по размеру внутри одной линии культуры клеток, а также есть некоторые фенотипические различия между линиями культур клеток, видовое различие можно будет выявить секвенированием в дальнейших исследованиях.

Заключение. Установлено, что клеточные линии инфицированы микоплазмами в высоких концентрациях: в 4 из 5 исследуемых линий значения Ct составили 24–26. Контаминация ахлеплазмами обнаружена только в одной клеточной линии (Ct = 39,5), что указывает на низкую концентрацию данного контаминанта. Результаты HRM-анализа показали температуру плавления ампликонов *Mycoplasma spp.* в диапазоне 86,6–87,0 °С, что позволяет предположить наличие в исследуемых образцах не менее трех различных видов микоплазм. Для точной идентификации видового состава микоплазм планируется проведение секвенирования.

Литература

1. Razin, S. Molecular biology and pathogenicity of mycoplasmas / S. Razin, D. Yogev, Y. Naot // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 1998. – Vol. 62, № 4. – P. 1094–1156.
2. Drexler, H. G. Mycoplasma contamination of cell cultures: Incidence, sources, effects, and elimination / H. G. Drexler, C. C. Uphoff // Methods in Cell Biology. – 2002. – Vol. 68. – P. 299–318.

3. Mycoplasma testing of cell substrates and biologics / D. V. Volokhov, L. J. Graham, K. A. Brorson, V. E. Chizhikov // *Molecular and Cellular Probes*. – 2021. – Vol. 51. – P. 101540.
4. Gupta, R. S. Phylogenetic framework for the phylum Tenericutes / R. S. Gupta, S. Sawani, M. Adeolu // *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2018. – Vol. 68. – P. 1957–1964.
5. Miles, R. J. Metabolism / R. J. Miles, R. A. J. Nicholas, J. M. Hatchel // *Molecular Biology and Pathogenicity of Mycoplasmas*. – 2020. – P. 85–102.
6. Uphoff, C. C. Treatment of mycoplasma contamination / C. C. Uphoff, S. A. Denkmann, H. G. Drexler // *BioMed Research International*. – 2022. – Vol. 2022. – Article ID 7427261.
7. Борхсениус, С. Н. Микоплазмы в биотехнологии / С. Н. Борхсениус, В. М. Чернов, О. А. Венская. – М. : Наука, 2016. – 240 с.
8. *Mycoplasma pneumoniae* / K. B. Waites, L. Xiao, Y. Liu [et al.] // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2017. – Vol. 30, № 3. – P. 747–809.
9. PCR-based detection / J. Tang, M. Hu, S. Lee, R. Roblin // *Methods in Molecular Biology*. – 2020. – Vol. 2065. – P. 75–85.
10. Olarerin-George, A. O. Assessing the prevalence of mycoplasma contamination / A. O. Olarerin-George, J. B. Hogenesch // *Nucleic Acids Research*. – 2015. – Vol. 43, № 5. – P. 2535–2542.
11. Uphoff, C. C. Comparative antibiotic eradication / C. C. Uphoff, H. G. Drexler // *Cyotechnology*. – 2022. – Vol. 74, № 1. – P. 1–14.
12. Zhang, S. Monoclonal antibodies / S. Zhang, S. Tsai, S. C. Lo // *Hybridoma*. – 2019. – Vol. 38, № 3. – P. 109–118.

УДК 577.2:579.842.1:579.253.4

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К ПОЛУЧЕНИЮ РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ
MYCOPLASMA HYOPNEUMONIAE И *MYCOPLASMA BOVIS*
В ШТАММЕ-ПРОДУЦЕНТЕ *ESCHERICHIA COLI***

Ю. И. Тяпша, О. В. Дубаневич

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. Использовали компетентные клетки *Escherichia coli* BL21(DE3) для экспрессии мембранных белков *Mycoplasma hyopneumoniae* и *Mycoplasma bovis*. Методы включали: клонирование генов в pET24b(+) с использованием сайтов рестрикции NheI/HindIII и NheI/EcoRI, трансформацию и отбор клонов на средах с канамицином. Получены рекомбинантные штаммы *E. coli*, несущие гены мембранных белков *Mycoplasma*. Экспрессионная активность, стабильность и иммуногенные свойства белков в дальнейшем будут изучаться для оценки пригодности их в диагностике и вакцинопрофилактике.

Ключевые слова: *Mycoplasma*, рекомбинантные белки, pET24b, *E. coli* BL21(DE3), ПЦР, эндонуклеазы, клонирование, трансформация, экспрессия.

Summary. Combined *Escherichia coli* BL21(DE3) cells were used to propagate the membrane proteins *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Mycoplasma bovis*. The methods included: cloning of genes in pET24b(+) using NheI/HindIII and NheI/EcoRI restriction sites, transformation

and selection of clones on media with kanamycin. The obtained recombinant strains of *E. coli* carrying the mycoplasma gene protein. The expression activity, stability, and immunogenic properties of proteins will be further studied to assess their suitability for diagnosis and vaccine prophylaxis.

Keywords: *Mycoplasma*, recombinant proteins, pET24b, *E. coli* BL21(DE3), PCR, endonucleases, cloning, transformation, expression.

Введение. Микоплазмы – своеобразная группа микроорганизмов, которые, подобно вирусам, могут персистировать и размножаться внутри клеток, вызывая цитопатический эффект, но и как бактерии могут расти на питательных средах [1, 8].

Mycoplasma bovis является одним из основных этиологических агентов респираторных заболеваний крупного рогатого скота во всем мире. При вскрытии павших от микоплазмоза телят наблюдаются увеличение лимфатических узлов, застойные явления в легких с очагами некроза. *M. bovis* была впервые выделена в Соединенных Штатах Америки в 1961 г. Несмотря на то что прошло более 60 лет с тех пор, как *M. bovis* была впервые выделена, патогенез до сих пор не очень ясен. Подтверждено, что инфекция, вызываемая *M. bovis* оказывает влияние на иммунную систему хозяина, включая выработку воспалительных факторов или апоптоз иммунных клеток, а мембранные белки играют важнейшую роль в регуляции защитной системы хозяина. Кроме того, *M. bovis* обладает лекарственной устойчивостью, все эти причины сильно затрудняют профилактику, контроль и борьбу с заболеванием [1, 2, 4].

Адгезины, или белки цитоплазматической мембраны микоплазм, обладают иммуногенными свойствами и могут быть использованы в качестве компонентов при производстве вакцин. Многие адгезины можно использовать для разработки серологических методов диагностики, они имеют высокую иммуногенность, в частности, гликопротеин P1g представляющий собой одноцепочечный гликопротеин с молекулярной массой около 92 кДа, и другие с молекулярной массой предпочтительней от 30 до 100 кДа.

В настоящее время вакцины против микоплазмоза КРС и свиней на рынке отсутствуют коммерческие вакцины, в частности, из-за трудности культивирования микоплазм в промышленных условиях. Исключением является, например, вакцина Protivity® от Zoetis, которая представляет собой модифицированную живую бактериальную вакцину против респираторных заболеваний, вызываемых *M. bovis* у телят.

Разработки активно ведутся, и есть ряд научных разработок по созданию вакцин против микоплазмоза, в том числе рекомбинантных [3, 7]. Первые работы по получению рекомбинантных белков клеток *Mycoplasma hyopneumoniae* для диагностических целей и специфической профилактики встречаются с 1991 г. [6].

От 30 до 80 % свиноголовья заражено микоплазмами, причем некоторые виды, персистируя в дыхательном тракте, разрушают реснитчатый эпителий, что активизирует другие этиологические агенты пневмоний. Развивающаяся патология приводит к снижению усвояемости кормов на 14–20 %, среднесуточного прироста живой массы на 16–30 % и потере около 25 кг мяса на 1 голову [5].

Трансформация, вставка гена в плазмиду, лигирование – это ключевые этапы молекулярно-генетических манипуляций, которые позволяют создать рекомбинантные молекулы ДНК, используемые в биотехнологии, клонировании и других исследованиях. Поэтому перед нами были поставлены задачи: сконструировать векторы и продуцент для экспрессии целевого с использованием *E. coli* в качестве системы экспрессии белка *Mycoplasma hyopneumoniae* и *Mycoplasma bovis* для оценки возможности их использования в диагностических и лечебно-профилактических препаратах против микоплазмоза.

Материалы и методы. Выделение ДНК/РНК проводили с использованием российского набора «АмплиПрайм РИБО-сорб» в соответствии с инструкцией производителя. Концентрацию ДНК измеряли на спектрофотометре Р330-30 (А260/280). Успешность лигирования и рестрикции подтверждали электрофорезом. Электрофоретическое разделение ДНК-фрагментов проводили в 0,8 % и 1,5 % агарозном геле в трис-ацетат-ЭДТА буфере (ТАЕ) при напряжении 100 В (сила тока 80 мА) в течение 40 мин. Параметры амплификации включали: начальную денатурацию при 98 °С в течение 2 мин (1 цикл), затем 35 циклов амплификации (денатурация при 98 °С – 5 с, отжиг при 55 °С – 30 с, элонгация при 72 °С – 35 с) с высокопроцессивной полимеразой в составе реакционной смеси ДНК-полимераза ArtMix HF и 95 °С – 3 мин (1 повтор); 95 °С – 10 с, 55 °С – 60 с, 60 °С – 45 с (40 повторов) с обычной Taq-полимеразой в составе реакционной смеси ДНК-полимераза ArtMix (ООО «АртБиоТех»).

Для подбора праймеров, фланкирующих гены, кодирующие протективные белки цитоплазматической мембраны *Mycoplasma hyopneumoniae* и *Mycoplasma bovis*, использовали базы данных NCBI, Vector NTI. Анализ полученных последовательностей проводили с помощью программы BLAST. Для экспрессии целевого белка в *E. coli* использовали следующие элементы: промотор T7, маркеры устойчивости к антибиотикам (в составе плазмиды pET 24b(+)), гены целевого белка с сайтами рестрикции Nhe I и Hind III для *Mycoplasma hyopneumoniae* и Nhe I и Eco RI для *Mycoplasma bovis*.

Для работы с *Mycoplasma hyopneumoniae* использовали ДНК-матрицу с молекулярной массой кодируемого белка около 46 и 66 кДа. Для работы с *Mycoplasma bovis* использовали ДНК-матрицу с молекулярной массой около 36 и 45 кДа.

Реагенты: ДНК-полимераза ArtMix HF, трис-ацетат-ЭДТА (ТАЕ) буфер, маркеры молекулярного веса: GeneRuler 50 bp Ladder (Fermentas, Литва) – для точного определения размеров малых фрагментов ДНК (50–1000 п. н.), праймеры, в том числе с сайтами рестрикции Nhe I Eco RI и Hind III, плазида рЕТ 24b(+) – 5309 п. н. Набор Cleanup Standard (Евроген, ВС022) использовали для экстракции и очистки ПЦР-амплифицированных фрагментов генов, рестрикционных фрагментов плазмиды после обработки эндонуклеазами (NheI/HindIII для *M. hyopneumoniae* и NheI/EcoRI для *M. bovis*). Набор Plasmid Miniprep (Евроген, ВС021S) применяли для очистки рекомбинантных плазмид рЕТ24b(+) из культур *E. coli* BL21(DE3), подготовки ДНК для контрольного электрофореза, трансформации в экспрессионный штамм, для подтверждения клонирования секвенированием. Векторные конструкции Ec-hp-BL21 и Ec-Bv-BL21 получены путем лигирования (ДНК-лигаза T4) целевых фрагментов в плазмиду рЕТ24b(+) (5309 п. н.), линейлизованную сайтами рестрикции Nhe I и Hind III для гена *Mycoplasma hyopneumoniae* и Nhe I и Eco RI для гена *Mycoplasma bovis* соответственно. Трансформацию *E. coli* BL21(DE3) проводили с использованием векторов Ec-hp-BL21 и Ec-Bv-BL21.

Результаты исследований. В работе использовали локусы генома *M. hyopneumoniae* (GenBank: CP034597), кодирующие поверхностные антигены массой ~46 и ~66 кДа, и *M. bovis* (GenBank: CP002058.1), содержащие фрагменты генов, кодирующие внешние мембранные белки с молекулярными массами ~36 и ~45 кДа (табл. 1).

Таблица 1. Основные параметры праймеров для получения целевых белков *Mycoplasma hyopneumoniae* и *Mycoplasma bovis*

Наименование праймера	Положение в геноме	Молекулярная масса, ~кДа	Пар нуклеотидов	Genbank
CIV1-hyop	661376-661398	66	1793	CP034597
CIV2-hyop	663147-663169			
CI1-hyop	661705-661732	46	1257	CP034597
CI2-hyop	662941-662962			
CI1-bov	129417-129441	36	984	CP002058.1
CI1-bov	130378-130401			
CIV1-bov	129177-129197	45	1234	CP002058.1
CIV1-bov	130391-130411			

Для подтверждения эффективности подобранных праймеров, фланкирующих целевые гены, был проведен ПЦР-анализ. При проведении электрофореза лучшие результаты получены с праймерами CI-hyop (1275 bp) (рис. 1, а) и праймерами CI-bov (1002 bp) (рис. 1, б).

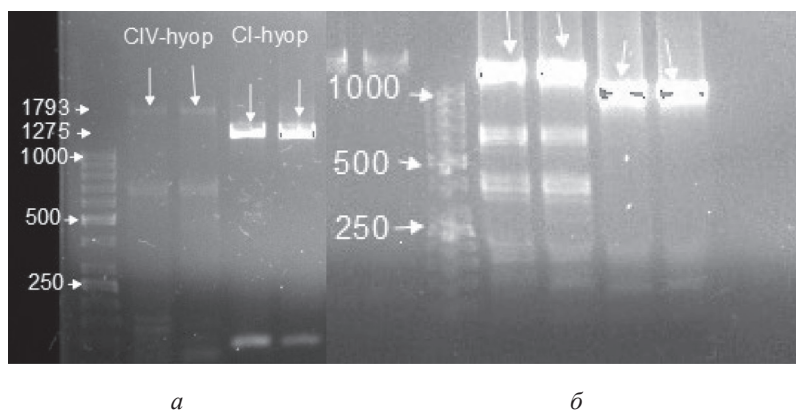


Рис. 1. Результаты ПЦР с праймерами CIV-hyop (1811 bp) и Cl-hyop (1275 bp) (а) и праймерами CIV-bov (1252 bp) и Cl-bov (1002 bp) (б)

Для очистки полученных специфических продуктов реакции от неспецифических шмеров и компонентов реакционной смеси использовали набор фирмы ЗАО «Евроген» (рис. 2, а, – для локусов *M. hyor pneumoniae*, б – для локусов *M. bovis*).

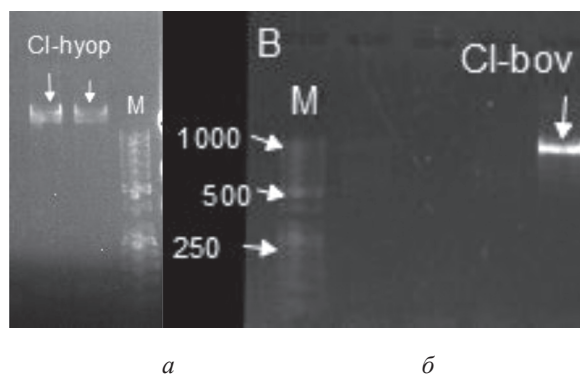


Рис. 2. Результаты ПЦР с праймерами Cl-hyop (1275 bp) (а) и Cl-bov (1002 bp) (б) после очистки фрагментов ДНК из геля

Рестрикция плазмиды: 20 мкл буфера для рестрикции, 2 мкл (50 нг/мкл) (или 0,02 мкмоль) плазмиды РЕТ, по 2 мкл (20–30 пмоль) рестриктазы Nhe I и Hind III. Общий объем реакционной смеси доводился дистиллированной водой до 50 мкл. Инкубация при температуре 37 °С в течение 1–4 ч. Реакцию останавливали прогреванием до 65 °С в течение 10 мин.

Затем проводили очистку плазмиды для удаления ферментов и ненужных фрагментов ДНК. Проводили очистку смеси набором Plasmid Miniprep для выделения плазмидной ДНК (BC021S, Евроген). Для проверки успеш-

ных результатов рестрикции был проведен электрофорез в 1,5 % агарозном геле. В качестве контроля использовали нерезанную плазмиду (пустую лигировочную реакцию).

Затем проводили лигирование: 20 мкл буфера для лигирования, 15 мкл (10 нг/мкл) вставки плюс 2 мкл (50 нг/мкл) плазмиды pET, так чтобы молярное соотношение вставка-плазида была соответственно 3:1, 2 мкл T4 лигазы (2,5 ед./мкл). Общий объем реакционной смеси доводили дистиллированной водой до 50 мкл. Инкубация при температуре 37 °С в течение 1–2 ч. Реакция лигирования останавливали нагреванием до 65 °С на 10 мин. Хранение вектора при –20–30 °С. Для проверки успешных результатов лигирования был проведен электрофорез в 1,5 % агарозном геле (рис. 3).

На следующем этапе отработаны методика подготовки компетентных клеток, отбор и анализ трансформантов. Методический подход (подготовка клеток, термошок, отбор на антибиотиках) успешно апробирован и может быть применим для других плазмид, включая экспрессионные векторы. Это создает надежную основу для работы с более сложными экспрессионными системами.

Плазмиды pET-24b(+) подготавливали к клонированию, используя эндонуклеазы BamH I и EcoR I. Для этого в реакционной смеси смешивали 1 мкг плазмидной ДНК, 1 мкг каждого из ферментов, 1× оптимальный буфер и дистиллированную воду до 20 мкл. Инкубацию проводили при температуре 37 °С в течение 1 ч, затем реакцию останавливали при температуре 65 °С в течение 20 мин.

Трансформация: полученные конструкции трансформировали в *E. coli*. Для этого использовали 100 мкл компетентных клеток *E. coli* BL21(DE3) для химической трансформации (Евроген), к которым добавляли 5 мкл лигированной ДНК. Инкубировали на льду 30 мин, затем термошок при температуре +42 °С в течение 45 с и восстанавливали на LB-бульоне в течение 1 ч. Клетки высевали на LB-агар, содержащий канамицин (100 мкг/мл) (рис. 4). Клоны первой генерации высевали на LB-агар с антибиотиком и инкубировали при 37 °С в течение 18 ч (рис. 5).

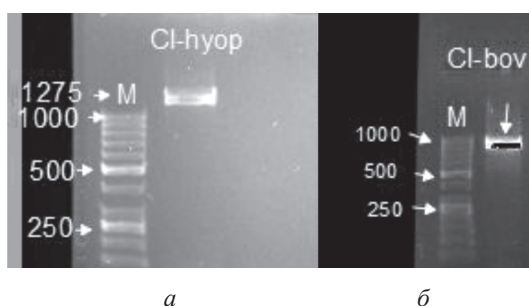


Рис. 3. Результаты ПЦР с праймерами CI-hyop (1275 bp) (a) и CI-bov (1002 bp) (б) после этапа лигирования

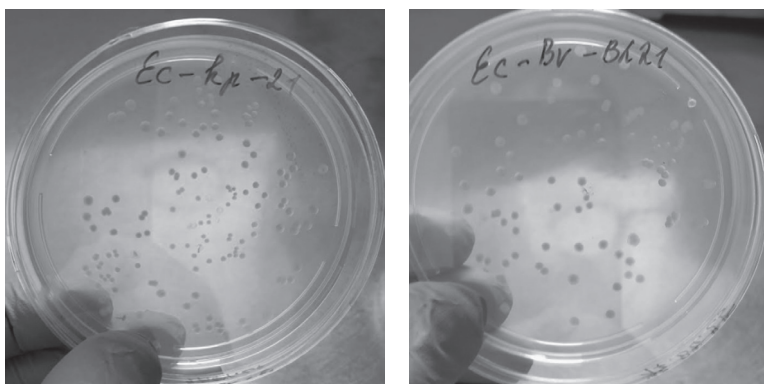


Рис. 4. Получение рекомбинантных штаммов *E. coli* BL21(DE3) – первая генерация трансформантов с векторами Ec-hp-BL21 и Ec-Bv-BL21



Рис. 5. Получение рекомбинантных штаммов *E. coli* BL21(DE3) (EchpBL21p1 и EcBvBL21p1) – клоны отдельных колоний второй генерации, отсеянные по секторам для дальнейшего анализа

Трансформация штаммов *E. coli* BL21(DE3) векторами EchpBL21 и EcBvBL21 проведена с высокой эффективностью, что подтверждено образованием устойчивых к канамицину колоний (рис. 5) и выделением интактной плазмидной ДНК.

Заключение. В результате проведенной работы созданы рекомбинантные штаммы-продуценты *E. coli* BL21(DE3), экспрессирующие целевые мембранные белки микоплазм: EchpBL21p1 – продуцент поверхностного антигена *M. hyor pneumoniae* около 46 кДа и EcBvBL21p1 – продуцент рекомбинантного белка *M. bovis* около 36 кДа.

Использованная для конструирования штаммов экспрессионная система на основе плазмиды pET24b(+), обеспечила синтез рекомбинантных белков.

Полученные штаммы-продуценты рекомбинантных белков являются основой для дальнейшей разработки диагностических систем и средств профилактики микоплазмозов животных.

Литература

1. Андросик, Н. Н. Иммунологические аспекты патогенеза микоплазмоза у свиней / Н. Н. Андросик // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2004. – № 1. – С. 28–32.
2. Bürki, S. Virulence, persistence and dissemination of *Mycoplasma bovis* / S. Bürki, J. Frey, P. Pilo // *Veterinary Microbiology*. – 2015. – Vol. 179, № 1–2. – P. 15–22.
3. Dudek, K. Recent developments in vaccines for bovine mycoplasmoses / K. Dudek, E. Szacawa, R. A. J. Nicholas // *Vaccines*. – 2021. – Vol. 9, № 6. – Art. 549.
4. Nicholas, R. A. J. *Mycoplasma bovis*: disease, diagnosis, and control / R. A. J. Nicholas, R. D. Ayling // *Research in Veterinary Science*. – 2003. – Vol. 74, № 2. – P. 105–112.
5. Pfützner, H. Die ätiologische und ökonomische Bedeutung von *Mycoplasma hyopneumoniae* im Komplex der respiratorischen Erkrankungen des Schweines [The etiological and economic importance of *Mycoplasma hyopneumoniae* in the complex of respiratory diseases in pigs] / H. Pfützner, Th. Blaha // *Tierärztliche Umschau*. – 1995. – Vol. 50, № 11. – P. 759–765.
6. Strasser, M. Cloning and expression of a species-specific early immunogenic 36-kilodalton protein of *Mycoplasma hyopneumoniae* in *Escherichia coli* / M. Strasser, J. Frey, G. Bestetti [et al.] // *Infection and Immunity*. – 1991. – Vol. 59, № 4. – P. 1217–1222.
7. Thomas, S. Development of *Mycoplasma hyopneumoniae* recombinant vaccines / S. Thomas // *Methods in Molecular Biology*. – 2016. – Vol. 1404. – P. 39–50.
8. Waites, K. B. *Mycoplasma pneumoniae* and its role as a human pathogen / K. B. Waites, D. F. Talkington // *Clinical Microbiology Reviews*. – 2004. – Vol. 17, № 4. – P. 697–728.

4. ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НЕЗАРАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЖИВОТНЫХ

УДК 579.22:579.62

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЫ БИОПРЕПАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ЭНДОМЕТРИТОВ У КОРОВ

Н. А. Головнёва¹, Н. Е. Рябая¹, А. А. Самарцев¹, Ю. А. Шашкова²,
А. Н. Михалюк³, Л. С. Козел³

¹*Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

²*ОАО «БелВитунифарм», Витебский район, Республика Беларусь*

³*Гродненский государственный аграрный университет,
Гродно, Республика Беларусь*

Резюме. Представлены данные о влиянии некоторых фармацевтических вспомогательных компонентов на жизнеспособность молочнокислых бактерий – основы биопрепарата «Биламетрит», предназначенного для профилактики и комплексной терапии эндометритов у коров. Показана целесообразность использования гидрофобных вспомогательных веществ, сохранность биологических свойств бактериального консорциума в составе пенообразующих таблеток и высокая профилактическая эффективность таблетированной формы биопрепарата.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, бактериальный препарат, эндометриты крупного рогатого скота, пенообразующие таблетки, лечебно-профилактическая эффективность.

Summary. The article presents data on the effect of certain pharmaceutical auxiliary components on the viability of lactic acid bacteria, the basis of the biologics Bilametrilite, intended for the prevention and complex therapy of endometritis in cows. The expediency of using hydrophobic excipients, the preservation of the biological properties of the bacterial consortium in the foaming tablets and the high preventive effectiveness of the tablet form of the biopreparation are shown.

Keywords: lactic acid bacteria, bacterial preparation, bovine endometritis, foaming tablets, therapeutic and preventive efficacy.

Введение. В современных условиях ведения молочного животноводства эндометриты являются одной из главных причин, сдерживающих повышение молочной продуктивности у коров. В Беларуси частота встречаемости эндометритов составляет 18–38 % и более, а в ряде хозяйств протекает

как энзоотия, которая проявляется у большого количества отелившихся коров – до 62,8 % [1]. В высокопродуктивных стадах послеродовые эндометриты вызывают колоссальные экономические потери, связанные как с расстройством репродуктивной функции и лактации, так с большими затратами на их лечение [2–4]. Подсчитано, что послеродовые эндометриты коров ежегодно приносят экономический ущерб в ЕС и США в размере 1,411 млрд евро и 650 млн долл. соответственно. Микробиологические исследования содержимого матки коров, больных острым послеродовым эндометритом, проведенные разными авторами, позволили установить, что возбудителями заболеваний являются преимущественно микроорганизмы родов *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Candida* [5], при этом в большинстве случаев заболевания вызывают не монокультуры, а ассоциации микроорганизмов [6–8]. Основу лечения эндометритов у животных, исходя из полиэтиологичности заболевания, составляет локальное или системное применение различных комбинаций химиотерапевтических средств, средств иммунокорректирующего и миотропного действия. Используют нитрофурановые, сульфаниламидные и антибиотические препараты в различных сочетаниях, специфические биологически активные вещества (гормоны, простагландины и др.). Известно, что применение антибактериальных средств, кроме ожидаемого эффекта, сопряжено с такими недостатками, как снижение качества и количества животноводческой продукции, ингибирующее влияние на факторы локальной и общей резистентности макроорганизма, отрицательное влияние на морфофункциональное состояние эндометрия, высокая стоимость [9]. Важно, что использование антибиотиков приводит также к селекции высокорезистентных штаммов патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [10], сдвигу в количественном и качественном составе микробиоценоза организма, сопровождается активизацией условно-патогенной микрофлоры. Негативное воздействие на организм больного животного и связанное с этим снижение качества молока актуализирует поиск современных экологически безопасных и эффективных средств защиты животных.

В настоящее время альтернативой применению антибактериальных препаратов является использование пробиотиков – естественных конкурентов патогенной и условно-патогенной микрофлоры, вызывающей эндометриты у коров [11–19]. Наиболее полно требованиям экологической безопасности и эффективности отвечают пробиотические препараты на основе представителей нормального микробиоценоза урогенитального тракта, таких как лактобациллы, бифидобактерии, непатогенные аэробные бактерии, обладающие антагонизмом по отношению к патогенным бактериям и оздоравливающим действием на организм животного. У пробиотических препаратов отсутствует токсичность и негативные побочные эффекты, они

не вызывают привыкания, не оказывают отрицательного воздействия на качество молока. В современных экономических условиях пробиотики привлекают внимание также сравнительно невысокой стоимостью, что делает их перспективными для широкого применения [12–14, 19]. Для создания пробиотических препаратов разработаны рекомендации по селекции бактерий, которые включают ряд обязательных положений: штаммы должны быть выделены от здоровых организмов, идентифицированы до вида, иметь генетический паспорт, обладать широким спектром антагонистической активности в отношении патогенов, быть безопасными и не угнетать представителей нормальной микробиоты организма-хозяина.

Важнейшей характеристикой пробиотических бактерий, отобранных для использования в производстве, является стабильность и соответствие их физиологических свойств технологическим требованиям [11, 20, 21]. Следует отметить, что эффект пробиотикотерапии зависит не только от свойств бактериальных компонентов препарата, но и от способа введения в организм и формы применяемого препарата. Успешное использование средств бактериальной терапии для нормализации микробиоценоза возможно в случае применения рациональной лекарственной формы, обеспечивающей жизнеспособность микроорганизмов в процессе применения и хранения.

Цель исследования – обоснование подходов к разработке эффективной препаративной формы пробиотического препарата, предназначенного для профилактики и комплексного лечения эндометритов крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Культуры бактерий видов *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Lactiplantibacillus plantarum* и *Lactococcus lactis* поддерживали методом субкультивирования на среде MRS с 1 % лактозы или глюкозы, хранили при температуре плюс $4 \pm ^\circ\text{C}$.

Морфологию молочнокислых бактерий изучали на препаратах живых и фиксированных окрашенных клеток с использованием светопольной и фазово-контрастной микроскопии.

Количество жизнеспособных клеток бактерий в 1 мл суспензии (число колониеобразующих единиц – КОЕ) определяли методом предельных разведений при высеве на полуагаризованные питательные среды с 0,2 % агар-агара.

Экспериментальная партия пенообразующих таблеток изготовлена по технологии ОАО «БелВитунифарм».

Результаты исследований. Основой биопрепарата «Биламетрит», предназначенного для профилактики и комплексного лечения эндометритов крупного рогатого скота, является консорциум молочнокислых бактерий родов *Lactobacillus* и *Lactococcus*, проявляющих антагонизм по отношению к условно-патогенным и патогенным микроорганизмам, выделенным

из экссудата полости матки новотельных коров, переболевающих послеродовым эндометритом [22]. Известно, что для лечения и профилактики эндометритов проводят внутриматочное или интравагинальное введение биопрепаратов, для чего в лечебной практике используются капсулы, суппозитории, суспензии. Особое внимание уделяется вспомогательным веществам в составе биопрепаратов.

Проведенные ранее исследования жизнеспособности бактерий в составе лиофильно высушенного порошкообразного биопрепарата «Биламетрит» показали, что за период 12 месяцев с даты изготовления в препарате полностью сохраняется жизнеспособность бактериальных компонентов при хранении в металлизированных пакетах при температуре 6 ± 2 °С.

Для разработки эффективной препаративной формы биопрепарата проведено исследование влияние гидрофильных и гидрофобных основ на жизнеспособность молочнокислых бактерий в составе биопрепарата «Биламетрит».

В качестве гидрофильной основы использовали смесь желатина (1 часть), воды (2 части) и глицерина (5 частей), при этом лиофилизат бактерий вводили в препарат в виде водного раствора. Гидрофобная основа включала 90 % масла какао и 10 % парафина, в этом случае лиофилизированную биомассу бактерий вводили в процессе разминания основы в ступке. Из полученных смесей формировали препаративную форму в виде овальных суппозиториях. Один суппозиторий содержал не менее 1×10^8 КОЕ/г молочнокислых бактерий. После трехнедельного хранения не укупоренных образцов биопрепаратов в темноте при температуре +25 °С проверена жизнеспособность входящих в их состав лактобактерий. Установлено, что в этих условиях препаративная форма с гидрофильной основой не содержала колониеобразующих клеток молочнокислых бактерий, тогда как при использовании гидрофобной основы показатель КОЕ составил $\sim 1 \times 10^5$ ед/г.

Ветеринарное лекарственное средство для профилактики и лечения эндометрита также может представлять собой раствор или суспензию. В качестве вспомогательных фармацевтических компонентов суспензий могут использоваться такие гидрофобные вещества, как касторовое масло или вазелин. Исследовано влияние этих компонентов на жизнеспособность бактерий родов *Lactobacillus* и *Lactococcus*. Установлено, что жизнеспособность бактерий после двухнедельного хранения суспензий при температуре +20 °С существенно различалась. Показатель КОЕ/г лактобацилл возрастал от 3×10^8 в контроле до $2,2 \times 10^9$ после введения касторового масла и до 3×10^9 при использовании вазелина. В случае лактококков отмечено снижение жизнеспособности с 9×10^8 до 2×10^8 КОЕ/г после введения касторового масла и до 7×10^5 – при использовании вазелина (табл. 1).

Таблица 1. Жизнеспособность молочнокислых бактерий в суспензиях

Культура	Физиологический раствор (контроль)	Масло касторовое	Вазелин
<i>Lactobacillus</i>	3×10^8	$2,2 \times 10^9$	3×10^9
<i>Lactococcus</i>	9×10^8	2×10^8	7×10^5

Таким образом, для сохранения жизнеспособности бактерий родов *Lactobacillus* и *Lactococcus* в таких препаративных формах, как капсулы, суппозитории или суспензии, в качестве вспомогательных компонентов целесообразно использовать гидрофобные основы.

Изготовлены экспериментальные образцы лекарственных форм био-препарата «Биламетрит» в виде пенообразующих таблеток и в составе масляной эмульсии в шприцах. Предварительные испытания показали, что в технологических процессах получения таблеток и эмульсий жизнеспособность бактериальных компонентов био-препарата не снижалась.

После хранения опытных образцов в составе масляной эмульсии в шприцах в течение 1 месяца при температуре 6 ± 2 °С установлено снижение жизнеспособности бактериальных компонентов препарата с $4,2 \times 10^9$ до 2×10^5 КОЕ/мл эмульсии. Для разработки препаративной формы био-препарата в составе масляной эмульсии в шприцах необходима коррекция состава вспомогательных веществ и дальнейшие исследования влияния компонентов смеси на жизнеспособность бактерий.

Проверка жизнеспособности клеток молочнокислых бактерий в составе пенообразующих таблеток показала, что опытный образец препарата стабилен после хранения в течение 12 мес. с даты изготовления при температуре 6 ± 2 °С (табл. 2).

Таблица 2. Изменение жизнеспособности молочнокислых бактерий в составе пенообразующих таблеток в процессе хранения

Показатель	При изготовлении	Срок хранения, мес.			
		3	6	9	12
Количество молочнокислых бактерий в 1 г, КОЕ	$7,8 \times 10^9$	$6,5 \times 10^9$	$2,2 \times 10^9$	$4,5 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$

Лечебно-профилактическая эффективность био-препарата в составе пенообразующих таблеток в производственных условиях оценивалась по результатам его использования в комплексном лечении новотельных коров с острым послеродовым эндометритом, выявленным при плановом проведении акушерской диспансеризации. С целью профилактики послеродовых осложнений новотельным коровам дополнительно к проводимым плановым ветеринарным мероприятиям после массажа матки и оценки ее состояния внутриматочно вводился бактериальный препарат «Биламетрит»

в составе пенообразующих таблеток. В контрольные и опытные группы подбирались животные со схожими клиническими признаками. При выявлении воспалительного процесса у коров контрольной группы, в зависимости от их состояния, применялось лечение, соответствующее принятым в хозяйствах схемам, в опытной группе дополнительно использовали «Биламетрит». Показано, что после введения биопрепарата в первые 1–2 дня после отела у всех коров из опытной группы на 7–8-й день не наблюдалось признаков острого послеродового эндометрита. Размеры, форма и топография матки соответствовали нормам, характерным для данного периода инволюции; при ректальном массаже матки отмечалась ее ригидность. К 7–8-му дню после отела размер матки у коров опытной группы уменьшался примерно в 2–2,5 раза от первоначального после отела состояния.

В результате проведенных производственных испытаний установлено, что применение бактериального препарата «Биламетрит» в составе пенообразующих таблеток способствует профилактике заболеваемости острым послеродовым эндометритом у 90–92,5 % новотельных коров.

Выводы. Для разработки эффективной препаративной формы биопрепарата исследовано влияние вспомогательных компонентов на жизнеспособность бактерий *Lb. rhamnosus*, *Lb. fermentum*, *Lb. plantarum* и *L. lactis* – компонентов биопрепарата «Биламетрит». Установлено, что сохранность жизнеспособности разработанного консорциума молочнокислых бактерий обеспечивает гидрофобная основа лекарственной формы биопрепарата. Перспективной является препаративная форма в виде пенообразующей таблетки, которая обеспечивает стабильность биопрепарата с жизнеспособными клетками молочнокислых бактерий в течение 12 месяцев хранения при температуре $+4 \pm 2$ °С. Показано, что применение бактериального препарата «Биламетрит» в составе пенообразующих таблеток способствует профилактике заболеваемости острым послеродовым эндометритом у 90–92,5 % новотельных коров.

Литература

1. Акулинич, О. Л. Профилактика акушерской патологии и нарушений обмена веществ у коров в условиях промышленных комплексов / О. Л. Акулинич, Д. С. Ятусевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины». – 2014. – Т. 50, вып. 2, ч. 1. – С. 118–120.
2. Effect of acid lactic probiotics against endometrial infection by *Escherichia coli* / S. Genis, A. Sánchez-Chardi, À. Bach [et al.] // Proceedings of the International Scientific Conference on Probiotics and Prebiotics, 24–26 June 2014, Budapest, Hungary. – P. 95. – URL: www.probiotic-conference.net (дата обращения: 10.09.2019).
3. Potential of lactic acid bacteria at regulating *Escherichia coli* infection and inflammation of bovine endometrium / S. Genís, À. Bach, F. Fàbregas, A. Arís // Theriogenology. – 2016. – Vol. 85, № 4. – P. 625–637.

4. Акимочкин, А. И. Технология производства сухой формы пробиотика «Биод-5» и его применение при послеродовом эндометрите у коров : дис. ... д-ра вет. наук : 16.00.07 / Акимочкин Алексей Иванович. – М., 2005. – 213 с.
5. Vaginal bacterial microflora modifications during the growth of healthy cows / C. Otero, L. Saavedra, C. Silva de Ruiz [et al.] // *Letters in Applied Microbiology*. – 2000. – Vol. 31. – P. 251–254.
6. Голубев, М. И. Средства и способы разрушения механизма передачи возбудителей инфекций и инвазий / М. И. Голубев, В. П. Павлов, М. В. Сухова // *Проблемы ветеринарии на рубеже веков* : сб. ст. – Н. Новгород, 2001. – С. 286–288.
7. Григорьева, Г. И. Применение пробиотиков в коррекции микробиоценозов крупного рогатого скота / Г. И. Григорьева, А. А. Арбузова, М. В. Козлов // *Ветеринарная газета*. – 2003. – № 16. – С. 2.
8. Полянцев, Н. И. Метрагель при подостром и хроническом эндометрите у коров / Н. И. Полянцев, Ю. Н. Полянцев // *Ветеринария*. – 2000. – № 10. – С. 34–37.
9. Марцинковская, И. В. Эпизоотологические аспекты эндометритов крупного рогатого скота, оптимизация системы лечебно-профилактических мероприятий с использованием пробиотиков : дис. ... д-ра вет. наук : 16.00.03 / Марцинковская Инна Валерьевна. – СПб., 2008. – 162 с.
10. Pre-calving intravaginal administration of lactic acid bacteria reduces metritis prevalence and regulates blood neutrophil gene expression after calving in dairy cattle / S. Genis, R. L. A. Cerri, A. Bach [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2018. – Vol. 5. – P. 135.
11. Малик, Н. И. Ветеринарные пробиотические препараты / Н. И. Малик, А. Н. Панин // *Ветеринария*. – 2001. – №1. – С. 46–51.
12. Панин, А. Н. Пробиотики в системе рационального кормления животных / А. Н. Панин, Н. И. Малик // *Клиническое питание*. – 2007. – № 1–2. – С. А–65.
13. Лактобифадол для стимуляции продуктивности дойных коров / Н. В. Данилевская, В. В. Субботин, О. А. Вашурин, Ю. В. Пятышева // *Ветеринария*. – 2003. – № 2. – С. 50–55.
14. Захаров, П. Г. Профилактика и лечение гинекологических заболеваний коров. Практические рекомендации / П. Г. Захаров. – СПб. : Гиорд, 1998. – 40 с.
15. Гордеева, И. В. Эпизоотологический и микробиологический скрининг болезней репродуктивных органов коров в условиях Среднего Поволжья: микробиоценозы и их коррекция : дис. ... канд. вет. наук ; 16.00.03 / Гордеева Ирина Викторовна. – Н. Новгород, 2005. – 198 с.
16. Тараканов, Б. В. Механизмы действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животных / Б. В. Тараканов // *Ветеринария*. – № 1. – 2001. – С. 47–48.
17. Данилевская, Н. В. Фармакостимуляция продуктивности животных пробиотическими препаратами : автореф. дис. ... д-ра вет. наук : 16.00.04 / Данилевская Наталья Владимировна. – М., 2007. – 43 с.
18. Алёшкин, В. А. Поликомпонентные пробиотические препараты – конструирование, производство и стратегия их продвижения на российском фармацевтическом рынке : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.01.06; 03.02.03 / Алёшкин Андрей Владимирович. – М., 2011. – 47 с.
19. Chaucheyras-Durand, F. Probiotics in animal nutrition and health / F. Chaucheyras-Durand, N. Durand // *Beneficial Microbes*. – March 2009. – P. 3–9. – URL: <https://doi.org/10.3920/BM2008.1002> (дата обращения: 10.09.2019).
20. Несчисляев, В. А. Арсенал пробиотика XXI века: лактобактерин БИЛС и Микростим / В. А. Несчисляев, Л. П. Чистохина // *Гастроэнтерология*. – 2007. – № 6 (50).
21. Семченко, А. В. Технологические аспекты разработки и совершенствования лекарственных форм лактобактерина : автореф. дис. ... канд. фарм. наук : 15.00.01 / Семченко Андрей Викторович. – Пермь, 2008. – 23 с.
22. Скрининг и характеристика пробиотических свойств молочнокислых бактерий, перспективных для профилактики и лечения урогенитальных заболеваний / Н. А. Головнёва, М. Е. Сафонова, А. Н. Морозова [и др.] // *Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты* : сб. науч. тр. – Минск, 2020. – Т. 12. – С. 69–79.

ДИНАМИКА ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ У ТЕЛЯТ С ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ НА ФОНЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ

Д. В. Гунькин

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», Российская Федерация

Резюме. Исследование направлено на изучение динамики экспрессии генов антиоксидантных ферментов (CAT, SOD, GPX1) у телят недельного возраста с желудочно-кишечной патологией на фоне применения комбинированной терапии антибиотиком «Гентафлокс» и препаратом «Проавтовак», состоящим из рекомбинантных видоспецифичных цитокинов и ряда витаминов. Исследование экспрессии генов проводилось методом количественной ПЦР в реальном времени в два этапа: до начала лечения (фоновое состояние) и на 5-й день терапии.

Ключевые слова: телята, желудочно-кишечная патология, антиоксидантные ферменты, экспрессия генов, каталаза, супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, окислительный стресс.

Summary. This study is aimed at investigating the dynamics of antioxidant enzyme gene expression (CAT, SOD, GPX1) in one-week-old calves with gastrointestinal pathology under combined therapy with an antibiotic “Gentaflox” and “Proautovac” preparation, consisting of recombinant species-specific cytokines and a number of vitamins. The study of gene expression was conducted using quantitative real-time PCR in two stages: before treatment initiation (baseline condition) and on the 5th day of therapy.

Keywords: calves, gastrointestinal pathology, antioxidant enzymes, gene expression, catalase, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, oxidative stress.

Введение. Желудочно-кишечные заболевания новорожденных телят остаются одной из наиболее актуальных проблем современного животноводства, обуславливая высокую заболеваемость и смертность молодняка крупного рогатого скота [1]. Патогенез данных заболеваний тесно связан с развитием окислительного стресса, характеризующегося нарушением баланса между продукцией активных форм кислорода и возможностями антиоксидантной системы организма [2].

