№3-2025
МАЙ-ИЮНЬ/MAY-JUNE

ВЕТЕРИНАРИЯ И КОРМЛЕНИЕ | VETERINARIA I KORMLENIE

Международный научный журнал открытого доступа | International scientific journal of open access

ВАК

Журнал включен в
ВАК, RSCI, РИНЦ,
ядро РИНЦ, CrossRef, DOAJ, Agris,
отраслевые СМИ Минсельхоза РФ

ISSN:1814-9588
DOI:10.30917/1814-9588

Журнал награжден медалями

Академик РАН, избранный общим собранием членов РАН 29-30 мая 2025 г.

Отделение сельскохозяйственных наук РАН, зоотехния и ветеринария.

Забережный Алексей Дмитриевич

Доктор биологических наук, академик РАН, профессор. Директор. Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности (ФГБНУ ВНИТИБП)

Члены-корреспонденты РАН, избранные общим собранием членов РАН 29-30 мая 2025 г.
Отделение сельскохозяйственных наук РАН

Комаров Александр Анатольевич
доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, профессор. Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва

Котарев Вячеслав Иванович
доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, профессор. ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, г. Воронеж

Позябин Сергей Владимирович
Доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, профессор, ректор. Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва

На вакансию для Сибирского отделения РАН
Глотов Александр Гаврилович

Доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, профессор, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., п. Краснообск

Иностранные члены РАН, избранные общим собранием членов РАН 29-30 мая 2025 г.
По отделению сельскохозяйственных наук РАН
Исмаилизаде Али,
Иран

СТР.
3–5
→

Редакционная коллегия / Editorial board

Russia Moscow
M. Gulyukin

М.И. Гулюкин
Россия, Москва

Spain Madrid
L. Enjuanes

Луис Енхуанес
Испания, Мадрид

USA, Manhattan
I. Morozov

И.А. Морозов
США, Манхэттен

Russia Moscow
A. Panin

А.Н. Панин
Россия, Москва

Russia Moscow
A. Smirnov

А.М. Смирнов
Россия, Москва

Russia Moscow
B. Usha

Б.В. Уша,
Россия, Москва

Poland Warsaw
T. Stadejek

Томаш Стадиек,
Польша, Варшава

Russia S.Posad
V. Fisinin

В.И. Фисинин,
Россия, С. Посад

Полная информация о членах редакционной коллегии и редакционного совета размещена на сайте журнала

Full information about the members of the editorial board is posted on the journal's website