Антиоксидантная система защиты организма (АОЗ) выполняет ключевую функцию в поддержании окислительно-восстановительного равновесия и защите тканей от повреждающего действия свободных радикалов [3]. Данная система представлена ферментативными элементами, включающими супероксиддисмутазу (SOD), каталазу (CAT), глутатионпероксидазу (GPX), а также неферментативными антиоксидантами, к которым относятся вита-

мины А, Е, С, глутатион и ряд других соединений [4]. При патологических состояниях у животных формируется нарушение равновесия между прооксидантными и антиоксидантными механизмами, что приводит к прогрессированию болезни и затруднению репаративных процессов [5].

Ключевую роль в антиоксидантной защите играют ферменты: супероксиддисмутаза 1 (SOD1), катализирующая дисмутацию супероксиданиона; каталаза (CAT), обеспечивающая разложение пероксида водорода; глутатионпероксидаза 1 (GPX1), восстанавливающая органические пероксиды [6]. Нарушение экспрессии генов, кодирующих данные ферменты, может служить молекулярным маркером развития патологического процесса и эффективности проводимой терапии.

Интерфероны представляют собой семейство сигнальных протеинов, синтезируемых клетками организма при воздействии патогенных агентов [7]. Хотя изначально эти молекулы изучались главным образом в контексте противовирусного иммунитета, современные исследования выявили их множественные биологические эффекты, в том числе способность влиять на систему антиоксидантной защиты [8, 9].

Исследования Kroetz и соавт. [10] продемонстрировали способность интерферонов регулировать активность генов супероксиддисмутазы и каталазы посредством активации JAK-STAT сигнального каскада. При использовании рекомбинантных интерферонов в моделях легочного воспаления наблюдалось уменьшение уровня биомаркеров окислительного повреждения и усиление антиоксидантного потенциала тканей [11]. Комбинированное применение интерферонов с антиоксидантными соединениями показало синергический терапевтический эффект в нескольких экспериментальных работах [12, 13]. Включение витаминов А, Е и С в схемы интерферонотерапии обеспечивает потенцирование как противовирусного действия, так и антиоксидантной защиты организма [14].

Прогресс в области биотехнологии обеспечил разработку нового класса ветеринарных препаратов, содержащих рекомбинантные видоспецифичные интерфероны [15]. Данные препараты характеризуются высокой терапевтической активностью, воспроизводимостью производственного процесса и низкой вероятностью развития нежелательных иммунных реакций [16].

Цель работы – изучение динамики относительного уровня экспрессии генов антиоксидантных ферментов у телят с желудочно-кишечной патологией на фоне комбинированной терапии.

Материалы и методы. Исследования были проведены в крупном животноводческом комплексе Воронежской области. Для производственного опыта было подобрано 10 телят недельного возраста, которые в дальнейшем были разделены на две группы: первая группа – служила контролем,

включала в себя клинически здоровых телят ($n = 5$), без исследуемой патологии; вторая группа – опытная, включала в себя больных телят ($n = 5$) с желудочно-кишечной патологией. Диагноз устанавливали на основании клинических признаков (диарея, дегидратация, угнетение, общее состояние) и лабораторных исследований.

Больным животным назначали комбинированную терапию, включающую антибиотик широкого спектра действия «Гентафлокс», который в качестве действующих веществ содержит энрофлоксацин – 65 мг/мл, гентамицин сульфат – 30 мг/мл, совместно с вспомогательными веществами и препарат «Проаутовак», который содержит в себе видоспецифичные рекомбинантные цитокины и смесь витаминов.

От животных исследуемых групп проводился отбор проб крови из яремной вены для ее дальнейших молекулярно-генетических исследований. Кровь для лабораторных исследований от животных каждой группы отбирали до применения комплексной схемы для сравнения оценки уровня экспрессии генов антиоксидантной защиты у здоровых и больных животных, а также в заключительный день терапии на 5-е сутки. На протяжении всего периода эксперимента проводили клинические наблюдения. Кровь для лабораторных исследований помещали в пробирки Эппендорфа и подвергали глубокой заморозке с использованием жидкого азота.

Полимеразную цепную реакцию осуществляли на приборах Bio-Rad CFX 96 (Bio-rad, США), Rotor-Gene 6000 (Corbett Research, Австралия) и DTLite 4S1 («ДНК-Технология», Россия) с готовой коммерчески доступной смесью для PCR 5X qPCRmix-HS LowROX («Евроген», Россия). Выделение тотальной РНК осуществлено набором «РНК-Экстран» («Синтол», Россия) по утвержденной инструкции. Оценка качества выделенной РНК проводили с помощью электрофореза в 2 % агарозном геле, а также спектрофотометрически на приборе Shimadzu UV-1800 с определением соотношений A_{260}/A_{280} для оценки чистоты РНК. Исследование проводили посредством ПЦР-анализа с добавлением красителя SYBR Green. Экспрессия генов рассчитывалась по методике $2^{-\Delta\Delta Ct}$, где сначала рассчитывается разница между референсным геном и исследуемым геном ($\Delta Ct = Ct(\beta\text{-actin}) - Ct(\text{исследуемый ген})$). Полученное значение возводилось в степень $-\Delta\Delta Ct$. В качестве референсного гена использовали ген β -актин ($\beta\text{-actin}$). Для оценки экспрессии изучаемых генов использовалась панели специфичных праймеров для исследования уровней экспрессии генов, ответственных за иммунную и антиоксидантную систему (см. таблицу).

Исследование показателей АОЗ проведено в соответствии с «Методическими положениями по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма» [17].

Праймеры, используемые при постановке ПЦР в реальном времени (телята)

Название	Последовательность нуклеотидов
<i>β-actinf</i> <i>β-actinr</i>	CTCTTCCAGCCTTCCTTCCT GGGCAGTGATCTCTTTCTGC
<i>SOD1f</i> <i>SOD1r</i>	CACCATCCACTTCGAGGCAA GCACTGGTACAGCCTTGTGT
<i>CATf</i> <i>CATr</i>	TCACTCAGGTGCGGACTTTC GGATGCGGGAGCCATATTCA
<i>GPX1f</i> <i>GPX1r</i>	GAGCCCTTCAACCTGTCTCTC GCGTTTTCTGATGCCCAAAC

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программного пакета Microsoft Excel 2019 с применением встроенных функций статистического анализа и надстройки «Анализ данных». Нормальность распределения данных проверяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. При нормальном распределении данные представляли в виде среднего арифметического значения (M) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий между группами оценивали с использованием *t*-критерия Стьюдента. При отсутствии нормального распределения применяли непараметрические методы статистики (критерий Манна – Уитни, критерий Уилкоксона).

Результаты исследований. Результаты исследования относительного уровня экспрессии генов антиоксидантной системы у здоровых и телят с желудочно-кишечной патологией до начала терапевтического вмешательства представлены на рис. 1.

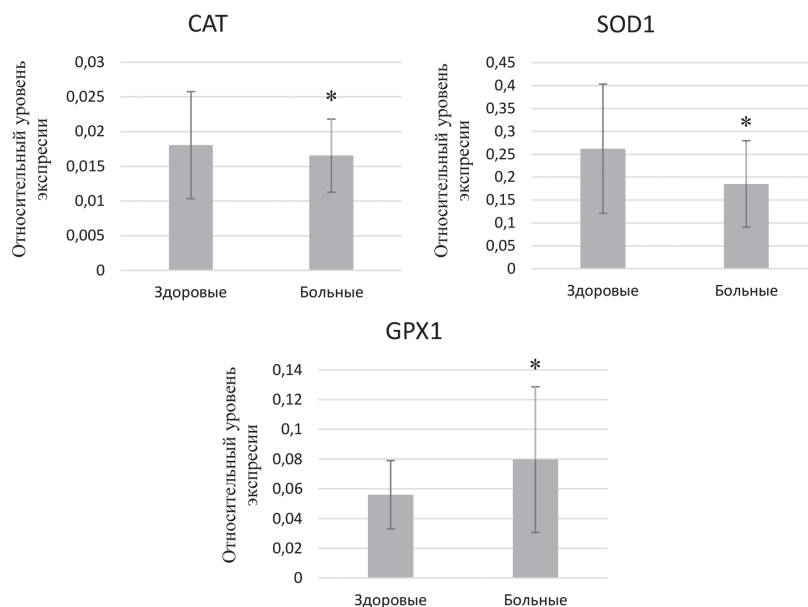


Рис. 1. Относительный уровень экспрессии генов антиоксидантной защиты у здоровых телят и телят с желудочно-кишечной патологией ($*p \leq 0,05$)

При исследовании уровня экспрессии генов ферментативного звена антиоксидантной системы, а именно каталазы (CAT), глутатионпероксидазы I (GPX1) и супероксиддисмутазы I (SOD1) в группе телят, больных желудочно-кишечной патологией, отмечается следующие изменения. Относительный уровень экспрессии SOD1 в группе больных телят был ниже, чем у здоровых, на 29,4 %. Одновременно отмечалось компенсаторное повышение экспрессии гена GPX1 на 42,9 % в опытной группе, что может говорить о попытке организма поддержать антиоксидантный гомеостаз. Относительный уровень экспрессии каталазы существенно не различался между группами.

Снижение показателя SOD1 может свидетельствовать о нарушении первичного звена антиоксидантной защиты, что создает предпосылки для накопления супероксиданионов в тканях. Супероксиддисмутаза 1, являясь Cu/Zn-содержащим ферментом, локализованным в цитоплазме клеток, играет критическую роль в поддержании внутриклеточного редокс-баланса. Ее недостаточность может приводить к повреждению клеточных мембран, нарушению функции митохондрий и активации воспалительных каскадов [18].

Одновременно с подавлением экспрессии SOD1 наблюдалось компенсаторное повышение экспрессии гена GPX1. Глутатионпероксидаза 1, катализирующая восстановление пероксида водорода и органических пероксидов с участием восстановленного глутатиона, представляет собой важное звено вторичной антиоксидантной защиты. Повышение ее экспрессии отражает попытку организма компенсировать недостаточность первичного звена защиты и предотвратить накопление токсичных пероксидных соединений [19].

Экспрессия гена CAT не показала статистически значимых различий между группами, что может указывать на сохранность данного компонента антиоксидантной системы на ранних стадиях патологического процесса или на его менее выраженную чувствительность к воспалительным медиаторам по сравнению с другими антиоксидантными ферментами.

Относительный уровень экспрессии генов антиоксидантной системы у телят исследуемых групп на 5-й, заключительный, день комплексной терапии представлен на рис. 2.

При исследовании уровня экспрессии генов антиоксидантного статуса на заключительный день терапии в обеих группах телят отмечалось повышение показателей. Так, уровень экспрессии гена CAT увеличился в 10,0 раз у здоровых и в 9,9 раз у больных животных. Наиболее выраженные изменения отмечались в ферменте SOD1: у здоровых значения выросли в 19,9 раз, в опытной группе – в 32,2 раза. Показатели экспрессии глутатионпероксидазы 1 выросли в 4,2 и 3,3 раза соответственно.

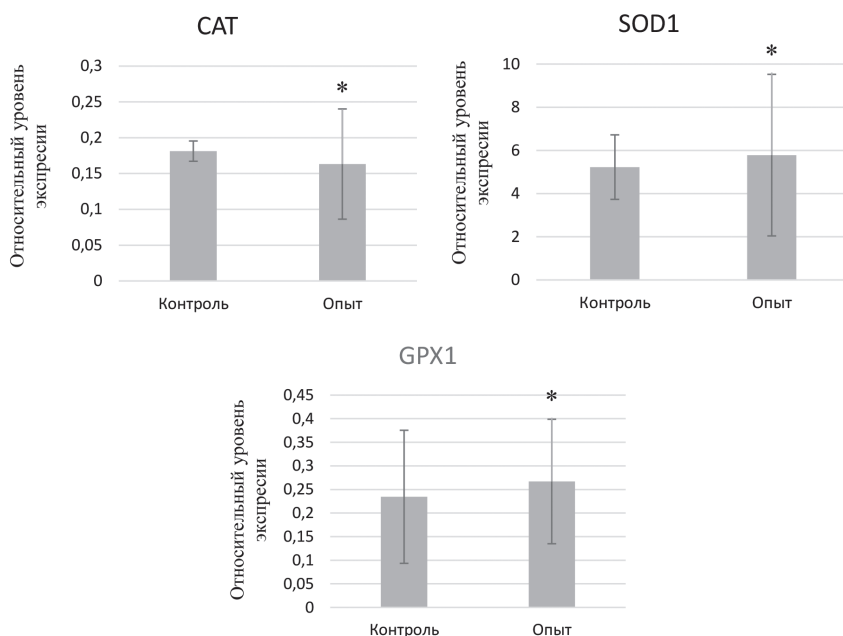


Рис. 2. Относительный уровень экспрессии генов антиоксидантной защиты у здоровых телят и телят с желудочно-кишечной патологией на 5-й день терапии (* $p \leq 0,05$)

Экспрессия гена CAT продемонстрировала практически одинаковое увеличение в обеих группах. Столь значительная активация каталазы может указывать на формирование мощного защитного барьера против накопления пероксида водорода. Каталаза, локализованная преимущественно в пероксисомах, обладает чрезвычайно высокой активностью и способна нейтрализовать большие количества H_2O_2 , образующегося в результате активности SOD1 и других окислительных процессов.

Наиболее выраженные изменения отмечены для гена SOD1, экспрессия которого увеличилась в обеих исследуемых группах. Более значительное увеличение экспрессии SOD1 у больных телят отражает компенсаторную реакцию на предшествующий дефицит данного фермента. Восстановление и превышение исходного уровня экспрессии SOD1 создает условия для эффективной нейтрализации супероксид-анионов и предотвращения их участия в образовании более токсичных радикальных форм.

Экспрессия гена GPX1 также выросла в обеих группах. Менее выраженное, но устойчивое увеличение экспрессии глутатионпероксидазы обеспечивает сбалансированную работу антиоксидантной системы. Интересно отметить, что у больных телят конечный уровень экспрессии GPX1 оказался выше, что может отражать сохранение повышенной потребности в детоксикации липидных пероксидов.

Анализ соотношений экспрессии генов различных антиоксидантных ферментов позволяет оценить сбалансированность системы защиты от окислительного стресса. До лечения соотношение SOD1/GPX1 составляло 4,68 у здоровых и 2,31 у больных телят, что указывало на дисбаланс в пользу вторичного звена защиты у больных животных. После терапии данное соотношение нормализовалось и составило 22,3 и 21,6 соответственно, что свидетельствует о восстановлении физиологического баланса между первичным и вторичным звеньями антиоксидантной защиты.

Соотношение CAT/SOD1, отражающее координацию между ферментами, участвующими в последовательной нейтрализации активных форм кислорода, до лечения составляло 0,069 у здоровых и 0,089 у больных телят. После терапии это соотношение стабилизировалось на уровне 0,035 и 0,028 соответственно, что указывает на оптимизацию ферментативного каскада с преобладанием активности SOD1.

Заключение. На основании проведенного исследования установлено, что у телят с желудочно-кишечной патологией развивается характерный дисбаланс в антиоксидантной системе, проявляющийся снижением экспрессии гена SOD1 на 29,4 % и компенсаторным повышением экспрессии GPX1 на 42,9 %, что указывает на нарушение первичного звена антиоксидантной защиты. Комбинированная терапия антибиотиком «Гентафлокс» и препаратом «Проаутовак» обеспечивает мощную системную активацию всех компонентов АОЗ с увеличением экспрессии генов CAT в 10 раз, SOD1 в 20–31 раз и GPX1 в 3–4 раза, при этом более выраженная активация наблюдается у больных животных. Терапевтическое воздействие нормализует соотношение SOD1/GPX1 с 2,31 до 21,6–22,3, восстанавливая координированное функционирование ферментативного каскада АОЗ. Динамика экспрессии генов антиоксидантных ферментов может служить объективным молекулярным критерием эффективности терапии, что подтверждает патогенетическую обоснованность применения иммуномодулирующих препаратов в комплексном лечении желудочно-кишечных заболеваний телят.

Литература

1. Петров, П. С. Этиология массовых желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят в Амгинском районе / П. С. Петров, П. Д. Татаева, Н. В. Кузьмина // Чугуновские агротехнологии : сб. науч. статей по материалам XIV Всерос. науч.-практ. конф. агротехнол. направленности, посвящ. 100-летию образования Якутской Автономной Советской Социалистической Республики и Году культурного наследия народов в России, Якутск, 25 мая 2022 г. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2022. – С. 129–131.

2. Ильина, И. Ю. Роль окислительного стресса в развитии гинекологических заболеваний / И. Ю. Ильина, Ю. Э. Доброхотова // Акушерство и гинекология. – 2021. – № 2. – С. 150–157.

3. Колесниченко, Л. С. Молекулярные механизмы работы антиоксидантной системы / Л. С. Колесниченко, В. И. Кулинский // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2018. – № 2 (60). – С. 203–207.
4. Высокогорский, В. Е. Антиоксидантная система организма животных: механизмы регуляции и возрастные особенности / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, Д. С. Веселов // Ветеринарная патология. – 2019. – № 1. – С. 23–30.
5. Зайцева, Е. В. Оксидативный стресс у молодняка при патологии / Е. В. Зайцева, Е. В. Крапивина, А. А. Менькова // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 3. – С. 31–35.
6. Колесникова, Л. И. Гены ферментов антиоксидантной системы / Л. И. Колесникова, Т. А. Баирова, О. А. Первушина // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т. 68, № 12. – С. 83–88.
7. McNab, F. Type I interferons in infectious disease / F. McNab, K. Mayer-Barber, A. Sher // Nature Reviews Immunology. – 2019. – Vol. 15. – P. 87–103.
8. Ivashkiv, L. B. Regulation of type I interferon responses / L. B. Ivashkiv, L. T. Donlin // Nature Reviews Immunology. – 2014. – Vol. 14. – P. 36–49.
9. Шевченко, И. В. Интерфероны I типа в регуляции врожденного и адаптивного иммунитета / И. В. Шевченко, Л. В. Ковальчук, М. В. Хорева // Иммунология. – 2018. – № 1. – С. 14–20.
10. Kroetz, D. N. Type I interferon induced epigenetic regulation of macrophages suppresses innate and adaptive immunity in acute respiratory viral infection / D. N. Kroetz, R. M. Allen, M. A. Schaller // PLoS Pathogens. – 2019. – Vol. 11. – e1005338.
11. Klotz, D. Pathogenesis of respiratory disorders in neonatal calves and the antioxidant status / D. Klotz, S. Jansen, J. S. Agerholm // Veterinary Research Communications. – 2018. – Vol. 42. – P. 219–228.
12. Безбородкин, Н. С. Фармакокоррекция антиоксидантного статуса организма животных / Н. С. Безбородкин, В. Н. Иванов // Ветеринарная медицина. – 2019. – № 2. – С. 11–15.
13. Семененко, М. П. Фармакологические аспекты применения антиоксидантных препаратов в ветеринарии / М. П. Семененко, Е. В. Кузьминова, Е. В. Тяпкина // Ветеринария Кубани. – 2018. – № 4. – С. 10–12.
14. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота / С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов. – СПб. : Лань, 2018. – 188 с.
15. Самуйленко, А. Я. Биотехнологические препараты нового поколения в ветеринарии / А. Я. Самуйленко, С. А. Гринь, И. Н. Матвеева // Ветеринария. – 2018. – № 7. – С. 3–8.
16. Смоленцев, С. Ю. Современные иммуномодуляторы и их применение в ветеринарии / С. Ю. Смоленцев, К. Х. Папуниди, Г. Р. Юсупова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2018. – Т. 236. – С. 183–186.
17. Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма / М. И. Рецкий, С. В. Шабунин, Г. Н. Близначова [и др.]. – Воронеж : ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Российской академии сельскохозяйственных наук», 2010. – 70 с.
18. Волыхина, В. Е. Супероксиддисмутаза: структура и свойства / В. Е. Волыхина, Е. В. Шафрановская // Вестник ВГМУ. – 2009. – № 4. – С. 6–12.
19. Система антиоксидантной защиты: регуляция метаболических процессов, генетические детерминанты, методы определения / О. А. Никитина, М. А. Даренская, Н. В. Семенова, Л. И. Колесникова // Сибирский научный медицинский журнал. – 2022. – Т. 42, № 3. – С. 1–17.
20. Колесникова, Л. И. Гены ферментов антиоксидантной системы / Л. И. Колесникова, Т. А. Баирова, О. А. Первушина // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т. 68, № 12. – С. 83–88.

ГИПОКАЛЬЦИЕМИЯ В ПЕРИПАРТУРИЕНТНЫЙ ПЕРИОД У КОРОВ МОЛОЧНОГО СТАДА И ТЕЛЯТ

И. А. Белькевич, А. В. Чечеро

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеселского»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. Рассмотрены данные о распространении дефицита кальция в организме различных групп крупного рогатого скота в хозяйствах Республики Беларусь. Установлено, что наиболее часто подвержены гипокальциемии животные в транзитный период, в частности, коровы 2-го периода сухостоя, новотельные и животные на раздое. Показано, что в скотоводческих организациях Беларуси присутствует 30,5 % животных с дефицитом Са. У телят гипокальциемия носит спорадический характер.

Ключевые слова: кальций, гипокальциемия, транзитный период, сухостойные коровы, новотельные коровы.

Summary. The article considers data on the prevalence of calcium deficiency in the body of various groups of cattle in farms of the Republic of Belarus. It has been established that animals in the transit period are most often susceptible to hypocalcemia, in particular cows of the 2nd period of dry period, new-bodied and animals for distribution. It is shown that 30.5 % of animals with Ca deficiency are present in cattle breeding organizations in Belarus. Hypocalcemia is sporadic in calves.

Keywords: calcium, hypocalcemia, transit period, dry cows, new-bodied cows.

Введение. *Афебрильная послеродовая гипокальциемия (ГК)* – это состояние взрослых высокопродуктивных коров, которое чаще всего возникает сразу после отела и в начале лактации, проявляется внезапным параличом и потерей сознания, при отсутствии лечения приводит к летальному исходу.

Заболевание возникает из-за быстрой выработки большого количества молока и острого истощения запасов ионизированного Са в сыворотке крови. Животные пытаются компенсировать возросшие потребности в Са за счет усиленного всасывания из пищеварительной системы и мобилизации из запасов костной системы [1, 2]. При субклинической форме ГК, как правило, поражено 50 % дойного стада, а падение уровня Са не так выражено. При адекватной минеральной подкормке риск заболевания снижается до 15 %. Коровы 3–7-й лактации более подвержены заболеванию в отличие от первотелок [3].

В *этиологии* возникновения ГК основополагающим фактором является кормление в последние 4 недели стельности, т. е. в первую половину транзитного периода. Доказано, что заболевание встречается чаще, если коровы получают богатые Са корма перед отелом. Следовательно, эти животные

не способны моментально использовать Са из костей или активно усваивать его из пищеварительного тракта во время отела. Вместо этого им необходимо несколько дней, чтобы активизировать эти механизмы, что делает коров весьма восприимчивыми к послеродовому парезу в этот период [4].

Концентрация Са в крови регулируется паратиреоидным гормоном (ПТГ) и 1,25-дигидроксивитамином D_3 , вырабатываемым в ответ на ГК с целью повышения уровня Са в крови [5]. Если его уровень снижен лишь умеренно, то ПТГ стимулирует его почечную абсорбцию из гломерулярного фильтрата, в следствии показатель приходит в норму. Однако, если уровень Са слишком низкий, ПТГ продолжает стимулировать его резорбцию из костей [6]. После отела корова производит до 10 л молозива, и поскольку его выработка начинается сразу после отела и длится в течение 5–12 дней, потребности в этом элементе остаются высокими [7]. Так как в сухостойный период эти механизмы не активны, то все коровы в первые несколько дней после отела подвержены ГК. Они не могут моментально использовать Са из костей или активно переносить его из пищеварительного тракта в первые 24–48 ч после родов, затем резорбция значительно увеличивается. Для оптимального функционирования этого механизма фундаментальным критерием является оптимальный рН крови, равный 7,4. Если он выше 7,5, возникает метаболический алкалоз, предрасполагающий коров к ГК [8], причиной которого является избыток Na и K в рационе коров в сухостойный период [9]. Калий здесь наиболее значим, так как все корма содержат его в большом количестве. Когда рН крови становится щелочным, структура рецепторов ПТГ изменяется, и он не действует так эффективно, как должен. Большинство специалистов должны стремиться поддерживать разницу между катионами и анионами в рационе, т. е. между $(Na^+ + K^+)$ и $(Cl^- + S^-)$. Этот баланс принято называть *катионно-анионным балансом кормов в рационе*, или *DCAD* [10, 11].

При возникновении заболевания можно выделить ряд стадий.

На 1-й стадии – *субклинической* – наблюдается нервная и мышечная гиперчувствительность, возбуждение, мышечный тремор, животное почти не употребляет корм и выражена атаксия. Животное отказывается двигаться или есть, при этом температура в норме. Это состояние может длиться часами. Если в этот период вовремя не диагностировать болезнь, в дальнейшем она будет лишь прогрессировать. Субклиническая ГК приводит к более высоким затратам, поскольку она поражает гораздо больший процент животных в стаде. Например, каждый случай ГК обходится его владельцу в 334 доллара [12], а годовые потери составляют приблизительно 12 000. Недавние исследования показывают, что ГК в период отела связана с потерей надоев и повышенным риском смещения сычуга [13], затраты на лечение которого составляют уже 340 долл. США.

Вторая стадия – *продромальная*, характеризуется крайним истощением и потерей сил. Животное не может стоять и лежит в стерильном положении. Тетания, присутствующая в 1-й фазе, сменяется длительным залеживанием и парезом. Животное полностью отказывается от корма, отмечают сухость носа, субфебрильная температура тела (от 36,5 до 38 °С), холодные конечности. Артериальный пульс слабый, сердцебиение едва слышно, а частота сердечных сокращений до 80 ударов в минуту. В дальнейшем паралич гладких мышц приводит к гипотонии и атонии сычуга, что может проявляться вздутием живота [14]. Мочеиспускание у этих животных затруднено либо полностью отсутствует. В данной стадии отмечена ригидность матки, что в последствии приводит к проблемам с отделением последа. Кроме того, надой молока снижаются на 14 %, а коровы становятся более восприимчивыми к кетозу, задержанию последа и смещению сычуга [15].

В 3-ю и *последнюю стадию* животное теряет сознание и впадает в кому. Коровы лежат в боковом положении, могут развиваться пролежни. Сердечно-сосудистая активность животных максимально угнетена, пульс слабый и нитевидный, дыхание поверхностное и ослабленное. При развитии состояния коллапса коровы погибают в течение нескольких часов [16].

Сегодня принято *диагностировать* дефицит Са по его содержанию в сыворотке крови, при этом диагноз является положительным, если уровень элемента будет менее 1,996 ммоль/л. Рекомендуются отбор крови производить через 12–24 ч после отела, минимум у 12 животных [17]. Если в 3–5 образцах уровень сывороточного Са менее 1,996 ммоль/л диагноз считается положительным, а если в более чем 6, то стадо считается эндемичным по содержанию Са [18].

Доктор Руби Ву считает, что для проверки DCAD рН мочи является адекватным диагностическим тестом, поскольку он коррелирует с рН крови и должен быть от 6,0 до 6,8. В профилактических целях уровень DCAD желательно удерживать от –8 до –12 мэкв/100 г сухого вещества. Минимальное количество образцов мочи для диагностических целей составляет 8. Данную процедуру рекомендуется проводить каждую неделю, а лучше чаще. Процедура определения весьма проста, так как достаточно обычной индикаторной бумаги [19, 20].

Сегодня *терапию* ГК принято проводить путем внутривенного введения кальция бороглоконата (1 г Са на 45 кг массы тела животного). При лечении крупных коров с высокой молочной продуктивностью можно вводить дополнительный флакон препарата подкожно. В связи с тем что Са обладает кардиотоксичностью, его следует вводить очень медленно, в течение 10–20 минут, тщательно контролируя деятельность сердца с помощью аускультации. При появлении брадикардии или аритмии лечение следует прекратить и возобновить его только после нормализации сердечной деятельности.

Если у коровы диагностировали субклиническую форму ГК и при этом она стоит, а не лежит, препараты Са вводятся внутривенно. Известно, что при таком введении его уровень быстро повышается в крови, что является потенциально опасным [21], так как высокий уровень Са может вызвать фатальные сердечные осложнения и затруднить его мобилизацию у коров в критические моменты. Кроме того, препараты кальция не стоит использовать как монотерапию в виде подкожного введения, в силу плохого его усвоения из-за ослабленной периферической абсорбции. Подкожная инъекция позволяет вернуть уровень сывороточного Са к физиологической норме в течение 6 ч после введения. У животных с субклинической формой ГК предпочтительный метод введения препаратов кальция – пероральный, если животное не приняло вынужденное лежачее положение [22].

Oetzel G. R. и соавт. считают, что коровам, которым внутривенно вводили Са, и они положительно на это отреагировали, т. е. как только они приходят в сознание и могут принимать пищу (через 12 ч после терапии препаратом), следует также вводить пероральные добавки Са [23].

Профилактика ГК основана на кормлении коров с низким содержанием кальция, особенно высокопродуктивных в период сухостоя, для стимуляции кишечной и костной резорбции. Снижение содержания Са в рационе в период сухостоя приводит к снижению рН крови, тем самым способствуя его резорбции [24]. В качестве профилактической меры можно вводить 8 млн МЕ витамина D и пероральные добавки Са (150 г) за 8 дней до отела, в день отела и на следующий день после отела. Магний играет решающую роль в гомеостазе кальция в период отела, его рекомендуется вводить до 40–50 г (примерно 0,30–0,45 % СВ в рационе) [25].

В силу распространенности и актуальности данного заболевания в современном молочном скотоводстве имеется необходимость ранней диагностики этой патологии посредством регулярного мониторинга биохимических показателей крови различных групп крупного рогатого скота в нашей стране.

Цель работы – провести анализ крови разных половозрастных групп крупного рогатого скота на территории Республики Беларусь на предмет наличия дефицита кальция.

Материалы и методы. Материалом для анализа служили более 300 протоколов биохимических исследований за 2024 год из всех областей Республики Беларусь.

Результаты исследований. За 2024 год было изучено более 300 протоколов биохимических исследований образцов, доставленных в РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» из всех областей Республики Беларусь. Исследования показали, что всего за этот период было сделано 3422 анализов проб крови, из которых на долю Минской области приходится подавляющее большинство – 2695, или 79 % от общего количества

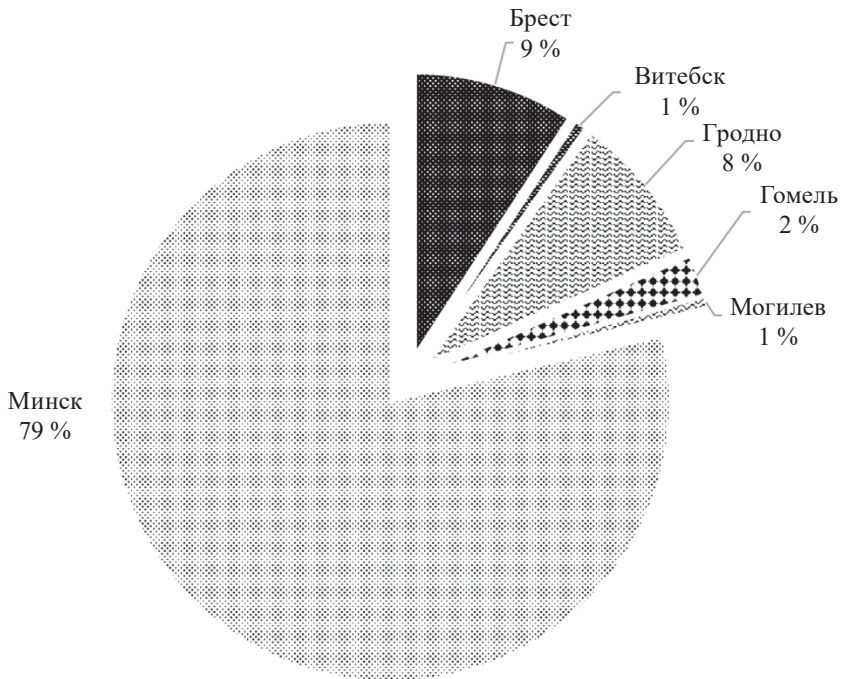


Рис. 1. Количество доставленных образцов, в которых проведено исследование содержания Са

проб (рис. 1). Самое малое количество проб было доставлено из Могилевской и Витебской областей и составило по 1 % от региона.

На долю Брестской, Гродненской и Гомельской областей приходится 314 (9 %), 293 (8 %) и 79 (2 %) проб соответственно.

Нами установлено, что из 3422 проанализированных проб в 984 уровень кальция находится ниже референсных показателей [26].

Тем не менее, несмотря на то что количество доставленных проб местами существенно различается, полученные данные в отношении количества проб проанализированных и найденных в них проб с дефицитом по Са имеют общую закономерность, а именно, вне зависимости от количества доставленных проб из той или иной области, в отношении данного элемента, имеется дефицит, который в среднем составляет 30,5 % (эти данные согласуются с вышеупомянутыми источниками). В эту выборку не входят лишь Могилевская и Витебская области, по причине отсутствия проб с уровнем Са, характеризующийся как дефицитный (рис. 2). Относительно данных, полученных из этих двух регионов, имеется важный нюанс, который мы наблюдали и в остальных областях. В сыворотке телят возрастом от 14 дней до 6 месяцев гипокальциемия носит спорадический характер (от 0 до 4,65 % случаев от всех проб с низким уровнем Са).

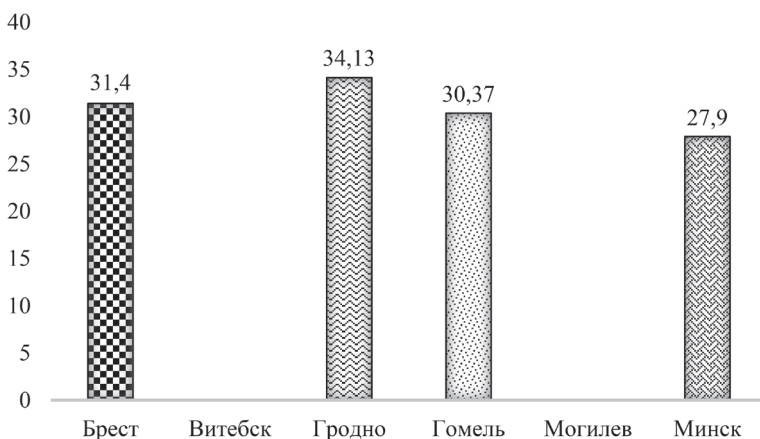


Рис. 2. Количество образцов крови животных с дефицитом Са от числа доставленных проб

Однако встречаются редкие случаи довольно существенного распространения дефицита кальция в организациях, где эта патология свойственна всем производственным группам животных.

Исследования показали, что к животным, у которых отмечен самый глубокий дефицит кальция, от 1 до 1,5 ммоль/л (референсный показатель 2,1–2,99 ммоль/л), относятся коровы 2-го периода сухостоя – от 30 до 45 % случаев от всех проб с низким уровнем Са, новотельные – от 30 до 55 % случаев от всех проб с низким уровнем Са и раздой (0–20-й день) – от 25 до 35 % случаев от всех проб с низким уровнем Са, т. е. животные транзитного периода. В структуре всех групп больных животных они составляют подавляющие 85–90 %.

Заключение. Гипокальциемия крупного рогатого скота в перипартуринтный период у коров молочного стада различных регионов нашей страны имеем вполне широкое распространение и повсеместную стационарность. Наиболее часто подвержены гипокальциемии животные в транзитный период, в частности, коровы 2-го периода сухостоя, новотельные и животные на раздое, в то время как у телят гипокальциемия носит спорадических характер. Установлено, что в скотоводческих предприятиях Беларуси присутствует 30,5 % животных с дефицитом Са.

Литература

1. Felsenfeld, A. J. Milk alkali syndrome and the dynamics of calcium homeostasis / A. J. Felsenfeld, B. S. Levine // *Clinical journal of the American Society of Nephrology*. – 2006. – № 1. – P. 641.
2. Обмен ионизированного кальция и изменение pH мочи у коров в транзитный период при использовании анионных солей / А. В. Гордейко, Д. В. Воронов // *Актуальные*

проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2023. – Вып. 26, ч. 2. – С. 222–229.

3. Goff, J. P. Calcium and magnesium disorders / J. P. Goff // *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. – 2014. – № 30. – P. 359–381. DOI: 10.1016/j.cvfa.2014.04.003.

4. DeGaris, P. J. Milk fever in dairy cows: a review of pathophysiology and control principles / P. J. DeGaris, I. J. Lean // *Veterinary Journal*. – 2008. – № 176. – P. 58–69. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.029.

5. Regulation of bone resorption and formation: influences of thyrocalcitonin, parathyroid hormone, neutral phosphate and vitamin D3 / M. M. Pechet, E. Bobadilla, E. L. Carroll, R. H. Hesse // *American Journal of Medicine*. – 1967. – № 43. – P. 696–710. DOI: 10.1016/0002-9343(67)90112-X.

6. Kroll, M. H. Parathyroid hormone temporal effects on bone formation and resorption / M. H. Kroll // *Bulletin of Mathematical Biology*. – 2000. – № 62. – P. 163–188. DOI: 10.1006/bulm.1999.0146.

7. Stevenson, M. A.W. The effects of calcium supplementation of dairy cattle after calving on milk, milk fat and protein production, and fertility / M. A. Stevenson, N. B. Williamson, D. W. Hardon // *New Zealand Veterinary Journal*. – 1999. – № 47. – P. 53–60. DOI: 10.1080/00480169.1999.36111.

8. Goffin, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows / J. P. Goffin // *Veterinary Journal*. – 2008. – № 176. – P. 50–57. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.020.

9. Seifi, H. A. Subclinical hypocalcemia in dairy cows: pathophysiology, consequences and monitoring / H. A. Seifi, S. Kia // *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*. – 2017. – № 9. – P. 1–15. DOI: 10.22067/veterinary.v9i2.69198.

10. Goff, J. P. Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders / J. P. Goff // *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. – 2000. – № 16 – P. 319–337. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30108-0.

11. Kostadinović, L. Hydroponic feed and quality in sustainable dairy animal production / L. Kostadinović // *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*. – 2023. – № 6. – P. 965–974. DOI: 10.55817/YSNF9052.

12. Kocabagli, N. Prevention of milk fever: a herd health approach to dairy cow nutrition / N. Kocabagli // *Archives of Animal Husbandry & Dairy Science*. – 2018. – № 1. – P. 2018. DOI: 10.33552/AAHDS.2018.01.000502.

13. Historical and current perspectives on the treatment, control and pathogenesis of milk fever in dairy cattle / R. D. Murray, J. E. Horsfield, W. D. McCormick [et al.] // *Veterinary Record*. – 2008. – Vol. 163. – P. 561–565. DOI: 10.1136/vr.163.19.561.

14. Venjakob, P. L. Hypocalcemia – cow-level prevalence and preventive strategies in german dairy herds / P. L. Venjakob, S. Borchardt, W. Heuwieser // *Journal of Dairy Science*. – 2017. – № 100. – P. 9258–9266. DOI: 10.3168/jds.2016-12494.

15. Hypocalcemia in the dairy cow. Review / C. F. Arechiga-Flores, Z. Cortés-Vidauri, P. Hernández-Briano [et al.] // *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. – 2022. – № 13. – P. 1025–1054. DOI: 10.22319/rmcp.v13i4.5277.

16. Oetzel, G. R. Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock / G. R. Oetzel // *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. – 1988. – № 4. – P. 351–364. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)31053-7.

17. Association between subclinical hypocalcemia in the first 3 days of lactation and reproductive performance of dairy cows / L. S. Caixeta, P. A. Ospina, M. B. Capel [et al.] // *Theriogenology*. – 2017. – № 94. – P. 1–7. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2017.01.039.

18. Effect of serum calcium status at calving on survival, health, and performance of postpartum holstein cows and calves under certified organic management / A. L. Wilhelm, M. G. Maquivar, S. Bas [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 2017. – № 100. – P. 3059–3067. DOI: 10.3168/jds.2016-11743.

19. Fehlberg, L. K. Validation of 2 urine pH measuring techniques in a prepartum negative dietary cation-anion difference diet and the relationship with production performance / L. K. Fehlberg, A. Pineda, F. C. Cardoso // J.D.S. Communications. – 2022. – № 3. – P. 13–18. DOI: 10.3168/jdsc.2021-0130.
20. Бу, Р. Менеджмент транзитного периода и отрицательный катионно-анионный баланс в рационе в преддельный период / Р. Бу // Аграрная наука. – 2020. – № 6. – С. 35.
21. Intravenous calcium infusion in a calving protocol disrupts calcium homeostasis compared with an oral calcium supplement / J. Wilms, G. Wang, J. Doelman [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2019. – № 102. – P. 6056–6064. DOI: 10.3168/jds.2018-15754.
22. Randomized clinical trial of a calcium supplement for improvement of health in dairy cows in early lactation / C. L. Miltenburg, T. F. Duffield, D. Bienze [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2016. – № 99. – P. 6550–6562. DOI: 10.3168/jds.2016-10961.
23. Oetzel, G. R. Fresh cow metabolic diseases: old myths and new data / G. R. Oetzel // American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings; American Association of Bovine Practitioners. – Ashland (OH), USA, 2017. – P. 70–80.
24. Symposium review: transition cow calcium homeostasis – health effects of hypocalcemia and strategies for prevention / M. R. Wilkens, C. D. Nelson, L. L. Hernandez, J. A. A. McArt // Journal of Dairy Science. – 2020. – № 103. – P. 2909–2927. DOI: 10.3168/jds.2019-17268.
25. Martín-Tereso, J. Novel model to explain dietary factors affecting hypocalcaemia in dairy cattle / J. Martín-Tereso, M. W. A. Verstegen // Nutrition Research Reviews. – 2011. – № 24. – P. 228–243. DOI: 10.1017/S0954422411000126.
26. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский, А. А. Белко, А. П. Курдеко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с.

УДК [619:616.155.194]:636.1

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ АНЕМИИ У ЛОШАДЕЙ

Н. Н. Куевда, Е. Н. Куевда, Е. В. Плахотнюк, М. Л. Лизогуб

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
Симферополь, Российская Федерация*

Резюме. Анемия – полиэтиологическая патология, которая довольно часто встречается у лошадей в Республике Крым. Внедрение современных методов диагностики значительно расширяет возможности ветеринарных специалистов в определении ее вида и возможных причин. Чаще у лошадей возникает алиментарно-дефицитная (гипопластическая) анемия, связанная с дефицитом микроэлементов и витаминов (особенно меди, кобальта, цианокобаламина и др.). Клинический статус животных при этой патологии долгое время остается удовлетворительным, выраженных симптомов не наблюдают. При лабораторном исследовании крови устанавливают гипохромную анемию с тенденцией к макроцитозу. МСНС у лошадей при этом составляет $284,3 \pm 6,24$ г/л, МСV – $53,0 \pm 0,65$ фл. При биохимическом анализе крови регистрируют снижение общего холестерина у большей части лошадей – до $2,01 \pm 0,07$ ммоль/л и повышение активности лактатдегидрогеназы – до $476,4 \pm 59,2$ Ед/л (у 42,9 % животных). Введение цианокобаламина и солей микроэлементов (меди и кобальта) способствует нормализации гемопоэза животных.

Ключевые слова: лошади, анемия, общий анализ крови, медь, кобальт, железо.

Summary. Anemia is a polyetiological pathology that is quite common in horses in the Republic of Crimea. The introduction of modern diagnostic methods significantly expands the capabilities of veterinary specialists in determining its type and possible causes. Most often, horses develop alimentary deficiency (hypoplastic) anemia associated with a deficiency of trace elements and vitamins (especially copper, cobalt, cyanocobalamin, etc.). The clinical status of animals with this pathology remains satisfactory for a long time, no pronounced symptoms are observed. Laboratory blood tests reveal hypochromic anemia with a tendency to macrocytosis. In horses, MCHC is 284.3 ± 6.24 g/l, MCV is 53.0 ± 0.65 fl. Biochemical blood tests show a decrease in total cholesterol in most horses – to 2.01 ± 0.07 mmol/l and an increase in lactate dehydrogenase activity – to 476.4 ± 59.2 U/l (in 42.9 % of animals). The introduction of cyanocobalamin and trace element salts (copper and cobalt) helps to normalize animal hematopoiesis.

Keywords: horses, anemia, complete blood count, copper, cobalt, iron.

Введение. Лошади приручены человеком давно, со времен глубокой древности. До середины XX века этих животных интенсивно использовали во всех сферах жизни – в сельскохозяйственном производстве, армии, транспорте и др. К концу XX века, в связи со стремительной механизацией, поголовье лошадей значительно сократилось. Однако в последнее время в нашей стране и мире наблюдается повышенное внимание к этому виду животных. Лошади становятся объектом интенсивного использования. Их роль постоянно возрастает в международной индустрии развлечений, они участвуют в разнообразных спортивных состязаниях, все бóльшую популярность приобретает верховая езда, реже их применяют для производства кумыса и конины. Однако лошади часто содержатся в условиях, далеких от идеальных. Поэтому в такой ситуации неизбежно возникновение различных патологий. В последнее время у лошадей все чаще диагностируется анемия, патологии печени, реже – эндокринопатии. Ветеринария лошадей, по примеру мелких домашних животных, претерпевает значительные изменения. Внедрение современных методов диагностики значительно расширяет возможности практического ветеринарного специалиста, особенно при диагностике скрыто протекающих заболеваний – метаболической патологии, которая способствует вовлечению в процесс и других органов и систем. Анемия – патологическое состояние, которое развивается вследствие снижения в единице объема крови эритроцитов или гемоглобина по различным причинам [1–3]. В практике встречается чаще алиментарно-дефицитная анемия, вызванная недостатком микроэлементов, реже – витаминов, необходимых для кроветворения, либо патологиями печени и других органов [4–6]. К примеру, по данным М. Л. Лизогуба содержание подвижных форм меди в почвах Крыма очень низкое и, как следствие, ее содержание в кормах значительно понижено, на 48–64 % меньше табличных, расчетных значений [7]. Такие условия создают предпосылки для возникновения микроэлементозов, имеющих длительное, субклиническое течение. Именно дефицит микроэлементов является основной причиной гипопластической анемии у лошадей. При этом же-

лезе не имеет решающего значения в этиологии, поскольку лошади получают его гораздо больше с кормами, нежели их потребности [8]. Дефицит железа вызывает анемию только у жеребят, да и то при отсутствии материнского молозива и молока в необходимых количествах. Даже у молодняка анемия чаще имеет вторичное происхождение вследствие различных заболеваний, в первую очередь септических [9].

Диагностика этой патологии всегда комплексная. Клинические признаки анемии малоспецифичны и не характерны. При развитии патологии у лошадей повышается утомляемость и снижается работоспособность, при физических нагрузках возникает одышка, тахикардия и аритмии. Впоследствии слизистые оболочки и кожа на непигментированных участках становятся бледными, реже – с кровоизлияниями, даже слегка желтушными. Шерстный покров часто матовый, взъерошенный, волосы плохо удерживаются в коже. Упитанность лошадей может быть снижена. Заболевание часто сопровождается симптомами основной патологии, либо осложняется поражением слизистой оболочки кишечника, мочевыделительных путей, органов дыхания и др. Температура тела в большинстве случаев нормальная, ее повышение свидетельствует о вторичном инфицировании процесса [8]. В общем анализе крови с использованием современных гематологических анализаторов устанавливают снижение эритроцитов, гемоглобина и гематокритной величины. Кроме того, обнаруживают качественные изменения эритроцитов – их объема и насыщенности гемоглобином, что позволяет точнее определить вид анемии. Указанные показатели можно определять и рутинными методами, но тогда снижается точность и повышается вероятность ошибки. Использование анализатора позволяет также определить уникальный показатель – МСНС (mean cell hemoglobin concentration) – концентрацию гемоглобина в гематокрите (всех эритроцитах). Второй уникальный показатель – RDWc (red cell distribution width) – широта распределения эритроцитов. Фактически этот показатель свидетельствует о вариации популяции эритроцитов по объему. Поэтому является неспецифическим показателем регенерации анемии, но требует подтверждения подсчетом ретикулоцитов [10, 11]. По мнению E. D. Rout и соавт., определять ретикулоциты в крови у лошадей малополезно. Для оценки степени регенерации анемии необходимо определять экспрессию рецепторов трансферрина в сывороточных экзосомах, которая возрастает в период 7–10 дней после возникновения анемии [12]. Биохимический анализ при гипопластической (алиментарно-дефицитной) анемии обычно мало информативен. Общие показатели часто не меняются. Для диагностики требуется определение специфических показателей: железа, меди, кобальта, цианокобаламина и др.

Материалы и методы. При выполнении работы использовали клинические, гематологические и статистические методы исследований. Объек-

том исследования были лошади частного подворья (9 голов), содержащиеся в условиях горного Крыма (с. Приветное, ГО Алушта). Для выполнения экспериментальной части работы были подобраны беспородные животные возрастом 6–16 лет (помеси). Материал для исследования – образцы крови животных. Клиническое обследование животных выполняли по методике диспансеризации с нашими дополнениями и изменениями. Для определения упитанности использовали два параметра, которые можно оценить количественно – среднюю оценку упитанности (BCS) по системе оценки Хеннеке, среднюю оценку гребня шеи (CNS). Образцы крови лошадей получали из яремной вены в две пробирки – с K_3 -EDTA (для общего анализа) и Li-гепарином (для биохимических исследований). Общий анализ крови выполняли на автоматическом гематологическом анализаторе VetScan HM5 (Abaxis, США). В цельной крови определяли содержание глюкозы экспресс-анализатором CentriVet (ACON Laboratories Inc, США). Биохимические исследования проводили на автоматическом биохимическом экспресс-анализаторе Fuji DRI-CHEM 4000ie (Fujifilm, Япония). В плазме крови определяли концентрацию общего белка, альбумина, мочевины, креатинина, холестерина, триглицеридов и активность ферментов (аспартатаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, креатинфосфокиназы, гамма-глутамилтрансферазы и щелочной фосфатазы).

Лечение лошадей проводили по предлагаемой схеме, сравнивая его эффективность в начале и конце эксперимента. Подкожно лошадям один раз в неделю 6 раз вводили по 10 мл 0,05 % раствора цианокобаламина, ежедневно вместе с зерном овса скармливали по 100 мг меди сульфата и 20 мг кобальта хлорида. Продолжительность скармливания микроэлементов составила 1,5 месяца. Весь период экспериментальных исследований содержание лошадей было свободное, выгульное. Лошади практически круглосуточно выпасались на окружающей село территории в условиях горного леса. Вечером животные возвращались домой, где проводили их подкормку. Кормление лошадей осуществляли групповым способом: 45–50 кг сена и 20 кг овса задавали в групповые кормушки. Вместе с зерном животные получали и добавки микроэлементов. При хорошей погоде животные после вечернего кормления отправлялись на выпас в ночь.

Полученные результаты исследований анализировали методами вариационной статистики, используя Microsoft Office Excel 2007, рассчитывали среднюю величину и ее ошибку ($M \pm m$). Значимость различий показателей определяли в связанных выборках.

Результаты исследований. Клинический статус лошадей в период экспериментальных исследований был удовлетворительным. Выраженных симптомов, свойственных гипопластической анемии, мы не отмечали. Общеклинические показатели находились в пределах референсных колебаний.

Идент. пробы 00270
Идент. пациента
Имя Kumiir
Тип Лошадь
Пол —
Возр. 0 Б
Врач

Идент. пробы 00268
Идент. пациента
Имя Elza
Тип Лошадь
Пол —
Возр. 0 Б
Врач

WBC	8.13	10 ⁹ /л	5.40		14.30
LYM	4.69	10 ⁹ /л	1.50		7.70
MON	0.10	10 ⁹ /л	0.00		1.50
NEU	2.93	10 ⁹ /л	2.30		9.50
EOS	0.36	10 ⁹ /л	0.00		1.00
BAS	0.05	10 ⁹ /л	0.00		0.30
LYM%	57.7	%	0.0		100.0
MON%	1.2	%	0.0		100.0
NEU%	36.0	%	0.0		100.0
EOS%	4.4	%	0.0		100.0
BAS%	0.6	%	0.0		100.0

WBC	7.70	10 ⁹ /л	5.40		14.30
LYM	3.22	10 ⁹ /л	1.50		7.70
MON	0.34	10 ⁹ /л	0.00		1.50
NEU	3.34	10 ⁹ /л	2.30		9.50
EOS	0.69	10 ⁹ /л	0.00		1.00
BAS	0.11	10 ⁹ /л	0.00		0.30
LYM%	41.8	%	0.0		100.0
MON%	4.4	%	0.0		100.0
NEU%	43.4	%	0.0		100.0
EOS%	8.9	%	0.0		100.0
BAS%	1.5	%	0.0		100.0

RBC	7.30	10 ¹² /л	6.80		12.90
HGB	109	г/л	110		190
HCT	38.16	%	32.00		53.00
MCV	52	fl	37		59
MCH	14.9	pg	12.3		19.7
MCHC	286	г/л	310		390
RDWc	21.6	%			
RDWs	43.8	fl			

RBC	7.98	10 ¹² /л	6.80		12.90
HGB	112	г/л	110		190
HCT	40.41	%	32.00		53.00
MCV	51	fl	37		59
MCH	14.1	pg	12.3		19.7
MCHC	277	г/л	310		390
RDWc	22.1	%			
RDWs	43.0	fl			

PLT	110	10 ⁹ /л	100		400
MPV	7.4	fl			
PCT	0.08	%			
PDWc	35.5	%			
PDWs	11.2	fl			

PLT	131	10 ⁹ /л	100		400
MPV	7.4	fl			
PCT	0.10	%			
PDWc	38.0	%			
PDWs	12.5	fl			

Результаты общего анализа крови двух лошадей

При проведении общего анализа крови отмечали гипохромную нормоцитарную анемию (см. рисунок).

Анализируя данные клинического статуса, результатов общего анализа крови и рациона лошадей, мы пришли к заключению, что причиной анемии является дефицит микроэлементов (в первую очередь, меди и кобальта, витаминов, особенно В₁₂). Рацион полностью обеспечивал потребность животных в железе, однако меди в нем не хватало, ее дефицит составлял около 50 %. Известно, что медь катализирует включение железа в молекулу гемоглобина, поэтому ее недостаток на фоне хорошей обеспеченности железом способствовал уменьшению в крови лошадей МСНС. Дефицит кобальта был более значителен – 80 %, что могло повлиять и на уровень цианокобаламина в организме животных. При этом MCV у лошадей имел тенденцию приближения к верхним границам нормы, что косвенно подтверждает нашу гипотезу.

Обобщенные результаты общего анализа крови лошадей в течение эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные результаты общего анализа крови лошадей

Показатель	Начало эксперимента	Конец эксперимента	Коэффициент достоверности, <i>p</i>
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,18 ± 0,22	7,73 ± 0,24	<0,001
Гемоглобин, г/л	108,0 ± 2,25	117,9 ± 2,54	<0,001
Гематокрит, %	38,1 ± 1,0	38,9 ± 1,03	<0,001
MCV, фл	53,0 ± 0,65	50,6 ± 0,48	<0,01
MCH, пг	15,1 ± 0,32	15,3 ± 0,29	<0,01
MCHC, г/л	284,3 ± 6,24	313,0 ± 3,16	<0,001
RDWc, %	21,0 ± 0,27	19,9 ± 0,25	<0,001
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	8,05 ± 0,23	8,41 ± 0,20	<0,001
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	3,82 ± 0,38	3,93 ± 0,35	–
Моноциты, 10 ⁹ /л	0,22 ± 0,05	0,24 ± 0,05	<0,001
Нейтрофилы, 10 ⁹ /л	3,51 ± 0,48	3,73 ± 0,47	–
Эозинофилы, 10 ⁹ /л	0,43 ± 0,06	0,46 ± 0,06	<0,001
Базофилы, 10 ⁹ /л	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	–
Нейтрофилы/лимфоциты	1,07 ± 0,27	1,07 ± 0,26	–

По данным табл. 1 видно, что в период экспериментальных исследований практически все показатели эритропоэза изменились. У лошадей возросло количество эритроцитов, гемоглобина и гематокрита. Кроме этого мы наблюдаем тенденцию к снижению среднего объема эритроцитов. Если в начале лечения его значения находились у верхних границ нормы, то к окончанию эксперимента происходило его снижение ($p < 0,01$). Учитывая, что обеспеченность лошадей железом была полной, у них вначале отмечена гипохромия. Концентрация МСНС была низкой – $284,3 \pm 6,24$ г/л, что мы связываем со сниженной обеспеченностью именно медью [10]. Применение же солей меди и кобальта позволило повысить эффективность усвоения железа в ЖКТ лошадей, интенсифицировать эндогенное образование цианокобаламина. Поэтому в конце эксперимента концентрация МСНС стала нормальной. Кроме того, также снизился показатель широты вариации эритроцитов – с $21,0 \pm 0,27$ до $19,9 \pm 0,25$ % ($p < 0,001$). Это свидетельствовало о снижении анизоцитоза и пойкилоцитоза, которые часто наблюдаются при алиментарно-дефицитных анемиях у лошадей [11]. Анализ показателей лейкопоэза свидетельствует о том, что у лошадей не отмечали признаков дефицита энергии, а наоборот, улучшение по ее эффективному метаболизму. Возросло количество лейкоцитов, нейтрофилов и эозинофилов, а при голодании (дефиците энергии) у лошадей они понижаются в первую очередь [8].

Обобщенные результаты биохимических исследований крови лошадей в период экспериментальных исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты биохимического анализа плазмы крови лошадей

Показатель	Начало эксперимента	Конец эксперимента	Коэффициент достоверности, <i>p</i>
Общий белок, г/л	69,9 ± 1,43	68,5 ± 1,41	<0,001
Глюкоза, ммоль/л	4,67 ± 0,22	4,57 ± 0,22	<0,001
Альбумин, г/л	30,7 ± 0,61	31,7 ± 0,61	<0,001
Общий холестерин, ммоль/л	2,01 ± 0,07	2,11 ± 0,08	<0,001
Триглицериды, ммоль/л	0,30 ± 0,03	0,32 ± 0,03	<0,001
Мочевина, ммоль/л	3,41 ± 0,16	2,37 ± 0,16	<0,01
Креатинин, мкмоль/л	113,7 ± 10,5	116,0 ± 10,8	<0,001
Креатинфосфокиназа, Ед/л	196,0 ± 10,3	199,9 ± 10,6	<0,001
Аспаргатаминотрансфераза, Ед/л	289,1 ± 3,76	295,1 ± 3,8	<0,001
Лактатдегидрогеназа, Ед/л	476,4 ± 59,2	425,0 ± 26,9	–
Щелочная фосфатаза, Ед/л	198,4 ± 19,3	202,3 ± 19,7	<0,001
Гамма-глутамилтрансфераза, Ед/л	15,1 ± 0,59	16,1 ± 0,59	<0,001

По данным табл. 2 видно, что применение добавок микроэлементов провоцирует и метаболические изменения в организме лошадей, связанные с активацией многих ферментов (к примеру, цитохромоксидазы – важнейшего компонента клеточного дыхания). При этом следует учитывать, что интенсивность обмена веществ и энергии у лошадей в значительной мере зависит от их индивидуальных особенностей. Основным источником энергии для них – легкоусвояемые кормовые углеводы, которыми наиболее богата зеленая трава в начальный период вегетации, а также зерно злаков (овес).

Добавки кобальта способствуют лучшему усвоению азота и биосинтезу белков, оказывают положительное действие на углеводно-минеральный обмен, рост микрофлоры в желудочно-кишечном тракте и образование витамина В₁₂. При анализе результатов биохимических исследований отмечается снижение в крови общего белка и глюкозы с одновременным возрастанием альбумина и показателей липидного обмена (общего холестерина и триглицеридов) в конце эксперимента (по сравнению с первоначальными данными). Благотворное влияние кобальта связано с тем, что лошади испытывали его недостаток до введения добавок. В нормальных условиях кобальта очень мало в злаках (причем как в зерне, так и в траве), его гораздо больше в бобовом сене, шроте и др. Однако бобовое сено (люцерновое, эспарцетовое и др.) крайне нежелательно использовать для кормления лошадей [8]. Потребность в цианокобаламине у взрослых лошадей практически полностью удовлетворяется собственным синтезом в толстом кишечнике при главном условии – полной обеспеченности кобальтом. Недостаток же кобальта и цианокобаламина сопровождается снижением синтеза белка и нуклеиновых кислот. При достаточной обеспеченности животных витамином произошло увеличение альбумина и креатинина в конце экспериментального периода. Подобные метаболические эффекты оказали и соли меди.

При включении ее добавок в рацион животных отмечали более интенсивное отложение белков, в связи с улучшением их переваримости. По данным А. Хеннига, «...дозы меди снижают содержание бактерий прежде всего в верхних отделах кишечника, что способствует снижению расхода кормов. Это выражается в утончении кишечной стенки и улучшении в связи с этим всасывания питательных веществ. Также при даче меди животные меньше поражаются кишечными паразитами». У лошадей в конце экспериментальных исследований значительно снизилось содержание мочевины – практически в 1,5 раза ($p < 0,001$), что мы связываем со снижением нагрузки аммиаком.

Интенсификация метаболических процессов под влиянием лечения, преобладание анаболических явлений над катаболическими, происходила главным образом в печени. У животных в конце эксперимента повышалась активность ее ферментов – аспартатаминотрансферазы, щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтрансферазы. Учитывая, что это повышение происходило в пределах нормы, то это связано как раз с анаболическими явлениями, нежели патологическими изменениями в органе. Улучшение показателей гемопоеза, общего метаболизма оказало, по-видимому, благоприятный эффект и на работоспособность лошадей. К концу экспериментальных исследований у них возросла активность креатинфосфокиназы. При анализе результатов активности лактатдегидрогеназы установили тенденцию к ее снижению (хотя и без достоверных изменений). Подобный эффект мы связываем с нормализацией обеспеченностью кислородом клеток и тканей, в первую очередь – эритроцитов. Именно эритроциты, по нашему мнению, являются основным источником ее повышения при гипопластической анемии алиментарно-дефицитного происхождения.

Заключение. Причиной гипопластической анемии у лошадей при выгульном содержании является дефицит в кормах цианокобаламина, меди (48,7 %) и кобальта (80,4 %). Клинический статус лошадей при гипопластической анемии удовлетворительный. Никаких симптомов патологии не отмечают. При лабораторных исследованиях крови в начале заболевания устанавливают гипохромную анемию с тенденцией к макроцитозу. МСНС у лошадей при этом $284,3 \pm 6,24$ г/л, МСV – $53,0 \pm 0,65$ фл. При биохимическом анализе крови регистрируют снижение общего холестерина у большей части лошадей – до $2,01 \pm 0,07$ ммоль/л и повышение активности лактатдегидрогеназы – до $476,4 \pm 59,2$ Ед/л (у 42,9 % животных). Введение цианокобаламина и солей микроэлементов (меди и кобальта) способствует нормализации гемопоеза животных.

Литература

1. Внутренние болезни животных : учебник для вузов / Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин, А. П. Курдеко [и др.] ; под ред. Г. Г. Щербакова [и др.]. – СПб. : Лань, 2024. – 716 с.
2. Внутрішні хвороби тварин / В. І. Левченко, І. П. Кондрахін, В. В. Влізло [та ін.] ; за ред. В. І. Левченка. – Біла Церква, 2015. – Ч. 2. – 610 с.

3. Курдеко, А. П. Внутренние незаразные болезни сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / А. П. Курдеко. – Минск : РИПО, 2021. – 523 с.
4. Лизогуб, М. Л. Этиология, дифференциальная диагностика и лечение анемии кобыл / М. Л. Лизогуб, Н. Н. Куевда, М. В. Жданова // Наукові праці Південного філіалу «Кримський агротехнологічний університет» Національного аграрного університету. Ветеринарні науки. – Симферополь, 2011. – Вип. 133. – С. 112–117.
5. Моніторинг показників еритроцитопоезу коней гуцульської породи за мікроелементозів / А. Р. Щербатий, А. О. Драчук, Л. Г. Слівінська, М. Г. Личук // Науковий вісник ветеринарної медицини : зб. наук. праць. – Біла Церква, 2010. – Вип. 5 (78). – С. 208–211.
6. Піддубняк, О. В. Порівняльна характеристика показників еритроцитопоезу у коней / О. В. Піддубняк, В. І. Головаха // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету : зб. наук. праць. – Біла Церква. 2008. – Вип. 56. – С. 135–139.
7. Лизогуб, М. Л. Содержание Cu и Zn в цепи: почва – корма – животные / М. Л. Лизогуб // Научные труды Крымского государственного агротехнологического университета. – Симферополь, 2002. – Вып. 71. – С. 78–82.
8. Dunkell, B. Disorders of hematopoietic system / B. Dunkell // Equine Internal Medicine / S. M. Reed, W. M. Bayly, D. C. Sellon (eds.). – 4th ed. – Elsevier, 2018. – P. 991–1028.
9. Dunkell, B. Hematologic disorders / B. Dunkell // Equine Neonatal Medicine / D. M. Wong, P. A. Wilkins (eds.). – John Wiley & Sons, 2024. – P. 1073–1088.
10. Overmann, J. Red blood cells / J. Overmann // Interpretation of Equine Laboratory diagnostics / N. Pusterla, J. Higgins (eds.). – John Wiley & Sons, 2018. – P. 113–118.
11. Walton, R. M. Equine hematology. CBC interpretation / R. M. Walton, C. A. Lawson // Equine Hematology, Cytology, and Clinical Chemistry / R. M. Walton, R. I. Cowell, A. C. Valenciano (eds.). – 2nd ed. – John Wiley & Sons, 2021. – P. 9–26.
12. Transferrin receptor expression in serum exosomes as a marker of regenerative anemia in the horse / E. D. Rout, T. L. Webb, H. M. Laurence [et al.] // Equine Veterinary Journal. – 2015. – № 47. – P. 101–106.

УДК 619:612:614:463:636:32

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ИММУНОЛОГИЧЕСКУЮ РЕАКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗМА ПРИ ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ПАРАТИФА

И. К. Тагиев

*Азербайджанский научно-исследовательский ветеринарный институт,
Баку, Азербайджанская Республика*

Резюме. Проанализированы исследования по изучению влияния микроэлементов (йод, кобальт и медь) на иммунологическую реактивность организма при вакцинации против паратифа. Установлено, что введение в кормовой рацион молодняка кроликов смеси микроэлементов стимулирует естественные и искусственные факторы иммунитета, повышает фагоцитарную способность лейкоцитов, увеличивает титр агглютининов, стимулирует лейкопоз при последующей вакцинации, а также повышает общую невосприимчивость, усиливает рост и развитие молодняка.

Ключевые слова: микроэлементы, йод, кобальт, медь, кролики.

Summary. Studies on the influence of trace elements (iodine, cobalt and copper) on the body's immunological reactivity during vaccination against paratyphoid fever are analyzed. It has been established that the introduction of a mixture of microelements into the feed ration of young rabbits stimulates natural and artificial factors of immunity, increases the phagocytic capacity of leukocytes, increases the titer of agglutinins, stimulates leukopoiesis during subsequent vaccination, and also increases general immunity, enhances the growth and development of young animals.

Keywords: trace elements, iodine, cobalt, copper, rabbits.

Введение. Для повышения сопротивляемости организма инфекциям можно использовать неспецифические агенты, стимулирующие выработку иммунитета по отношению к различным инфекциям.

Из литературы известно, что при оптимальном содержании микроэлементов в рационе повышается сопротивляемость организма болезням. Посредством подкормок недостающими микроэлементами удается не только повысить продуктивность животных и профилактировать возникновение у них заболеваний, связанных с недостатком микроэлементов, но и резко снизить падеж скота от различных инфекций.

Известно, что микроэлементы участвуют в процессе промежуточного обмена веществ и играют большую биологическую роль в живых организмах. При их недостатке или избытке нарушаются процессы синтеза биологически активных соединений (ферментов, гормонов, витаминов), вследствие чего возникают расстройства обмена веществ, эндемические заболевания, а также иммунобиологическая реактивность организма.

При искусственной регуляции содержания микроэлементов в рационах сельскохозяйственных животных необходимо учитывать биогеохимические зоны Азербайджана, который входит в зону недостаточности в почве, кормах и воде микроэлементов йода, кобальта и меди.

Цель работы – изучение влияния на иммунобиологическую реактивность организма молодняка кроликов, их рост и развитие (привесы в кормовой рацион животных) смеси микроэлементов (йод, кобальт и медь).

Материалы и методы. В опыт по изучению влияния микроэлементов на напряженность иммунитета при последующей вакцинации против паратифа было взято десять кроликов трехмесячного возраста весом до 2 кг и столько же мышей [2, 4, 5]. Кролики были разбиты на две группы – опытную и контрольную, по 5 животных в каждой. Каждую группу кроликов поместили в отдельную клетку с одинаковыми условиями кормления и содержания [3, 6].

Каждый опытный кролик в течение 10 дней до вакцинации, а затем и на протяжении всего опыта получал ежедневно смесь микроэлементов следующего состава: хлористый кобальт – 7,0 мг, йодистый калий – 1,0 мг, серноокислая медь – 15,0 мг.

На 10-й день кролики опытной группы наравне с контрольными были дважды, с трехдневным интервалом, вакцинированы подкожно концентрированной формол-квасцовой вакциной паратифа телят [1, 8].

Дважды до введения микроэлементов, затем на 5-й, 10, 15, 20, 30, 45 и 60-й день после вакцинации у всех кроликов брали общий анализ крови по определению количества лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина, выявляли антителообразование (РА и ОФР) в сыворотке крови.

Для изучения превентивных свойств сыворотки крови каждого кролика ее готовили на 15-й, 30-й и 45-й день после вакцинации и вводили подкожно мышам по 0,5 мл. Через сутки мышей внутрибрюшинно заражали смертельной дозой культуры паратифозной палочки (7 млрд микробных тел) [4, 7].

Результаты исследований. Мыши, которым не вводили сыворотку кроликов, и мыши, получившие сыворотку невакцинированных кроликов, пали в первые же сутки после заражения, в течение 18–24 ч. Мыши, которые получили сыворотку вакцинированных кроликов контрольной группы, но не получали микроэлементов, переболели, некоторые из них пали на 3–4-й день после внутрибрюшинного заражения смертельной дозой.

Мыши, которым вводили сыворотку кроликов опытной группы, получавших смесь микроэлементов, не погибли даже в течение 4–5 дней после заражения.

Изучение превентивных свойств сыворотки крови показывает стимулирование антителообразования у кроликов, получивших микроэлементы.

Периодическое индивидуальное взвешивание подопытных и контрольных кроликов через каждые 10 дней в течение всего периода опыта позволило проследить динамику роста молодняка кроликов, свидетельствующую о стимулирующем действии смеси микроэлементов на рост и развитие организма животных.

В начале опыта средний живой вес кролика опытной группы составлял 1780,0 г, контрольной – 1860,0 г, в конце опыта – 3225,0 и 3100,0 г соответственно, т. е. привес составил 1445,0 и 1240,0 г, у кроликов опытной группы привес был больше на 16,53 %.

Клинические исследования показали, что кролики, получавшие микроэлементы, более рослые и упитанные, чем контрольные, имеют хороший и блестящий шерстный покров. Они поедали корма гораздо охотнее и быстрее кроликов контрольной группы.

Гематологические исследования показали большее увеличение количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина у кроликов, получавших микроэлементы, по сравнению с кроликами контрольной группы (табл. 1, рис. 1–3).

Таблица 1. Некоторые гематологические показатели кроликов
(в среднем по группам)

Группа животных	Исходные данные	После подкормки		После двукратной вакцинации, дни						
		5-й	10-й	5-й	10-й	15-й	20-й	30-й	45-й	60-й
Эритроциты, млн										
Опытная	3,56	3,56	0,04	4,21	5,32	5,73	6,08	6,07	5,95	5,58
Контрольная	3,50	3,65	3,80	3,92	4,83	5,16	5,47	5,46	5,12	4,83
Лейкоциты, тыс.										
Опытная	8,6	8,7	9,3	9,5	10,1	10,8	12,0	12,0	11,8	11,6
Контрольная	8,5	8,5	8,8	9,0	9,8	10,4	11,3	11,3	11,3	10,6
Гемоглобин, г %										
Опытная	9,3	9,3	9,5	10,2	10,9	11,2	11,9	11,8	11,7	11,7
Контрольная	9,4	9,4	9,4	10,1	10,4	10,7	11,1	10,9	10,8	10,3

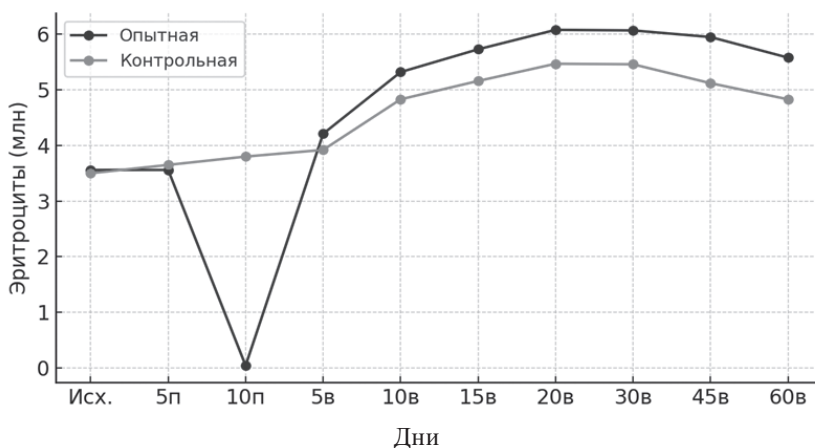


Рис. 1. Динамика эритроцитов у кроликов

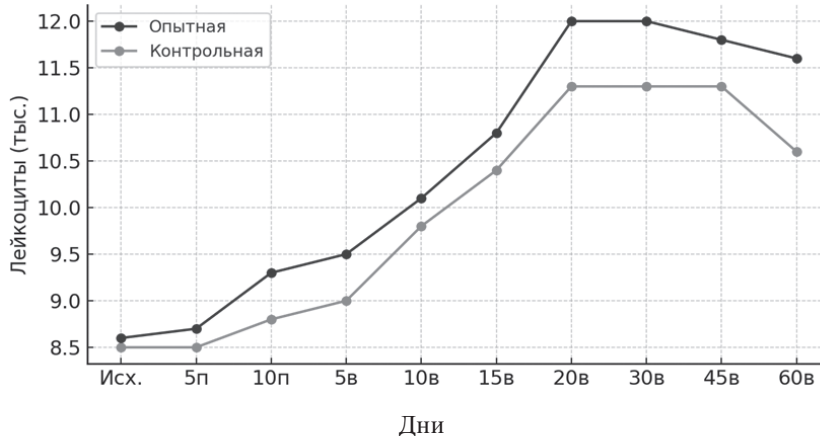


Рис. 2. Динамика лейкоцитов у кроликов

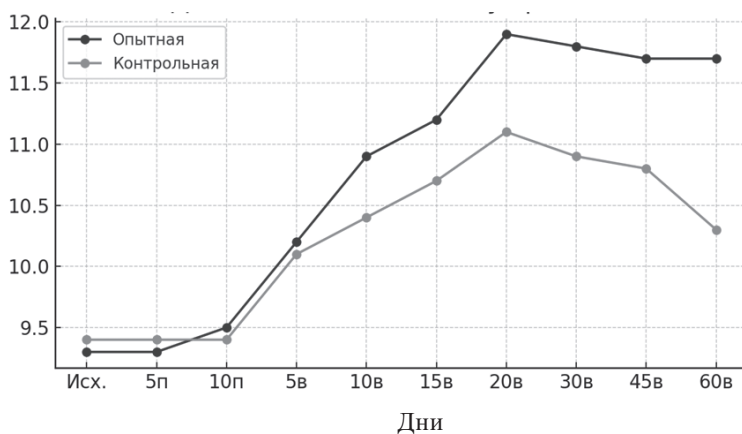


Рис. 3. Динамика гемоглобина у кроликов

Для оценки иммунологической реактивности организма была поставлена опсоно-фагоцитарная реакция (ОФР), которая показывает фагоцитарную активность нейтрофилов (табл. 2).

Таблица 2. Средние показатели ОФР

Группа животных	Исходные данные		После подкормки, дни		После двукратной вакцинации, дни						
	1	2	5-й	10-й	5-й	10-й	15-й	20-й	30-й	45-й	60-й
Опытная	0,41	0,41	0,71	0,86	1,11	1,35	1,69	1,91	1,66	1,73	1,66
Контрольная	0,48	0,46	0,46	0,50	0,9	1,12	1,25	1,33	0,92	1,1	0,77

Анализ картины крови, лейкоцитарной формулы и индекс ядерного сдвига свидетельствует о благотворном влиянии подкормки кроликов смесью микроэлементов кобальта, йода и меди на эти показатели.

Проверена динамика накопления антител при помощи реакции агглютинации (табл. 3).

Таблица 3. Титр паратифозных антител после двукратной вакцинации (в среднем по группам)

Группа животных	С Н-антигеном, дни							С О-антигеном, дни						
	5-й	10-й	15-й	20-й	30-й	45-й	60-й	5-й	10-й	15-й	20-й	30-й	45-й	60-й
Опытная	1:250	1:500	1:1000	1:1000	1:700	1:300	1:150	–	1:20	1:60	1:125	1:150	1:75	1:30
Контрольная	1:140	1:225	1:400	1:600	1:300	1:615	1:55	–	1:12	1:30	1:60	1:60	1:10	–

Иммунологические исследования показывают, что титры «Н» и «О» агглютининов и фагоцитарная активность лейкоцитов у кроликов опытной группы повысилась значительно, чем у кроликов контрольной группы.

Заключение. Подкормка смесью микроэлементов кобальта, йода и меди стимулирует естественные и искусственные факторы иммунитета, повышает фагоцитарную способность лейкоцитов, увеличивает титр агглютининов, стимулирует лейкопоз у молодняка кроликов при последующей вакцинации, а также повышает общую невосприимчивость, усиливает рост и развитие молодняка.

Литература

1. Азимов, Р. С. Биологическая роль микроэлементов / Р. С. Азимов. – М. : Наука, 2004. – 238 с.
2. Арбузов, П. Г. Ретикулоциты периферической крови как показатели функциональных свойств эритропоэза / П. Г. Арбузов // Труды Военно-медицинской академии Российской Федерации. – 2003. – Вып. 1. – С. 96–99.
3. Берзинь, К. К. Значение кобальта и меди в кормлении сельскохозяйственных животных / К. К. Берзинь // Микроэлементы в жизни растений и животных : труды конф. по микроэлементам, 1990 г. – М. : Наука, 1992. – С. 291–304.
4. Эюбов, И. З. Зависимость заболеваемости овец от содержания микроэлементов в кормах / И. З. Эюбов // Ветеринария. – 1967. – № 7. – С. 56–64.
5. Тагиев, И. К. Нарушение химической экологии почвы / И. К. Тагиев // Ветеринария. – 2009. – С. 25–27.
6. Грожевская, С. Б. Влияние кобальта и меди на морфологический состав крови и живой вес овец / С. Б. Грожевская // Труды Пермского с.-х. ин-та им. акад. Д. Н. Прянишникова. – 1989. – Т. XVII, вып. 3. – С. 151–153.
7. Гюльяхмедов, А. Н. Микроэлементы в почвах Азербайджана и перспективность использования отходов в качестве микроудобрений / А. Н. Гюльяхмедов // Микроэлементы в сельском хозяйстве. – Ташкент : Наука, 1965. – 312 с.
8. Ноздрюхина Л. Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / Л. Р. Ноздрюхина. – М. : Наука, 2004. – 183 с.

УДК 619:617.711-002

БЕЗОПАСНОСТЬ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕТЕРИНАРНЫХ ГЛАЗНЫХ КАПЕЛЬ «ГЕНТАДЕКС-ВЕТ» ПРИ ПАТОЛОГИЯХ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

М. П. Кучинский¹, Ю. Г. Воробьев², Т. П. Крашевская¹, Г. М. Кучинская¹

¹*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого»,
Минск, Республика Беларусь*

²*Ветеринарная клиника «Компаньон-Вет», Минск, Республика Беларусь*

Резюме. В статье представлены результаты изучения безопасности и терапевтической эффективности ветеринарных глазных капель «Гентадекс-Vet», созданных на основе комплекса гентамицина и дексаметазона, при патологиях органа зрения. Установлено, что «Гентадекс-Vet» безопасен и эффективен для практического использования кошкам и собакам в составе комплексной терапии при эозинофильном кератите кошек, сухом кератоконъюнктивите и аллергическом конъюнктивите собак.

Ключевые слова: Гентадекс-Vet, безопасность, терапевтическая эффективность, собаки, кошки, капли глазные, гентамицин, дексаметазон, эозинофильный кератит, сухой кератоконъюнктивит, аллергический конъюнктивит.

Summary. The article presents the results of a study of the safety and therapeutic efficacy of Gentadex-Vet veterinary eye drops, which are based on a complex of gentamicin and dexamethasone, in the treatment of eye pathologies. It has been established that Gentadex-Vet is safe and effective for practical use in cats and dogs as part of a comprehensive treatment for eosinophilic keratitis in cats, dry keratoconjunctivitis, and allergic conjunctivitis in dogs.

Keywords: Gentadex-Vet, safety, therapeutic efficacy, dogs, cats, eye drops, gentamicin, dexamethasone, eosinophilic keratitis, dry keratoconjunctivitis, allergic conjunctivitis.

Введение. Орган зрения имеет исключительно важную роль для жизнедеятельности животных. При потере или ограничении зрительных функций уменьшаются возможности животного, оно становится беззащитным перед окружающей средой, увеличивается риск получения травм, а также это может сделать животное опасным для их владельцев [1, 3].

Болезни глаз у животных являются повседневной клинической практикой. Среди 71 % кошек и собак, поступающих на прием в ветеринарные клиники с незаразными заболеваниями, встречаемость офтальмологических патологий составляет около 23 % [13].

В этой связи раскрытие механизмов этиологии, патогенеза и разработка комплекса эффективной диагностики и терапии заболеваний органа зрения у мелких домашних животных представляет одну из самых актуальных проблем ветеринарной медицины.

Одним из часто встречающихся офтальмологических заболеваний у собак (у кошек данное заболевание регистрируется значительно реже) является сухой кератоконъюнктивит (СКК) (синдром сухого глаза). СКК представляет собой полиэтиологическое заболевание, для которого характерны проявления роговично-конъюнктивального ксероза, связанные с нарушением увлажнения переднего отрезка глазного яблока (роговицы и конъюнктивы). При этом происходит разрушение клеток эпителия роговицы, образование ксеротических язв, миграция меланоцитов конъюнктивы в роговицу (пигментозный кератит), появление обильного слизисто-гнояного отделяемого, а также постоянный дискомфорт глаз. Эти изменения зачастую приводят к стойкому снижению зрения и, в итоге, при несвоевременном и некачественном лечении, к полной его потере. Среди пород собак, имеющих врожденную предрасположенность к СКК, можно выделить американского коккер-спаниеля, цвергшнауцера, вест-хайленд-уайт терьера. Чистопородные и брахицефалические породы кошек также склонны к появлению таких воспалительных процессов. Несмотря на имеющиеся исследования в данном направлении, малоизученными остаются вопросы клинической картины, факторов риска возникновения и развития СКК,

не разработаны эффективные методики комплексного лечения и диагностики с учетом степени тяжести заболевания [5, 8, 10, 12].

Аллергический конъюнктивит встречается примерно у 65 % собак и у каждой пятой кошки любого возраста. Наиболее подвержены этому заболеванию лабрадоры, ретриверы, шарпеи, спаниели, вест-хайленд-уайт терьеры, французские бульдоги и многие другие породы, а также собаки белого окраса. Среди кошек аллергический конъюнктивит встречается у многих как породистых, так и непородистых животных, породной предрасположенности нет, но животные белого и рыжего окраса тоже находятся в группе риска. На развитие аллергии и аллергического конъюнктивита напрямую влияет образ жизни животного: питание, контакт с цветущими растениями, укусы насекомых, наличие табачного дыма и других аллергенов. Как правило, аллергический конъюнктивит является одним из симптомов общей аллергии у животного и часто сопровождается питомцев, склонных к атопическому дерматиту, пищевой и сезонной аллергии. Течение заболевания может быть острым или хроническим. Аллергический конъюнктивит необходимо лечить как можно быстрее, так как при откладывании лечения происходит самотравмирование животного, наслоение вторичной инфекции, в результате чего развиваются воспалительные процессы в роговице, приводящие к язвам, снижению и потере зрения [2, 4, 9, 10].

Эозинофильный кератит является заболеванием кошек, которое характеризуется пролиферативными белыми или розовыми васкуляризованными отечными поражениями роговицы (медиальной или латеральной части лимба роговицы одного или обоих глаз). Диагноз ставят на основании нахождения эозинофилов в биоптатах. Патогенез эозинофильного кератита до конца не изучен. Эозинофильный кератит обычно хорошо поддается медикаментозному лечению, однако при отсутствии поддерживающего лечения возможны рецидивы и осложнения [2, 6, 7, 11].

Создание и использование глазных капель, обладающих антибактериальным, противовоспалительными и противоаллергенными свойствами, позволило ветеринарным врачам добиться успеха в лечении многих офтальмологических патологий. Следует отметить, что глазные капли должны назначаться ветеринарным специалистом при обнаружении соответствующих симптомов заболевания глаз (покраснение, экссудат, резь, зуд и др.).

Капли для глаз «Гентадекс-Vet» применяют для лечения у животных-компаньонов инфекций переднего отдела глаза, а также с целью профилактики послеоперационных воспалений и инфекций. Препарат является комбинированным и содержит в себе антибиотик гентамицин и глюкокортикоид дексаметазон. «Гентадекс-Vet» назначают кошкам и собакам при бактериальном поражении переднего отдела глазного яблока, которое связано с размножением чувствительных микроорганизмов: конъюнктивит; блефарит; иридоциклит; кератит, который не сопровождается повреждением эпите-

лиального слоя; эписклерит; инфицированная экзема кожного покрова в области век; склерит. Также препарат показан при вторичном инфицировании на фоне аллергических процессов в области переднего отрезка глаза.

Материалы и методы. Изучение безопасности и терапевтической эффективности препарата «Гентадекс-Vet» (производитель РУП «Белмедпрепараты», Республика Беларусь) проводилось на базе ветеринарной клиники «Компаньон» (г. Минск). Препарат испытывался в качестве средства лечения кошек и собак при патологиях органов зрения: эозинофильный кератит кошек; аллергический конъюнктивит собак; сухой кератоконъюнктивит собак.

Безопасность и терапевтическую эффективность препарата определяли по длительности и тяжести течения заболевания, динамике клинических признаков и наличию возможных осложнений от применения глазных капель.