Редакционный совет / Editorial board

Алиев А.Ю.
Махачкала, Россия
Aliev A.Y.
Makhachkala,
Russia

Бригида А.В.
пос. Воровского,
Россия
Brigida A.V.
p.Vorovsky,
Russia

Гринь С.А.
Щелково,
Россия
Grin S.A.
Schelkovo,
Russia

Еремия Н.Г.
Кишинев,
Молдова
Eremia N.G.
Kishinev, Moldova

Иванов Е.А.
Красноярск,
Россия
Ivanov E.A.
Krasnoyarsk,
Russia

Клетикова Л.В.
Иваново,
Россия
Kletikova L.V.
Ivanovo,
Russia

Красочко П.А.
Витебск,
Беларусь
Krasochko P.A.
Vitebsk,
Belarus

Лысенко Ю.А.
Москва,
Россия
Lysenko Y.A.
Moscow,
Russia

Некрасов Р.В.
Подольск,
Россия
Nekrasov R.V.
Podolsk,
Russia

Слепцов Е.С.
Якутск,
Россия
Sleptsov E.S.
Yakutsk,
Russia

Стекольников А.А.
С.-Петербург,
Россия
Stekolnikov A.A.
S.-Petersburg,
Russia

Ткачев А.В.
Москва,
Россия
Tkachev A.V.
Moscow,
Russia

Чекрышева В.В.
Ростов-на-Дону,
Россия
Chekrysheva V.V.
Rostov-on-Don,
Russia

Шантыз А.Х.
Краснодар,
Россия
Shantyz A.K.
Krasnodar,
Russia

Шаповалов С.О.
Москва,
Россия
Shapovalov S.O.
Moscow,
Russia

Международный научный рецензируемый журнал открытого доступа
«Ветеринария и кормление» / «Veterinaria i kormlenie»
International scientific peer-reviewed open access journal
Подписной индекс в каталоге Почта России - ПН631
109428, Москва, Рязанский проспект, д. 24, стр.1, офис 916
Тел.: +7916 819-48-13 www.vetkorm.ru.
Учредитель – ООО «Агентство творческих технологий».
Свид-во о регистрации ПИ № ФС77-18901 от 19.11.2004 г.
ISSN:1814-9588 DOI:10.30917/1814-9588
Подписано в печать 21.05.2025. Отпечатано ООО «ПринтЮ»
Заказ 52547. Тираж 2000

№ 3/2025

Главный редактор
Храменков Владимир Александрович
Выпускающие редакторы:
№1 Некрасов Р.В., Красочко П.А.
№2 Алиев А.Ю., Слепцов Е.С.
№3 Ткачев А.В., Еремия Н.Г., Шантыз А.Х.
№4 Гринь С.А., Стекольников А.А., Бригида А.В.
№5 Клетикова Л.В. Шаповалов С.О.
№6 Иванов Е.А., Чекрышева В.В., Лысенко Ю.А.

Полное или частичное воспроизведение, размножение любым способом материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения редакции со ссылкой на журнал. Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции. Ответственность за содержание и достоверность информации в публикациях, включая рекламные, полностью несет автор. *©Журнал «Ветеринария и кормление», 2025*

«Нам не нужна наука ради науки»

В конце мая в Москве состоялось Общее собрание членов Российской академии наук.

Со вступительным словом на собрании выступил президент РАН, академик РАН **Красникова Г.Я.** Собравшимся было доложено о приоритетных направлениях деятельности РАН по реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными. Представлена информация о работе президиума РАН за отчетный период, о работе региональных отделений РАН, состоялась общая дискуссия.

Оживленный интерес вызвала информация о работах, удостоенных Большой золотой медали РАН имени М.В. Ломоносова 2024 года, Большой золотой медали РАН имени Н.И. Пирогова 2024 года. О работах, удостоенных РАН золотых медалей имени выдающихся ученых 2024 года. Научные доклады лауреатов

Большой золотой медали Российской академии наук имени М.В. Ломоносова 2024 года.

В рамках большого собрания РАН состоялось общее собрание Отделения сельскохозяйственных наук. С отчетом о научно-организационной работе Отделения сельскохозяйственных наук РАН выступил академик-секретарь Отделения, академик РАН **Лобачевский Я.П.** В своем докладе Яков Петрович подробно доложил о результатах выполнения фундаментальных и поисковых научных исследований в 2024 г.

С содокладами выступили заместители академика-секретаря – руководители секций по направлениям исследований. Были представлены доклады секций:
– экономики, земельных отношений и социального развития села;
– земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства;
– растениеводства, защиты и биотехнологии растений;
– зоотехнии и ветеринарии;
– механизации, электрификации и автоматизации;
– хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Логично, что их руководители старались представить работу секций в лучшем свете. На мой взгляд, получилось это не убедительно. Косвенно подтвердил мое впечатление от докладов и директор департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки **Багиров В.А.** По каждому выступлению руководителей секций у него были замечания. – В каждом выступлении должны быть стратегические задачи. Нам не нужна наука ради науки – резюмировал Вугар Алиевич.

Не сильно оптимистичным было и выступление вице-президента РАН, академика РАН **Долгушкина Н.К.** – Уровень технологического суверенитета по

сельскому хозяйству составляет около 50 процентов. Кроме хороших результатов мы должны видеть проблемы, – подчеркнул Николай Кузьмич.

Кроме отраслевых проблем обсуждались и другие вопросы. Как главный редактор журнала ВАК обратил внимание на не прекращающиеся споры об индексе Хирша. Единого мнения в научном сообществе по этому вопросу нет. Часть ученых яростно критикуют оценку вклада ученых по этому принципу. В то же время не предлагают ничего другого.