Для оценки терапевтической эффективности препарата «Гентадекс-Vet» из кошек разных пород, пола и возраста, поступивших на амбулаторный прием, было сформировано две группы животных (опытная и контрольная), по 10 животных в каждой. Группы формировались постепенно по мере поступления в клинику на амбулаторный прием кошек с офтальмологической патологией – *эозинофильный кератит*.

При постановке диагноза учитывали: данные анамнеза; данные физикального осмотра животных; результаты биомикроофтальмоскопии с применением щелевой лампы; результаты теста с флюоресцеином и розбенгалом. Для уточнения диагноза в некоторых случаях проводили цитологическое исследование роговицы глаза.

Животным контрольной группы в качестве антибактериального и противовоспалительного средства применяли глазные капли «Макситрол», которые инстиллировали в конъюнктивальный мешок глаза по одной капле 4 раза в день. Животных опытной группы лечили с использованием глазных капель «Гентадекс-Vet» в дозе по одной капле 4 раза в день. Контроль эффективности лечения осуществляли по результатам контрольных осмотров животных через 7, 14 и 21 день после начала лечения.

Для оценки терапевтической эффективности препарата при *сухом кератоконъюнктивите* из собак разных пород, пола и возраста, поступивших на амбулаторный прием, было сформировано две группы животных (опытная и контрольная), по 10 особей в каждой. Группы животных формировались постепенно по мере поступления в клинику собак с указанной выше офтальмологической патологией.

Диагностику СКК проводили комплексно с учетом: анамнеза; данных физикального осмотра; результатов использования слезного теста Ширмера 2-го типа и пробы Норна.

Животных контрольной группы лечили по следующей схеме: в качестве противовоспалительного и антибактериального средства применяли капли глазные «Макситрол» по одной капле 4 раза в день; с целью увлаж-

нения роговицы – капли глазные «Слезин» по одной капле 4 раза в день и глазной гель 0,2 % «Видисик» по одной капле в конъюнктивальный мешок 4 раза в день. Животных опытной группы лечили с введением в схему лечения животных контрольной группы в качестве противовоспалительного и антибактериального средства глазных капель «Гентадекс-Vet» по одной капле 4 раза в день. Контроль эффективности лечения осуществляли по результатам контрольных осмотров животных через 7, 14 и 21 день.

Для оценки терапевтической эффективности и безопасности препарата при *аллергическом конъюнктивите* из собак разных пород, пола и возраста, поступивших на амбулаторный прием, было сформировано две группы животных (опытная и контрольная), в которых насчитывалось по 10 животных. Группы формировались постепенно по мере поступления в клинику собак с вышеозначенным офтальмологическим заболеванием.

При постановке диагноза на аллергический конъюнктивит учитывали: данные анамнеза, результаты физикального осмотра животных, флюоресцеинового теста и тонометрии, а также результаты цитологического исследования соскоба с конъюнктивы глаза животного.

Собак контрольной группы лечили с использованием: в качестве противовоспалительного и антибактериального и средства глазных капель «Макситрол» по одной капле 3 раза в день; в качестве противовоспалительного и противоаллергического средства – 0,5 % гидрокортизоновой глазной мази по 1 см мази в конъюнктивальный мешок, один раз в день (на ночь). Животных опытной группы лечили с введением в схему лечения животных контрольной группы в качестве противовоспалительного, антибактериального и противоаллергического средства глазных капель «Гентадекс-Vet» по одной капле 3 раза в день. Контроль эффективности лечения осуществляли по результатам контрольных осмотров животных через 7 и 14 дней.

Статистическая обработка полученных цифровых данных проводилась в программе Microsoft Office Excell.

Результаты исследований. Анализ полученных результатов исследований препарата показал, что использование офтальмологического ветеринарного препарата «Гентадекс-Vet» при эозинофильном кератите кошкам опытной группы способствует возникновению ремиссии у больных животных через 2–3 недели от начала лечения. По мере лечения постепенно уменьшалась площадь уплотнения роговицы глаза вплоть до полного ее восстановления. Отмечено, что в ходе лечения неоваскуляризация роговицы и в количественном ее проявлении, и в ее диаметре, существенно регрессировала. За время проведения клинических испытаний побочных явлений и осложнений у кошек при назначении им ветеринарного офтальмологического препарата «Гентадекс-Vet» не зарегистрировано. Аналогичные результаты были получены и при использовании в схеме лечения контрольных животных препарата «Макситрол».

Применение в составе комплексной терапии при СКК глаз у собак ветеринарного препарата «Гентадекс-Vet» способствует увеличению слезопродукции с $3,02 \pm 0,16$ до $5,21 \pm 0,32$ мм/мин к концу 2–3-й недели лечения животных. Через 5–9 дней от момента лечения у собак опытной группы практически полностью восстанавливалась чувствительность роговицы пораженного глаза. Также к концу первой недели лечения отмечали эпителизацию и заживление ранее выявленных в ходе обследования ксеротических язв. Во время проведения клинических испытаний побочного действия от применения животным препарата «Гентадекс-Vet» и осложнений не было выявлено. Схожие результаты лечения были получены и при использовании в терапевтической схеме собак из контрольной группы глазных капель «Макситрол».

Введение в комплексную схему лечения собак при аллергическом конъюнктивите ветеринарного офтальмологического препарата «Гентадекс-Vet» способствует выздоровлению животных к 14-му дню после начала терапии. В процессе лечения у животных снижалось слезотечение, постепенно исчезали гиперемия и отечность конъюнктивы глаза. Побочного действия и осложнений при использовании собакам ветеринарного офтальмологического препарата «Гентадекс-Vet» не было установлено. Аналогичные результаты лечения были получены и при использовании в схеме лечения собак из контрольной группы препарата «Макситрол».

Заключение. Офтальмологический ветеринарный препарат «Гентадекс-Vet» (производитель РУП «Белмедпрепараты», Республика Беларусь) безопасен для кошек и собак. Препарат эффективен в составе комплексной терапии при эозинофильном кератите кошек, сухом кератоконъюнктивите и аллергическом конъюнктивите собак.

С учетом полученных результатов ветеринарный препарат «Гентадекс-Vet» может быть рекомендован к применению в ветеринарной практике при офтальмологических заболеваниях собак и кошек.

Литература

1. Авроров, В. Н. Ветеринарная офтальмология / В. Н. Авроров, А. В. Лебедев. – М. : Агропромиздат, 1985. – 271 с.
2. Бояринов, С. А. Атлас заболеваний роговицы у собак и кошек / С. А. Бояринов. – М. : Издательство РСВО, 2020. – 212 с.
3. Бояринов, С. А. Рекомендации по проведению базового офтальмологического осмотра у мелких домашних животных / С. А. Бояринов, А. О. Миронович. – М. : Издательство РСВО, 2023. – 71 с.
4. Джелатт, Кирк Ветеринарная офтальмология. Полный атлас / К. Джелатт, К. Пламер. – М. : Аквариум, 2020. – 408 с.
5. Ерин, И. С. Морфофункциональная характеристика и методы лечения сухого кератоконъюнктивита у собак : автореф. дис. ... канд. вет. наук: 06.02.01 / Ерин Илья Сергеевич; Моск. госуд. академ. вет. медицины и биотехнол. им. К. И. Скрябина. – М., 2020. – 20 с.
6. Иванов, Н. С. Болезни глаз домашних и сельскохозяйственных животных / Н. С. Иванов, Ю. В. Храмов. – Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2009. – 148 с.

7. Кирк, Р. Современный курс ветеринарной медицины Кирка. Мелкие домашние животные / Р. Кирк, Д. Бонагура. – М. : Аквариум, 2005. – С. 1151–1156.
8. Копёнкин, Е. П. Болезни глаз собак и кошек / Е. П. Копёнкин. – М. : ЗооМедВет, 2002. – 200 с.
9. Копёнкин, Е. П. Болезни глаз мелких домашних животных / Е. П. Копёнкин, Л. Ф. Сотникова. – М.: Товарищество научных изданий КМК Авторская академия, 2008. – С. 5–8, 98.
10. Корнилова, А. В. Офтальмология : учеб. пособие / А. В. Корнилова, О. В. Груздова. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2021. – 58 с.
11. Лебедев, А. В. Ветеринарная офтальмология / А. В. Лебедев. – М. : Колос, 2004. – 200 с.
12. Санс, Ф. 3-D офтальмология собак / Ф. Санс, Ф. Эррера. – М. : Аквариум, 2022. – 124 с.
13. Федота, Н. В. Анализ распространенности заболеваний органа зрения у собак и кошек / Н. В. Федота, А. Н. Шулунова, А. Н. Квочко // Тенденции развития ветеринарной хирургии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию кафедры общей, частной и оперативной хирургии УО ВГАВМ (г. Витебск, 3–4 нояб. 2021 г.). – Витебск : ВГАВМ, 2021. – С. 136–137.

УДК 619:617.711-002

ОСТРАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ВЕТЕРИНАРНЫХ ГЛАЗНЫХ КАПЕЛЬ «ГЕНТАДЕКС-VET»

**Т. П. Крашевская, Г. М. Кучинская, М. П. Кучинский,
Т. М. Савчук, Е. А. Мицук**

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии имени С. Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. В статье представлены результаты изучения острой токсичности на белых мышцах ветеринарных глазных капель «Гентадекс-Vet», созданных на основе комплекса гентамицина и дексаметазона. Установлено, что согласно ГОСТ 12.1.007-76 препарат по степени воздействия на организм животных относится к 4-му классу опасности – веществам малоопасным.

Ключевые слова: Гентадекс-Vet, гентамицин, дексаметазон, фармакодинамика, капли глазные, мыши белые, внутрижелудочно, инстилляция в конъюнктивальный мешок, острая токсичность, среднесмертельная доза, класс опасности.

Summary. The article presents the results of a study of the acute toxicity of “Gentadex-Vet” veterinary eye drops, which are based on a complex of gentamicin and dexamethasone, in white mice. It was found that, according to GOST 12.1.007-76, the drug belongs to the 4th hazard class, which is classified as a low-hazard substance.

Keywords: Gentadex-Vet, gentamicin, dexamethasone, pharmacodynamics, eye drops, white mice, intragastric administration, instillation into the conjunctival sac, acute toxicity, median lethal dose, hazard class.

Введение. Болезни глаз у животных являются повседневной клинической практикой и в связи с этим контроль над их развитием, постоянный поиск оптимальных средств и схем лечения представляется важной составляющей ветеринарной науки [4, 8].

Фармакотерапия болезней глаз играет важную роль в ветеринарной офтальмологии. Первичное лечение большинства патологий основано на применении глазных и системных средств, и во многих случаях терапевтического лечения бывает достаточно для ликвидации заболевания или его успешного контроля. Медикаментозное лечение также требуется в пред- и послеоперационном периодах при выборе хирургической тактики. Подавляющее большинство ветеринарных врачей широкого профиля назначают средства местного и системного применения при болезнях глаз до того, как направить пациента к узкоспециализированному специалисту. Неверный выбор медикаментов может привести к отсутствию излечения, осложнениям, необходимости выбора хирургического вмешательства, иногда радикального [2, 4, 8].

Одной из наиболее часто используемых групп лекарственных средств в офтальмологии являются антимикробные препараты. Основное показание к применению препаратов этой группы – лечение и профилактика микробно-воспалительного процесса, локализованного в тканях глаза и ретробульбарном пространстве [1].

Глазные капли «Гентадекс-Vet» (производитель РУП «Белмедпрепараты», Республика Беларусь) относятся к группе антимикробных офтальмологических средств и представляют собой комбинированный препарат для лечения воспалительных и аллергических заболеваний глаз, содержащий в 1 мл раствора: 3 мг гентамицина (в виде гентамицина сульфата) и 1 мг дексаметазона натрия фосфата, а также вспомогательные компоненты.

Гентамицина сульфат является аминогликозидным антибиотиком широкого спектра действия. Связывается с 30S субъединицей рибосом и нарушает синтез белка, препятствуя образованию комплекса транспортной и информационной РНК микробной клетки, при этом происходит ошибочное считывание генетического кода и образование нефункциональных белков. Обладает бактерицидным действием – в больших концентрациях снижает барьерные функции клеточных мембран и вызывает гибель бактерий, активен в отношении большинства грамотрицательных и некоторых грамположительных микроорганизмов, включая синегнойную палочку. Высокочувствительными к гентамицину (при минимальной подавляющей концентрации (МПК) менее 4 мг/л) являются: грамотрицательные микроорганизмы – *Proteus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Campylobacter spp.* и грамположительные микроорганизмы – *Staphylococcus spp.* Чувствительны к гентамицину при МПК 4–8 мг/л – *Serratia spp.*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Citrobacter spp.*, *Providencia spp.* Резистентны к гентамицину (МПК более 8 мг/л) – *Neisseria meningitidis*, *Treponema pallidum*, *Streptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Clostridium spp.*, *Providencia rettgeri* [1–3, 7].

Дексаметазон – глюкокортикостероид, обладающий противовоспалительным, противоаллергическим, иммунодепрессивным и антипролиферативным действием. При наружном и местном применении терапевтическая активность дексаметазона обусловлена противовоспалительным, противоаллергическим и антиэкссудативным действием. Дексаметазон способен подавлять функции лейкоцитов и тканевых макрофагов, ограничивать миграцию лейкоцитов в область воспаления, нарушать способность макрофагов к фагоцитозу и образованию интерлейкина-1. Способствует стабилизации лизосомальных мембран, снижая, тем самым, концентрацию протеолитических ферментов в области воспаления. Уменьшает проницаемость капилляров, обусловленную высвобождением гистамина. Подавляет активность фибробластов и образование коллагена. Дексаметазон ингибирует активность фосфолипазы A_2 , что приводит к подавлению синтеза простагландинов и лейкотриенов. Дексаметазон уменьшает число циркулирующих лимфоцитов (Т- и В-клеток), моноцитов, эозинофилов и базофилов вследствие их перемещения из сосудистого русла в лимфоидную ткань; подавляет образование антител. Дексаметазон стимулирует глюконеогенез, способствует захвату аминокислот печенью и почками, повышает активность ферментов глюконеогенеза. Дексаметазон подавляет захват глюкозы жировыми клетками, что приводит к активации липолиза. Оказывает катаболическое действие в лимфоидной и соединительной ткани, мышцах, жировой ткани, коже и костной ткани [1–3, 5, 7].

«Гентадекс-Vet» назначают собакам и кошкам с лечебной и профилактической целью при острых и хронических офтальмологических заболеваниях бактериальной и аллергической этиологии, включая конъюнктивиты, блефариты, кератиты, кератоконъюнктивиты, ириты и иридоциклиты. Для профилактики инфекционных осложнений после перенесенных травм, попадания инородных тел, в период до и после операции на глазах.

Материалы и методы. Изучение острой токсичности капель глазных «Гентадекс-Vet» при их внутрижелудочном введении проведено на белых аутбредных мышах с массой тела 19–21 г в условиях вивария РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского». Были сформированы 5 опытных и одна контрольная группы животных. В ходе проведения испытаний руководствовались «Методическими указаниями по токсикологической оценке химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии» [6]. Среднесмертельную дозу (LD_{50}) препарата рассчитывали по методу Кербера. Класс опасности определяли согласно ГОСТ 12.1.007-76 [9].

Индивидуальные значения массы тела лабораторных животных, задействованных в исследовании, не отклонялись от среднего значения в группе более чем на 10 %. Мыши опытных и контрольной групп содержались

в пластиковых клетках с металлическими решетчатыми крышками, по 6 голов в каждой. В качестве подстилки использовались древесные опилки. Кормление животных всех групп осуществлялось полноценным гранулированным комбикормом с добавлением свежих измельченных овощей. Перед опытом мышей в течение 6 ч выдерживали на голодной диете, после чего взвешивали и, придерживаясь принципа пар-аналогов, распределяли по группам.

С целью определения острой токсичности препарат вводили лабораторным животным опытных групп внутрижелудочно посредством шприца и иглы-зонда с наплавленной оливой 1–5 раз в сутки в дозах, начиная с 40 000 мг/кг массы тела и заканчивая 200 000 мг/кг массы тела. Интервал между дозами был одинаков и составлял 40 000 мг/кг массы тела, а интервал между введениями – 1,5–2,0 ч. На каждую дозу было взято по 6 мышей. Животным контрольной группы внутрижелудочно вводили по 0,8 мл воды для инъекций.

Условия кормления и содержания мышей из опытных и контрольной групп на протяжении всего опыта были идентичными. За опытными и контрольными животными в течение 14 дней вели постоянные клинические наблюдения с регистрацией общего состояния, реакций на корм, воду, внешние раздражители и сохранность.

Токсическое влияние капель на глазную поверхность зрения изучали путем инстилляций глазных капель «Гентадекс-Vet» в конъюнктивальный мешок глаза проводили на 6 взрослых белых мышах с массой тела 26–30 г. Капли вводили мышам в конъюнктивальный мешок глаза, по одной капле в правый глаз 5 раз в сутки с промежутком в 1,5 ч. Левый глаз каждой мыши служил контролем, в него таким же способом вводили по одной капле воды для инъекций.

Наблюдение за животными проводили в течение двух недель, обращая внимание на их общее клиническое состояние, изменения со стороны слизистой глаз, роговицы и кожи век.

Результаты исследований. При внутрижелудочном введении препарата «Гентадекс-Vet» в дозе 40 000 мг/кг массы тела у белых мышей клинических признаков интоксикации не было отмечено. В течение всего периода наблюдения мыши были активны, охотно принимали корм и воду, адекватно реагировали на внешние раздражители и манипуляции с ними. Изменений в поведении животных и случаев гибели не было отмечено.

Введение препарата в дозах 80 000 и 120 000 мг/кг массы тела вызывало у лабораторных животных непродолжительное возбуждение, тахипноэ, снижение аппетита. Через 3 ч состояние подопытных животных постепенно нормализовалось, мыши стали охотно принимать корм и воду, адекватно реагировать на внешние раздражители и манипуляции с ними. Случаев гибели животных в данных группах за период наблюдения не было зарегистрировано.

С увеличением вводимых доз капель «Гентадекс-Vet» (160 000, 200 000 мг/кг массы тела) у лабораторных животных наблюдалось тахипноэ, кратковременное возбуждение, которое через 5–10 мин сменилось гиподинамией, мыши сидели «наохлившись», сбившись в кучку. У подопытных мышей в данных группах была отмечена диарея, пониженный интерес к воде и корму, а некоторые особи и вовсе не проявляли никакого интереса к корму и воде. Постепенно (через 4,5–5 ч) клинический статус животных приходил в норму, мыши становились подвижными, охотно принимали корм и воду, адекватно реагировали на внешние раздражители и манипуляции с ними. За период наблюдения за животными данных опытных групп случаев их гибели мы не регистрировали.

У контрольных животных признаков интоксикации на протяжении всего опыта не наблюдалось. Они были активны, корм и воду принимали охотно, адекватно реагировали на внешние раздражители и манипуляции с ними.

После инстилляций капель «Гентадекс-Vet» в конъюнктивальный мешок глаза белым мышам и за период наблюдения за животными они оставались активными, адекватно реагировали на внешние раздражители и манипуляции с ними, признаков раздражения слизистой оболочки глаз, изменений роговицы и кожи век у них не было отмечено.

Заключение. Таким образом, ввиду отсутствия гибели белых мышей при многократном внутрижелудочном введении капель глазных «Гентадекс-Vet» в суммарной дозе 200 000 мг/кг массы тела, их среднесмертельную (ЛД₅₀) дозу определить не удалось, что позволяет отнести препарат по степени воздействия на организм животных, согласно ГОСТ 12.1.007-76, к 4-му классу опасности – веществам малоопасным.

Капли глазные «Гентадекс-Vet» при их инстилляциях в конъюнктивальный мешок глаза белым мышам не оказывают влияния на их общее клиническое состояние животных, не вызывают раздражения слизистой глаз, изменений роговицы и кожи век, что свидетельствует о низкой токсичности препарата.

Литература

1. Васильева, Е. В. Обзор основных фармакологических препаратов для использования в ветеринарной офтальмологии / Е. В. Васильева // Ветеринарный Петербург. – 2019. – № 2. – С. 35–38.
2. Ветеринарная фармакология / Н. Г. Толкач, И. А. Ятусевич, В. В. Петров [и др.] ; под общ. ред. Н. Г. Толкача. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – С. 140–141.
3. Ветеринарная фармакология / Х. Б. Юнусов, В. Д. Авдаченко, М. П. Кучинский [и др.] ; под общ. ред. Х. Б. Юнусова. – Ташкент : Lesson Press, 2023. – С. 350–352.
4. Копёнкин, Е. П. Болезни глаз мелких домашних животных / Е. П. Копёнкин, Л. Ф. Сотникова. – М. : Товарищество научных изданий КМК Авторская академия, 2008. – С. 5–8, 98.
5. Лебедев, А. В. Ветеринарная офтальмология : учеб. пособие/ А. В. Лебедев. – М. : Колос, 2004. – 200 с.
6. Методические указания по токсикологической оценке химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии / Э. А. Высоцкий [и др.] ; М-во сел.

хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т эксперим. ветеринарии им. С. Н. Вышелеского». – Минск, 2007. – 156 с.

7. Пламб, Д. К. Фармакологические препараты в ветеринарной медицине / Д. К. Пламб. – М. : Аквариум-Принт. – 2016. – С. 140–141, 795–796.

8. Риис, Р. К. Офтальмология мелких домашних животных / Р. К. Риис. – М. : Аквариум, 2006. – С. 58–60.

9. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности : ГОСТ 12.1.007-76; введ.01.01.77. – М. : Стандартинформ, 2007. – 6 с.

УДК 615.099.092/597.5

БЕЗВРЕДНОСТЬ, ТОКСИЧНОСТЬ И РЕАКТОГЕННОСТЬ БЕЛКОВЫХ СУБСТАНЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КРОВИ И ТКАНЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ДЛЯ РЫБ

С. В. Полоз¹, Г. В. Слободницкая¹, С. М. Дегтярик¹, И. И. Стрельчenea²

¹РУП «Институт рыбного хозяйства», Минск, Республика Беларусь

²РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского»,
Минск, Республика Беларусь

Резюме. Показано, что исследованные образцы сухой плазмы крови и сухого гемоглобина, полученные из крови крупного рогатого скота (КРС), не классифицируются как опасные вещества и по показателю острой токсичности для рыб являются практически не токсичными. Сухая плазма крови и сухой гемоглобин КРС являются безвредными, т. е. риск причинения вреда здоровью животных в результате их применения отсутствует. На основании результатов определения алергизирующего анафилактического действия нативной стерильной сыворотки крови КРС и нуклеопептида для осетровых рыб (с использованием двух схем) установлено, что данные белковые субстанции не вызывают развития смертельного шока. Однако при применении сыворотки крови КРС по второй схеме наблюдали изменение поведения рыб в течение 3 ч. Поэтому изучение алергизирующего анафилактического действия данной белковой субстанции необходимо проводить для конкретного вида рыб с вводом разрешающей дозы внутрисердечно или внутривенно.

Ключевые слова: белковые субстанции крови и ткани крупного рогатого скота, безвредность, токсичность и реактогенность, рыбы.

Summary. This article shows that the studied samples of dry blood plasma and dry hemoglobin obtained from the blood of cattle are not classified as hazardous substances and are practically non-toxic in terms of acute toxicity to fish. Dry blood plasma and dry hemoglobin of cattle are harmless, i.e. there is no risk of harm to the health of animals as a result of their use. As a result of using two schemes for determining the allergenic anaphylactic effect of native sterile blood serum of cattle and nucleopeptide to sturgeon fish, it was found that they do not cause the development of fatal shock. However, when using cattle blood serum according to the second scheme, a change in fish behavior was observed for 3 hours. Therefore, the study of the allergenic anaphylactic effect of this protein substance must be carried out for a specific fish species with the introduction of a resolving dose intracardiac or intravenous.

Keywords: protein substances of blood and tissue of cattle, harmlessness, toxicity and reactivity, fish.

Введение. Одним из путей улучшения качества рыбоводческой продукции с одновременной интенсификацией рыбоводного производства является применение экологических и безвредных для людей и рыб активных веществ различных функциональных групп. По данным источников литературы, изучение аналогичной проблемы в птицеводстве сводится к установлению возможности применения белков животного происхождения, в том числе белков крови животных [4]. Белки крови применяются животным с разными целями: для устранения белкового дефицита, для нормализации физиологических процессов при патологических состояниях, сопровождающихся нарушением белкового обмена (инфекционные заболевания, отравление, стресс и др.). Возможность регуляции резистентности организма рыб при введении белков крови КРС представляется достаточно важной, а изучение этой возможности – актуальной задачей ихтиопатологической науки, поскольку многие перспективные белковые препараты не могут применяться из-за отсутствия знаний об их воздействии на иммунобиологический статус рыб разных видов и возрастов. Повышение резистентности рыб является немаловажным аспектом успешной профилактики болезней. При снижении иммунитета безобидное, на первый взгляд, носительство бактерий может вызвать эпизоотию, сопровождающуюся массовой гибелью. Важным аспектом является оценка влияния возбудителей заболеваний рыб на их иммунитет. Производственное наращивание племенных и товарных стад рыбы вызывает необходимость проведения более глубоких исследований по данным вопросам. В прикладном значении их решение позволит оценить состояние резистентности рыб, сделать прогноз возможных последствий негативного влияния биотических факторов (пресса условно-патогенной микрофлоры, высокой плотности посадки рыб) и абиотических факторов (дефицита кислорода, изменения температуры и pH), изучить возможность применения белков, полученных из крови крупного рогатого скота, для повышения резистентности рыб с учетом их видовой принадлежности и возраста.

Для реализации цели были использованы готовые сухие и жидкие белковые продукты крови КРС: сухой гемоглобин, полученный путем очистки, фракционирования и распыления, сухая плазма, полученная путем очистки, аэрозольной сушки и фракционирования, нативная стерильная сыворотка крови (жидкая), нуклеопептиды.

Цель исследований – определение безвредности, токсичности и реактогенности белков, полученных из крови и ткани крупного рогатого скота, для рыб.

Материалы и методы. *Определение токсичности* сухих белковых субстанций проводили в соответствии с Межгосударственным стандартом «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для рыб»

(ГОСТ 32473-2013, принят в 2013 г. Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, протокол № 61-П от 5 ноября 2013 г.) [3]. Стандарт идентичен Международному документу OECD Test 203 «Fish, Acute Toxicity Test» (ОЭСР Тест № 203 «Определение острой токсичности для рыб») [5].

В качестве тест-объектов использовали гуппи (*Poecilia reticulata*). В опыте использовали 14-суточных гуппи. Особи рыб были здоровыми, без каких-либо видимых патологий. При клиническом осмотре не выявлено клинических признаков инфекционных и инвазионных заболеваний. Рыбы подвергались воздействию сухой плазмы крови КРС и сухого гемоглобина крови КРС в течение 96 ч. Смертность регистрировали на 24-й, 48, 72 и 96-й час. Проводилось также наблюдение за поведением рыбы, регистрировали возможное аномальное поведение (например, потеря равновесия, изменение способности плавать, изменение дыхательной функции, появление пигментации и пр.). Исследования проводили без обновления тестируемых растворов (статический тест). Тестируемые концентрации: 0; 50; 100; 200 и 400 мг/л субстанций.

Количество рыб – по 10 особей в каждом сосуде. Повторность – трехкратная.

Использовали водопроводную воду. Перед началом эксперимента воду отстаивали и аэрировали в течение трех суток. Основные гидрохимические показатели воды перед началом тестирования: pH – 7,4; содержание кислорода 8,6 мг O₂/л; общая жесткость 240 мг/дм³ (выраженная в CaCO₃). Тестирование проводили в стеклянных сосудах емкостью 1,5 л. Сосуды помещали в Климатостат КС-200. Температура – 21 °С. Режим день/ночь – 16 ч/8 ч. Объем тестируемого раствора – 1,0 л.

Определение безвредности, реактогенности и аллергизирующего анафилактического действия белковых субстанций проводили в соответствии с ГОСТ 31926-2013 [2].

Определение безвредности сухого гемоглобина и сухой плазмы. Для проверки на безвредность сухого гемоглобина формировали опытные и контрольную группы клинически здоровых животных (молодь карпа), прошедших карантин (табл. 1). Масса тела карпа 100 ± 28 г. После введения белковых субстанций наблюдение вели в течение 7 дней.

Таблица 1. Схема определения безвредности сухого гемоглобина

Группа (n = 10)	Доза ввода субстанции, г/100 г массы тела	Объем ввода, см ³ (per os)
1	0,32	0,5–1,0
2	0,64	0,5–1,0
3	1,28	0,5–1,0
4 (контрольная)	0,9 %-ный р-р NaCl	0,5–1,0

По такой же схеме определяли безвредность сухой плазмы.

Определение реактогенности (местного действия) сыворотки крови КРС и нуклеопептидов. Карпу опытных групп вводили сыворотку крови КРС и нуклеопептиды в полость тела (под грудной плавник) однократно. Контрольным группам вводили – 0,9 %-ный р-р NaCl в полость тела (под грудной плавник) однократно. Масса тела молоди карпа 50–100 г. Наблюдение вели 7 сут.

Определение реактогенности сыворотки крови КРС проводили по схеме (табл. 2).

Таблица 2. Схема определения реактогенности сыворотки крови КРС

Группа (n = 10)	Доза ввода субстанции, г/100 г массы тела	Объем ввода, см ³ (per os)
1	0,32	0,2–0,3
2 (контрольная)	0,9 %-ный р-р NaCl	0,2–0,3

По такой же схеме определяли реактогенность нуклеопептида.

Определение аллергизирующего анафилактического действия сыворотки крови КРС и нуклеопептидов (на осетровых рыбах). Аллергизирующее анафилактическое действие белковых субстанций определяли путем сенсibilизации осетровых рыб. Число животных в группе составило 10 экземпляров для каждой белковой субстанции. Для сенсibilизации осетровых рыб (масса 50 ± 5 г) применяли две схемы. Первая схема: одна инъекция в полость тела (под грудной плавник) в дозе 0,1 см³. Разрешающую инъекцию выполняли внутрисердечно через три недели в дозе 0,2 см³. Вторая схема: три инъекции в полость тела (под грудной плавник) (с интервалом 1 сут.) в дозе 0,1 см³. Разрешающую инъекцию выполняли через три недели в полость тела в дозе 0,4 см³ (по 0,2 см³ под каждый плавник). Сенсibilизирующая и разрешающая дозы испытуемой белковой субстанции были приближены к рекомендуемым для практического применения, при этом разрешающая доза выше сенсibilизирующей.

После разрешающей инъекции наблюдение за животными вели в течение 30 мин и 3 .

Для оценки тяжести состояния использовали следующую шкалу:

А/+/- – ерошение чешуи;

В/++/- – повышение двигательной активности, появление экзофтальма;

В/+++/- – переворачивание на бок;

Г/++++/- – конвульсивные движения, нарушение работы жабр, гибель рыб в течение первых 5–7 мин;

Д – реакция отсутствует.

Индекс синдрома в группе И вычисляют по формуле Веигла (1960):

$$И = (Ax1 + Bx2 + Vx3 + Gx4)/A + B + V + G + Д,$$

где А, Б, В, Г, Д – количество рыб с данной выраженностью синдрома; 1, 2, 3, 4 – цифровая индикация, которая вводится для исчисления тяжести реакции по группе в целом.

Результаты исследований. *Определение токсичности сухих белковых субстанций.* В течение 96 ч эксперимента не наблюдалось смертности рыб как в контрольных сосудах, так и в сосудах с концентрациями сухой плазмы крови 50; 100; 200 и 400 мг/л, а также сухого гемоглобина 50; 100; 200 и 400 мг/л. Не отмечено также изменений в поведении рыбы (повышение или снижение двигательной активности, нарушение равновесия, стремительные плавательные движения, судороги, тремор).

Таким образом, средняя летальная концентрация (LC_{50}), т. е. концентрация исследуемых веществ в воде, которая в течение определенного периода воздействия приводит к гибели 50 % тест-объектов, составляющих тестовую группу, больше концентрации, используемой в опыте, т. е. для рыб (группы) (*Poecilia reticulata*) $LC_{50} > 400$ мг/л.

В качестве классификаций опасности пестицидов для водных организмов рекомендуются классификации опасности СГС по острой и хронической токсичности химикатов для гидробионтов [1,6]. Они охватывают все группы тестовых водных организмов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и высшие водные растения).

В остром опыте получены следующие результаты по токсичности сухой плазмы крови для рыб $LC_{50} > 400$ мг/л (96 ч), по токсичности сухого гемоглобина – $LC_{50} > 400$ мг/л (96 ч) (табл. 3).

Таблица 3. Классификация пестицидов по острой токсичности и опасности для водных организмов

Класс		Рыбы, LC_{50} , мг/л	Беспозвоночные, EC_{50} , мг/л
опасности	токсичности		
1	Чрезвычайно токсичный	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$
	Высокотоксичный	$>0,1 - \leq 1$	$>0,1 - \leq 1$
2	Среднетоксичный	$>1 - \leq 10$	$>1 - \leq 10$
3	Слаботоксичный	$>10 - \leq 100$	$>10 - \leq 100$
Не классифицируется	Практически не токсичный	>100	>100

Определение безвредности сухого гемоглобина и сухой плазмы КРС. Результаты исследований показали, что применение образцов сухого гемоглобина и сухой плазмы КРС не приводит к изменению в поведении и реакции рыбы (табл. 4), т. е. они являются безвредными.

Таблица 4. Результаты изучения безвредности образцов сухого гемоглобина и сухой плазмы КРС

Группа	Доза ввода на 100 г массы тела в растворе 0,5–1,0 см ³ перорально	Реакция
<i>Сухой гемоглобин</i>		
1	0,32 г	Поведение не изменилось
2	0,64 г	То же самое
3	1,28 г	–«–
4 к	0,9 % NaCl перорально 0,5–1,0 см ³	–«–
<i>Сухая плазма</i>		
1	0,32 г	Поведение не изменилось
2	0,64 г	–«–
3	1,28 г	–«–
4 к	0,9 % NaCl перорально 0,5–1,0 см ³	–«–

Определение реактогенности сыворотки крови КРС и нуклеопептидов. Результаты исследований показали, что применение образцов сыворотки крови КРС и нуклеопептидов в дозе 0,2–0,3 см³ в полость тела (под грудной плавник) однократно приводит к незначительному волнению рыбы, которое прошло в течение 10–15 мин (табл. 5).

Таблица 5. Результаты изучения реактогенности образцов сыворотки крови КРС и нуклеопептида

Группа	Доза ввода в полость тела (под грудной плавник) однократно	Реакция
<i>Сыворотка крови КРС</i>		
1	0,2–0,3 мл	Незначительное волнение рыбы, которое прошло через 10–15 мин
2 к	0,9 % NaCl 0,2–0,3 мл	То же самое
<i>Нуклеопептид</i>		
1	0,2–0,3 мл	Незначительное волнение рыбы, которое прошло через 10–15 мин
2 к	0,9 % NaCl 0,2–0,3 мл	–«–

Определение аллергизирующего анафилактического действия сыворотки крови КРС и нуклеопептида. После введения разрешающей дозы в первой схеме определения аллергизирующего анафилактического действия сыворотки крови КРС и нуклеопептида наблюдали волнение рыбы, которое прошло в течение 30 мин.

I_1 – индекс синдрома Б (повышение двигательной активности в группе с применением сыворотки крови КРС) = 1.

I_2 – индекс синдрома Б (повышение двигательной активности в группе с применением нуклеопептидов) = 1.

После введения разрешающей дозы сыворотки крови КРС по второй схеме определения аллергизирующего анафилактического действия рыба перевернулась на бок. Через 3 ч физиологическое состояние рыбы стабилизировалось.

После введения нуклеопептида в разрешающей дозе по второй схеме наблюдали волнение рыбы, которое проходило в течение 30 мин.

I_3 – индекс синдрома В (переворачивание на бок в группе с применением сыворотки крови КРС) = 1.

I_4 – индекс синдрома Б (повышение двигательной активности в группе с применением нуклеопептида) = 1.

Таким образом, в результате применения осетровым рыбам двух схем определения аллергизирующего анафилактического действия сыворотки крови КРС и нуклеопептида установлено, что они не вызывают развития смертельного шока. Однако при применении сыворотки крови КРС по второй схеме наблюдали изменение поведения рыб в течение 3 ч. Поэтому изучение аллергизирующего анафилактического действия данной белковой субстанции необходимо проводить для конкретного вида рыб с вводом разрешающей дозы внутрисердечно или внутривенно.

Заключение. На основании результатов выполненных исследований можно заключить, что исследованные образцы сухой плазмы крови и сухого гемоглобина не классифицируются как опасные вещества и по показателю острой токсичности для рыб являются практически не токсичными.

Сухая плазма крови и сухой гемоглобин КРС являются безвредными, т. е. риск причинения вреда здоровью животных в результате их применении отсутствует.

В результате применения двух схем определения аллергизирующего анафилактического действия сыворотки крови КРС и нуклеопептида (на примере осетровых рыб) установлено, что данные субстанции не вызывают развития смертельного шока. Однако при применении сыворотки крови КРС по второй схеме наблюдали изменение поведения рыб, которое стабилизировалось через 3 ч.

Литература

1. Методы оценки экологической опасности пестицидов при их регистрации (Руководство по классификациям экологической опасности пестицидов) / В. С. Горбатов, В. Н. Колупаева, О. Ф. Филенко, Р. С. Аптикаев. – Большие Вяземы, 2010. – 13 с.
2. ГОСТ 31926-2013. Средства лекарственные для ветеринарного применения. Методы определения безвредности. – М. : Стандартинформ, 2014. – 17 с.
3. ГОСТ 32473-2013. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для рыб. – М. : Стандартинформ, 2014. – 19 с.
4. Нетрадиционные источники белка в птицеводстве / Л. В. Резниченко, М. И. Стаценко, С. В. Воробьевская, Т. А. Постникова // Современные проблемы науки и образова-

ния. – 2015. – № 2-2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23277> (дата обращения: 11.05.2025).

5. Руководство ОЭСР по испытаниям химических веществ № 203. Рыбы : тест на острую токсичность. – Париж : ОЭСР, 1992. – 10 с.

6. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС). – 3-е изд., пересмотренное. – Нью-Йорк ; Женева : Организация Объединенных Наций, 2009. – 654 с.

УДК 619:616.993

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ОТИТОВ ПЛОТОЯДНЫХ

В. В. Чекрышева

*Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт –
филиал Федерального государственного научного учреждения
«Федеральный Ростовский аграрный научный центр»,
Новочеркасск, Российская Федерация*

Резюме. Приводятся данные сравнительной терапевтической эффективности способов лечения отитов у плотоядных, в частности собак. Исследования проводились на базе ветеринарной клиники СКЗНИВИ в городе Новочеркасск. Исследованию подверглись 30 собак за период с 2024 по 2025 г. Первой опытной группе животных применяли препарат «Суrolан» дважды в сутки в течение 7 дней. Второй опытной группе собак назначили применение препарата «Отивет» дважды в сутки в течение 7 дней. В результате проведения эксперимента сделали вывод, что в первой опытной группе животных за 7 дней терапии препаратом «Суrolан» выздоровели все собаки. Во-второй опытной группе, где использовался препарат «Отивет», выздоровели 12 собак, что составило 80 % от всех исследуемых животных. Таким образом, препарат «Отивет» обладает меньшей терапевтической эффективностью, чем препарат «Суrolан».

Ключевые слова: отит, воспаление, собаки, плотоядные, препарат, способ терапии, наружный слуховой проход, воспаление наружного слухового прохода, лечение.

Summary. This article presents data on the comparative therapeutic efficacy of methods for treating otitis in carnivores, in particular dogs. The studies were conducted at the veterinary clinic of the SKZNIIVI in Novocherkassk. The study involved 30 dogs over the period from 2024 to 2025. The first experimental group of animals was given Suroolan twice a day for 7 days. The second experimental group of dogs was prescribed “Otitet” twice a day for 7 days. As a result of the experiment, it was concluded that in the first experimental group of animals, all dogs recovered after 7 days of therapy with “Suroolan”. In the second experimental group, where Otitet was used, 12 dogs recovered, which was 80 % of all the animals studied. Thus, Otitet has less therapeutic efficacy than Suroolan.

Keywords: otitis, inflammation, dogs, carnivores, drug, method of therapy, external auditory canal, inflammation of the external auditory canal, treatment.

Введение. Отит – заболевание, характеризующееся наличием патологического процесса в ухе. Учитывая локализацию патологии, его делят на наружный отит и средний. Зачастую грань между переходом так мала, что терапевтические мероприятия проводят, не акцентируя внимание на месте

воспаления [2]. Заболеванию подвержены все виды животных в разных возрастных группах. Отиты у плотоядных животных встречаются значительно чаще, чем у других видов животных. Острое течение отита довольно быстро переходит в хроническую форму, что влечет за собой потерю слуха, а также осложнения со стороны нервной системы. Заболевание может протекать как самостоятельно, так и как осложнение при инфекционных и инвазионных болезнях [1]. Воспалительные процессы могут быть вызваны попаданием инородных тел, эктопаразитами, сопутствующей микрофлорой, такой как стрептококки, стафилококки, грибы *Malassezia*, аллергической реакцией, новообразованиями в отделах наружного и среднего уха [4]. К предрасполагающим факторам можно отнести перегрев, переохлаждение организма, сильный стресс, большие физические нагрузки, нарушения зоогигиенических требований. Устранение причины возникновения отитов у животных способствует быстрому выздоровлению и предотвращению рецидивов возникновения заболевания. Терапия отитов полностью зависит от причин возникновения и должна быть комплексной и направленной [3]. В качестве препаратов для лечения отитов используют антибактериальные средства в виде капель, а также в зависимости от причины возникновения воспалительного процесса применяют противогрибковые, противопаразитарные средства. Несмотря на обилие средств для лечения отитов на рынке, потребность в поиске эффективных способов лечения остается актуальной в ветеринарной практике. В связи с дефицитом препаратов для лечения отитов мелких домашних животных на отечественном рынке, а также частым бесконтрольным применением различных групп препаратов возникает проблема антибиотикорезистентности. В результате чего эффективность антибактериальных препаратов значительно снижается и все более актуальным становится вопрос поиска эффективных препаратов для лечения отитов у плотоядных.

Цель работы – установить наиболее эффективные препараты для терапии отитов у плотоядных.

Материалы и методы. Исследования по изучению сравнительной эффективности препаратов для терапии отитов у плотоядных проводили в ветеринарной клинике СКЗНИВИ Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского ветеринарного института – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в городе Новочеркасск Ростовской области с 2024 по 2025 г. Объектом исследований служили собаки в возрасте от 6 месяцев до 8 лет различных пород с признаками воспаления наружного слухового прохода. Всем животным, поступающим в ветеринарную клинику, проводили клинический осмотр. Для установления диагноза «бактериальный отит» проводили дополнительные методы исследований,

такие как отоскопия и микроскопия экссудата ушного прохода, а также микробиологическое исследование экссудата. Затем животных с диагнозом «бактериальный отит» разделили на две группы и назначили разные препараты для терапии. Группы формировались с учетом результатов микробиологического исследования, а также желания владельцев животных. По завершении курса лечения оценивали результат, используя дополнительные методы диагностики (микроскопия мазка, отоскопия, микробиологическое исследование).

Результаты исследований. Эксперимент по изучению эффективности препаратов для лечения отитов у плотоядных проводили в ветеринарной клинике Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского ветеринарного института – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр». Исследования проводились на 30 животных, которые поступали в ветеринарную клинику с диагнозом «бактериальный отит». Собак разделили на две опытные группы. В обеих опытных группах использовали схожие по своему действию препараты, однако имеющие разную ценовую категорию. Стоимость препарата «Суrolан» значительно превышает стоимость препарата «Отидез».