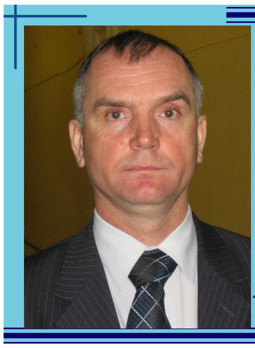
Не ошибусь, если скажу, что самым чувствительным вопросом четырехдневной программы работы общего собрания были выборы академиков и членов-корреспондентов РАН. Их результаты представлены на обложке журнала.

Владимир Храменков,
главный редактор

Редакция выражает благодарность главному специалисту отдела сельскохозяйственных наук РАН Скире Василию Николаевичу за помощь при подготовке материала.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-1
УДК631

О перспективах развития международного сотрудничества научно-исследовательских учреждений



Скира В.Н. / Skira V.N.

Скира В.Н., доктор ветеринарных наук, профессор, главный специалист Отдела сельскохозяйственных наук Российской академии наук, г. Москва, v.skira@yandex.ru

Ключевые слова: научное исследование, генетические ресурсы, растениеводство, опустынивание, животноводство, повышение квалификации, патент.

Резюме. В статье приведены результаты мониторинга международного сотрудничества научных организаций Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, находящихся под научно-методическим руководством Отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук.

On the prospects for the development of international cooperation between research institutions

Key words: scientific research, genetic resources, plant growing, desertification, animal husbandry, advanced training, patent.

Abstract. The article presents the results of monitoring international cooperation of scientific organizations of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, under the scientific and methodological guidance of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences.

В 2024 г. международное научно-техническое сотрудничество научных учреждений Минобрнауки России, находящихся под научно-методическим руководством ОСХН РАН, осуществлялось на основе участия в реализации международных грантов, проектов, долгосрочного сотрудничества с зарубежными институтами по проведению совместных исследований и обмену опытом с министерствами, академиями наук, научно-исследовательскими учреждениями, университетами, фирмами и другими организациями. В 2024 г. заключены 11 договоров по сотрудничеству с организациями, 8 научных сотрудников иностранных организаций прошли курсы повышения квалификации. Отечественными учеными совместно с зарубежными опубликовано 26 научных статей в высокорейтинговых журналах, 1 монография, сделано 35 докладов, получен международный патент. Ученые приняли участие в работе более 35 международных конференций, семинаров, симпозиумов, выставок и т.д.

17 января 2024 г. проведена видеоконференция ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (директор Устюжанин И.А., научный руководитель, академик РАН Сысуев В.А., зав. отделом озимой ржи Уткина Е.И.) и АО "Кирово-Чепецкий хлебокомбинат", ТМ "Чудохлеб" с китайскими коллегами по вопросам использования зерна и муки озимой ржи для здорового хлебопечения. Китайскую сторону представляли: председатель правления корпорации Чжунцин Ву Цинцзюнь, председатель правления корпорации Даньцин и Цзилинской компании здорового питания "Амур" Ци Ловень, вице-председатель правления корпорации Даньцин Ли Синьцзю, руководство Цзилинской компании здорового питания "Амур". В ходе обсуждения приняли решение о подготовке контракта на поставку в Китай ржаной и пшеничной муки, а также хлебной продукции АО "Кирово-Чепецкий хлебокомбинат".

22 января 2024 г. ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН посетил Ли Исень, председатель правления ООО "Сэньфэн" по семеноводству картофеля (городской уезд Якши городского округа Хулун Буир автономного района Внутренняя Монголия, Китай) для обсуждения возможностей сотрудничества в области испытания сортов картофеля.

30 января 2024 г. в ФГБНУ "ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова" состоялось рабочее совещание с представителями Государственного коммунального предприятия на праве хозяйственного ведения "Кокшетау Су Арнасы" при акимате г. Кокшетау Республики Казахстан. Делегацию представляли Салыков Д.С., Амиржанов А.Ж., Айтбаев Н.Т. В работе совещания приняли участие Титов П.М., вице-президент АНО "Международный альянс стратегических проектов БРИКС" и Киркевич Н.А., директор ООО "Двенадцать". В ходе встречи стороны обменялись опытом применения экобиологической реабилитации сточных вод, намечены перспективы для совместной научной деятельности.

2 февраля 2024 г. главный научный сотрудник отдела "Сибирский НИИ сыроделия" ФГБНУ ФАНЦА д.т.н. Мусина О.Н. издала монографию совместно с профессором кафедры "Биотехнология" Toraighyrov university (Республика Казахстан) Тугановой Б.С. Научный труд издан на казахском языке под названием "СҮТ ЖЭНЕ ДЭН ДАКЫЛДАРДЫ КҮРАСТЫРУ НЕГІЗІНДЕГІ ПОЛИКОМПОНЕНТТІК ОНІМДЕР", посвящен различным технологическим аспектам комбинирования молочного и зернового сырья.

4 февраля 2024 г. академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои Синеговская В.Т. получила китайскую правительственную Премию Дружбы, ставшую признанием её значительного вклада в развитие научно-технического сотрудничества между Россией и Китаем в области соеводства.

5 февраля 2024 г. в г. Москве состоялась встреча директора ФНЦ агроэкологии РАН Беляева А.И. с чрезвычайным и полномочным послом Китайской Народной Республики в Российской Федерации Чжан Ханьхуэй. На встрече обсуждались важнейшие вопросы борьбы с опустыниванием регионов Китайской Народной Республики. По итогам встречи планируется заключение соглашения и экспедиция сотрудников ФНЦ агроэкологии РАН в КНР с целью развития международного, научного и практического сотрудничества в данной сфере.

5–9 февраля 2024 г. ФНЦ "ВИК им. В.Р. Вильямса" посетила делегация РУП "Научно-практический центр НАН

Беларуси по земледелию" во главе с генеральным директором, к.с.-х.н. Кравцовым С.В. В ходе визита обсуждались вопросы сотрудничества в области селекции, семеноводства кормовых культур; намечены точки наибольшего совпадения научных и производственных интересов обеих стран, определены наиболее важные направления исследований и наиболее значимые кормовые культуры; определены сроки начала исследований и ожидаемые результаты.

12 февраля 2024 г. учеными СФНЦА РАН и Самаркандским государственным университетом (Узбекистан) заложен опыт по выращиванию хлопчатника (Goss?pium hirs?tum) в условиях контролируемого климата для дальнейшей адаптации к условиям Сибири. На изучении находится 16 образцов различного морфотипа. Для создания условий максимально приближенных к естественному ареалу и зонам возделывания хлопчатника сконструирован отдельный гроубокс, в котором ведутся фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, оценивается реакция сортов на внешние факторы (температура почвы, влажность воздуха). Все образцы характеризуются 100% всхожестью, наличием 2–4 настоящих листьев и высотой растений до 10 см. У некоторых образцов уже отмечено формирование первой плодовой ветви. В дальнейшем планируется сравнительный анализ образцов по основным хозяйственно-ценным признакам.

В период с 18–27 февраля 2024 г. состоялся визит делегации Корейской Народно-Демократической Республики во главе с Президентом Академии сельскохозяйственных наук Ким Гван Уком в ФГБНУ ФИЦ "Немчиновка", ФГБНУ ФНЦО и ФГБУН СФНЦА РАН. Подписано соглашение о научном сотрудничестве между Академией сельскохозяйственных наук КНДР и ФГБНУ ФИЦ "Немчиновка" по ряду направлений, в том числе: разработка и внедрение новых технологий в селекции сортов зерновых культур, создание новых перспективных сортов зерновых культур с использованием современных методов в селекции; проведение экологических испытаний созданных новых сортов зерновых культур в почвенно-климатических условиях КНДР; разработка и внедрение эффективных технологий возделывания перспективных сортов зерновых культур в почвенно-климатических условиях КНДР, подготовка высококвалифицированных специалистов в указанных областях исследований.