Первую группу животных лечили препаратом «Суrolан», используя его дважды в сутки в течение 7 дней после очищения наружного слухового прохода раствором хлоргексидина до чистого слухового прохода. «Суrolан» – комбинированный препарат для лечения отита и заболеваний кожи бактериальной и грибковой этиологии у собак и кошек. Препарат обладает широким спектром антимикробной и антигрибковой активности, оказывает противовоспалительное и противоаллергическое действие. «Суrolан» используется для лечения острого и хронического наружного отита (воспаления наружного слухового прохода) и заболеваний кожи (дерматитов, пиодерматитов, дерматофитозов, инфицированных ран, абсцессов) бактериальной и грибковой этиологии у собак и кошек.

Вторую опытную группу животных лечили препаратом «Отивет» два раза в сутки в течение 7 дней. Также предварительно очищая слуховые проход от воспалительного экссудата. Отивет также является комбинированным ветеринарный препаратом с антибактериальным и противогрибковым действием. Помимо антимикробных и противогрибковых свойств, данный препарат оказывает также противовоспалительное и противоаллергическое действие. Препарат применяют для лечения собак и кошек при остром и хроническом наружном отите (воспалении наружного слухового прохода) и заболеваниях кожи (дерматитах, пиодермиях, дерматофитозах, инфицированных ранах и др.) бактериальной и грибковой этиологии, вызванных микроорганизмами чувствительными к препарату. Проводили обработку обеих ушей, вне зависимости от степени поражения.

По завершении курса терапии проводили контрольную отоскопию и микроскопическое исследование мазка из ушных проходов. Результаты исследования эффективности препаратов для терапии бактериальных отитов у собак приведены в таблице.

Сравнительная эффективность препаратов для лечения отитов у плотоядных

Группа животных	Количество больных животных	Выздоровели		Число дней терапии
		голов	%	
Первая опытная	15	15	100	7
Вторая опытная	15	12	80	7

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что в первой опытной группе животных за 7 дней терапии препаратом «Суролан» выздоровели все собаки. Во второй опытной группе, где использовался препарат «Отивет», выздоровели 12 собак, что составило 80 % от всех исследуемых животных.

Заключение. В ходе проведения исследований по сравнительной эффективности препаратов для лечения отитов у плотоядных установили, что препарат «Отивет» обладает меньшей терапевтической эффективностью, чем препарат «Суролан».

Литература

1. Биология и патология пушных зверей : учеб. пособие / сост. Е. И. Нижельская. – Персиановский : Донской ГАУ, 2020. – 188 с.
2. Веремеева, С. А. Определение состава микрофлоры содержимого уха у собак с признаками отита с помощью микроскопического анализа / С. А. Веремеева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 11 (205). – С. 81–85.
3. Нечаев, А. В. Внутренние незаразные болезни : учеб. пособие / А. В. Нечаев, Ю. А. Курлыкова. – Самара : СамГАУ, 2020. – Ч. 1 : Общая профилактика и терапия. – 2020. – 122 с.
4. Шадская, А. В. Дифференциальная диагностика отитов у мелких домашних животных как основа эффективного лечения / А. В. Шадская // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 5 (92). – С. 69–72.

5. ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ, КОРМЛЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 636.2.034

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СОХРАННОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТА

**А. И. Портной, И. П. Шейко, В. Н. Тимошенко,
Н. И. Песоцкий, Е. Н. Песоцкий**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству», Жодино, Республика Беларусь*

Резюме. Научно обоснованы некоторые пути повышения сохранности молочного скота на молочно-товарных фермах Республики Беларусь на основе комплекса селекционно-генетических мероприятий. Установлено, что в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» при среднем годовом удое 8000 кг молока сохранность коров красного молочного скота в течение пяти лактаций превышает аналогичный показатель сверстниц голштинской породы в 4,93 раза, при увеличении показателя среднего пожизненного удоя в переводе на базисную жирность на 7267 кг молока.

Ключевые слова: сохранность молочного скота, продуктивное долголетие, молочная продуктивность, коровы, красный молочный скот, голштинская порода.

Summary. Some ways of increasing the survivability of dairy cattle on dairy farms of the Republic of Belarus based on a set of selection and genetic measures have been scientifically substantiated. It has been established that under the conditions of the State Enterprise “ZhodinoAgroPlemElita” with an average annual milk yield of 8000 kg of milk, the survivability of red dairy cows during five lactations exceeds the similar indicator of their Holstein peers by 4.93 times, with an increase in the average lifetime milk yield in terms of basic fat content by 7267 kg of milk.

Keywords: dairy cattle survival, productive longevity, milk productivity, cows, red dairy cattle, Holstein breed.

Введение. Современное молочное скотоводство характеризуется широким переходом на интенсивное производство молока на молочно-товарных фермах промышленного типа. За последнее десятилетие в Республике Беларусь значительно повысилась эффективность ведения отрасли молочного скотоводства: выросли рентабельность производства, численность коров, их продуктивность и валовое производство молока. Рост инвестиций, направляемых в молочную отрасль, способствует ее дальнейшей интенсификации.

фикации [1]. В этой связи важнейшей проблемой является поиск резервов дальнейшего развития отечественного молочного скотоводства.

Важнейшим резервом дальнейшего развития отрасли молочного скотоводства в Республике Беларусь должна стать государственная программа повышения сохранности животных на современных молочных фермах промышленного типа, включающая комплекс научных, зоотехнических, ветеринарных и организационно-экономических мероприятий. Это вытекает из задач, поставленных Главой государства на совещании по кадровым вопросам, которое состоялось 30 июня 2025 г. [2]. Проблема сохранности молочного скота на современных фермах и повышения продуктивного долголетия животных на основе комплекса селекционно-генетических мероприятий в последние десятилетия широко освещается в международных публикациях и ее решение является важнейшим условием дальнейшего развития отрасли молочного скотоводства [3–5].

По данным российских авторов В. Н. Суровцева и Ю. Н. Никулиной, рынок племенных продаж имеет самую высокую рентабельность. Однако низкий срок продуктивно-хозяйственного использования коров на современных молочных фермах является препятствием для полной реализации производственно-экономического и финансового потенциала этого рынка. Следующее негативное последствие низких сроков продуктивно-хозяйственного использования коров – это снижение уровня и даже полное отсутствие отбора и выранных ремонтных телок, что ведет к ограничению генетического прогресса в молочном скотоводстве [6]. В этой связи Х. А. Амерханов и соавт. считают одним из основных показателей производственного использования крупного рогатого скота – возраст выбытия коров, который характеризует продуктивное долголетие животных. Авторы приводят данные, что возраст выбытия для коров разных пород молочного направления продуктивности в условиях Российской Федерации колеблется от 2,66 отелов среди животных голштинского и черно-пестрого скота до 9 и 7,18 отелов для животных якутского и кавказского бурого скота, соответственно [7].

В. И. Чинаров провел инвентаризацию породных ресурсов молочного скотоводства России в период 2021–2022 гг. Автор установил, что в результате бесконтрольной голштинизации в последние 10 лет российские популяции крупного рогатого скота фактически превратились в стада голштинской породы путем поглотительного скрещивания в результате чего отечественный генофонд постепенно утратил свои конкурентные преимущества. На примере Центрального и Южного федеральных округов, которые довели долю голштинского скота до 70,8 и 67,4% соответственно, молочный скот практически полностью утратил способность к самовоспроизводству. В связи с этим автор считает, что для удержания высоких позиций молочного

скотоводства России необходимо кардинально перестроить селекционно-племенную работу или продолжать наращивать объемы завоза скота [8].

По данным Н. С. Барановой, в условиях промышленной технологии и при большом физиологическом напряжении, связанном с высокой молочной продуктивностью, продолжительность хозяйственного использования у коров костромской породы значительно выше этого показателя в сравнении с другими породами. Так, этот показатель у коров голштинской породы в племенных хозяйствах Костромской области составляет 2,7, ярославской – 2,8, черно-пестрой – 2,9, холмогорской – 3,3, а костромской – 3,5 лактации [9].

Исследователи в области генетики сельскохозяйственных животных отмечают, что в результате длительного искусственного отбора высокопродуктивных животных произошло накопление груза вредных рецессивных LoF-мутаций, которые оказывают отрицательное влияние на осеменение и ассоциированные с эмбриональной и ранней постэмбриональной смертностью на различных стадиях развития. В этой связи как отечественные, так и зарубежные генетики придают важное значение ДНК-диагностике молочного скота на выявление генетически детерминированных заболеваний [10, 11].

Цель исследования – научно обосновать пути повышения сохранности молочного скота на молочно-товарных фермах Республики Беларусь на основе комплекса селекционно-генетических мероприятий.

Материалы и методы. Объектом были коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции и чистопородного красного молочного скота, разводимые в базовом сельскохозяйственном предприятии ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области. Условия выращивания и ветеринарного ухода за изучаемым поголовьем соответствовали действующим в Республике Беларусь регламентам производства молока и говядины. Средняя молочная продуктивность коров различных генотипов за 305 дней последней законченной лактации находится на уровне 8000 кг молока.

На первом этапе исследований (2019–2021 гг.) в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» было завезено 300 нетелей красной молочной породы из Дании. Это позволило начать работы по формированию на базе ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» племенного ядра создаваемой красной молочной породы в Беларуси основная цель которого – поставка племенных быков для госплемпредприятий республики.

Ввод коров-первотелок в основное стадо осуществлялся в период с 18 мая 2020 г. по 1 декабря 2020 г. в этот же период в основное стадо было введено 348 сверстниц голштинской породы.

На втором этапе исследований изучены основные хозяйственно полезные признаки опытных животных, включая сохранность коров в основном стаде. Период исследований по изучению сохранности коров красного молочного скота и голштинской породы протекал с 18 мая 2020 г. по 1 мая 2025 г.

С точки зрения селекционно-племенной работы наибольший интерес представляют сохраненные коровы V лактации двух пород. Пожизненная молочная продуктивность данной группы животных приведена в табл. 2.

Таблица 2. Средняя пожизненная молочная продуктивность сохраненных коров двух пород

Порода	Средняя пожизненная молочная продуктивность			Пожизненный удой в переводе на базисную жирность, кг
	удой, кг	% жира	%, белка	
Голштинская (n = 21)	37812 ± 573	3,88 ± 0,04	3,44 ± 0,03	40740 ± 875
Красный молочный скот (n = 74)	36403 ± 431	4,76 ± 0,04***	3,79 ± 0,02***	48007 ± 614***

*** $P < 0,0001$.

Установлено, что от 74 сохраненных в стаде коров красного молочного скота в течение четырех-пяти лактаций получено 36 403 кг молока с содержанием жира 4,76 % и белка 3,79 %. За этот же период от 21 голштинской сверстницы получено 37 812 кг молока с содержанием жира 3,88 % и белка 3,44 %. Установлено статистически достоверное превосходство коров красного молочного скота над сверстницами голштинской породы по содержанию жира (+0,88 %) и белка (+0,355) в молоке и производстве молока в переводе на базисную жирность (+7267 кг).

Заключение. Установлено, что в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» при среднем годовом удое 8000 кг молока сохранность коров красного молочного скота в течение пяти лактаций превышает аналогичный показатель сверстниц голштинской породы в 4,93 раза, при увеличении показателя среднего пожизненного удоя в переводе на базисную жирность на 7267 кг молока.

Литература

1. Рекомендации по повышению эффективности и конкурентоспособности производства молока на основе совершенствования специализации, концентрации и учета региональных особенностей / А. В. Горбатовский, Г. В. Сидунов, О. Н. Горбатовская [и др.] // Научные принципы регулирования развития АПК: предложения и механизмы реализации. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси 2014. – С. 109–117.
2. Кононович, С. Будьте хозяевами своей земле! [Подробности кадрового дня у Главы государства] / С. Кононович, П. Копога // Сельская газета. – 2025. – 1 июня. – С. 2–4.
3. Production, fertility, survival, and body measurements of Monbeliarde-sired crossbreds compared with pure Holsteins during their first 5 lactations / A. R. Hazel, B. J. Heins, A. J. Seykora, L. V. Hansen // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97, № 4. – P. 2512–2525.
4. Чинаров, В. И. Экономические подходы к обеспечению конкурентоспособности молочного скотоводства / В. И. Чинаров, Н. И. Стрекозов, О. В. Баутина // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 8. – С. 9–10.
5. Чинаров, В. И. Экономические методы повышения конкурентоспособности отечественных производителей молока / В. И. Чинаров, Н. И. Стрекозов, О. В. Кучерявая // Научные основы ведения животноводства : сб. науч. тр. / ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии. – Дубровицы, 2009. – С. 204–209.

6. Суровцев, В. Н. Экономические аспекты продуктивного долголетия молочных коров / В. Н. Суровцев, Ю. Н. Никулина // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 8. – С. 2–5.
7. Сохранение генетического разнообразия крупного рогатого скота – основа успешного развития животноводства / Х. А. Амерханов, Г. С. Шеховцев, Е. М. Колдаева, И. П. Прохоров // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 1. – С. 3–6.
8. Чинаров, В. И. Пространственное развитие и преобразование генофонда молочного скота России / В. И. Чинаров // Молочное и мясное скотоводство. – 2024. – № 4. – С. 7–12.
9. Определение оптимальных параметров кровности по бурой швицкой породе при совершенствовании скота костромской породы / Н. С. Баранова, Н. С. Фураева, Е. А. Зверева [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2024. – № 4. – С. 13–18.
10. Выявление гаплотипов фертильности в белорусской популяции крупного рогатого скота голштинской породы / Е. Л. Романишко, М. Е. Михайлова, А. И. Кирева, Р. И. Шейко // Молекулярная и прикладная генетика : сб. науч. тр. – Минск, 2021. – Т. 31. – С. 7–21.
11. Oltenacu, P. A. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows / P. A. Oltenacu, D. M. Broom // Animal Welfare. – 2010. – Vol. 19 (S). – P. 39–49.
12. Кабаков, Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / Р. И. Кабаков ; пер. с англ. П. А. Волковой. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 588 с.

УДК 636.2.084.429

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА КОРМЛЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, В. П. Цай, Г. В. Бесараб,
М. В. Джумкова, И. В. Богданович

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,
Жодино, Республика Беларусь*

Резюме. Представлены результаты исследований, целью которых было изучить зависимость показателей белкового обмена в рубце молодняка крупного рогатого скота и эффективности использования протеина в организме животных от кратности кормления. Установлено положительное влияние трехразового кормления на физиологическое состояние животных, показатели рубцового пищеварения и белкового обмена у бычков в возрасте 3–6 месяцев.

Ключевые слова: бычки, травяные корма, рационы, концентрированные корма, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, продуктивность.

Summary. The article presents the results of studies aimed at studying the dependence of protein metabolism in the rumen of young cattle and the effectiveness of the use of proteinase in the body of animals on the frequency of feeding. The positive effect of three meals a day on the physiological state of animals, indicators of scar digestion and protein metabolism in bulls aged 3–6 months has been established.

Keywords: gobies, herbal feeds, rations, concentrated feeds, hematological parameters, scar digestion, productivity.

Введение. Получения от животных высокой продуктивности невозможно добиться простым увеличением в рационах доли высокобелковых кормов [3, 9]. Это приводит не только к перерасходу кормов и удорожанию получаемой продукции, но и отрицательно влияет на здоровье животных, что влечет за собой резкое сокращение срока их продуктивного использования [4–6].

Главным фактором эффективного использования протеина в организме служит создание благоприятных условий в рубце, обеспечивающих максимальный синтез микробного белка с одновременным увеличением потока в кишечник кормового протеина. При этом чем выше продуктивность животных, тем больше вклад нераспавшегося в рубце протеина рациона в общий пул аминокислот организма [1, 2, 7]. В то же время необходимо иметь в виду, что абсолютных показателей распадаемости быть не может, так как на процессы ферментации влияет множество факторов. Один и тот же корм, полученный в разных условиях производства, может иметь разную распадаемость протеина [8, 10].

Эффективность использования азота находится в большой зависимости от концентрации доступной для обмена энергии, что предполагает значительные колебания расщепляемости сырого протеина отдельных кормов. В этой связи видна зависимость показателей белкового обмена в рубце молодняка крупного рогатого скота и эффективности использования протеина в организме животных от кратности кормления.

Цель работы – изучить зависимость показателей белкового обмена в рубце молодняка крупного рогатого скота и эффективности использования протеина в организме животных от кратности кормления.

Материалы и методы. Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» на двух группах бычков черно-пестрой породы в возрасте 3–6 месяцев.

Различия в кормлении заключались в том, что животным контрольной группы корм задавался два раза в сутки, бычкам опытной группы – три раза в сутки.

Физиологические эксперименты по изучению показателей рубцового пищеварения в сложном желудке проведены на животных с вживленными хроническими канюлями рубца (Ø 2–5 см), через которые в рубец вводились нейлоновые мешочки, а также происходил отбор содержимого рубца.

Химический состав кормов, используемых в опытах, определялся по схеме общего зоотехнического анализа в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора Accent 200, гематологические показатели – на анализаторе URIT-3000Vet Plus.

В процессе опытов также изучали: поедаемость кормов; уровень среднесуточных приростов животных; эффективность использования кормов.

Статистическая обработка результатов анализа проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что потребление кормов бычками разных групп, как показал учет их поедаемости,

находилось практически на одном уровне. Отмечено повышение потребления сенажа во II группе на 5 %.

В структуре рациона доля травяных кормов составила 48 %, концентрированных – 52 %. Среднесуточное потребление сухого вещества в опытных группах было на уровне 4,2–4,4 кг. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 9,9 МДж/кг. Доля сырого протеина в сухом веществе рационов находилась на уровне 12,2 %. В расчете на одну кормовую единицу приходилось 140 г сырого протеина. Количество клетчатки в сухом веществе составило 24–25 %. Отношение кальция к фосфору находилось на уровне 2,3/1.

В рубцовой жидкости животных, получавших корм три раза в сутки, отмечалось повышение содержания общего азота на 7,8 %, инфузорий – на 3,2 %.

В то же время концентрация аммиака снизилась на 6,7 %. Остальные показатели отличались незначительно и находились в пределах физиологической нормы.

В связи с тем что процессы пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в 3- и в 6-месячном возрасте значительно отличаются, были проведены исследования показателей рубцового пищеварения на протяжении переходного периода в возрастном аспекте. Установлено, что с возрастом снижается уровень общего азота на 8,5–14,0 %, что, вероятно, обусловлено изменением структуры рациона. В то же время увеличивается содержание летучих жирных кислот на 16,3–11,5 %, аммиака – на 18,2–20,3 и инфузорий – на 8,0–8,3 %.

Как показали исследования, животные были клинически здоровы, все гематологические показатели находились в пределах физиологических норм (табл. 1).

Таблица 1. Гематологические показатели бычков

Показатель	Группа	
	I	II
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	9,37 ± 0,24	9,1 ± 0,170
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,45 ± 0,15	6,53 ± 0,17
Гемоглобин, г/л	105,47 ± 1,29	108,63 ± 2,07
Общий белок, г/л	81,1 ± 1,1	83,13 ± 3,43
Глюкоза, ммоль/л	2,77 ± 0,13	2,9 ± 0,10
Мочевина, ммоль/л	4,35 ± 0,2	4,36 ± 0,20
Кальций, ммоль/л	2,73 ± 0,145	2,81 ± 0,08
Фосфор, ммоль/л	1,67 ± 0,04	1,82 ± 0,10
Гематокрит, %	38,4 ± 1,68	39,6 ± 0,97

В крови животных, получавших корма три раза в день, отмечалось незначительное увеличение уровня гемоглобина – на 3 %, глюкозы – на 4,7, фосфора – на 6,0 и гематокрита – на 3,1 % и снижение лейкоцитов на 2,9 %.

Во II опытной группе отмечено увеличение среднесуточных приростов живой массы с 723 до 759 г, или на 4,9 % (табл. 2).

Таблица 2. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг: в начале опыта	139,2 ± 1,3	137,8 ± 1,0
в конце опыта	182,6 ± 1,8	183,4 ± 1,4
Валовой прирост, кг	43,4 ± 0,7	45,6 ± 0,4
Среднесуточный прирост, г	723 ± 22,4	759 ± 12,4
% к контролю	100	104,9
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,14	5,02
% к контролю	100	97,7
Затраты протеина на 1 кг прироста, кг	0,72	0,70
% к контролю	100	97,2

Затраты кормов в этой группе были на 2,3 % ниже, чем в I. Эффективность использования протеина кормов также увеличилась на 2,8 %.

Закключение. Установлено положительное влияние трехразового кормления на физиологическое состояние животных, показатели рубцового пищеварения и белкового обмена у бычков в возрасте 3–6 месяцев.

В рубцовой жидкости животных, получавших корма три раза в день, отмечено увеличение содержания общего азота на 7,8 % и количества инфузорий – 3,2 % и снижение аммиака на 6,7 %, что свидетельствует о более эффективном использовании протеина в рубце.

Трехразовое кормление способствует повышению эффективности продуктивного действия корма. Среднесуточный прирост живой массы увеличился на 4,9 %, в результате затраты кормов снизились на 2,3 %, а затраты протеина – на 2,8 %.

Литература

1. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 16–22.
2. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пилук, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. Т. С. Мальцева. – Курган, 2020. – С. 449–453.
3. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Брянск, 2022. – С. 252–256.
4. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития живот-

новодства и их решение : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. студ. конф. – Персиановский, 2020. – С. 212–216.

5. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2019. – С. 210–215.

6. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования : сб. науч. тр. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф. – Томск ; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.

7. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 220–226.

8. Возможность балансирования рационов молодняка крупного рогатого скота за счёт местных масличных и бобовых культур / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2022. – С. 212–216.

9. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложенкина, Г. Н. Радчикова [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 11–18.

10. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.

УДК 636.2.087.26:633.52

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗНЫХ БЕЛКОВЫХ КОРМОВ

**В. Ф. Радчиков¹, Т. Л. Сапсалёва¹, Н. В. Пилюк¹, И. В. Богданович¹,
И. А. Голуб², М. Е. Маслинская²**

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, Республика Беларусь

²Республиканское научное дочернее предприятие «Институт льна», аг. Устье, Витебская область, Оршанский район, Республика Беларусь

Резюме. Разработаны комбикорма для молодняка крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней с включением жмыха из льна масличного. Исходя из полученных данных, наиболее эффективным при выращивании телят оказалось скармливание рационов, в состав которых включены комбикорма КР-1 на основе жмыха льняного масличного в количестве 20 и 25 %, при замене такого импортного белкового корма, как подсолнечный шрот, обеспечивающих балансирование рационов по всем питательным, минеральным веществам, оказывающих положительное влияние на физиологическое состояние животных, выразившееся в улучшении морфобиохимического состава крови, позволяющих полу-

чить среднесуточный прирост молодняка на уровне 700 и 711 г (что на 2,6 и 4,3 % выше контроля), при снижении себестоимости полученной продукции на 1,04 и 2,45 %.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, комбикорма, рационы, физиологическое состояние, лен масличный, жмых льняной, шрот подсолнечный, продуктивность, затраты корма, эффективность.

Summary. Compound feeds have been developed for young cattle aged 10–75 days with the inclusion of oil cake from oilseed flax. Based on the data obtained, the most effective way to raise calves turned out to be feeding diets, which include KR-1 compound feeds based on linseed oil cake in the amount of 20 and 25 %, when replacing imported protein feed such as sunflower meal, which ensure the balancing of diets for all nutrients, minerals that have a positive effect on the physiological the condition of the animals, expressed in the improvement of the morpho-biochemical composition of the blood, allowing to obtain an average daily increase in young animals at the level of 700 and 711 g (which is 2.6 and 4.3 % higher than the control), while reducing the cost of the products obtained by 1.04 and 2.45 %.

Keywords: young cattle, compound feeds, rations, physiological state, oilseed flax, linseed cake, sunflower meal, productivity, feed costs, efficiency.

Введение. Интенсивный рост и развитие молодняка являются важнейшим условием высокоинтенсивного молочного скотоводства. Основы эффективного роста закладываются в первые три месяца с момента рождения, поэтому именно в этот период времени к молодняку следует относиться максимально щепетильно и ответственно. Грамотный подход к процессу усовершенствования технологии кормления молодняка и состава используемых продуктов дает возможность более экономично подойти к решению данного вопроса [1–4].

Сельхозпредприятия Республики Беларусь по производству продукции животноводства закупают за границей недостающее протеиновое сырье (частично, не в полном объеме), затрачивая огромные валютные средства, повышая стоимость производимой продукции в стране, снижая эффективность ведения отрасли животноводства. Решение данной проблемы – увеличение производства собственных высокопротеиновых кормов, масличных культур, как энергоемких и высокопротеиновых ингредиентов комбикормов и кормовых смесей для сельскохозяйственных животных и птицы. Среди масличных культур, способных снизить дефицит кормового белка, имеется и лен, который с успехом возделывается в Беларуси [5].

Наряду с протеином и энергией жмых льна содержит около 28–34 % диетических пищевых волокон, которые сосредоточены главным образом в их оболочках и представлены такими веществами, как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, лингин. Таким образом, пищевые волокна присутствуют во всех компонентах продукта. Биохимический анализ показывает, что пищевые волокна – фитоэстрогены льна обладают определенным сходством структуры с эндогенными эстрогенами животных и имеют близкую к ним молекулярную массу. Фитоэстрогены обладают потенциальной спо-

способностью влиять на механизмы, регулирующие половой цикл и процессы репродукции у животных. Среди растительных пищевых продуктов семена льна являются рекордсменом по содержанию и качественным характеристикам лигнанов. Жиры, остающиеся в льняном жмыхе после отгонки масла, обладают всеми полезными свойствами, что и льняное масло. Уникальность льняного масла состоит в высоком содержании альфа-линоленовой (омега-3) жирной кислоты, а также других ненасыщенных жирных кислот. Льняное масло по содержанию ненасыщенных жирных кислот превосходит рыбий жир в два раза [6, 7].

Отрицательной стороной льна является наличие гликозида линамарина, который накапливается в зеленых растениях, мякине и семенах. Содержится также фермент линаза, который в определенных условиях расщепляет линамарин с образованием синильной кислоты. В сухом состоянии (жмых и шрот) безвредны [8].

В общей структуре посевов льна в мире масличные формы занимают около 84 % площадей и только 16 % площадей приходится на долю долгунцовых форм. Общая площадь посевов культуры составляет около 2,63 млн га при общемировом производстве семян 2,7–3,3 млн т [9, 10]. Из семян выделяют более 40 % масла [11].

В процессе прессования льняного семени при производстве масла основными продуктами переработки являются льняное масло и льняной жмых, масса которого превышает 65 % исходного количества сырья, который может серьезно конкурировать по питательности и продуктивному действию с импортными высокобелковыми компонентами в комбикормах для крупного рогатого скота.

Энергетическая питательность льняного жмыха максимально приближена к жмыху сои, а по уровню сырого протеина практически уравнена с ним. Однако льняной жмых положительно отличается от жмыха подсолнечника существенно, более чем в три раза, низкой концентрацией сырой клетчатки [12–14].

Использование таких белковых кормов, как семена льна масличного и продукты их переработки, в кормлении молодняка крупного рогатого скота (КРС) позволит сбалансировать не только рационы по белку, но и заменить дорогостоящие импортные добавки местными источниками протеина, обеспечивающие выращивание здоровых животных и получение высококачественной говядины, при снижении себестоимости продукции.

Цель работы – изучить эффективность скармливания молодняку КРС жмыха из льна масличного.

Задачи исследований:

– изучить химический состав и качество жмыха льна масличного и пригодность его для производства комбикормов;

- разработать составы комбикормов на основе жмыха из льна масличного для телят молочного периода;
- определить влияние скармливания льняного жмыха на обменные процессы в организме телят путем анализа морфобиохимических показателей крови;
- определить зоотехническую и экономическую эффективность выращивания телят молочного периода при скармливании комбикормов на основе жмыхов льна масличного.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели проведен анализ кормов, используемых в кормлении телят (молоко цельное, сено злаковое, сенаж, комбикорма, шрот подсолнечный, жмых льна масличного) в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме зоотехнического анализа и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Научно-хозяйственный опыт проведен с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов [15] на 4 группах телят по 10 голов в каждой в возрасте 10 дней в начале исследований в течение 65 дней ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области (табл. 1).

Таблица 1. Схема научно-хозяйственных исследований на телятах молочного периода

Группа животных	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	43,8	10	65	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено, сенаж + комбикорм КР-1 с включением шрота подсолнечного в количестве 15 мас. %
II опытная	44,2	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна масличного в количестве 15 мас. %
III опытная	43,7	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна масличного в количестве 20 мас. %
IV опытная	43,4	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна масличного в количестве 25 мас. %

Комбикорма КР-1 приготавливали непосредственно в хозяйстве с использованием местных источников сырья, в качестве источника молочного белка использовали заменитель цельного молока (ЗЦМ). Все подопытные животные находились в одинаковых условиях, кормление телят осуществляли дважды в сутки, содержание в индивидуальных полимерных боксах «домиках». Приучение к комбикорму постепенное.

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что молодняк контрольной группы получал комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15 %, а животным из II, III и IV опытных групп скармливали комбикорма с вводом в его состав жмыха льна масличного: 15 %, 20 и 25 мас. % соответственно.

В ходе исследований изучены следующие показатели:

– химический состав кормов, путем исследования их образцов, с определением: первоначальная, гигроскопичная и общая влаги – в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов;

– поедаемость кормов – проведением контрольных кормлений один раз в 10 дней в два смежных дня путем взвешивания заданных кормов и несъеденных остатков;

– гематологические показатели – путем взятия крови у телят из яремной вены, через 2,5–3,0 ч после утреннего кормления и изучение ее морфо-биохимического состава:

– интенсивность роста – путем индивидуального взвешивания телят в начале и в конце опыта;

– экономическая эффективность – по следующим показателям: продуктивность телят, затраты кормов на получение продукции и себестоимость.

Результаты исследований. В результате анализа химического состава комбикормов установлено изменение по питательности, что связано различным вводом в его состав жмыха льна масличного (табл. 2).

Таблица 2. Состав и питательность комбикормов

Компонент	Единица измерения	Контрольный	Опытные			
		I	II	III	IV	
Пшеница	%	20	22	21	16	
Тритикале	%	17	17	17	17	
Кукуруза	%	25	23	19	19	
Шрот подсолнечный	%	15	–	–	–	
Жмых льняной (масличный)	%	–	15	20	25	
ЗЦМ	%	10	10	10	10	
Соль	%	1	1	1	1	
Мел	%	1	1	1	1	
Премикс ПКР-1	%	1	1	1	1	
Дрожжи кормовые	%	10	10	10	10	
<i>В 1 кг содержится:</i>						
Кормовых единиц	–	1,14	1,18	1,18	1,19	
Обменной энергии	МДж	11,50	11,59	11,56	11,58	
Сухого вещества	г	886,9	885,5	886,2	888,8	
Сырого протеина	г	202,0	193,7	202,2	209,3	
Сырого жира	г	36,1	58,0	64,4	71,8	

Компонент	Единица измерения	Контрольный	Опытные		
		I	II	III	IV
Сырого жира	г	36,1	58,0	64,4	71,8
Сырой клетчатки	г	39,8	24,7	25,7	26,5
Крахмала	г	333,0	331,5	304,5	278,4
Сахара	г	51,0	48,6	48,8	48,6
Кальция	г	6,7	6,7	6,8	6,8
Фосфора	г	6,9	6,3	6,4	6,5
Натрия	г	4,4	4,5	4,5	4,6
Магния	г	4,0	4,5	4,5	4,0
Калия	г	7,9	8,2	8,6	8,9
Серы	г	2,3	2,4	2,5	2,6
Железа	мг	96,0	74,6	81,0	88,8
Меди	мг	8,0	8,6	9,8	10,8
Цинка	мг	37,0	38,6	39,9	41,3
Марганца	мг	37,0	35,8	36,3	35,9
Кобальта	мг	0,48	0,47	0,47	0,48
Йода	мг	0,35	0,37	0,41	0,45
Каротина	мг	2,6	2,2	1,9	1,9

В результате исследований установлено, что питательность контрольного комбикорма составила 1,14 корм. ед., в опытных она находилась на уровне 1,18–1,19 корм. ед. с содержанием обменной энергии 11,56–11,59 МДж, что незначительно выше контрольного значения. Наибольшую питательность и содержание обменной энергии имели комбикорма с содержанием в своем составе 15, 20 и 25 % жмыха из льна масличного. Концентрация сырого протеина в контрольном комбикорме находилась на уровне 202,0 г, в опытных варьировалась от 193,7 до 209,3 г. Использование жмыхов из льна масличного положительно отразилось на содержании жира в составе комбикормов, количество которого оказалось выше контрольного показателя от 1,6 до 2,0 раз, что связано с увеличением его количества в жмыхе льна масличного. Установлено снижение концентрации сырой клетчатки на 33,4–37,9 % в опытных комбикормах за счет меньшего содержания ее в исследуемом корме в 3,4 раза к контрольной белковой добавке (подсолнечный шрот). Использование различных количеств жмыха льна масличного незначительно повысило уровень минерального состава опытных комбикормов.

При изучении эффективности скармливания опытных комбикормов с включением различных доз жмыха льна масличного телятам молочного периода выращивания с постановочной живой массой в 10-дневном возрасте проведены контрольные кормления, в результате чего уста-

новлено, что различия по поедаемости кормов животными за период исследований между группами оказались незначительными.

Среднесуточный рацион телят контрольной группы состоял из цельного молока на 68,3 %, комбикорма КР-1 – 25,0 %, остальные корма занимали 6,7 % питательности рациона. В рационах телят опытных групп, в связи с повышенным потреблением комбикорма по отношению к контролю, молоко в структуре рациона занимало несколько меньший удельный вес на 1,49–3,19 п. п. по отношению к контролю, при том что потребление его было одинаковым (табл. 3).

Таблица 3. Среднесуточный рацион телят по фактически съеденным кормам

Корма и питательные вещества	Группа животных							
	I		II		III		IV	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Молоко цельное	5,10	68,30	5,10	66,81	5,10	65,38	5,10	65,11
Комбикорм КР-1	0,49	25,00	0,52	26,64	0,54	27,35	0,56	28,51
Сено злаковое	0,22	4,02	0,20	3,49	0,22	3,85	0,23	3,83
Сенаж	0,17	2,68	0,19	3,06	0,21	3,42	0,17	2,55
<i>В 1 кг содержится:</i>								
Кормовых единиц	2,24		2,29		2,34		2,35	
Обменной энергии, МДж	19,30		19,63		20,05		20,20	
Сухого вещества, кг	1,357		1,373		1,416		1,429	
Сырого протеина, г	305,0		305,9		317,1		324,2	
Переваримого протеина, г	266,6		265,2		275,1		282,4	
Сырого жира, г	212,3		224,6		229,8		234,9	
Сырой клетчатки, г	90,0		80,9		88,9		87,7	
Крахмала, г	168,6		177,5		170,1		161,5	
Сахара, г	283,5		283,5		285,5		286,0	
Кальция, г	11,6		11,8		12,2		12,2	
Фосфора, г	10,0		9,9		10,1		10,2	
Меди, мг	6,5		7,0		7,9		8,7	
Цинка, мг	40,5		42,3		44,5		45,7	
Марганца, мг	60,3		59,1		63,0		63,4	
Кобальта, мг	1,38		1,38		1,40		1,41	

Среднее потребление комбикормов (на основе шрота подсолнечного в количестве 15 %) телятами контрольной группы составило 0,49 кг на голову в сутки, что ниже опытных вариантов на 6,1–14,3 %, в состав которых вводили 15 %, 20 и 25 % жмыха льна масличного (молодняк II, III и IV опытных групп).

Концентрация обменной энергии в сухом веществе среднего рациона подопытных животных составила 14,14–14,30 МДж. В 1 кг сухого веще-

ства рациона контрольной группы за период выращивания содержалось 225 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 223–227 г.

Потребление сырого жира на 1 кг сухого вещества находилось на уровне 15,64 % в контрольном рационе и 16,36; 16,22 и 16,44 % – во II, III и IV опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг сухого вещества рациона телят контрольной группы составило 6,6 %, в опытных – 5,9–6,3 %, что ниже по отношению контроля в связи с меньшим содержанием ее в жмыхе льна масличного. Сахаропротеиновое отношение находилось на уровне 1,01–1,07 во всех исследуемых группах.

Скармливание комбикормов с включением 15, 20 и 25 % жмыха льна масличного молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней не оказало существенного влияния на изучаемые показатели крови животных (табл. 4).

Таблица 4. Морфобioхимический состав крови телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	$4,16 \pm 0,06$	$4,36 \pm 0,05$	$4,41 \pm 0,24$	$4,47 \pm 0,29$
Гемоглобин, г/л	$102,33 \pm 0,88$	$105,67 \pm 2,03$	$102,00 \pm 3,46$	$105,67 \pm 1,45$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,40 \pm 0,12$	$9,97 \pm 0,35$	$9,37 \pm 0,78$	$9,37 \pm 0,45$
Общий белок, г/л	$61,53 \pm 0,37$	$65,70 \pm 1,01$	$65,23 \pm 1,19$	$68,90 \pm 1,97$
Глюкоза, ммоль/л	$4,10 \pm 0,22$	$4,69 \pm 0,21$	$4,64 \pm 0,15$	$4,62 \pm 0,18$
Мочевина, ммоль/л	$2,06 \pm 0,27$	$2,06 \pm 0,23$	$2,04 \pm 0,05$	$2,03 \pm 0,15$
Кальций, ммоль/л	$2,53 \pm 0,17$	$2,46 \pm 0,10$	$2,63 \pm 0,03$	$2,61 \pm 0,10$
Фосфор, ммоль/л	$2,27 \pm 0,20$	$2,20 \pm 0,03$	$2,35 \pm 0,07$	$2,45 \pm 0,03$

Установлено, что с использованием рационов во II и III опытных группах по отношению к контрольному значению отмечен рост содержания общего белка на 6,8 и 6,0 %. В крови молодняка IV опытной группы также установлено увеличение его содержания по сравнению с контролем на 12,0 %.

На основании результатов исследований крови животных опытных и контрольной групп не отмечено существенной разницы между изучаемыми показателями, которые находились в пределах физиологических норм с незначительными колебаниями между группами. Это позволяет судить о безвредном действии изучаемого корма на организм животных.

Изучение динамики роста живой массы подопытных животных показало, что скармливание комбикормов с включением различных дозировок жмыха льна масличного (15, 20 и 25 %) положительно отразилось на энергии роста молодняка (табл. 5).

Таблица 5. Изменение живой массы и среднесуточные приросты телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг: в начале опыта	43,8 ± 0,8	44,2 ± 2,4	43,7 ± 1,8	43,4 ± 2,1
в конце опыта	88,8 ± 1,6	90,0 ± 2,8	89,9 ± 2,1	90,3 ± 1,8
Валовой прирост, кг	45,0 ± 1,3	45,8 ± 1,8	46,2 ± 1,7	46,9 ± 2,6
Среднесуточный прирост, г	682 ± 24,5	694 ± 36,9	700 ± 21,8	711 ± 42,4
% к контролю	100,0	101,8	102,6	104,3
Затраты кормов на 1кг прироста, корм. ед.	3,28	3,30	3,34	3,31

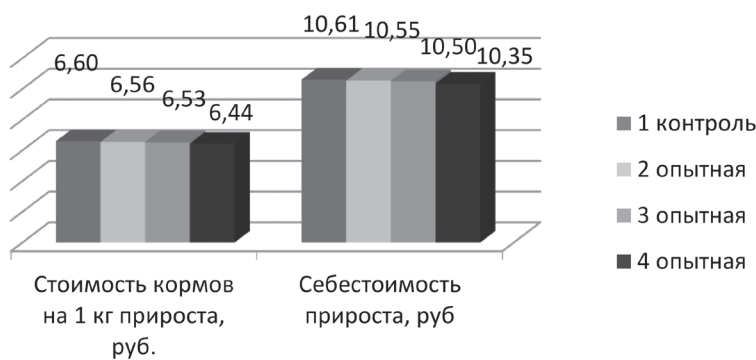
Скармливание молодняку комбикормов КР-1 с вводом жмыха льна масличного в количестве 15 и 20 % взамен шрота подсолнечного позволило увеличить среднесуточный прирост на 1,8 и 2,6 %. Использование комбикорма с 25 % ввода жмыха льна масличного способствовало повышению прироста животных IV опытной группы, по отношению к контрольному варианту на 4,3 %.

Расчет экономической эффективности показал, что при увеличении ввода жмыха льна масличного с 15 до 25 % в состав опытных комбикормов прослеживается снижение стоимости опытных комбикормов, рационов и себестоимости прироста при увеличении валового прироста молодняка за период исследований (табл. 6).

Таблица 6. Изменение живой массы и среднесуточные приросты телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Стоимость шрота подсолнечного, руб./кг	1050,0	—	—	—
Стоимость жмыха льняного, руб./кг	—	950,0	950,0	950,0
Стоимость комбикорма КР-1, руб./кг	1,62	1,60	1,57	1,53
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	3,28	3,30	3,34	3,31
Стоимость рациона за сутки, руб./гол.	4,50	4,55	4,57	4,58
Прирост живой массы за период опыта, кг	45,0	45,8	46,2	46,9
Стоимость 1 корм. ед., руб.	2,01	1,99	1,95	1,95
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	6,60	6,56	6,53	6,44
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	10,61	10,55	10,50	10,35

На основании результатов проведенных исследований установлено, что скармливание молодняку КРС в возрасте 10–75 дней комбикормов с вводом 15, 20 и 25 % жмыха льняного масличного по массе, позволило увеличить прирост живой массы молодняка на 1,8, 2,6 и 4,3 % и снизить стоимость кормовой единицы на 1,0, 3,0 и 3,0 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 0,7, 1,04 и 2,45 % (см. рисунок).



Себестоимость получения прироста, руб.

Заключение. Исходя из вышесказанного, наиболее эффективным при выращивании телят в возрасте 10–75 дней оказалось скормливание рационов, в состав которых включены комбикорма КР-1 на основе жмыха льняного масличного в количестве 20 и 25 %, при замене такого импортного белкового корма, как подсолнечный шрот, позволяющих получить среднесуточный прирост молодняка на уровне 700 и 711 г (что на 2,6 и 4,3 % выше контроля) при снижении себестоимости полученной продукции на 1,04 и 2,45 %.

Литература

1. Пищеварение в рубце и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при разных формах цинка в рационе / А. Н. Кот, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. по материалам нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Брянск, 2023. – С. 245–251.
2. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. по материалам нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Брянск, 2023. – С. 16–22.
3. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 1. – С. 168–176.
4. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования : сб. науч. тр. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф. – Томск ; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.
5. Святогор, А. П. Экономический анализ и оценка возможностей эффективного развития льноводства в Беларуси / А. П. Святогор, В. В. Шварацкий // Проблемы экономики. – 2011. – №1 (12). – С. 105–114.
6. Эффективность кормовой добавки из вторичных продуктов перерабатывающей промышленности в кормлении коров / Г. В. Бесараб, Т. Л. Сапсалёва, Д. М. Богданович [и др.] // Инновационный путь развития отраслей животноводства : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Жодино, 2022. – С. 82–86.
7. Продуктивность и качество спермы ремонтных бычков при разном протеине в рационе / Т. Л. Сапсалёва, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы

ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. по материалам нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Брянск, 2023. – С. 177–183.

8. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси / Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, А. Н. Кот [и др.] // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Е. Я. Лебедько. – Брянск, 2023. – С. 235–239.

9. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Ф. М. Галкин, В. И. Хатнянский, Н. М. Тишков [и др.]. – Краснодар, 2008. – 191 с.

10. Лукомец, В. М. Лен масличный – культура перспективная / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2013. – № 2. – 20 с.

11. Беляк, В. Б. Лен масличный – ценная сельскохозяйственная культура многостороннего использования / В. Б. Беляк, В. Н. Бражников, О. Ф. Бражникова // Пути решения проблем повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур. – Самара, 2003 – С. 81–83.

12. Повышение продуктивного действия кормов при интенсивном производстве говядины / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2016. – 408 с.

13. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. студ. конф. – Персиановский, 2020. – С. 212–216.

14. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. по материалам нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Брянск, 2023. – С. 220–226.

15. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М. : Колос, 1976. – 302 с.

УДК 636.085.16:546.47

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ РАЗНЫХ ФОРМ ЦИНКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**В. Ф. Радчиков¹, А. Н. Кот¹, Г. В. Бесараб¹, М. В. Джумкова¹,
С. Н. Пилюк¹, В. В. Копытков²**

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, Республика Беларусь

²ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», Гомель, Республика Беларусь

Резюме. Приведены результаты изучения закономерностей протекания пищеварительных процессов в рубце и обмена веществ в организме молодняка крупного рогатого скота при скармливании органического соединения цинка. В ходе исследований установлено, что использование органической формы цинка вместо сернокислого в количестве 50 %, 75 и 100 % в рационах молодняка крупного рогатого скота 9–12-месячного возраста позволяет повысить продуктивность животных на 1,3–3,7 % при снижении затрат кормов на 0,7–2,0 %.

Ключевые слова: бычки, рационы, концентрированные корма, цинк, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, продуктивность

Summary. The results of studying the patterns of digestive processes in the rumen and metabolism in the organism of young cattle when feeding an organic zinc compound are presented. In the course of research, it was found that the use of an organic form of zinc instead of sulfuric acid in the amounts of 50 %, 75 and 100 % in the diets of young cattle aged 9–12 months can increase animal productivity by 1.3–3.7 % while reducing feed costs by 0.7–2.0 %.

Keywords: gobies, rations, concentrated feeds, zinc, hematological parameters, scar digestion, productivity.

Введение. Повышение эффективности и объемов производства продукции животноводства является основной целью успешной деятельности сельскохозяйственных предприятий [5, 8]. Чем выше продуктивность, тем более высокие требования предъявляются к качеству кормов и сбалансированности рационов по питательным веществам [2, 4, 6, 9].

На сбалансированность рационов молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами [1, 3].

Недостаток минеральных веществ в рационе отрицательно сказывается на степени минерализации скелета, здоровье и продолжительности жизни животного, воспроизводительных функциях.

На практике для восполнения недостатка минеральных веществ широко используются кормовые добавки, которые обогащают рацион животных недостающими элементами питания и служат активаторами обменных процессов, оказывая комплексное положительное влияние на весь организм [7, 10].

Цель работы – изучить эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота органического соединения цинка.

Материалы и методы. Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на 4 группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 9–12 месяцев. Отличие между группами заключалось в том, что в контрольной группе животные получали сернокислый цинк, а во II, III и IV опытных группах сернокислый цинк был заменен на глицинат цинка в количестве 50, 75 и 100 % от скармливаемого сернокислого цинка.

В опытах определялись следующие показатели:

- химический состав кормов – путем отбора образцов и их анализа;
- поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков при проведении контрольного кормления один раз в декаду в два смежных дня;
- рубцовое пищеварение – методом *in vivo*, путем отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2,0–2,5 ч после утреннего кормления и их анализа.

В жидкой части рубцового содержимого определяли следующие показатели:

- концентрацию ионов водорода (рН) – по ГОСТ 26180-84 п. 3;
- общий азот – по ГОСТ 13496.4-93 п. 3 с применением автоматического анализатора UDK 132 и UDK 159 (VELP, Италия);
- концентрацию аммиака – микродиффузным методом в чашках Конвея;
- общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама;
- морфобioхимические показатели крови – на анализаторах Medonic SA-620 и Cormay Lumen;
- интенсивность роста и уровень среднесуточных приростов животных – по данным индивидуального взвешивания животных ежемесячно до кормления;
- эффективность использования кормов – путем определения расхода кормов на получение прироста.

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований. Исследования показали, что концентрированные корма животные съедали полностью. Потребление травяных кормов было выше в опытных группах.

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 7,7–7,9 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,5 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 11,3 %. Количество клетчатки в сухом веществе составило 20 %.

Анализ данных показал, что в рубце животных опытных групп отмечено повышение уровня рН на 1,1–3,2 % и общего азота на 1,2–3,9 %.

В то же время установлено снижение содержания аммиака на 0,9–3,0 % и летучих жирных кислот на 2,3–3,4 %. Однако отмеченные различия были недостоверны. Несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели находились в пределах нормы.

Как показали исследования, морфобioхимические показатели крови находились в пределах физиологических норм (табл. 1).

Таблица 1. Морфобioхимические показатели крови подопытных животных

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, 10 ¹² /л	6,32 ± 0,23	6,41 ± 0,27	6,6 ± 0,16	6,53 ± 0,23
Гемоглобин, г/л	114 ± 5,51	115,67 ± 4,37	116,33 ± 4,37	115,33 ± 5,48
Общий белок, г/л	76,47 ± 3,13	75,93 ± 2,26	77,77 ± 3,06	76,47 ± 2,30
Глюкоза, ммоль/л	2,83 ± 0,09	2,77 ± 0,09	2,93 ± 0,12	2,9 ± 0,23
Мочевина, ммоль/л	3,99 ± 0,28	3,79 ± 0,16	3,92 ± 0,20	3,89 ± 0,20
Кальций общий, ммоль/л	2,89 ± 0,14	2,95 ± 0,09	3 ± 0,16	3,01 ± 0,07
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,8 ± 0,18	1,77 ± 0,11	1,85 ± 0,06	1,74 ± 0,13

У молодняка опытных групп отмечено повышение уровня эритроцитов на 1,4–4,4 %, гемоглобина – на 1,2–2,0 и кальция – на 2,1–4,2 %. В то же время концентрация мочевины снизилась на 1,8–5,0 %. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Изучение динамики роста молодняка крупного рогатого скота показало, что включение в состав рациона различных доз глицината цинка оказало положительное влияние на энергию роста животных (табл. 2).

Так, у животных, получавших соль в органической форме, установлено увеличение энергии роста на 1,3–3,7 %. Более высокая продуктивность отмечена у молодняка III и IV опытных групп. Также в этих группах более эффективно использовались питательные вещества рациона.

Таблица 2. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Живая масса кг:				
в начале опыта	259,3 ± 1,3	256,4 ± 2,50	258,4 ± 1,90	263 ± 1,90
в конце опыта	336,5 ± 2,1	334,7 ± 3,40	338 ± 3,40	343,2 ± 3,10
Валовой прирост, кг	77,3 ± 1,9	78,3 ± 1,80	79,6 ± 2,20	80,2 ± 2,20
Среднесуточный прирост, г	859 ± 20,7	870 ± 19,9	884,5 ± 24,7	891,1 ± 24,8
% к контролю	100	101,3	103,0	103,7
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	8,31	8,25	8,18	8,14
% к контролю	–	99,3	98,4	98,0

Благодаря этому затраты кормов в этих группах оказались ниже, чем в первой на 1,6–2,0 %, и составили 7,31 и 7,28 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 7,43 корм. ед.

Закключение. Использование органической формы цинка вместо сернокислого в количестве 50, 75 и 100 % в рационах молодняка крупного рогатого скота 9–12-месячного возраста способствует повышению уровня рН на 1,1–3,2 % и общего азота на 1,2–3,9 % в рубцовой жидкости и снижению количества аммиака на 0,9–3,0 % и летучих жирных кислот на 2,3–3,4 %. Применение хелатной формы цинка в рационах молодняка крупного рогатого скота позволило повысить продуктивность животных на 1,3–3,7 % при снижении затрат кормов на 1 кг прироста на 0,7–2,0 %.

Литература

1. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 16–22.
2. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 1. – С. 160–171.
3. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пиллук, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. Т. С. Мальцева. – Курган, 2020. – С. 449–453.
4. Выращивание телят с использованием заменителей молока с разным содержанием лактозы / И. В. Богданович, А. В. Астренков, Е. И. Приловская [и др.] // Модернизация аграрного образования : сб. науч. тр. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. – Томск ; Новосибирск, 2020. – С. 452–455.
5. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Брянск, 2022. – С. 247–252.
6. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дроблёного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 28–32.
7. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. студ. конф. – Персиановский, 2020. – С. 212–216.
8. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. по материалам нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Брянск, 2023. – С. 213–220.
9. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 172–177.
10. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ РАЗНОМ СООТНОШЕНИИ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ И УГЛЕВОДОВ В КОРМАХ

А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, В. П. Цай,
Е. П. Симоненко, А. Н. Шевцов, Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству», Жодино, Республика Беларусь*

Резюме. Экструдирование концентрированных кормов способствует снижению расщепляемости протеина концентратов. У животных, получавших корма, подвергнутые баротермической обработке, в рубцовой жидкости повышается численность инфузорий на 5,4–8,1 %, общего азота – на 8,3 %, концентрация аммиака и летучих жирных кислот снижается на 6,2–9,2 и 3,4–4,3 %. способствует повышению продуктивности животных на 4,8–6,0 %, в результате, затраты кормов снижаются на 2,7–6,9 %, протеина – на 2,6–5,7 %.

Ключевые слова: бычки, рационы, концентрированные корма, рубцовое пищеварение, физиологическое состояние, продуктивность, эффективность.

Summary. Extrusion of concentrated feeds helps to reduce the cleavage of protein concentrates. In animals receiving feed subjected to barothermic treatment, the number of infusoria in the scar fluid increases by 5.4–8.1 %, total nitrogen – by 8.3 %, the concentration of ammonia and volatile fatty acids decreases by 6.2–9.2 and 3.4–4.3 %. It helps to increase animal productivity by 4.8–6.0 %, as a result, feed costs are reduced by 2.7–6.9 %, protein – by 2.6–5.7 %.

Keywords: gobies, rations, concentrated feeds, scar digestion, physiological state, productivity, efficiency.

Введение. Протеин является наиболее ценным компонентом корма, от уровня и качества которого во многом зависит продуктивность животных. Полноценное протеиновое питание жвачных предусматривает обеспечение потребности организма животного в доступных для обмена аминокислотах. Однако дефицит кормового белка и нерациональное его использование в организме животных приводят к тому, что протеин становится одним из важнейших лимитирующих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса [1, 2].

Реализовать высокую продуктивность животных простым увеличением в рационах доли высокобелковых кормов на практике сложно и нерентабельно. Такой подход приводит к перерасходу кормов, удорожанию получаемой продукции и отрицательно влияет на здоровье животных, что влечет за собой резкое сокращение срока их продуктивного использования [3–5].

Новый подход в физиологии питания базируется на положении, что потребность животного в протеине удовлетворяется за счет аминокислот микробного белка и нераспавшегося в рубце протеина [6, 7].

Главным фактором эффективного использования протеина в организме служит создание благоприятных условий в рубце, обеспечивающих максимальный синтез микробного белка с одновременным увеличением потока в кишечник кормового протеина. При увеличении продуктивности животных микробный белок не в состоянии удовлетворить возрастающие потребности организма в аминокислотах. В такой ситуации возрастает роль «транзитного» кормового протеина, избежавшего распада в рубце, как источника доступного для обмена белка. При этом чем выше продуктивность животных, тем больше вклад нераспавшегося в рубце протеина рациона в общий пул аминокислот организма. В свою очередь, нераспавшийся в рубце кормовой протеин должен содержать большую часть незаменимых аминокислот и иметь высокую переваримость в кишечнике. Таким образом, высококачественный протеин для жвачных – это протеин, низко-распадаемый в рубце, с ценным аминокислотным составом и хорошо переваримый в кишечнике животных [8].

Важным вопросом протеинового питания жвачных является возможность регулирования степени распада протеина в преджелудках. Достичь этого можно двумя способами. Первый сводится к подбору в рационе натуральных кормов, протеин которых устойчив к расщеплению в рубце [9, 10].

Другой способ заключается в физическом или химическом воздействии на протеин корма. Из физических методов наиболее известный прием – воздействие высокой температуры с целью изменения качества протеина. Такие приемы не только способствуют сохранению питательных веществ в кормах, но и снижают растворимость и распадаемость протеина в них. Технологически тепловая обработка белковых кормов может осуществляться на предприятиях комбикормовой и перерабатывающей промышленности путем автоклавирования, тостирования или экструдирования [11, 12].

Поэтому изучение динамики показателей белкового обмена, процессов пищеварения в рубце молодняка крупного рогатого скота различного возраста и продолжительности периода между кормлениями является актуальной проблемой.

Цель работы – изучить влияние соотношения азотсодержащих веществ и углеводов кормов на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Исследования проводилось в физиологическом корпусе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» на двух группах бычков черно-пестрой породы в возрасте 3–6 месяцев (табл. 1).

Таблица 1. Схема проведения исследований

Группа животных	Количество животных, голов	Возраст животных, мес.	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I опытная	3	3–6	60	ОР (молотая смесь концентратов)
II опытная	3	3–6	60	ОР (экструдированная смесь концентратов)

Различия в кормлении заключались в том, что животным контрольной группы скармливали молотую зерносмесь, а опытной – экструдированную.

Химический состав кормов, используемых в опытах, определялся по схеме общего зоотехнического анализа в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Количественные и качественные параметры процессов рубцового метаболизма определяли методом *in vivo*.

Интенсивность процессов рубцового пищеварения у бычков изучена путем отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2,0–2,5 ч после утреннего кормления и отфильтрованного через четыре слоя марли.

Кровь для анализа, взятую через 3,0–3,5 ч после утреннего кормления, стабилизировали трилоном-Б (2,0–2,5 ед./мл) и исследовали в лаборатории биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора Accent200, гематологические показатели – на анализаторе URIT-3000VetPlus.

Расщепляемость протеина белковых кормов определяли по ГОСТ 28075-89. В нейлоновые мешочки были заложены образцы концентрированных кормов.

Кроме рубцового пищеварения и гематологических показателей в процессе опытов изучали:

- поедаемость кормов – путем проведения ежедекадных контрольных кормлений в течение двух смежных суток по разности массы заданных кормов и несъеденных остатков;
- интенсивность роста и уровень среднесуточных приростов животных – путем индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта;
- эффективность использования кормов – путем расчета затрат энергии и протеина на прирост.

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований. В результате исследований установлено, что подопытные животные получали рацион, состоящий из силоса кукурузного и комбикорма.

Силос животные получали вволю. В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 36 % по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 64 %. Отмечено повышение потребления кукурузного силоса во второй опытной группе на 2,2 %. Концентрированные корма животные съедали полностью.

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 4,3–4,4 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,1 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 11,9 %. Расщепляемость протеина в рационе контрольной группы составила 80 %, а в опытной группе – 76 %. Количество клетчатки в сухом веществе составило 26 %.

В рубце животных, получавших экструдированную зерносмесь, содержание общего азота оказалось выше на 8,3 %, а аммиака, наоборот, снизилось на 8,7 % (табл. 2).

Таблица 2. Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа животных	
	I	II
pH	6,04 ± 0,16	6,18 ± 0,18
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,6 ± 0,40	10,23 ± 0,18
Азот общий, мг/100 мл	134,5 ± 14,5	145,7 ± 14,89
Аммиак, мг/100 мл	13,8 ± 0,6	12,6 ± 0,40
Инфузории, тыс./мл	799 ± 13,5	833 ± 21,8

В опытной группе на 3,5 % уменьшился уровень летучих жирных кислот. Снижение уровня аммиака и увеличение общего белка может свидетельствовать о том, что интенсивность синтеза микробного белка увеличилась вследствие более равномерного поступления питательных веществ в рубец и создании более благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры. Так, количество инфузорий во второй группе возросло на 4,4 %. Реакция среды рубца pH во всех группах значительно не изменилась и находилась на уровне 6,0–6,2.

Однако, несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели находились в пределах нормы.

Как показали исследования, гематологические показатели находились в пределах физиологических норм. Скармливание экструдированной смеси оказало влияние на состав крови животных. У бычков опытной группы отмечено повышение содержания эритроцитов на 4,0 %, гемоглобина – на 3,9, общего белка – на 4,0 и фосфора – на 4,4 % (табл. 3).

Таблица 3. Гематологические показатели

Показатель	Группа животных	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	$6,24 \pm 0,13$	$6,49 \pm 0,12$
Лейкоциты, $10^9/л$	$10,05 \pm 0,25$	$10,23 \pm 0,49$
Гемоглобин, г/л	$106,1 \pm 6,3$	$110,2 \pm 4,51$
Общий белок, г/л	$75,75 \pm 2,25$	$78,77 \pm 1,56$
Глюкоза, ммоль/л	$2,49 \pm 0,16$	$2,33 \pm 0,03$
Мочевина, ммоль/л	$4,1 \pm 0,14$	$4,02 \pm 0,14$
Кальций, ммоль/л	$2,82 \pm 0,12$	$2,64 \pm 0,06$
Фосфор, ммоль/л	$1,59 \pm 0,15$	$1,66 \pm 0,05$
Гематокрит, %	$34,55 \pm 1,85$	$34,73 \pm 1,22$

В то же время уровень глюкозы снизился на 6,4 %, мочевины – на 2,0 % и кальция – на 6,4 %. Однако отмеченные различия недостоверны.

Анализ полученных данных показал, что скормливание экструдированной смеси зерна пелюшки и ячменя вместо молотой способствовало повышению энергии роста и эффективности использования питательных веществ рациона (табл. 4).

Таблица 4. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа животных	
	I	II
Живая масса, кг: в начале опыта	$132,7 \pm 1,3$	$133,1 \pm 1,80$
в конце опыта	$178,3 \pm 3,5$	$181,3 \pm 2,40$
Валовой прирост, кг	$45,6 \pm 2,2$	$48,2 \pm 10$
Среднесуточный прирост, г	760 ± 37	$803,3 \pm 17,7$
% к контролю	100	105,7
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,89	5,70
% к контролю	100	96,8
Затраты протеина на 1 кг прироста, кг	0,68	0,66
% к контролю	100	97,1

Более высокие приросты отмечены во II опытной группе – 804 г/сут, что на 5,8 % выше, чем в I. Затраты кормов в этой группе оказались ниже, чем в первой на 3,2 % и составили 5,7 корм. ед.

Эффективность использования протеина кормов также увеличилась на 3,0 %.

Закключение. Экструдирование концентрированных кормов способствует снижению расщепляемости протеина концентратов. В рубцовой жидкости животных, получавших корма, подвергнутые баротермической обработке, повышается численность инфузорий на 5,4–8,1 %, общего азота – на 8,3 %, а концентрация аммиака и летучих жирных кислот снижается на 6,2–9,2

и 3,4–4,3 % соответственно, способствует повышению продуктивности животных и эффективности использования корма. Среднесуточный прирост живой массы у животных опытной группы увеличивается на 4,8–6,0 %, в результате, затраты кормов снижаются на 2,7–6,9 %, а протеина – на 2,6–5,7 %.

Литература

1. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – 21 с.
2. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы. Сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2015. – С. 123–130.
3. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва [и др.] // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии. Международная научно-практическая конференция, посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию трудовой деятельности Заслуж. деятеля науки Рос. Федерации, Заслуж. ученого Брянской обл., Почетного профессора Брянского ГАУ, д-ра с.-х. наук Л. Н. Гамко. – Брянск, 2021. – С. 263–271.
4. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская [и др.] // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
5. Радчиков, В. Ф. Оптимизируем протеиновое питание жвачных / В. Радчиков, А. Антонович // Животноводство России. – 2020. – № 3. – С. 57–59.
6. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
7. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия : метод. рекомендации / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов [и др.] ; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству», М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь. – Жодино, 2015. – 92 с.
8. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков ; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2003. – 72 с.
9. Экструдированный обогатитель на основе льносемени и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганущенко, В. К. Гурин [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92–97.
10. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки Учреждения образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205.
11. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] ; Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – 118 с.
12. Комбикорм КР-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17-1. – С. 114–123.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В РУБЦЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ У МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ХРОМА В ОРГАНИЧЕСКОЙ ФОРМЕ

А. Н. Кот¹, В. Ф. Радчиков¹, Г. В. Бесараб¹, М. В. Джумкова¹,
И. С. Серяков², В. И. Петров²

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству», Жодино, Республика Беларусь

²УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Республика Беларусь, Горки, Республика Беларусь

Резюме. Скармливание органического соединения хрома, приводит к повышению содержания летучих жирных кислот в рубцовой жидкости на 0,6–6,0 %, общего азота – на 4,0–5,2 % и снижение уровня аммиака на 1,0–3,4 %, что свидетельствует о более эффективном расщеплении компонентов кормов, обеспечивает повышение среднесуточного прироста живой массы животных на 1,4–2,8 % и снижение затрат корма на 0,8–1,7 %.

Ключевые слова: молодой крупный рогатый скот, корма, рационы, комбикорм, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, кобальт, продуктивность, эффективность

Summary. Feeding an organic chromium compound leads to an increase in the content of volatile fatty acids in the scar fluid by 0.6–6.0 %, total nitrogen – by 4.0–5.2 % and a decrease in ammonia levels by 1.0–3.4 %, which indicates a more effective splitting of feed components, provides an increase in the average daily increase in live weight of animals by 1.4–2.8 % and a reduction in feed costs by 0.8–1.7 %.

Keywords: young cattle, feed, rations, compound feeds, hematological parameters, scar digestion, cobalt, productivity, efficiency.

Введение. Одной из ключевых задач сельскохозяйственных предприятий является повышение эффективности и объемов производства [1, 2]. С увеличением продуктивности животных растут и требования к качеству кормов и сбалансированности рационов [3–5].

Однако не только основные питательные вещества влияют на полноценное питание животных, но и минеральные вещества, и витамины. Именно поэтому обеспечение полноценного питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных имеет такое существенное значение [6, 7].

При организации питания животных необходимо учитывать их потребности и роль минеральных элементов, чтобы обеспечить полноценное питание и повысить эффективность производства. Действуя в качестве катализаторов многочисленных реакций обмена веществ в организме, биологически активные вещества способствуют снижению потерь основных питательных веществ корма, связанных с процессом превращения их в ве-

щества тела и продукцию. В результате более эффективного использования питательных веществ рациона производство продукции животноводства на тех же кормах значительно увеличивается [8, 9].

В организме нет ни одного важного биохимического процесса, в котором не принимали бы участие эти минеральные элементы. Развитие энзимологии, эндокринологии, витаминологии позволило обнаружить постоянное присутствие макро- и микроэлементов в сложных органических соединениях, обладающих ферментативной, витаминной или гормональной функцией. Несмотря на широкие колебания содержания макро- и микроэлементов в кормах минеральный состав тканей животных остается довольно постоянным [10].

Исследования показали, что использование органических соединений микроэлементов может улучшить качество молока и мяса, повысить иммунитет животных и уменьшить заболеваемость. Однако оптимальные дозировки и применение органических соединений микроэлементов в рационах крупного рогатого скота до сих пор не являются четко определенными [11, 12].

Цель работы – изучить эффективность использования органического соединения хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Изучение влияния органических солей хрома на изменение показателей рубцового пищеварения и продуктивность молодняка крупного рогатого скота в возрасте 3–6 месяцев проведены в физиологическом корпусе РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» на четырех группах клинически здоровых животных по три головы в каждой с учетом живой массы, возраста, упитанности и продуктивности (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа животных	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм)
II опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (150 мг на 1 кг комбикорма)
III опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (225 мг на 1 кг комбикорма)
IV опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (300 мг на 1 кг комбикорма)

Отличительной особенностью между контрольной и опытными группами было введение в рацион II, III и IV опытных групп животных комбикорма, обогащенного Биопромис Хром пиколинатом в количестве 150 мг, 225 мг и 300 мг пиколината хрома на 1 кг комбикорма.

Научно-хозяйственный опыт по определению оптимальной дозы органического соединения хрома проведен в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на четырех группах молодняка крупного рогатого скота. Каждая группа состояла из 12 голов.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребление кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

Определение хрома в кормах проведено в РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований. В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 39 % по питательности, тогда как травяные корма занимали 61 %. Концентрированные корма животные съедали полностью, а потребление сенажа в группах находилось на одном уровне.

В ходе исследования установлено, что суточная норма потребления сухого вещества рациона подопытным молодняком составляла 5,8–5,9 кг/голову. При этом в одном килограмме сухого вещества содержалось 0,8 корм. ед. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составила 9,7 МДж/кг. Доля сырого протеина в сухом веществе рационов составила 12 %, а количество клетчатки – 23 %.

Проведенные исследования показали, что рубцовое пищеварение у животных опытных групп не отличалось значительно от контрольной группы (табл. 2).

Таблица 2. Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
pH	6,10 ± 0,12	6,01 ± 0,12	6,04 ± 0,18	6,26 ± 0,11
ЛЖК, ммоль/100 мл	12,33 ± 0,23	12,4 ± 0,21	12,47 ± 0,26	12,77 ± 0,12
Аммиак, мг/100 мл	25,53 ± 0,51	24,67 ± 0,66	24,53 ± 0,84	25,27 ± 0,56
Азот общий, мг/100 мл	141 ± 1,16	146,7 ± 1,18	147,33 ± 2,74	148,33 ± 3,38

Однако было отмечено снижение уровня аммиака на 1,0–3,4 % у животных опытных групп. В то же время содержание ЛЖК увеличилось на 0,6–3,6 % и общего азота – на 4,0–5,2 %. Эти результаты указывают на то, что использование новой кормовой добавки оказало положительное влияние на показатели рубцового пищеварения у животных. Таким образом, эксперимент подтверждает, что новая кормовая добавка способствует улучше-

нию рубцового пищеварения у животных. Снижение уровня аммиака свидетельствует о более эффективном использовании азота в организме, что может быть связано с улучшенным перевариванием пищи. Увеличение содержания ЛЖК и общего азота указывает на повышенную активность микроорганизмов в рубце, что способствует лучшему расщеплению пищи и усвоению питательных веществ.

Несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели оставались в пределах нормы.

Для анализа воздействия различных доз препарата органического хрома на обмен веществ подопытных животных были проведены гематологические исследования, результаты которых приведены в табл. 3.

Таблица 3. Гематологические показатели

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	$6,49 \pm 0,24$	$6,51 \pm 0,20$	$6,6 \pm 0,20$	$6,64 \pm 0,27$
Гемоглобин, г/л	$111,7 \pm 3,76$	$113,7 \pm 4,34$	$115,0 \pm 4,34$	$115,7 \pm 2,40$
Общий белок, г/л	$75,07 \pm 2,38$	$77,23 \pm 2,73$	$77,73 \pm 1,79$	$76,97 \pm 2,90$
Глюкоза, ммоль/л	$2,9 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,10$	$2,7 \pm 0,06$	$2,67 \pm 0,12$
Мочевина, ммоль/л	$4,27 \pm 0,05$	$4,16 \pm 0,16$	$4,107 \pm 0,16$	$4,013 \pm 0,12$
Кальций общий, ммоль/л	$2,86 \pm 0,04$	$2,88 \pm 0,13$	$2,99 \pm 0,06$	$2,81 \pm 0,12$
Фосфор неорганический, ммоль/л	$1,85 \pm 0,06$	$1,73 \pm 0,01$	$1,76 \pm 0,09$	$1,79 \pm 0,09$

Из полученных данных следует, что показатели крови находились в пределах физиологических норм, что свидетельствует о нормальном течении обменных процессов у животных всех групп. Эти результаты позволяют сделать вывод о том, что препарат органического хрома не оказывает отрицательного воздействия на обмен веществ у подопытных животных.

Однако, скармливание комбикорма, с включением соли Биопромис Хром пиколинат оказало некоторое влияние на состав крови животных. Так, у животных опытных групп отмечено увеличение количества эритроцитов на 0,3–2,3 %, гемоглобина – на 1,8–3,6, общего белка – на 2,5–3,5 %. В то же время в крови бычков опытных групп снизилась концентрация глюкозы на 3,4–7,9 %, мочевины – на 2,6–6,0 и фосфора – на 3,2–6,5 % соответственно. Следует отметить, что отмеченные различия были не достоверны.

В начале и в конце эксперимента было проведено взвешивание животных для контроля за их массой и выявления влияния минеральной добавки на продуктивность (табл. 4).

Таблица 4. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	148,3 ± 2,3	147,7 ± 3,90	148 ± 2,90	149 ± 2,90
в конце опыта	172 ± 2,7	171,7 ± 3,50	172,3 ± 2,60	173,3 ± 2,60
Валовой прирост, кг	23,7 ± 0,3	24 ± 0,60	24,3 ± 0,30	24,3 ± 0,30
Среднесуточный прирост, г	789 ± 11,0	800 ± 19,10	811 ± 11,0	811 ± 11,0
% к контролю	100	101,4	102,8	102,8
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	5,94	5,89	5,84	5,86
% к контролю	100	99,2	98,3	98,7

Анализ данных показал, что увеличение количества органического хрома в комбикорме положительно сказалось на энергии роста бычков. Среднесуточные приросты живой массы в опытных группах повысились на 1,4–2,8 % и составили 800–811 г. Более высокие среднесуточные приросты были отмечены в опытных группах. Увеличение продуктивности животных способствовало повышению эффективности использования кормовых средств. Затраты на корм в опытных группах снизились на 0,8–1,7 % и составили 5,89–5,84 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 5,94 корм. ед. Стоит отметить, что животные III и IV опытной группы более эффективно использовали кормовые средства.

Вывод. Скармливание органического соединения хрома приводит к повышению содержания летучих жирных кислот в рубцовой жидкости на 0,6–6,0 %, общего азота – на 4,0–5,2 % и снижение уровня аммиака на 1,0–3,4 %, что свидетельствует о более эффективном расщеплении компонентов кормов, обеспечивает повышение среднесуточного прироста живой массы животных на 1,4–2,8 % и снижение затрат корма на 0,8–1,7 %.

Литература

1. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, 2022. – С. 252–256.

2. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалева, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Между-

нар. Науч.-практ. Конф., посвящ. памяти акад. РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1468–1473.

3. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион цельного зерна кукурузы / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 168–176.

4. Радчиков, В. Ф. Переваримость и использование питательных веществ рациона телётами при скармливании дробленого зерна кукурузы / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович // Развитие животноводства, современные технологии производства продуктов питания, производственная и гигиеническая безопасность здоровья. материалы международной научно-практической конференции : в 2 ч. – Персиановский, 2023. – С. 16–25.

5. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сборник трудов междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2023. – С. 172–177.

6. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телётов молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.

7. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пилук, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. Т. С. Мальцева. – Курган, 2020. – С. 449–453.

8. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.

9. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телётов в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник науч. трудов междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / Брянский государственный аграрный университет, Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, 2022. – С. 247–252.

10. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева [и др.] // Модернизация аграрного образования. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск ; Новосибирск, 2021. – С. 948–951.

11. Повышение кормовой ценности комбикормов для телётов / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.

12. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник науч. трудов междунар. науч.-практ. студ. конф. – Персиановский, 2020. – С. 212–216.

КОРМОВАЯ ФИТОГЕННАЯ ДОБАВКА В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ

В. П. Короткий¹, В. А. Рыжов¹, Д. М. Богданович²,
В. Ф. Радчиков³, Н. А. Сонич⁴

¹ООО Научно-технический центр «Химинвест»,
Нижний Новгород, Российская Федерация

²ООО «Фермент», Минск, Республика Беларусь

³Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
Жодино, Республика Беларусь

⁴Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь,
Минск, Республика Беларусь

Резюме. Использование в кормлении телят в возрасте 3–6 месяцев кормовой фитогенной добавки производства ООО НТЦ «Химинвест» оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных на что указывает достоверное увеличение белка в крови животных опытных групп на 4,3 ($p < 0,001$) и 6,0 ($p < 0,001$) %, γ -глобулинов – на 6,0 ($p < 0,01$) и 5,7 ($p < 0,05$) %, что обеспечило повышение валового прироста живой массы на 11,3–15,5 %, при снижении затрат ЭКЕ на его получение на 10,3–13,3 %. Самой эффективной схемой применения кормовой фитогенной добавки в кормлении телят оказалась 400 мг на 1 кг живой массы. При скармливании телятам 250 мг добавки на 1 кг живой получено 902,2 руб., 400 г – 1227,6 руб. дополнительной прибыли на 1 голову, при этом уровень рентабельности повысился на 1,0 и 2,8 % соответственно.

Ключевые слова: телята, корма, кормовая добавка, продуктивность, эффективность.

Summary. The use in feeding calves aged 3–6 months of a feed phytogenic additive produced by STC Himinvest LLC has a positive effect on the physiological state of animals, as indicated by a significant increase in protein in the blood of animals of the experimental groups by 4.3 ($p < 0.001$) and 6.0 ($p < 0.001$) %, γ -globulins – by 6.0 ($p < 0.01$) and 5.7 ($p < 0.05$) %, which provided an increase in gross body weight gain by 11.3–15.5 %, while reducing the cost of EKE to obtain it by 10.3–13.3 %. The most effective scheme for the use of feed phytogenic additives in feeding calves turned out to be 400 mg per 1 kg of live weight. When feeding 250 mg of the supplement to calves per 1 kg of live, 902.2 rubles were received, 400 g – 1227.6 rubles. additional profit per 1 head, while the level of profitability increased by 1.0 and 2.8 %, respectively.

Keywords: calves, feed, feed additive, productivity, efficiency.

Введение. При поисках новых витаминных добавок для животноводства и птицеводства было обращено внимание и на хвою как на кормовое средство, имеющее широкое применение. Хвоя, особенно еловая, по своему составу приближается к селу. По данным различных авторов, переваримость органического вещества натуральной сосновой хвои колеблется в пределах 24–80 % [1].

Использование в составе кормосмесей хвойно-энергетической добавки при выращивании телят с 3- до 6-месячного возраста оказывает положи-

тельное влияние на их рост и развитие. Установлено, что включение добавки в количестве 30 г на 1 голову в сутки повышает переваримость и использование питательных веществ рациона, обеспечивает увеличение среднесуточных приростов живой массы телят, способствует активному формированию организма молодняка крупного рогатого скота для дальнейшего технологического использования [2–4].

В связи сокращением источников традиционных натуральных кормов в животноводстве становится актуальным использование нетрадиционных кормовых компонентов, частности лесной промышленности.

Цель работы – исследование влияния скармливания хвойной энергетической добавки на рост и развитие телят. Наилучшие показатели получены при использовании вышеназванной добавки в количестве 50 г на голову в сутки, т. е. способствовало увеличению прироста живой массы на 6,41 % [5].

При введении в рацион энергетической хвойной добавки среднесуточные приросты телят составили в 1-й опытной группе 856,7 г, что на 9,3 % выше, чем у животных контрольной группы, во 2-й опытной группе – 891,0 г (+13,74 %) и в 3-й опытной группе – 878 г (+12,08 %) [6].

Введение в рацион скота на откорме свежей измельченной хвои полностью обеспечивает его каротином, увеличивает среднесуточные приросты живой массы, снижает затраты корма на единицу прироста, повышает экономическую эффективность откорма. Для восполнения недостатка в рационах коров каротина – провитамина А, в него можно вводить в смеси с концентратами сосновую хвою по 3,5–5,0 кг на голову. Однако при использовании хвойной муки следует иметь в виду, что в ней может быть повышенное содержание вяжущих, смолистых, иногда и ядовитых веществ. Поэтому для очистки книжки и сетки от смолистых веществ необходимо через каждые две недели делать двух-трехдневные перерывы в скармливании хвойной муки. При регулярном скармливании хвои телята рождаются жизнеспособными, меньше болеют [7–9].

Водный экстракт хвои в составе основного рациона обеспечивал у опытных телят по сравнению с контрольными улучшение переваримости и усвояемости кормов, повышение живой массы на 13,08 %. За счет увеличения среднесуточных приростов животных опытной группы затраты кормов на единицу продукции снизилось на 11,63 % [10–11].

Материалы и методы. Опыт проведен в 2020 г. в условиях КФХ Деренченко Ейского района Краснодарского края.

Из 3-месячных телят черно-пестрой голштинской породы сформировали три группы по 5 голов в каждой. Животных отбирали методом пар-аналогов по живой массе и дате рождения. В течение 15 дней проведен предварительный период, затем опытный до достижения 6-месячного возраста (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа животных	Условия кормления
1 контрольная	Основной рацион (ОР) без добавки
2 опытная	ОР + 250 мг/кг живой массы
3 опытная	ОР + 400 мг/кг живой массы

Ежемесячно проводили контроль за поедаемостью кормов животными, взвешивались остатки кормов, рассчитывали количество потребленных энергетических кормовых единиц и переваримого протеина (табл. 2).

Таблица 2. Схема кормления телят

Возраст, мес.	Количество корма, кг				Минеральные подкормки, г	
	сено	силос	сенаж	комбикорм	соль поваренная	кормовой фосфат
3	25	приуч.	10	30	300	500
4	40	15	30	48	450	600
5	60	45	30	54	450	650
6	85	140	30	60	550	700

Телят взвешивали индивидуально на весах, в начале эксперимента, далее по месяцам (из расчета условного месяца – 30 дней).

Биохимические исследования крови телят проводились на автоматическом биохимическом анализаторе Vital.

Показатели экономической эффективности рассчитали по данным хозяйства в текущем периоде с учетом затрат только на корма и содержание (условная прибыль).

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что в крови животных опытных групп по достижении ими возраста 6 месяцев установлено достоверное увеличение белка на 4,3 ($p < 0,001$) и 6,0 ($p < 0,001$) % соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Биохимические показатели крови телят в 6-месячном возрасте

Показатель	Группа животных		
	1	2	3
Общий белок, г/л	61,49 ± 0,17	64,12 ± 0,29***	65,16 ± 0,36***
Альбумины, %	46,7 ± 0,60	44,31 ± 1,54	44,20 ± 1,35
α-глобулины, %	15,10 ± 0,55	15,50 ± 0,59	15,61 ± 0,62
β-глобулины, %	6,53 ± 0,48	6,63 ± 0,63	6,62 ± 0,49
γ-глобулинов, %	31,67 ± 0,54	33,56 ± 0,66**	33,47 ± 0,84*
Мочевина, ммоль/л	3,89 ± 0,03	3,78 ± 0,05	3,83 ± 0,02
Холестерин, ммоль/л	2,7 ± 0,19	2,59 ± 0,11	2,41 ± 0,1
Глюкоза, ммоль/л	3,83 ± 0,35	3,63 ± 0,13	3,16 ± 0,27
Кальций, ммоль/л	2,56 ± 0,01	2,6 ± 0,03	2,67 ± 0,05*
Фосфор, ммоль/л	1,58 ± 0,05	1,6 ± 0,05	1,62 ± 0,03

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

*** $P < 0,001$.

В молочный период иммунитет телят поддерживается после выпойки молозива и коровьего цельного молока в течение трех первых месяцев. Очень важно поддержать иммунный статус теленка в период роста 3–6 месяцев. По уровню альбуминов, α -глобулинов и β -глобулинов достоверных различий не отмечено, однако увеличилось содержание γ -глобулинов в опытных группах на 6,0 ($p < 0,01$) и 5,7 ($p < 0,05$) %. Физиологическая роль γ -глобулинов связана прежде всего с иммунологическими процессами: в их состав входит основная масса антител. Антитела, присутствуя в сыворотке крови, принимают постоянное участие в неспецифической защите. Они образуются как компонент сыворотки, а не только в ответ на стимуляцию патогенными микроорганизмами. Поэтому их достоверное увеличение свидетельствует об усилении иммунитета телят и увеличении резистентности их организма [12].

По содержанию мочевины, холестерина, глюкозы и фосфора в крови подопытных телят достоверных различий не установлено.

Отмечена тенденция к увеличению уровня кальция в крови телят второй опытной группы на 1,6 % и достоверное увеличение у животных третьей опытной группы (на 4,0 ($p < 0,05$) %). Вероятно, при скармливании изучаемой кормовой добавки в желудочно-кишечном тракте у телят создаются условия, способствующие более активному всасыванию кальция [13].

В возрасте трех месяцев ощутимых различий по живой массе телят опытных и контрольной группы не установлено (табл. 4).

Таблица 4. Живая масса телят по месяцам, кг

Возраст животных	Группа животных		
	1	2	3
3 месяц	95,74 ± 0,88	95,94 ± 0,54	96,78 ± 0,43
4 месяц	113,8 ± 1,24	116,44 ± 0,82	116,46 ± 0,64
5 месяц	135,7 ± 1,28	137,72 ± 0,21	139,52 ± 0,92**
6 месяц	155,4 ± 1,25	162,36 ± 1,16***	165,7 ± 1,64***
% к 1 группе	100,0	104,5	106,6

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

*** $P < 0,001$.

На четвертом месяце эксперимента у телят второй и третьей групп отмечена динамика к увеличению живой массы на 2,3 % по сравнению с контролем.

По результатам контрольных взвешиваний в возрасте 5 месяцев установлена динамика к увеличению живой массы телят второй опытной группы на 1,5 %, третьей – на 2,8 % ($p < 0,01$) относительно контрольной группы.

По достижении телятами 6 месяцев живая масса в обеих опытных группах достоверно увеличилась при сравнении с контролем на 9,0 % ($p < 0,001$) и 13,1 % ($p < 0,001$) соответственно.

За период 3–4 и 4–5 месяцев достоверных различий по валовому приросту не отмечено (табл. 5).

Таблица 5. Валовые приросты телят по периодам выращивания в опыте, кг

Возраст животных, месяцев	Группа животных		
	1	2	3
3–4	18,06 ± 1,17	20,5 ± 1,2	19,68 ± 0,71
4–5	21,9 ± 1,66	21,28 ± 0,95	23,06 ± 1,27
5–6	19,7 ± 1,78	24,6 ± 1,31*	26,2 ± 1,29**
3–6	59,66 ± 1,73	66,42 ± 1,35***	68,92 ± 1,57***

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

*** $P < 0,001$.

Однако в период 5–6 месяцев произошло достоверное увеличение показателей опытных групп относительно контроля на 24,9 % ($p < 0,001$) и 33,0 % ($p < 0,001$) по группам соответственно.

Также за весь опытный период (3–6 месяцев) валовые приросты в опытных группах достоверно возросли на 11,3 % ($p < 0,001$) и 15,5 ($p < 0,001$) %.

Согласно валовым приростам и количеству дней за период рассчитан среднесуточный прирост телят (табл. 6).

Таблица 6. Среднесуточный прирост телят по периодам выращивания, г

Возраст животных, месяцев	Группа животных		
	1	2	3
3–4	602,00	683,33	656,00
4–5	730,00	709,33	768,67
5–6	656,67	821,33*	872,67**
3–6	662,89	738,00***	765,78***
В %	100,00	111,33	115,52

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

*** $P < 0,001$.

В периоде 3–4 месяцев выращивания среднесуточные приросты достоверно увеличились относительно контроля на 13,5 % и 9,0 %, в период 4–5 месяцев – на 25,1 и 32,9 % соответственно.

За весь период опыта (3–6 месяцев) среднесуточные приросты достоверно возросли по сравнению с контролем на 11,3 ($p < 0,001$) и 15,5 ($p < 0,001$) %.

Исследованиями установлено, что включение в рацион телят изучаемой кормовой добавки способствовало снижению затрат ЭЖЕ на получение прироста на 10,3–13,3 %, переваримого протеина – на 10,1–13,3 %, причем лучшие результаты получены при дозировке 400 мг /кг живой массы (табл. 7).