Заключено соглашение между ФГБНУ ФНЦО и Пхеньянским НИИ овощеводства при АСХН КНДР. Научным сотрудникам из организаций АСХН КНДР предложено публиковать научные статьи в журналах издательства ФГБНУ ФНЦО: "Овощи России" и "Известия ФГБНУ ФНЦО".

29 февраля 2024 г. ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН посетили представители Северо-Восточного сельскохозяйственного университета (г. Харбин): Ши Ин, профессор сельскохозяйственного института, директор Научно-исследовательского института картофеля, генеральный секретарь комитета по картофелю общества сельскохозяйственных культур Китая и Чжан Ли, профессор сельскохозяйственного института, заместитель директора исследовательского центра экономических культур. Обсуждались вопросы разработки и совершенствования селекционных методик на основе достижений биотехнологии, методов ускоренного размножения растений и технологий возделывания картофеля.

29 февраля 2024 г. в формате онлайн прошла рабочая встреча ученых ФГБНУ "ФНЦ пчеловодства" с Казахским национальным аграрным исследовательским университетом. На встрече с казахской стороны приняли участие сотрудники кафедры машиной эксплуатации имени И.В. Сахарова инженерно-технического факультета. По итогам встречи принято решение о дальнейшем сотрудничестве, обмене опытом и научными достижениями.

6 марта 2024 г. ФГБНУ ФАНЦА посетила делегация ученых из ТОО "Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция". В ходе визита достигнуты договоренности и подписан меморандум о развитии сотрудничества в сфере научно-практической и образовательной деятельности. На базе отдела Алтайский НИИСХ ФГБНУ ФАНЦА проведена научная стажировка сотрудников ТОО "Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция" по направлению "растениеводство".

6 марта 2024 г. Комитетом по делам Содружества Независимых Государств Евразийской интеграции и связям с соотечественниками Государственной Думы проведен круглый стол на тему "Научное сопровождение углубления интеграционных процессов в сфере обеспечения продовольственной безопасности Союзного государства (к 25-летию Союзного государства)". В работе круглого стола приняли участие депутаты Парламентского Собрания Союза Беларуси и России, Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации и Республики Беларусь, представители РАН, Национальной академии наук Беларуси, научных и образовательных организаций, экспертного сообщества.

От ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ приняли участие и выступили академик РАН Папцов А.Г., академик РАН Алтухов А.И. и профессор Новичков Н.В. По итогам работы круглого стола приняты рекомендации, включающие предложения органам законодательной и исполнительной власти по совершенствованию законодательного и научного сопровождения решения рассматриваемой проблемы.

6 марта 2024 г. ботанический сад ФИЦ СНЦ РАН посетила делегация Центрального комитета Коммунистического союза молодежи Хо Ши Мина из Вьетнама, которую возглавили первый секретарь Буй Куанг Хи и секретарь центрального союза молодёжи Нго Ван Кыог. Администрация Центра провела для гостей экскурсию в ботаническом саду "Дерево Дружбы". На дереве произрастают и плодоносят привитые ветви 45 видов цитрусовых, произведено более 600 прививок, которые были сделаны руками не только селекционеров, но и знаменитых людей: космонавтов, политических и общественных деятелей, ученых из 167 стран мира. В музее ботанического сада Центра хранится около 30 подарков вьетнамского народа – вазы, открытки, статуэтки и другие вещи, хранящие в себе культуру Вьетнама.

7 марта 2024 г. ФИЦ СНЦ РАН посетил Министр высшего образования, инноваций, науки и развития технологий Республики Зимбабве Амон Мурвир. В ходе делового общения сложились договоренности о сотрудничестве в области субтропического растениеводства по обмену генетическими ресурсами, сортами чая, произрастающего в Зимбабве и в Сочи, в сфере геопространственного анализа и мониторинга опасных природных явлений, в области экономики туризма по синхронному развитию научного туризма в России и Республике Зимбабве.