Таблица 7. Затраты питательных веществ на 1 кг прироста живой массы

Показатель	Группа животных		
	1	2	3
Энергетические кормовые единицы	4,97	4,46	4,31
Перевариваемый протеин, г	589,9	530,2	511,7
% к контролю	100,0	89,9	86,7

Установлено, что самой эффективной схемой применения кормовой фитогенной добавки в кормлении телят оказалась 400 мг на 1 кг живой массы (табл. 8).

Таблица 8. Экономическая эффективность применения изучаемой кормовой добавки (в расчете на 1 голову)

Показатель	Группа животных		
	1	2	3
Валовой прирост живой массы, кг	59,66	66,42	68,92
Стоимость валовой продукции, руб.	8949,00	9963,0	10338,0
Стоимость потребленных кормов, руб.	8228,90	8340,7	8390,3
Условная прибыль, руб.	720,10	1622,3	1947,7
Получено дополнительной прибыли, руб.	–	902,2	1227,6
Уровень рентабельности, %	8,1	9,1	11,9

Во второй группе получено 902,2 руб., в третьей – 1227,6 руб. дополнительной прибыли на 1 голову, при этом уровень рентабельности повысился на 1,0 % во второй группе и на 2,8 % в третьей.

Заключение. Использование в кормлении телят в возрасте 3–6 месяцев кормовой фитогенной добавки производства ООО НТЦ «Химинвест» оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, на что указывает достоверное увеличение белка в крови животных опытных групп на 4,3 ($p < 0,001$) и 6,0 ($p < 0,001$) %, γ -глобулинов – на 6,0 ($p < 0,01$) и 5,7 ($p < 0,05$) %, что обеспечило повышение валового прироста живой массы на 11,3–15,5 %, при снижении затрат ЭЖЕ на его получение на 10,3–13,3 %. Самой эффективной схемой применения кормовой фитогенной добавки в кормлении телят оказалась 400 мг на 1 кг живой массы. При скармливании телятам 250 мг добавки на 1 кг живой получено 902,2 руб., 400 г – 1227,6 руб. дополнительной прибыли на 1 голову, при этом уровень рентабельности повысился на 1,0 и 2,8 % соответственно.

Литература

1. Патент RU 2714265C1, МПК А23К10/30. Кормовая добавка для молодняка крупного рогатого скота ; заявл. 30.05.2019 ; опубл.: 13.02.2020 / Короткий В. П., Зенкин А. С., Боряева Ю. А., Горбунов К. А., Рыжов В. А. ; заявитель: бшество с ограниченной ответственностью Научно-Технический Центр «Химинвест». – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2714265C1/ru> (дата обращения: 12.07.2025).
2. Прытков, Ю. Н. Применение хвойно-энергетической добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период выращивания / Ю. Н. Прытков, А. А. Кистина, Е. И. Дорожкина // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 9. – С. 42–45.
3. Боголюбова, Н. В. Биохимический статус организма молочных коров и молодняка крупного рогатого скота с использованием в питании энергетических и фитобиотических компонентов / Н. В. Боголюбова, Р. А. Рыков // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2019. – Т. 239, № 3. – С. 44–50.
4. Волнин, А. А. Влияние кормовой добавки хвойного экстракта на содержание микроэлементов в крови у бычков в период доращивания / А. А. Волнин, Н. В. Боголюбова, Р. А. Рыков // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2019. – № 1. – С. 56–60.
5. Канясева, А. П. Использование кормовой добавки на основе биомассы хвои при выращивании телят / А. П. Канясева // Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары, 2020. – С. 197–201
6. Канясева, А. П. Хвойно-энергетическая добавка при выращивании телят / А. П. Канясева, В. С. Шерне // Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции : в 2 кн. – Барнаул, 2020. – С. 158–159.
7. Голяркин, Ф. Е. Хвоя и ветки – дополнительный источник каротина / Ф. Е. Голяркин // Молочное и мясное скотоводство. – 1979. – № 2. – С. 26–27.
8. Алешин, В. Т. Использование хвои в кормлении скота / В. Т. Алешин // Животноводство. – 1975. – № 10. – С. 45–46.
9. Зенкин, А. С. Изучение хвойно-энергетической добавки в качестве противодиарейного средства / А. С. Зенкин, Н. Ю. Калязина, Д. В. Волков // Материалы XXIII Научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов национального исследовательского мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва. – Саранск, 2019. – С. 175–180.
10. Козина, Е.А. Использование водной вытяжки хвои в кормлении телят молочного периода / Е. А. Козина, Н. А. Табаков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 10. – С. 111–115.
11. Циганов, И. С. Опыт применения хвои сосны в рационе телят при полигиповитаминозе / И. С. Циганов // Science Time. – 2020. – № 5. – С. 72–75.
12. Кравцова, О. А. Изменение показателей белкового обмена у коров при комплексном применении препарата «Селерол» и солей микроэлементов / О. А. Кравцова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8743> (дата обращения: 19.12.2020).
13. Жук, Д. С. Иммунный статус и уровень естественной резистентности у крупного рогатого скота при использовании «ЭМ-ВИТА» : дис. ... канд. биол. наук / Жук Денис Сергеевич ; ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет». – Брянск, 2017. – 168 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВ ИЗ СЕМЯН РАПСА В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ

Т. Л. Сапсалёва¹, В. Ф. Радчиков¹, В. П. Цай¹, А. Н. Кот¹, Г. В. Бесараб¹,
И. В. Богданович¹, И. Ф. Горлов², А. А. Мосолов²

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству», Жодино, Республика Беларусь

²Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Российская Федерация

Резюме. Приведены результаты изучения эффективности скармливания телятам жмыха и шрота из рапса с пониженным количеством антипитательных веществ. Установлено, что скармливание комбикормов КР-1 с включением рапсового жмыха и шрота в количестве 15 мас. % позволяет получать среднесуточные приросты телят на уровне 848–865 г при затратах кормов 2,49–2,52 корм. ед. на 1 кг прироста, при снижении себестоимости получения прироста на 2–5 %.

Ключевые слова: зерно рапса, комбикорм, бычки, рационы, кровь, приросты, затраты кормов, эффективность.

Summary. The results of studying the effectiveness of feeding cake and rapeseed meal to calves with a reduced amount of anti-nutritional substances are presented. It was found that feeding KR-1 combined feeds with the inclusion of rapeseed cake and meal in an amount of 15 % by weight allows to obtain average daily gains of calves at the level of 848–865 g at feed costs of 2.49–2.52 k units per 1 kg of gain, while reducing the cost of obtaining an increase by 2–5 %.

Keywords: rapeseed grain, compound feed, steers, rations, blood, gains, feed costs, efficiency.

Введение. Важная роль в обеспечении высокой продуктивности сельскохозяйственных животных отводится полноценному кормлению. В системе полноценного кормления животных первостепенное значение имеет обеспеченность полноценными рационами, сбалансированными по всем питательным, минеральным и биологически активным веществам [1, 3, 5].

Особую роль в этом играет протеин, который является составной частью клеток животных, поэтому необходим для строительства клеток и тканей, а также для питания организма [2, 4, 6].

Одним из путей восполнения протеина и жира в питании животных является использование зерна рапса и продуктов его переработки. Нормы ввода рапсовых продуктов в комбикорма, приведенные в «Классификаторе сырья и продукции комбикормового производства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь», разработаны для продуктов из семян рапса старых сортов, содержащих более высокие количества эруковой кислоты (до 30–50 %) и глюкозинолатов (до 3 % и более), которые ограничивают их безопасное скармливание сельскохозяйственным животным. Так, нормы ввода рапсовых кормов для телят составляют 10 % (КР-1).

По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие другие сельскохозяйственные культуры. Так, в 1 кг семян рапса и муки из них содержится 213 г переваримого протеина, 420–450 г жира, 2,15–2,3 корм. ед., 19–20 МДж обменной энергии, до 9,5 % клетчатки. Особенно богат рапс серосодержащими аминокислотами – метионином и цистином, а также треонином и тирозином. Биологическая ценность протеина рапсовых кормов из-за относительно более низкого содержания лизина ниже, чем протеина соевого шрота. В связи с этим возникающий дисбаланс незаменимых аминокислот при использовании в составе комбикормов рапсовых кормов необходимо устранять путем включения в их состав кормового препарата лизина или других высокобелковых кормов, богатых лизином. Усвояемость аминокислот рапса составляет в среднем 92 %. Жировой комплекс семян рапса представлен незаменимыми аминокислотами. В составе рапсового масла наибольший удельный вес занимают олеиновая (56,2 %), линолевая (20,8 %) и линоленовая кислоты (23 %), которые необходимы для роста животных и благоприятно влияют на их здоровье и продуктивность [7, 8, 12].

Учитывая все возрастающие объемы производства рапса и продуктов его переработки, а также огромное значение в обеспечении потребности сельскохозяйственных животных и комбикормовой промышленности в высокобелковых кормах, решение вопросов рационального использования продуктов переработки зерна рапса исключительно актуально и имеет народнохозяйственное значение.

Современные сорта рапса отличаются низким содержанием глюкозинолатов и эруковой кислоты и, следовательно, не могут оказывать вредного влияния на организм животных [10, 11, 13].

Цель исследований – установить эффективность скармливания телятам жмыха и шрота из рапса с пониженным количеством антипитательных веществ.

Материалы и методы. Исследования проведены в РУП «ЖодиноАгро-ПлемЭлита» Минской области на трех группах бычков черно-пестрой породы по 10 голов в каждой, средней живой массой в начале опыта 51,0–54,4 кг в течение 60 дней.

Различия в кормлении заключались в том, что бычки контрольной (I) группы получали комбикорм КР-1 с подсолнечным шротом, а молодняк II и III опытных групп – комбикорм КР-1 с включением 15 мас. % рапсового жмыха и шрота соответственно. Продолжительность исследований составила 60 дней.

В опытах изучались следующие показатели:

- поедаемость кормов – по данным учета заданных кормов и их остатков при проведении контрольного кормления один раз в декаду в два смежных дня;
- интенсивность процессов рубцового пищеварения – путем отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2,0–2,5 ч после утреннего кормления и отфильтрованного через четыре слоя марли,

- гематологические показатели – путем взятия крови из яремной вены через 2,5–3,0 ч после утреннего кормления в конце опыта;
- переваримость питательных веществ – путем разницы между поступившими с кормом и выделенными с продуктами выделения;
- интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных ежемесячно до кормления (в начале и в конце опыта);
- оплата корма продукцией – путем определения расхода кормов на получение прироста;
- экономическую эффективность рассчитывали на основе выхода продукции, кормовых затрат, себестоимости полученной продукции и выручки от реализации животных.

Результаты исследований. Результаты исследований показывают, что протеин рапсовых кормов переваривался практически одинаково как в жмыхах, так и в шротах, – 81–80 %. По жиру лучшие показатели имел рапсовый жмых – 84 %, в то время как шрот только 76 %. Существенные различия получены по переваримости клетчатки. Если в шроте она переваривалась на 71 %, то в жмыхе – только на 36 %. В жмыхе несколько выше переваримость БЭВ – 84 %, в то время как в шроте – 80 %.

В комбикормах КР-1 содержалось 1,09–1,13 корм. ед., обменной энергии – 10,3–10,9 МДж, сухого вещества – 0,88–0,89 кг, сырого протеина – 214,9–228,6, жира – 25,5–35,1, сахара – 102,1–105,4 г, кальция – 10,4–11,3 г, фосфора – 8,5–9,6 г, серы – 2,4–3,1 г.

Исследованиями установлено, что в рационах содержалось 2,9–2,93 корм. ед. (см. таблицу).

Рационы подопытных бычков по фактически съеденным кормам

Корма и питательные вещества	Группа животных		
	I	II	III
Комбикорм, кг	1,2	1,2	1,2
ЗЦМ, кг	0,5	0,5	0,5
Сено злаково-бобовое, кг	0,30	0,32	0,34
<i>В рационе содержится:</i>			
Кормовых единиц	2,9	2,92	2,93
Обменной энергии, МДж	25,38	25,42	25,67
Сухого вещества, кг	1,7	1,75	1,77
Сырого протеина, г	405	407	409
Переваримого протеина, г	326	328	329
Сырого жира, г	182,0	181,7	204
Сырой клетчатки, г	102,7	105,7	115,0
Крахмала, г	307,2	309	311
Сахара, г	329,5	331,0	334,0
Кальция, г	18,6	19,2	19,1
Фосфора, г	14,9	15,6	14,9

В расчете на 1 кормовую единицу в рационах содержалось 112–113 г переваримого протеина. Концентрация обменной энергии в сухом веществе составила 14,5–14,9 МДж. Сахаро-протеиновое отношение находилось на уровне 0,9–1,0.

В рубцовой жидкости бычков II опытной группы содержалось 11,7 ммоль/100 мл ЛЖК, что на 14,7 % превышало их уровень в контроле при снижении величины рН на 7,1 %. Увеличение количества инфузорий в рубце на 8,5 % способствовало лучшему усвоению аммиака, его концентрация в рубце снижалась на 14 % ($p < 0,05$). Это сопровождалось увеличением общего азота в рубцовой жидкости на 3,2 %, белкового – на 5,2 % ($p < 0,05$). При включении в рационы бычков рапсового шрота сохранилась та же тенденция в показателях рубцового пищеварения.

Использование рапсового жмыха или шрота оказало положительное влияние на переваримость основных питательных веществ. Так, переваримость сухого и органического вещества во II группе бычков при скармливании рапсового жмыха повысилась на 1,6 и 1,5 % соответственно. По переваримости протеина, жира, клетчатки и БЭВ отмечены менее существенные различия, которые составили 1,0–1,4 % в пользу опытной группы.

Исследованиями установлено, что по морфобиохимическому составу крови достоверных различий не установлено и они находились на следующем уровне: гемоглобин – 93,5–94,6 г/л, эритроциты – $7,2–7,5 \times 10^{12}$ /л, лейкоциты – $7,5–8,0 \times 10^9$ /л, мочевины – 4,3–4,9 ммоль/л, щелочной резерв – 420–450 мг %, глюкоза – 3,8–4,4 ммоль/л, кальций – 2,2–2,4 ммоль/л, фосфор – 1,2–1,5 ммоль/л, каротин – 6,5–7,1 мкмоль/л, витамин А – 1,22–1,33 мкмоль/л.

Среднесуточный прирост телят при использовании комбикорма с рапсовым жмыхом составил 865 г, с рапсовым шротом – 848 г, в контрольной группе – 849 г. Затраты кормов составили 2,49–2,52 корм. ед. на 1 кг прироста.

Стоимость суточного рациона у бычков опытных групп оказалась ниже по сравнению с контрольной группой на 8 %, в связи с чем себестоимость получения прироста у бычков, получавших комбикорма с рапсовым жмыхом и шротом, оказалась ниже на 2–5 % по сравнению с контролем. Прибыль в опытных группах повысилась на 10 %.

Заключение. Скармливание комбикормов КР-1 с включением рапсового жмыха и шрота позволяет получать среднесуточные приросты телят на уровне 848–865 г при затратах кормов 2,49–2,52 корм. ед. на 1 кг прироста, себестоимость прироста бычков, получавших комбикорма с рапсовым жмыхом и шротом, оказалась ниже на 2–5 % по сравнению с контролем, прибыль увеличилась на 10 %.

Литература

1. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 16–22.
2. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.
3. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, 2022. – С. 252–256.
4. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 28–32.
5. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии. – Брянск, 2022. – С. 247–252.
6. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.
7. Гареев, Р. Г. Рапс культура высокого экономического потенциала / Р. Г. Гареев. – Казань : Дом Печати, 1996. – 231 с.
8. Гареев, Р. Г. Эффективность использования рапсовых кормов в животноводстве и растениеводстве / Р. Г. Гареев, Л. П. Зарипов // Проблемы адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства Северо-Восточного региона России. – Киров, 1999. – С. 90–92.
9. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 52–57.
10. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы Рос. Федерации, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора А. А. Ткачева / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2023. – С. 220–226.
11. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного

работника высшей школы Рос. Федерации, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора А. А. Ткачева / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2023. – С. 213–220.

12. Пилюк, Я. В. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я. В. Пилюк. – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 240 с.

13. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 172–177.

УДК 636.2.084.1:677.11

ПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ЖМЫХА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

И. А. Голуб¹, М. Е. Маслинская¹, Т. Л. Сапсалёва², В. П. Цай²,
В. Ф. Радчиков², М. В. Джумкова²

¹Республиканское научное дочернее предприятие «Институт льна»,
аг. Устье, Витебская область, Оршанский район, Республика Беларусь
²РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству», Жодино, Республика Беларусь

Резюме. Скармливание комбикорма с включением жмыха льна-долгунца в количестве 20 и 25 % телятам в возрасте 10–75 дней, способствует повышению в их крови концентрации эритроцитов на 4,3 и 4,8 %, гемоглобина – на 5,2 и 4,9 %, общего белка – до 1,3 %, при снижении количества мочевины на 1,5 и 1,0 %, что обеспечивает повышение среднесуточного прироста на 3,1 и 3,8 % при снижении себестоимости прироста на 1,7 и 3,02 %.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, лен-долгунец, шрот подсолнечный, жмых льняной, комбикорма, рационы, кровь, продуктивность, затраты кормов, эффективность.

Summary. Feeding compound feed with the inclusion of flax seed cake in the amount of 20 and 25 % to calves aged 10–75 days, contributed to an increase in the concentration of erythrocytes in their blood by 4.3 and 4.8 %, hemoglobin – by 5.2 and 4.9 %, total protein – up to 1.3 %, while reducing the amount of urea by 1.5 and 1.0 %, this ensures an increase in average daily growth by 3.1 and 3.8 %, while reducing the cost of growth by 1.7 and 3.02 %.

Keywords: young cattle, long-lived flax, sunflower meal, linseed cake, compound feed, rations, blood, productivity, feed costs, efficiency.

Введение. Технология кормления телят включает комплекс производственных процессов, направленных на получение здоровых животных, их рост и развитие во все возрастные периоды в соответствии с биологическими закономерностями [1–3].

Выбор эффективных и одновременно дешевых белковых компонентов для кормления животных является одной из основ высокопродуктивного

животноводства. Сбалансированное питание животных способствует увеличению производства продуктов животноводства республики [4–6]. Среди масличных культур, способных снизить дефицит кормового белка имеется и лен, который с успехом возделывается в Республике Беларусь [7–9].

После удаления масла все белковые вещества, минералы и витамины концентрируются в льняном жмыхе, который представляет собой белковую добавку и может серьезно конкурировать по питательности и продуктивному действию с традиционными высокобелковыми компонентами в комбикормах для крупного рогатого скота.

Протеин льняного жмыха отличается высокой усваиваемостью и хорошим аминокислотным составом и является источником большинства витаминов – В₁, В₂, В₆, ниацина, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты, биотина, токоферолов (витамин Е). Жмых льна содержит в своем составе целый ряд макро- и микроэлементов – кальций, фосфор, калий, натрий, магний, железо, марганец, цинк, медь, алюминий, кадмий, хром, кобальт, свинец, молибден, никель. Наиболее высоко в семенах льна содержание калия, фосфора, магния [10–12].

Цель исследования – разработать комбикорма с использованием жмыха льна-долгунца для телят молочного периода, определить влияние скармливания их на обменные процессы в организме, эффективность использования корма.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» проведен научно-хозяйственный опыт на четырех группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней по 10 голов в каждой, средней живой массой 43,8–44,3 кг с учетом возраста, живой массы (табл. 1).

Таблица 1. Схема научно-хозяйственных исследований на телятах

Группа животных	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	43,8	10	65	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено, сенаж + комбикорм КР-1 с включением шрота подсолнечного в количестве 15 мас. %
II опытная	44,1	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна-долгунца в количестве 15 мас. %
III опытная	44,3	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна-долгунца в количестве 20 мас. %
IV опытная	44,3	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с включением жмыха льна-долгунца в количестве 25 мас. %

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15 %, а их аналоги из II, III и IV опытных групп потребляли комбикорм с вводом в его состав 15, 20 и 25 мас. % жмыха льна-долгунца.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа.

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что поедаемость кормов животными за период исследований между группами имела незначительные различия.

Среднесуточный рацион телят контрольной группы состоял из цельного молока на 68,3 %, комбикорма КР-1 – 25,0 %, остальные корма занимали 6,7 % (табл. 2).

Таблица 2. Среднесуточный рацион телят по фактически съеденным кормам

Корма и питательные вещества	Группа животных			
	I	II	III	IV
	кг	кг	кг	кг
Молоко цельное	5,10	5,10	5,10	5,10
Комбикорм КР-1	0,49	0,51	0,54	0,55
Сено злаковое	0,22	0,19	0,21	0,19
Сенаж	0,17	0,18	0,19	0,18
<i>В 1 кг содержится:</i>				
Кормовых единиц	2,24	2,28	2,33	2,34
Обменной энергии, МДж	19,30	19,43	19,92	19,90
Сухого вещества, кг	1,357	1,352	1,400	1,389
Сырого протеина, г	305,0	302,5	315,1	318,8
Переваримого протеина, г	266,6	262,7	273,7	278,0
Сырого жира, г	212,3	225,0	231,2	235,9
Сырой клетчатки, г	90,0	78,2	85,7	81,0
Крахмала, г	168,6	173,9	169,7	158
Сахара, г	283,5	282,6	284,9	284,6
Кальция, г	11,6	11,6	12,0	12,0
Фосфора, г	10,0	9,8	10,1	10,2
Меди, мг	6,5	6,9	7,9	8,5
Цинка, мг	40,5	41,6	44,0	44,6
Марганца, мг	60,3	57,3	61,2	58,7
Кобальта, мг	1,38	1,37	1,39	1,39

Скармливание опытных комбикормов с вводом 15, 20 и 25 % жмыха льна-долгунца молодняку II, III и IV опытных групп способствовало увеличению потребления концентратов на 4,1–12,2 % и их удельный вес в рационе оказался выше на 1,8–4,3 п. п., что связано с лучшей поедаемостью.

Концентрация обменной энергии в сухом веществе среднего рациона подопытных животных составила 14,22–14,32 МДж. В сухом веществе (СВ) рациона контрольной группы за период выращивания содержалось 305,0 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 302,5–318,8 г.

Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 15,64 % в контрольном рационе, 16,64; 16,54 и 16,98 % – во II, III и IV опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг СВ рациона телят контрольной группы составило 6,6 %, в опытных – 5,8–6,1 %, что ниже по отношению контроля в связи с меньшим содержанием данного показателя в жмыхе льна-долгунца.

На основании результатов исследований установлено, что в крови телят с включением различного количества белковых кормов в состав комбикормов, происходит увеличение насыщения ее эритроцитами на 4,3–4,8 % (табл. 3).

Таблица 3. Морфобioхимический состав крови телят в возрасте 75 дней

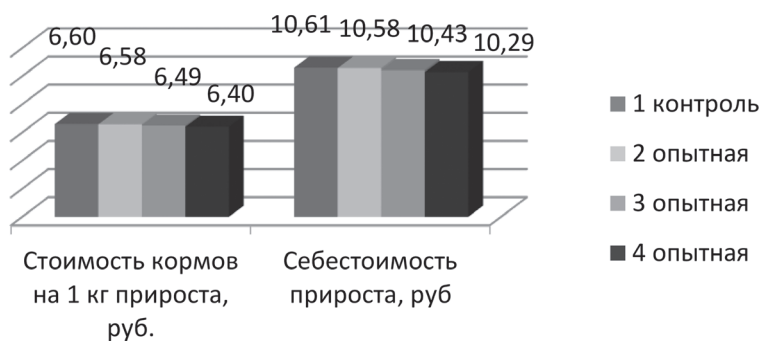
Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	4,16 ± 0,06	4,13 ± 0,31	4,34 ± 0,10	4,36 ± 0,12
Гемоглобин, г/л	102,33 ± 0,88	106,33 ± 1,76	107,67 ± 2,33	107,33 ± 2,19
Лейкоциты, $10^9/л$	9,40 ± 0,12	9,33 ± 0,07	9,37 ± 0,43	9,37 ± 0,07
Общий белок, г/л	61,53 ± 4,60	63,10 ± 0,59	62,33 ± 0,55	61,27 ± 3,69
Глюкоза, ммоль/л	4,10 ± 0,22	4,06 ± 0,50	4,05 ± 0,11	4,06 ± 0,33
Мочевина, ммоль/л	2,06 ± 0,27	2,02 ± 0,27	2,03 ± 0,08	2,04 ± 0,16
Кальций, ммоль/л	2,53 ± 0,17	2,50 ± 0,08	2,51 ± 0,15	2,52 ± 0,07
Фосфор, ммоль/л	2,27 ± 0,20	2,28 ± 0,19	2,29 ± 0,10	2,27 ± 0,06

С использованием рационов телятами II и III опытной группы в их крови отмечен рост содержания общего белка на 2,6 и 1,3 %, снижение мочевины на 1,9 и 1,5 % и глюкозы – на 1,0 и 1,2 % соответственно, однако эти значения находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов.

Скармливание молодняку III опытной группы комбикорма с включением 20 % жмыха льна-долгунца позволило получить более высокий среднесуточный прирост в количестве 703 г, по отношению к контрольному значению выше на 3,1 %. (табл. 4).

Таблица 4. Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг: в начале опыта	43,8 ± 0,8	44,1 ± 0,9	44,3 ± 0,8	44,3 ± 1,1
в конце опыта	88,8 ± 1,6	89,5 ± 2,4	90,7 ± 1,8	91,0 ± 2,9
Валовой прирост, кг	45,0 ± 1,3	45,4 ± 2,0	46,4 ± 1,2	46,7 ± 2,4
Среднесуточный прирост, г	682 ± 24,5	688 ± 35,6	703 ± 22,4	708 ± 43,0
% к контролю	100,0	100,9	103,1	103,8
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	3,28	3,31	3,31	3,31



Себестоимость прироста, руб.

Повышение ввода исследуемого корма до 25 % от массы комбикорма (IV опытная группа), способствовало увеличению прироста молодняка на 3,8 % (708 г) по отношению к контрольному значению.

Скармливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10–75 дней комбикормов с вводом 15, 20 и 25 мас. % жмыха льна-долгунца, способствовало уменьшению стоимости их рациона, что привело к снижению себестоимости продукции на 0,03, 0,18 и 0,32 руб., или на 0,28, 1,70 и 3,02 % (см. рисунок).

Заключение. Установлено, что скармливание комбикорма с включением жмыха льна-долгунца в количестве 20 и 25 % телятам в возрасте 10–75 дней, способствует повышению в их крови концентрации эритроцитов на 4,3 и 4,8 %, гемоглобина – на 5,2 и 4,9 %, общего белка – до 1,3 %, при снижении количества мочевины на 1,5 и 1,0 %, что обеспечивает повышение среднесуточного прироста на 3,1 и 3,8 % при снижении себестоимости прироста на 1,7 и 3,02 %.

Литература

1. Влияние скармливания нового заменителя обезжиренного молока на эффективность выращивания телят / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 52–57.
2. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Брянск, 2022. – С. 252–256.
3. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания / Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович, А. Н. Шевцов [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН

В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1468–1473.

4. Сравнительная эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота разных сапропелей / Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, С. А. Ярошевич [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 16–22.

5. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – Т. 58, № 1. – С. 160–171.

6. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота, выращенного на заменителе сухого обезжиренного молока и заменителе цельного молока в послемолочный период / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, И. В. Богданович [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 2. – С. 3–13.

7. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы Рос. Федерации, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора А. А. Ткачева / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2023. – С. 220–226.

8. Богданович, И. В. Система выращивания телят с включением в рацион дробленого зерна кукурузы / И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 28–32.

9. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Материалы V научно-практической конференции с международным участием. – Вологда, 2022. – С. 152–157.

10. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 172–177.

11. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства. Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы Рос. Федерации, Почётного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора А. А. Ткачева / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2023. – С. 213–220.

12. Повышение кормовой ценности комбикормов для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, И. В. Богданович [и др.] // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». – Солёное Займище, 2021. – С. 1448–1453.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ХВОИ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

В. П. Короткий¹, В. А. Рыжов¹, Е. Н. Усманова², Л. И. Кузякина²,
Д. М. Богданович³, В. Ф. Радчиков⁴

¹ООО Научно-технический центр «Химинвест»,
Нижний Новгород, Российская Федерация

²Вятский государственный агротехнологический университет,
Вятка, Российская Федерация

³ООО «Фермент», Минск, Республика Беларусь

⁴РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству», Жодино, Республика Беларусь

Резюме. Приведены результаты исследований по изучению эффективности применения продуктов биоресурсов леса в скотоводстве. Установлено, что скармливание коровам в период раздоя хвойно-энергетической добавки из биоресурсов леса оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, морфобиохимический состав крови и продуктивность животных. Применение биоресурсов леса в животноводстве в дальнейшем позволит снизить применение антибиотиков и получать более качественную продукцию.

Ключевые слова: хвойно-энергетическая добавка, активная угольная кормовая добавка, молочная продуктивность, биохимия крови, фитобиотики.

Summary. The results of research on the effectiveness of the use of forest bioresource products in cattle breeding are presented. It has been established that feeding coniferous energy supplements from forest bioresources to cows during the milking period has a positive effect on feed intake, morpho-biochemical composition of blood and productivity of animals. The use of forest bioresources in animal husbandry will further reduce the use of antibiotics and obtain better products.

Keywords: coniferous energy additive, active carbon feed additive, milk productivity, blood biochemistry, phytobiotics.

Введение. В молочном скотоводстве за последние годы сделан значительный рывок вперед. Получены более высокие результаты продуктивности и эффективности отрасли. В этом немаловажную роль сыграло внедрение современных технологий и улучшение кормления и кормовой базы. В растениеводстве выращивают и используют интенсивные культуры, богатые энергией и протеином, однако при этом рацион животных стал однообразным по составу [1, 5]. Применение круглогодичного однотипного кормления и отсутствие в рационе свежей разнообразной растительности привели к дефициту минеральных веществ и витаминов в организме. Несомненно, наука, техника и технологии ушли далеко вперед, производятся новые синтетические формы кормовых средств, содержащие витамины,

минералы, ферменты, аминокислоты, которые помогают сбалансировать рационы высокопродуктивных животных [8]. Кроме того, для профилактики кишечных заболеваний и терапии применяют на протяжении многих лет антибиотики, что вызывает повышение резистентности к антибиотикам как у животных, так и человека. Следует отметить, что многие кормовые добавки синтетического происхождения могут угнетать иммунную систему, подавлять механизмы защиты от патогенной микрофлоры.

Как в Республике Беларусь, так и в Российской Федерации отдельные фермы, чтобы сократить объемы использования антибиотиков применяют как профилактические меры фитобиотики растительного происхождения для улучшения состояния здоровья животных и предупреждения заболеваний. Фитобиотики включают широкий спектр трав, растительных продуктов, таких как ароматические и лекарственные растения в цельном виде или их части, их экстракты, специи и эфирные масла [4, 5]. В целом положительное влияние фитобиотиков на продуктивность животных можно объяснить их действием на физиологические системы, связанные с резистентностью организма и активностью свободнорадикальных процессов. Кроме того, они повышают иммунитет и способствуют улучшению пищеварения, оказывая благоприятное воздействие на микробиоту кишечника [2–4].

Натуральные добавки в кормах для животных способны повышать продуктивность, улучшать качество получаемых продуктов, а также могут оказывать положительное влияние на окружающую среду. В Беларуси и России имеются уникальные нетрадиционные растительные источники, которые могут быть с пользой использованы для производства кормовых добавок природного происхождения. Поэтому спрос на натуральные кормовые добавки растет и ориентирует ученых на разработку новых отечественных высокоэффективных витальных соединений и для их производств. Продукты биоресурсов леса имеют перспективу использования в животноводстве как источник биологически активных веществ.

Цель работы – изучить эффективность применения продуктов биоресурсов леса в скотоводстве Республики Беларусь и России.

Материалы и методы. Материалом для анализа послужили данные научно-производственных опытов, проведенных в Беларуси и России. В работе применены общепринятые зоотехнические, биохимические методы.

Результаты исследований. Кормопроизводство Беларуси и России нуждается в существенном расширении ассортимента растительных кормовых добавок, имеющих антиоксидантный эффект. Актуально изучение их влияния на организм животных и определение норм использования. В последние годы проведены опыты по использованию продуктов биоресурсов леса в скотоводстве. Как известно, хвоя и уголь издавна использовались

и в медицине, и в животноводстве. Хвоя содержит комплекс мощных антиоксидантов, которые предотвращают повреждение свободными радикалами клеток организма и улучшают здоровье кишечника. Витаминный комплекс улучшает обмен веществ и работу всех систем организма. Древесный уголь является сильным натуральным адсорбентом, способным блокировать микотоксины. Он дешев, экологичен и обладает универсальными положительными свойствами. Уголь не переваривается в пищеварительном тракте, оказывает на него лечебное действие. Оно заключается в механическом связывании токсических веществ, которые выводятся с калом. Была изучена продукция переработки лесных ресурсов ООО НТП «Химинвест»: Хвойно-энергетическая добавка (ХЭД) и Активная угольная кормовая добавка.

Согласно данным проведенного в Беларуси исследования было установлено, что скармливание коровам в период раздоя ХЭД оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови и продуктивность животных. Так, в опытных группах, которым вводили в рацион ХЭД, наблюдалось увеличение потребления сочных кормов на 1,2–2,5 %.

Применение добавки способствовало улучшению обменных процессов, протекающих в организме, при этом изучаемые показатели крови не выходили за пределы физиологической нормы. Включение ХЭД способствовало усилению окислительно-восстановительных процессов в пищеварительном тракте. В печени в процессе глюконеогенеза образовалось большее количество глюкозы, которая является источником энергии для животных. В контрольной группе ее содержание составило 1,55 ммоль/л, в то время как у опытных было 2,12–2,54 ммоль/л. Биохимические показатели крови животных показали, что при скармливании ХЭД содержание макро- и микроэлементов увеличилось, в частности, кальция на 7,9 %, магния на 11,4 %, натрия на 3,9 % и железа на 3,6 % по сравнению с контролем.

Использование в рационах коров ХЭД в период раздоя положительно сказалось на величине удоя, а также способствовало увеличению содержания жира и белка в молоке. У опытных животных по сравнению с контролем среднесуточный удой базисной жирности был выше на 4,5 и 1,7 кг, содержанию жира на 0,17 и 0,16 п. п., белка – на 0,07 и 0,04 п. п.

В исследованиях, проведенных в условиях племенных и товарных хозяйств разных регионов России установлено, что скармливание ХЭД коровам в транзитный период (до и после отела) способствует увеличению продуктивности. Прибавка по удою составила от 0,3 до 6,8 кг/сут, по содержанию жира – от 0,04 до 0,09 %, а по белку наблюдаются колебания от +0,10 до –0,03 %. Наблюдалось улучшение воспроизводительных качеств животных: сокращение сервис-периода и индекса осеменения.

Показателями общего состояния животных в ответ на использование хвойной добавки были: снижение соматических клеток в молоке, усиление ферментативных процессов в преджелудках, улучшение показателей неспецифической резистентности и увеличение потребления корма. Во время эксперимента биохимические показатели крови находились в пределах допустимых физиологических норм. В целом экономика производства и применения данной кормовой добавки свидетельствует о снижении затрат кормов на получение продукции и повышении рентабельности производства молока на 2,0–12,3 %.

Изучение хвойно-энергетической добавки, проведенное в племенном хозяйстве Приволжского Федерального округа Российской Федерации показало, что скармливание ХЭД коровам в транзитный период оказывает благотворное действие на общее состояние и течение родов коров. У опытных животных не наблюдалось послеродовых осложнений и случаев мертворожденности. Кроме того, добавка из хвои оказала положительное влияние на состав молозива и рост новорожденных телят. У телят от коров опытной группы не было установлено расстройств пищеварения, за первый месяц их прирост был выше, чем в контроле. Данные результаты свидетельствовали о положительном влиянии ХЭД на здоровье животных. Экологически безопасная кормовая добавка на основе мобильных комплексов по переработке биомассы леса – ХЭД – может иметь перспективу использования в рационах коров в сложный период: до и после отела для восполнения их энергией и питательными веществами, а также для укрепления организма новорожденных телят и получения более высоких среднесуточных приростов.

Изучение применения активной угольной добавки в товарном хозяйстве ПФО на откармливаемых бычках позволило установить ее влияние на витаминно-минеральный обмен, поскольку есть опасение, что адсорбенты могут связывать и выводить из организма питательные вещества. Были сформированы две группы бычков на откорме: контрольная, которая получала основной рацион и опытная, которой дополнительно к основному рациону скармливали активную угольную добавку. Проведенное исследование показало, что применение в рационе откармливаемых бычков угольной добавки в течение двух месяцев в количестве рекомендуемой производителем не привело к снижению содержания в крови анализируемых минералов и витаминов. Наоборот, у опытных животных, которым давали угольную добавку, в крови по сравнению с контролем увеличилось содержание таких элементов, как железо – на 30 %, цинк – на 19 %, калий – на 12 % и медь – на 7 %, что может быть связано с их наличием в самой добавке, поскольку она растительного происхождения. Также у опытных животных было выше содержание витамина В₁₂ на 4 % и витамина А – на 11 % за счет

улучшения работы ЖКТ и создания условий для их образования. Из вышесказанного следует вывод, что активная угольная кормовая добавка может применяться как отличный абсорбент при выведении токсинов из организма, не причиняя ему вреда.

Заключение. Изучение и применение фитобиотиков особенно актуально в условиях санкций мирового сообщества, когда большую долю биологически активных кормовых добавок составляет продукция импортного производства, которая не всегда высокого качества. В этой ситуации остро стоит вопрос об использовании потенциала отечественных ресурсов и технологий в области кормления. Перспектива применения лесных ресурсов в дальнейшем позволит заменить синтетические кормовые добавки и снизить применение антибиотиков. Ценность природных кормовых добавок как одной из составных частей рационов для крупного рогатого скота заключается в их разнонаправленном действии на организм животных – иммуномодулирующем, противовоспалительном, антиоксидантном.

Литература

1. Емелев, С. А. Сорта люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) сидерального направления в условиях Кировской области / С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко // Инновации и продовольственная безопасность. – 2023. – № 3 (41). – С. 107–114.
2. Короткий, В. П. Влияние хвойно-энергетической добавки на течение родов, состав молока, продуктивность коров и рост новорожденных телят / В. П. Короткий, Л. И. Кузякина, Е. Н. Усманова // Зоотехния. – 2024. – № 8. – С. 18–20.
3. Эффективность использования хвойной энергетической добавки в кормлении молочных коров различных регионов России (обзор) / В. П. Короткий, Л. И. Кузякина, В. А. Рыжов [и др.] // Зоотехния. – 2023. – № 6. – С. 21–23.
4. Куевда, Т. А. Использование эфиромасличных и лекарственных растений в животноводстве и птицеводстве / Т. А. Куевда, Н. В. Невкрытая, П. С. Остапчук // Научный и инновационный потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений Евразийского экономического союза. – Симферополь, 2021. – С. 84–95.
5. Кузякина, Л. И. Инновационные технологии в молочном скотоводстве Кировской области / Л. И. Кузякина // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК. – Курган, 2020. – С. 266–269.
6. Мясная продуктивность овец и динамика структурных элементов крови на фоне применения липосомальных форм антиоксидантов / А. В. Паштецкая, А. П. Марынич, П. С. Остапчук, С. А. Емельянов // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 3. – С. 550–556.
7. Паштецкий, В. С. Эфирное масло чабера горного в рационах для бройлеров / В. С. Паштецкий, П. С. Остапчук, Т. А. Куевда // Животноводство России. – 2023. – № 2. – С. 13–16.
8. Практика ведения мясного скотоводства в Российской Федерации и за рубежом / Е. Н. Усманова, П. С. Остапчук, В. А. Уппе, Т. А. Куевда // Перспективы развития отрасли для Республики Крым. – Подольск, 2021. – С. 102.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПРЕПАРАТА «ДЕЗИНОЛ ВЕТ»
НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЖИВОТНЫХ**

**Г. Ш. Щербакова¹, Н. И. Попов¹, Ш. А. Гунашев², Д. М. Рамазанова²,
З. Т. Гаджимурадова², Т. Б. Мирзоева²**

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии,
гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН,
Москва, Российская Федерация*

²*Федеральное государственное научное учреждение
«Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт» –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», Махачкала,
Республика Дагестан, Российская Федерация*

Резюме. Представлены результаты производственных испытаний дезинфицирующего средства «Дезинол Вет» на автомобильном транспорте для перевозки сельскохозяйственных животных. Определено, что препарат обладает высокой дезинфицирующей активностью и может быть рекомендовано для проведения дезинфекции транспорта для перевозки животных при контроле ее качества по выделению *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

Испытаниями установлено, что полное обеззараживание поверхностей от *E. coli* и *S. aureus* растворами дезинфицирующего средства «Дезинол Вет» достигалось при следующих режимах: гладкие поверхности (окрашенный металлический кузов, резина) – 0,5 % раствором при экспозиции 3 ч; брезента и шероховатых поверхностей (деревянный настил на полу) – 1,0 % раствором при экспозиции 3 и 1 ч соответственно. Норма расхода средства 0,3–0,5 л/м² для всех видов поверхностей.

Ключевые слова: дезинфекция, брезент, гладкие и шероховатые поверхности, обеззараживание, экспозиция, бактерицидность.

Summary. The article presents the results of production tests of disinfectant “Dezinol Vet” on road transport for transportation of farm animals. It was determined that the preparation has high disinfectant activity and can be recommended for disinfection of transport for animal transportation when controlling its quality by isolation of *E. coli* and *S. aureus*.

The tests established that complete disinfection of surfaces from *E. coli* and *S. aureus* by solutions of disinfectant “Dezinol Vet” was achieved in the following modes: smooth surfaces (painted metal body, rubber) – 0.5 % solution at exposure time of 3 h; tarpaulin and rough surfaces (wooden flooring on the floor) – 1.0 % solution at exposure time of 3 and 1 h, respectively. Consumption rate of the product 0.3–0.5 L/m² for all types of surfaces.

Keywords: disinfection, tarpaulin, smooth and rough surfaces, decontamination, exposure, bactericidal.

Введение. В современных условиях вопросы биологической безопасности особенно актуальны. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания определяет здоровье людей и сохранение экономической стабильности в стране [1–5].

Интенсивное развитие сельского хозяйства зачастую связано скоплением большого количества поголовья, продукции, сырья животного происхождения на небольших участках, что требует их доставки к пунктам переработки и реализации. Это важная составляющая устойчивого развития агропромышленного комплекса, требующая соблюдения строгих ветеринарно-санитарных норм. В основном по причине экономической доступности для перевозки агропромышленной продукции и живых животных используется автомобильный транспорт [8–10].

Минсельхоз России разработал перечень заразных болезней животных, при которых дезинфекцию транспорта будут проводить на границе, с целью предупреждения заноса в нашу страну трансграничных заразных болезней. В этот список входят такие болезни, как африканская чума свиней, инфекционный ринотрахеит (ИРТ), классическая чума свиней, оспа овец и коз, сап, контагиозная плевропневмония крупного рогатого скота (КРС), ящур, чума верблюдов и мелких жвачных животных. Утвержденный Россельхознадзором порядок проведения обработки автомобилей, въезжающих в Россию, в котором прописаны способы и сроки проведения обработки, вступает в действие с сентября 2026 г. [7, 13].

На данный момент полностью искоренена только одна опасная инфекционная болезнь животных – чума крупного рогатого скота, о глобальной ликвидации которого было объявлено в июне 2011 г. По оценкам ООН, с 1945 по 2011 г. на работы по борьбе с чумой КРС потрачено 5 млрд долларов [6].

Кроме профилактики распространения серьезных зоонозов, дезинфекция автомобильного транспорта снижает риск возникновения массовых падежей и вынужденного убоя поголовья, обеспечивая безопасность пищевой продукции животного происхождения [12].

В связи с этим хочется отметить важность поиска дезинфектантов для предотвращения распространения и ликвидации зоонозов, а также снижающих бактериальную нагрузку на объект.

Перспективным направлением является разработка многокомпонентных препаратов с широким спектром антимикробного действия, которые менее токсичны и более эффективны в низких концентрациях [9, 11].

«Дезинол Вет» – отечественное дезинфицирующее средство с моющим эффектом, содержит глутаровый альдегид и глиоксаль (суммарно), 11,5 % ($\pm 0,5$), смесь четвертично-аммониевых соединений (алкилдиметилбензиламмоний хлорид и дидецилдиметиламмоний хлорид) –14 % ($\pm 1,0$) суммарно, функциональные добавки.

По токсическим свойствам средство «Дезинол Вет» относится к 4-му классу малотоксичных соединений ($LD_{50} > 5000$ мг/кг). Обладает умеренным (3-й класс опасности), раздражающим действием на слизистые обо-

лочки глаз. Не обладает кожно-резорбтивным и сенсibiliзирующим действием.

Цель исследований – испытание дезинфицирующего средства «Дезинок Вет» на автомобильном транспорте для перевозки животных и разработка режимов его применения для дезинфекции.

Материалы и методы. Для установления эффективных режимов дезинфекции препарата «Дезинок Вет» для применения на автотранспорте для перевозки сельскохозяйственных животных были проведены испытания разных концентраций средства на гладких (металлический кузов и т. д.) и шероховатых (деревянный настил на полу) поверхностях на агрофирме «Согратль» (Республика Дагестан). Обработку проводили влажным методом с помощью портативных опрыскивателей.

Перед проведением испытаний оценивали возможность организации мойки и дезинфекции автотранспорта на территории предприятия по следующим параметрам:

- наличие площадки с твердым покрытием, обеспечивающим сбор сточных вод в автономный накопитель и в дальнейшем сброс их в общепермскую канализацию;
- наличие и технические параметры сооружений на территории предприятия;
- наличие и технические характеристики канализационной системы на предприятии;
- отдаленность территории предприятия от жилых домов;
- возможность организации въезда и выезда на территорию мойки и дезинфекции;
- доступность подвода электричества и безопасность электрооборудования.

Дезинфекцию проводили на грузовых автомобилях по первой категории [5]. Перед проведением дезинфекции провели тщательную механическую очистку и мойку поверхностей с последующим взятием смывов с целью определения естественного микробного фона автомобиля – наличия санитарно-показательных микроорганизмов (кишечной палочки и стафилококка).

Обработку проводили влажным методом, путем мелкокапельного орошения поверхностей растворами средства «Дезинок Вет». В процессе работы были апробированы растворы средства в концентрациях 0,5; 0,7; 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 %, при норме расхода раствора дезинфицирующего средства 0,3–0,5 л/м² для гладких и шероховатых поверхностей при экспозиции 1 и 3 ч. После окончания заданной экспозиции выполняли отбор проб методом смывов для микробиологического контроля с внутренних поверхностей кузова автомобиля (стены, пол и внутренняя поверхность дверей кузова).

Смывы брали в трех контрольных точках с каждой поверхности кузова площадью 10 см². Общая площадь исследуемой поверхности составляла 100 см². Отбор проб осуществляли стерильным тампоном, смоченным стерильной водой, и погружали в подписанную пробирку. После окончания взятия смывов пробирки в течение 3–6 ч доставлялись в лабораторию и из проб проводились посевы в простой мясопептонный бульон (МПБ). Подписанные пробирки помещали в термостат и инкубировали в течение 24 ч при температуре 37 °С. Через 24 ч осуществляли учет результатов на основании помутнения среды. Из пробирок с помутнением МПБ проводились пересевы на селективную и дифференциально-диагностическую среды. Для выделения кишечной палочки использовали агар Эндо, для стафилококка – 8,5 % солевой мясопептонный агар (МПА).

Эффективность бактерицидного действия концентрации дезинфицирующего раствора определяли по отсутствию кишечной палочки и золотистого стафилококка в пробах, обработанных дезсредством при наличии их в контрольных пробах.

Испытания проведены в соответствии с требованиями нормативной документации: «Правила проведения дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора», (2002 г.) и в соответствии с методическими указаниями «О порядке испытания новых дезинфицирующих средств для ветеринарной практики» (1987 г.).

Растворы дезинфицирующего средства готовили на чистой воде. При расчете концентраций средство принимали за 100 % вещество.

Результаты исследований. Исследования дезинфицирующего действия растворов средства «Дезинол Вет» на автомобильном транспорте показали, что оно обладает высокими бактерицидными свойствами в отношении санитарно-показательных микроорганизмов. Нами отмечено, что инактивация *Staphylococcus aureus* (II группа устойчивости к химическим дезинфицирующим средствам), происходило при тех же концентрациях, что и для *Escherichia coli* (I группа устойчивости). Это говорит о более высокой чувствительности золотистого стафилококка к препарату, что связано с различиями в строении клеточных стенок микроорганизмов.

При контроле качества дезинфекции по выделению кишечной палочки обеззараживание гладких поверхностей (металлический кузов, окрашенный краской) достигнуто 0,5 % раствором при экспозиции 3 ч и 0,7 % раствором при экспозиции 1 ч, норма расхода дезсредства 0,25–0,3 л/м²; резины – концентрацией раствора 0,5 %, экспозиция 3 ч. Обеззараживание шероховатых впитывающих растворов (деревянный настил), поверхностей достигнуто 1,0 % раствором при экспозиции 3 ч, расход дезсредства составлял 0,5 л/м²; тканевый брезент – концентрация раствора 1,0 %, экспозиция 1 ч (см. таблицу).

**Результаты производственных испытаний дезинфицирующего средства «Дезиол Вет»
на автотранспорте для перевозки животных**

Концентрация, % (по препарату)	Норма расхода, л/м ²	Экспозиция, ч	Поверхности			
			металл	резина	брезент	дерево
0,5	0,25–0,5	1	+/+	+/+	х	х
		3	-/-	-/-	х	х
0,7	0,25–0,5	1	-/-	-/-	х	х
		3	-/-	-/-	х	х
1,0	0,25–0,5	1	х	х	-/-	+/+
		3	х	х	-/-	-/-
1,5	0,25–0,5	1	х	х	-/-	-/-
		3	х	х	-/-	-/-
2,0	0,25–0,5	1	х	х	-/-	-/-
		3	х	х	-/-	-/-
2,5	0,25–0,5	1	х	х	-/-	-/-
		3	х	х	-/-	-/-
Контроль, до обработки средством			+/+	+/+	+/+	+/+

П р и м е ч а н и е. В числителе значения по кишечной палочке, в знаменателе – по стафилококку. Обозначения: (-) – обеззаражено; (+) – не обеззаражено; (х) – не исследовали.

При контроле качества дезинфекции по выделению стафилококка было установлено, что инаktivация микроорганизма с гладких поверхностей (металлический кузов, окрашенный краской) достигнута 0,5 % раствором при экспозиции 3 ч и 0,7 % раствором при экспозиции 1 ч, норма расхода дезсредства 0,25–0,3 л/м²; резины – концентрацией раствора 0,5 %, экспозиция 3 ч. Обеззараживание шероховатых впитывающих раствор (деревянный настил), поверхностей достигнуто 1,0 % раствором при экспозиции 3 ч, расход дезсредства составлял 0,5 л/м²; тканевый брезент – концентрация раствора 1,0 %, экспозиция 1 ч.

Таким образом, приведенные результаты производственных испытаний показывают, что средство «Дезиол Вет» является эффективным дезинфицирующим средством в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

З а к л ю ч е н и е. На основании проведенных производственных испытаний на автомобильном транспорте для перевозки животных установлено, что полное обеззараживание поверхностей средством «Дезиол Вет» происходит при следующих режимах: гладкие поверхности – 0,5 % раствором при экспозиции 3 ч и норме расхода средства из расчета 0,25–0,3 л/м², шероховатых поверхностей – 1,0 % раствором при экспозиции 3 ч при норме расхода средства 0,5 л/м².

Литература

1. Изучение дезинфицирующей способности современного композиционного средства с моющим эффектом «Дезон Триавет» / Д. П. Баталова, В. А. Кузьмин, Л. С. Фогель [и др.] // Природные ресурсы, среда и общество. – 2021. – № 2 (10). – С. 23–29.
2. Бутко, М. П. Применение анолита АНК для дезинфекции автотранспорта и контейнеров, используемых для перевозки животноводческих грузов / М. П. Бутко, В. С. Тиганов, В. С. Фролов // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2010. – № 2 (4). – С. 8.
3. Дезинфекция специализированных транспортных средств с применением препарата анолит АНК-супер / М. П. Бутко, П. А. Попов, С. В. Лемясева, Д. А. Онищенко // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2017. – № 2 (22). – С. 31–36.
4. Великанов, В. И. Лекарственные средства для дезинфекции, применяемые в ветеринарной медицине : учеб. пособие / В. И. Великанов, Е. А. Елизарова, А. В. Кляпнев. – СПб. : Лань, 2021. – 152 с.
5. Ветеринарно-санитарные правила обработки транспортных средств, контейнеров, складских помещений карантинных баз и других подконтрольных объектов. Утв. начальником Главного управления ветеринарии М-ва сельского хозяйства Рос. Федерации О. З. Исхаковым 15 июня 1993 г.
6. Ветеринария и жизнь. Информационный портал и газета. – URL: <https://vetandlife.ru> (дата обращения: 11.05.2025).
7. Изучение бактерицидности и фунгицидности некоторых лекарственных препаратов и дезинфицирующих средств / О. В. Гунар, А. В. Доренская, Г. М. Булгакова, Н. Г. Сахно // Химико-фармацевтический журнал. – 2022. – Т. 56, № 6. – С. 48–53.
8. Дорожкин, В. И. Современные направления ветеринарно-санитарной науки в обеспечении биологической и продовольственной безопасности / В. И. Дорожкин // Ветеринария и кормление. – 2018. – № 2. – С. 37–39.
9. Дорожкин, В. И. Композиционные препараты на защите здоровья животных / В. И. Дорожкин, Н. И. Попов, Г. Ш. Щербакова // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. – 2022. – Т. 18. – С. 771–785.
10. Попов, Н. И. Роль дезинфекции в профилактике и ликвидации инфекционных болезней животных / Н. И. Попов, Г. Ш. Щербакова // Ветеринария. – 2022. – № 9. – С. 57–66.
11. Изучение дезинфекционной эффективности средства «Палоцид» для обеззараживания объектов ветеринарного надзора / Н. И. Попов, С. А. Мичко, С. М. Лобанов [и др.] // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2018. – № 1 (25). – С. 44–49.
12. Козлова, С. В. К вопросу о дезинфекции автотранспорта при перевозке продовольственного сырья и продуктов животного происхождения / С. В. Козлова // Ветеринария и зоотехния. – 2019. – № 2 (55). – С. 74.
13. Федеральный закон № 584-ФЗ от 12.12.2023 (ред. от 26.12.2024) «О внесении изменений в статью 14 Закона Российской Федерации «О ветеринарии» (в части защиты территории Российской Федерации от заноса заразных болезней животных из иностранных государств). Закон вступает в силу с 1 сентября 2026 г.

ОБРАБОТКА ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕЛЯТ НОВЫМ СУХИМ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ СРЕДСТВОМ

Т. Н. Каменская, С. А. Лукьянчик

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. Представлены результаты производственных испытаний нового сухого дезинфицирующего средства в опытах на молодняке крупного рогатого скота. Проведение обработок помещений в присутствии животных обеспечивало поддержание уровня микробной обсемененности воздуха помещения в пределах нормативных показателей.

Ключевые слова: дезинфекция, животные, обсемененность, дезинфекционные средства, телята.

Summary. The article presents the results of industrial tests of a new dry disinfectant in experiments on young cattle. Carrying out treatments of premises in the presence of animals ensured that the level of microbial contamination of the air in the premises was maintained within the standard indicators.

Keywords: disinfection, animals, contamination, disinfectants, calves.

Введение. Интенсификация животноводческой отрасли сельского хозяйства Республики Беларусь требует улучшения условий содержания и кормления животных, благополучия по инфекционным и незаразным заболеваниям.

Используя интенсивные технологии выращивания молодняка, животноводы сталкиваются с накоплением в помещениях для содержания животных вместе с естественными загрязнителями (аммиак, сероводород) большого количества различной микрофлоры, в том числе патогенной. Превышение количественного порога микроорганизмов приводит к повышению микробной нагрузки и снижению естественной резистентности организма животных и, как следствие, заболеваемости и падежу. Выращивание и содержание животных в среде с увеличенным содержанием микроорганизмов в воздухе, несомненно, приводит к сенсibilизации организма и может являться причиной появления микробного стресса. Доминирующее сенсibilизирующее действие проявляют условно-патогенные микроорганизмы, которые, базирясь непосредственно в верхних и нижних отделах дыхательных путей, не вызывают выраженной защитной иммунологической реакции, но проявляют сенсibilизирующее действие. Данные неблагоприятные условия способствуют появлению микробного стресса в организме сельскохозяйственных животных, как правило, это приводит к снижению продуктивных качеств с последующим увеличением выбраковываемых животных и их падежу. Исключать данное явление можно со-

блюдая санитарное благополучие на фермах с использованием современных дезинфицирующих средств.

На базе РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского» разработано средство дезинфицирующее «Пероксисорбофит» (далее – средство), которое представляет собой сухой порошок серого цвета с характерным запахом сырьевых компонентов. В 100 г средства в качестве действующего вещества содержится $1,0 \pm 0,2$ % (2,2 г) пероксимоносульфата калия и вспомогательные вещества: бентонит, оксид кремния, танин и эфирное масло эвкалипта.

Средство применяется для профилактической дезинфекции объектов ветеринарного надзора, а также с целью восстановления санитарной чистоты и свежести в помещениях для крупного рогатого скота. Средство готово к применению. После распределения по обрабатываемой поверхности средства его удаления не требуется.

Средство относится к IV классу опасности (малоопасные вещества), не обладает выраженным действием на кожу и слизистые оболочки, не оказывает коррозионного воздействия на ограждающие конструкции в животноводческих помещениях.

Механизм действия средства связан с окислительными свойствами пероксимоносульфата калия. Калий пероксимоносульфат вызывает окисление микробных гликопротеинов, полипептидов и нуклеиновых кислот. Вспомогательные компоненты средства обладают высокой влагопоглощающей способностью, связывают токсические соединения (сероводород, аммиак и др.), образующиеся при контакте с органикой (кал, моча, гной), обладают дезодорирующим эффектом.

Материалы и методы. Работа проводилась в отделе репродуктивной патологии, ветеринарной санитарии и экологии, в виварии РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского», а также на базе молочно-товарного комплекса Минского района.

Перед дезинфекцией проводили тщательную механическую очистку и мойку обрабатываемых поверхностей.

Испытания эффективности проводили на группе телят от рождения до двух месяцев. Для проведения опытов было сформировано две группы телят. В первой группе (опытная) перед постановкой телят в индивидуальные домики и клетки полы были обработаны средством дезинфицирующим «Пероксисорбофит». Перед применением средства обрабатываемые поверхности предварительно механически очищали и после этого средство равномерно распределяли по поверхности пола домика из расчета 50–100 г/м², вводили животных, затем в присутствии телят проводили обработку средством на 7-й, 14, 21, 28 и 35-й день от начала обработок из расчета 50 г/м² один раз в день. Средство распределяли и поверх подстилки.

Во второй группе (контрольной) – телят размещали в подготовленные индивидуальные домики и клетки и в течение опыта обработку поверхностей (пол) не проводили.

Эффективность обработок оценивали по общей микробной обсемененности и выделению санитарно-показательных микроорганизмов (бактерий группы кишечной палочки, стафилококков и спорообразующих микроорганизмов) после обработки сухим дезинфицирующим средством «Пероксисорбофит» из смывов с поверхностей пола, стен, кормушки, а также отобранных проб воздуха в местах нахождения подопытных телят. Смывы с обрабатываемых поверхностей отбирались в начале опыта перед постановкой животных, а также на 7-й, 14, 21, 28 и 35-й день после начала обработок.

Результаты исследований. При постановке опыта по эффективности сухого дезинфицирующего средства «Пероксисорбофит» установлено, что в начале опыта на поверхностях в индивидуальных клетках и домиках общая микробная обсемененность как в опытной, так и в контрольной группах была идентичной. После нанесения средства на поверхность пола общая микробная обсемененность пола через 28 дней содержания телят в среднем составила – $41\ 400 \pm 600$ КОЕ/м², в контроле – $95\ 200 \pm 1160$ КОЕ/м², стен – $29\ 200 \pm 490$ и $89\ 200 \pm 370$ КОЕ/м², кормушек – $27\ 800 \pm 583$ и $85\ 000 \pm 632$ КОЕ/м², воздуха $19\ 200 \pm 370$ и $72\ 600 \pm 1\ 536$ КОЕ/м³ соответственно. Для данной группы телят (возраст до трех месяцев) микробная обсемененность воздуха не должна превышать $20\ 000$ КОЕ/м³, что и наблюдалось в опытной группе, тогда как в контрольной группе, где обработка не проводилась, этот показатель был превышен в три раза. Такая же картина наблюдалась, в количестве выделенной микрофлоры из смывов с пола, стен и кормушек.

Во всех смывах, отобранных с пола, стены, клеток, и в пробах воздуха рост санитарно-показательных микроорганизмов не зафиксирован, что свидетельствует об удовлетворительном качестве проведенной дезинфекции (см. таблицу).

**Результаты бактериологических исследований поверхностей
и воздуха помещений для содержания телят
при использовании дезинфицирующего средства «Пероксисорбофит» (n = 5)**

Время взятия смывов	Количество КОЕ/см ² на изучаемых объектах			Воздух, КОЕ/см ³
	пол	стена	кормушки	
После механической очистки, О	$21\ 100 \pm 1180$	$14\ 200 \pm 660$	$7\ 800 \pm 800$	$11\ 600 \pm 510$
После механической очистки, К	$21\ 400 \pm 400$	$13\ 800 \pm 490$	8200 ± 1070	$13\ 800 \pm 370$
После нанесения средства и введения теленка в клетку, О	$6\ 000 \pm 450$	$14\ 200 \pm 660$	$7\ 800 \pm 800$	$4\ 400 \pm 240$
После введения теленка в клетку (без обработки), К	$21\ 400 \pm 400$	$14\ 200 \pm 200$	$8\ 200 \pm 1070$	$4\ 600 \pm 240$

Время взятия смывов	Количество КОЕ/см ² на изучаемых объектах			Воздух, КОЕ/см ³
	пол	стена	кормушки	
Через 7 дней содержания (очередная обработка средством), О	48 400 ± 2420	25 800 ± 1070	21 000 ± 450	20 400 ± 240
Через 7 дней содержания (без обработки), К	71 200 ± 1850	65 000 ± 1840	43 600 ± 1570	40 200 ± 370
Через 14 дней содержания (очередная обработка средством), О	42 000 ± 1220	26 200 ± 730	22 200 ± 660	20 200 ± 370
Через 14 дней содержания (без обработки), К	77 600 ± 1030	70 400 ± 2770	74 400 ± 1170	60 600 ± 750
Через 21 день содержания (очередная обработка средством), О	40 200 ± 800	29 000 ± 890	26 600 ± 680	20 400 ± 240
Через 21 день содержания (без обработки), К	87 600 ± 930	73 000 ± 1670	80 200 ± 200	65 400 ± 600
Через 28 дней содержания (очередная обработка средством), О	41 400 ± 600	29 200 ± 490	27 800 ± 583	19 200 ± 370
Через 28 дней содержания (без обработок), К	95 200 ± 1160	89 200 ± 370	85 000 ± 632	72 600 ± 1536

Примечание. О – опытная группа, К – контрольная группа.

Падежа за период проведения испытаний не наблюдалось. Телята охотно поедали корм, клиническое состояние телят в пределах нормы.

Заключение. Проведение обработок поверхностей помещений для содержания телят в присутствии животных сухим дезинфицирующим средством «Пероксосорбофит» способствует угнетению роста санитарно-показательных микроорганизмов, что свидетельствует об удовлетворительном качестве проведенной дезинфекции. Дальнейшая обработка поверхностей помещения (пола) в присутствии животных с интервалом 7 дней поддерживала микробный фон в воздухе помещения для содержания молодняка крупного рогатого скота в пределах допустимых нормативов. При обработке препаратом в присутствии животных отклонений в клиническом состоянии телят не наблюдалось.

Проведение обработок помещений в присутствии животных обеспечивало поддержание уровня микробной обсемененности воздуха помещения в пределах нормативных показателей для данного вида и возраста (не более 20 000 КОЕ/м³).

Литература

1. Бессарабов, Б. Ф. Ветеринарно-санитарные мероприятия по профилактике болезней птиц / Б. Ф. Бессарабов. – М. : Россельхозиздат, 1983. – С. 81–95.
2. Готовский, Д. Г. Дезинфекция в промышленном животноводстве / Д. Г. Готовский. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 268 с.

3. Каменская, Т. Н. Микробная обсемененность помещений на комплексе по откорму крупного рогатого скота и их аэрозольная санация в присутствии телят / Т. Н. Каменская, С. А. Лукьянчик, Л. Л. Кривенок // Экология и животный мир. – 2017. – № 2. – С. 35–39.
4. Кудрявцева, Е. Е. Современный подход к выбору дезинфицирующих средств в лечебно-профилактическом учреждении / Е. Е. Кудрявцева, А. В. Железный, Л. С. Манькович // Мир вирусных гепатитов. – 2003. – № 11. – С. 28–30.
5. Медведев Н. Аэрозольная дезинфекция комплексов по выращиванию и откорму молодняка / Н. Медведев // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – № 4. – С. 15–17.
6. Николаенко, В. П. Бактерицид – антисептическое средство нового поколения для птицеводства / В. П. Николаенко // Ветеринария. – 2003. – № 3. – С. 48–51.
7. Руководство по ветеринарной санитарии / А. А. Поляков, И. И. Балковой, Д. А. Бочаров [и др.] ; под ред. А. А. Полякова. – М. : Агропромиздат, 1986. – 320 с.
8. Шандала, М. Г. Методологические проблемы современной дезинфектологии / М. Г. Шандала // Актуальные проблемы дезинфектологии в профилактике инфекционных и паразитарных заболеваний. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В. И. Вашкова. – М. : ИТАР-ТАСС, 2002. – 244 с.

УДК 619:615.28:614.48

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ПОРОШКОВОГО ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОБЪЕКТОВ ВЕТЕРИНАРНОГО НАДЗОРА

Т. Н. Каменская, С. А. Лукьянчик

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь*

Резюме. Представлены результаты антимикробной активности и токсичности нового порошкового дезинфицирующего средства для санации объектов ветеринарного надзора.

Ключевые слова: дезинфекция, животные, токсичность, перексомоносульфат калия, белые мыши, кролики.

Summary. The article reflects the results of antimicrobial activity and toxicity of a new powder disinfectant for the sanitation of animal housing facilities.

Keywords: disinfection, animals, toxicity, hydrogen peroxide, white mice, rabbits.

Введение. В животноводстве Республики Беларусь широко практикуется выращивание животных на крупных предприятиях на промышленной основе, где предусмотрено содержание значительных поголовий и многолетняя эксплуатация одних и тех же производственных помещений. Такие технологии в целом себя оправдывают и способствуют получению животноводческой продукции довольно высокого качества в оптимально короткие сроки выращивания животных. Однако неизбежно возникает ряд проблем,

обусловленных обильным обсеменением патогенной и условно-патогенной микрофлорой ограждающих конструкций, технологического оборудования и воздушного бассейна животноводческих и птицеводческих предприятий, что является одной из причин повышенной выбраковки и падежа животных от болезней инфекционной этиологии [2, 4].

Состояние здоровья животных, их продуктивность, иммунологический статус, качество и безопасность продуктов животноводства зависят от санитарного состояния животноводческих хозяйств. Промышленные методы ведения животноводства, с концентрацией большого поголовья скота, экономически эффективны и позволяют решить проблему снабжения населения продуктами животноводства. Однако интенсивные технологии, на которых базируется современное животноводство, могут обуславливать накопление, вместе с естественными загрязнителями (аммиак, сероводород), большого количества различной микрофлоры, в том числе патогенной. Превышение порога содержания микроорганизмов в помещениях для содержания животных приводит к повышению микробной нагрузки и снижению естественной резистентности организма животных и, как следствие, заболеваемости и падежу.

Одним из условий повышения сохранности поголовья является проведение мероприятий, направленных на поддержание оптимальных условий микроклимата.

Возникает необходимость изыскания относительно дешевых, экологически безопасных средств, производимых на местной базе, доступных по стоимости и не уступающих зарубежным по эффективности, обладающих высоким антимикробным, дезодорирующим эффектом, применение которых не требует ограничения при реализации животноводческой продукции.

На базе РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелеского» было разработано сухое средство дезинфицирующее «Пероксисорбофит» (далее – средство). Для изготовления средства использовали сырье и материалы, разрешенные к применению на территории Республики Беларусь: окислитель из группы перексольватов, танин, оксид кремния, бентонит и эфирное масло эвкалипта.

Материалы и методы. Антимикробную активность средства в нативном виде определяли методом диффузии в агар, а также изучали эффективность его наименьшей эффективной концентрации после проведения метода диффузии в агар в количественном суспензионном методе с отражением критериев оценки антимикробной активности (определение фактора редукции RF). В качестве микроорганизмов были использованы следующие тест-культуры: штамм *Staphylococcus aureus* (КМИЭВ-В161), штамм *Escherichia coli* (КМИЭВ-В102), штамм *Proteus mirabilis* (КМИЭВ-В140). Для из-

мерения мутности суспензии бактерий использовали денситометр DEN-1, микробная нагрузка составляла $2,0 \times 10^9$ КОЕ/см³.

Опыты по изучению эффективности средства луночным методом на тест-культурах проводили с использованием чашек Петри со средой и культурой. Для этого в чашки Петри добавляли изучаемую тест-культуру, вносили дифференциальную среду для каждой тест-культуры в соотношении 1:15 и ставили чашки на застывание. После застывания агара с культурами в каждой чашке делали лунки для средства и вносили его в нативном виде в равных количествах в каждую лунку. После диффундирования средства в агар (40–60 мин) чашки ставили в термостат на сутки при температуре 37 °С. На каждую культуру было использовано по три чашки. Учет активности исследуемого средства к тест-культурам вели по диаметру зоны просветления вокруг лунки, а после выводили среднее значение: если зона задержки роста культуры составляла 10 мм и менее или вообще отсутствовала, то используемая тест-культура была не чувствительна к средству; если диаметр зоны в пределах 11–15 мм – культура малочувствительна, 16–20 мм – чувствительна и 20 мм и более – высокочувствительна к воздействию средства.

На втором этапе были проведены исследования противомикробной активности (количественный суспензионный метод противобактериальной активности средства, согласно требованиям «Методы испытания противомикробной активности антисептиков профилактического назначения» № 11-13-1-97 от 16.01.1997 и СанПиН 21-112-99 «3.5.5 Дезинфекционные средства и технологии. Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфекционных средств»).

Исследования по определению острой токсичности, аллергенных и раздражающих свойств средства проводили согласно «Методических указаний по токсикологической оценке химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии» (Минск, 2007). Острую токсичность проводили на клинически здоровых мышах, живым весом $19,0 \pm 1,0$ г. Класс опасности определяли по ГОСТ 12.1.007-76.

Местнораздражающее действие средства на кожу исследовали на морских свинках. На выстриженные участки кожных покровов равномерно наносили эмульсию средства 0,2 мл в виде аппликации в нативном виде, выдерживали в течение 4 ч. По окончании четырехчасовой аппликации остатки средства удаляли теплой водой с мылом. После этого за животными вели наблюдение в течение 14 дней. Контрольным животным на выстриженные участки кожи наносили дистиллированную воду.

Для изучения раздражающего действия средства на слизистые оболочки и глаза провели опыт на морских свинках средней живой массой $160,0 \pm 10,0$ г. Для этого в нижний конъюнктивальный свод правого глаза

наносили однократно изучаемое средство, а в левый (контроль) – дистиллированную воду по 1–2 капли. За животными наблюдали в течение 2 недель, а первые 8 ч после инстилляции – ежечасно. Регистрировали признаки раздражения слизистой оболочки, их выраженность и длительность, состояние век и давали оценку степени выраженности раздражающего действия средства.

Для изучения сенсibiliзирующих свойств средства провели опыт на морских свинках живой массой $160,0 \pm 10,0$ г, которым на один и тот же участок многократно наносили средство в нативном виде, контрольным животным – дистиллированную воду. После интервала 14 дней наносили разрешающую дозу в том же количестве и проводили учет реакции кожи через 24, 48 и 72 ч.

Обработка полученного цифрового материала проводилась в программе Excel.

Результаты исследований. Для проведения бактериологических исследований готовили микробную взвесь используемых тест-культур и измеряли мутность суспензии бактерий денситометром DEN-1. Количество микробов в 1,0 мл микробной взвеси соответствовало $2,0 \times 10^9$ КОЕ/см³.

В табл. 1 отражены средние данные по результатам бактериологических исследований воздействия средства на тест-культуры методом диффузии в агар.

Таблица 1. Антимикробная активность средства в отношении тест-культур

Культура	Зона лизиса, мм
<i>E. coli</i>	24,2 ± 1,1
<i>S. aureus</i>	23,1 ± 1,3
<i>P. mirabilis</i>	25,1 ± 1,2

Как видно из табл. 1, средство воздействовало на используемые тест-культуры *E. coli*, *S. aureus* и *P. mirabilis*, т. е. культуры были чувствительны к средству.

На втором этапе нами были проведены бактериологические исследования по активности средства в количественном суспензионном методе без белковой и с белковой нагрузками. Результаты исследований отражены в табл. 2.

В опыте по изучению антимикробной активности средства в количественном суспензионном методе установлено, что при обработке данным средством фактор редукции составил выше 5. Согласно СанПиН 21-112-99 дезинфицирующие средства данной группы считаются эффективными для обработки.

Таблица 2. Антимикробная активность средства и фактор редукции к тест-культурам

Тест-культура	Показатель	Ig	RF
<i>E. coli</i>	Средство*	2,08	5,06
	Средство* + 20 % л. с.	2,08	5,01
	Контроль	7,14	
	Контроль л. с	7,09	
<i>S. aureus</i>	Средство*	1,00	5,15
	Средство* + 20 % л. с.	2,04	5,00
	Контроль	6,15	
	Контроль л. с	7,04	
<i>P. mirabilis</i>	Средство*	2,08	5,24
	Средство* + 20 % л. с.	2,28	5,06
	Контроль	7,32	
	Контроль л. с	7,34	

Примечание. *Средство в нативном виде; л. с. – лошадиная сыворотка; RF – фактор редукции (эффективность обеззараживания выражается числом бактерий в опыте по сравнению с контролем).

В опытах по изучению острой токсичности средства при его внутрижелудочном введении белым мышам живым весом $19,0 \pm 1,0$ г с помощью зонда в максимально допустимой дозе при разовом введении ($0,5 \text{ см}^3$) с интервалом 3 ч в течение 24 ч установлено, что все животные остались живы, падежа животных не отмечено. В течение 14 дней после затравки животных вели постоянные клинические наблюдения с регистрацией общего состояния (особенностей поведения, интенсивности и характера двигательной активности, наличия и характера судорог, частоты и глубины дыхательных движений, состояния волосяного и кожного покровов, частоты мочеиспускания и дефекации), реакций на корм, воду и внешние раздражители. Учитывали также количество погибших животных. На 14-й день опыта выживших животных подвергали эвтаназии путем передозировки эфирного наркоза. Всех павших в эксперименте и умерщвленных по его окончании животных вскрывали и макроскопически оценивали состояние внутренних органов.

ЛД₅₀ рассчитывали по методу Кёрбера. Установлено, что у всех подопытных животных отклонений от физиологических норм клинического состояния не выявлено. При вскрытии усыпленных эфиром мышей внутренние органы были без видимых патологических изменений.

Таким образом, средство дезинфицирующее «Пероксорбофит» согласно ГОСТ 12.1.007-76, относится к IV классу опасности – малоопасным веществам.

В опыте по изучению ингаляционной токсичности были использованы белые мыши обоих полов с массой тела $18,0 \pm 0,5$ г. Было сформировано две группы животных – контрольная и опытная. Опыт поставлен при помощи статической затравки в эксикаторе. Перед началом испытаний животных взвешивали.

Установлено, что в течение четырехчасовой экспозиции препарата в экикаторе, а также в течение 14 дней после затравки животные охотно принимали корм, воду. Симптомов интоксикации (угнетение, отказ от корма, учащенное дыхание, взъерошенность шерсти, гибель) на протяжении всего опыта не наблюдалось. При вскрытии мышей по окончании опыта изменений во внутренних органах не обнаружено.

Исследования местно-раздражающих свойств средства показали, что однократное нанесение на кожу морским свинкам нативного средства реакции в виде эритемы, покраснения, болезненности или отека кожи не вызывало. Многократное, в течение 14 дней, нанесение животным средства на один и тот же участок кожи также не вызывало ее раздражения. Средняя оценка выраженности местно-раздражающих свойств средства в нативном виде для экспериментальных животных (морские свинки) составила 0 баллов – отсутствие раздражающего действия.

Определение раздражающего действия средства на конъюнктиву глаз морских свинок проводили визуальной оценкой в баллах. Установлено, что нанесение на слизистую оболочку глаза морских свинок нативного средства вызывало незначительную инъекцию сосудов конъюнктивы в течение первого часа, исчезающую через 1 ч. При дальнейшем наблюдении в течение 24 ч признаков раздражения глаз не наблюдалось, что соответствует 1-й группе – отсутствие раздражения.

Ежедневные кожные аппликации морским свинкам в течение 15 дней нативного препарата и нанесение после 14-дневного перерыва разрешающей дозы не вызывало изменений в реакции организма и состоянии кожного покрова, что говорит об отсутствии у средства сенсibiliзирующих свойств.

Заключение. Средство дезинфицирующее «Пероксисорбофит» оказывает бактерицидное воздействие на культуры *S. aureus*, *E. coli*, *P. mirabilis*.

В количественном суспензионном методе средство с белковой нагрузкой и без нее имело фактор редукции к используемым тест-культурам ≥ 5 lg, что согласно СанПиН считается эффективным.

Согласно ГОСТ 12.1.007-76, средство относится к IV классу (малоопасные вещества), не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки, не аллергенно.

Литература

1. Гацура, В. В. Методы первичного фармакологического исследования биологически активных веществ / В. В. Гацура. – М. : Медицина, 1974. – С. 81–83.
2. Готовский, Д. Г. Дезинфекция в промышленном животноводстве / Д. Г. Готовский. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 268 с.
3. Дезинфекционные средства и технологии. Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфекционных средств : СанПиН 21-112-99. – Минск, 1999. – 14 с.
4. Соколов, В. Д. Комбинированное применение антимикробных средств / В. Д. Соколов // Фармакология и токсикология новых лекарственных средств и кормовых добавок в ветеринарии. – Л. : Наука, 1990. – С. 5–9.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЭПИЗООТОЛОГИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Зубовская И. В., Белуш М. В., Бережинская А. А., Чечеро А. В. Кандидамикозы в животноводстве (обзор)	3
Щемелева Н. Ю., Василькова В. П., Леонтьева Л. В. Сезонная и возрастная динамика инвазирования телят ассоциациями паразитов желудочно-кишечного тракта.....	12
Мамедова М. М. Ассоциация гельминтозных заболеваний овец в хозяйствах Шекинского района Азербайджана	17
Гаджиева А. Т. Возрастная и сезонная динамика зараженности овец гельминтозами в Сабирабадском районе Азербайджана	20
Рустамова С. И. Влияние эхинококковой инвазии на качество мяса крупного рогатого скота.....	24
Мамедова С. А. Ассоциации паразитов у домашних кур в Шеки-Закатальском экономическом районе Азербайджана	28
Байрамов С. Ю. Эпизоотическая характеристика зараженных гельминтами домашних кур в Губа-Хачмазском экономическом районе Азербайджана	32
Юсифова К. Ю. Роль абиотических факторов в развитии гусениц тутового шелкопряда	39

2. ПРОФИЛАКТИКА И ТЕРАПИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Красочко П. А., Понаськов М. А., Бучукури Д. В., Крюкова К. А., Локун Е. В. Пероральные вакцины для иммунизации животных (обзор литературы)	44
Сафарова А. А., Эфендиев Т. В. Хранение и поддержание производственно-вакцинных штаммов пастерелл	52
Абдуллаев М. Г. Иммуногенность эмульгированной инактивированной вакцины против пастереллеза крупного рогатого скота.....	58
Новикова О. Н., Дадашко С. В., Великий С. В., Зубовская И. В., Зинченко А. И. Изучение иммуногенной активности телец включения рекомбинантного штамма-продукта 42eLTV <i>Escherichia coli</i> при конструировании поливалентных вакцин против эшерихиоза сельскохозяйственных животных	63

Насонов И. В., Якубовский С. М., Гуринович О. Л., Пищухина А. О. Влияние включения лецитина в рацион кормления цыплят-бройлеров на напряженность иммунитета к вирусу болезни Ньюкасла и состояние антиоксидантной защиты	68
Адаев Б. Н. Иммунный статус цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» при вакцинации против инфекционного бронхита кур на фоне применения пробиотика «Суб-Про»	76
Архипова Н. В., Клишко Т. В., Зинина Н. В. Проблемы борьбы с клещом <i>Varroa destructor</i>	80
Архипова Н. В., Клишко Т. В., Зинина Н. В. Микробиологическая безопасность мёда: природные антимикробные механизмы и необходимость нормативного контроля	86

3. ВЕТЕРИНАРНАЯ ДИАГНОСТИКА

Тяпша Ю. И., Полоз С. В., Дубаневич О. В. Кариофиллиды: молекулярно-генетические аспекты и перспективы использования в биотехнологии	90
Тяпша Ю. И., Дубаневич О. В., Стрельчяна И. И. Контаминация клеточных культур микоплазмами: методы выявления и анализ	97
Тяпша Ю. И., Дубаневич О. В. Молекулярно-генетические подходы к получению рекомбинантных белков <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> и <i>Mycoplasma bovis</i> в штамм-продуценте <i>E. coli</i>	103

4. ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НЕЗАРАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЖИВОТНЫХ

Головнёва Н. А., Рябая Н. Е., Самарцев А. А., Шашкова Ю. А., Михалюк А. Н., Козел Л. С. Разработка эффективной препаративной формы биопрепарата, предназначенного для профилактики и комплексной терапии эндометритов у коров	111
Гуныкин Д. В. Динамика экспрессии генов антиоксидантных ферментов у телят с желудочно-кишечной патологией на фоне комбинированной терапии	118
Белькевич И. А., Чечеро А. В. Гипокальциемия в перипартурientный период у коров молочного стада и телят	126
Кувяда Н. Н., Кувяда Е. Н., Плахотнюк Е. В., Лизогуб М. Л. Диагностика и лечение анемии у лошадей	133
Тагиев И. К. Влияние микроэлементов на иммунологическую реактивность организма при вакцинации против паратифа	141
Кучинский М. П., Воробьев Ю. Г., Крашевская Т. П., Кучинская Г. М. Безопасность и терапевтическая эффективность ветеринарных глазных капель «Гентадекс-Vet» при патологиях органа зрения	146
Крашевская Т. П., Кучинская Г. М., Кучинский М. П., Савчук Т. М., Мицук Е. А. Острая токсичность ветеринарных глазных капель «Гентадекс-Vet»	152
Полоз С. В., Слободницкая Г. В., Дегтярик С. М., Стрельчяна И. И. Безвредность, токсичность и реактогенность белковых субстанций, полученных из крови и тканей крупного рогатого скота, для рыб	157
Чекрышева В. В. Сравнительная эффективность препаратов для лечения отитов плотоядных	164

5. ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ, КОРМЛЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Портной А. И., Шейко И. П., Тимошенко В. Н., Песоцкий Н. И., Песоцкий Е. Н. Пути повышения сохранности молочного скота.....	168
Радчиков В. Ф., Кот А. Н., Цай В. П., Бесараб Г. В., Джумкова М. В., Богданович И. В. Влияние способа кормления на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота.....	173
Радчиков В. Ф., Сапсалёва Т. Л., Пилюк Н. В., Богданович И. В., Голуб И. А., Маслинская М. Е. Эффективность использования в кормлении молодняка крупно- го рогатого скота разных белковых кормов.....	177
Радчиков В. Ф., Кот А. Н., Бесараб Г. В., Джумкова М. В., Пилюк С. Н., Копыт- ков В. В. Влияние скармливания разных форм цинка на эффективность выращи- вания молодняка крупного рогатого скота.....	187
Кот А. Н., Радчикова Г. Н., Сапсалёва Т. Л., Цай В. П., Симоненко Е. П., Шевцов А. Н., Бесараб Г. В., Джумкова М. В. Физиологическое состояние и про- дуктивность молодняка крупного рогатого скота при разном соотношении азотсо- держающих веществ и углеводов.....	192
Кот А. Н., Радчиков В. Ф., Бесараб Г. В., Джумкова М. В., Серяков И. С., Петров В. И. Пищеварение в рубце и обмен веществ у молодняка крупного рогатого скота при скармливании хрома в органической форме.....	198
Короткий В. П., Рыжов В. А., Богданович Д. М., Радчиков В. Ф., Сонич Н. А. Кормовая фитогенная добавка в кормлении телят.....	204
Сапсалёва Т. Л., Радчиков В. Ф., Цай В. П., Кот А. Н., Бесараб Г. В., Богда- нович И. В., Горлов И. Ф., Мосолов А. А. Использование кормов из семян рапса в кормлении телят.....	211
Голуб И. А., Маслинская М. Е., Сапсалёва Т. Л., Цай В. П., Радчиков В. Ф., Джумкова М. В. Продуктивные показатели молодняка крупного рогатого скота при включении в рацион жмыха льна-долгунца.....	216
Короткий В. П., Рыжов В. А., Усманова Е. Н., Кузякина Л. И., Богданович Д. М., Радчиков В. Ф. Эффективность использования кормовых добавок на основе хвои в кормлении коров.....	222
Щербакова Г. Ш., Попов Н. И., Гунашев Ш. А., Рамазанова Д. М., Гаджимурадова З. Т., Мирзоева Т. Б. Результаты производственных испытаний препарата «Дезиол Вет» на автомобильном транспорте для перевозки животных.....	227
Каменская Т. Н., Лукьянчик С. А. Обработка помещения для содержания телят новым сухим дезинфицирующим средством.....	233
Каменская Т. Н., Лукьянчик С. А. Изучение антимикробной активности и токсич- ности порошкового дезинфицирующего средства для обработки объектов ветери- нарного надзора.....	237

Научное издание

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
ВЕТЕРИНАРНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ**

**Материалы Международной научно-практической конференции
Минск, 24 октября 2025 г.**

Ответственный за выпуск *О. Н. Пручковская*
Художественный редактор *Ю. П. Барабанова*
Технический редактор *М. В. Савицкая*
Компьютерная верстка *О. А. Ткачёва*

Подписано в печать 08.10.2025. Формат 70×100¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 19,99. Уч.-изд. л. 15,0. Тираж 116 экз. Заказ 192.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».
Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220084, г. Минск