14 марта 2024 г. делегация во главе советника Посольства Республики Казахстан в Российской Федерации Кима Е.Г. провела переговоры с ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко" о расширении сотрудничества в отрасли селекции и семеноводства. Делегации продемонстрировали работу фитотронно-тепличного комплекса по ускорению селекции, испытаниям сортов на устойчивость к низким температурам и к болезням, а также монтаж оборудования для осуществления цифрового фенотипирования. По итогам встречи принято решение о расширении сотрудничества ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко" с Республикой Казахстан и пригласили на День поля-2024, что является лучшим способом открыть новые возможности для увеличения урожаев – увидеть крас-

нодарские сорта в реальных полевых условиях.

19 марта 2024 г. в г. Москве состоялось заседание совета Торгово-промышленной палаты Российской Федерации по внешнеэкономической деятельности и Комитета ТПП Российской Федерации по развитию агропромышленного комплекса на тему "Развитие торговых связей России со странами БРИКС в сфере АПК в новых экономических реалиях". Участники заседания, среди которых были представители Российского экспортного центра, профильных деловых и научных кругов, руководители российских ассоциаций и союзов производителей продовольствия, обсудили широкий спектр актуальных вопросов экспорта продукции АПК России; дана оценка торговли агропромышленной продукцией в БРИКС. Особое внимание уделено условиям доступа российской экспортной сельхозпродукции на рынки стран БРИКС и логистического обеспечения экспорта, в первую очередь транспортировки экспортных грузов. В роли основного модератора работы заседания выступил председатель Комитета ТПП по развитию агропромышленного комплекса, заместитель президента РАН, академик РАН Чекмарев П.А. По итогам состоявшихся обсуждений руководством ТПП Российской Федерации запланировано подготовить соответствующие предложения и рекомендации и направить их в Правительство Российской Федерации.

С 22 марта 2024 г. сотрудники лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства ФГБНУ ФНЦ агроэкологии РАН – заместитель директора, руководитель центра по селекции и семеноводству Солонкин А.В., младший научный сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства Егоров С.А. и ученый секретарь центра Пугачёва А.М. находились в Республике Вьетнам, где совместно с вьетнамскими коллегами проводили научно-исследовательскую работу по теме Э-1.6: "Разработка технологии выращивания саженцев главных видов деревьев коренных лесов Вьетнама, как основа решения фундаментальной научной задачи восстановления тропических лесов". Проведены экспедиционные обследования естественных лесных массивов с целью выделения плодоносящих видов и определения биологии их плодоношения; работа по разработке и изучению различных приемов размножения и выращивания сеянцев и саженцев ценных тропических древесных видов в экспериментальном питомнике; наблюдения за экспериментальными посадками на участках лесовосстановления для определения оптимальных условий и способов приживаемости, роста и развития сеянцев и саженцев на постоянном месте. В экспедиционных обследованиях в естественных лесных массивах заповедника Кон Тю Ранг были отмечены виды, плодоносящие в зимне-весенний период, определены сроки и периодичность их плодоношения, собран семенной материал. В экспериментальном питомнике получены результаты по всхожести семян, росту и развитию сеянцев и саженцев ценных видов, перспективных для восстановления коренных лесов Республики Вьетнам.

25 марта 2024 г. ФГБНУ ФНЦ ЗБК посетила делегация НАО "Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина" (г. Астана) в составе к.с.-х.н., заведующей кафедрой "Земледелие и растениеводство" Байтеленовой А.А. и к.с.-х.н., ассоциированным профессором кафедры "Земледелия и растениеводства" Кипшакбаевой Г.А. На встрече обсудили перспективы дальнейшего сотрудничества, обмен опытом, согласованы сроки и график стажировки докторанта 3-го курса НАО "Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина" в ФГБНУ ФНЦ ЗБК под руководством научного руководителя, член-корреспондента РАН Зотикова В.И.

В период с 28 по 30 марта 2024 г. на базе Северо-Западного сельскохозяйственного и лесного университета провинции Шэньси (КНР) прошел семинар по растениеводству и развитию сельских районов, в котором принял участие ФГБНУ "Омский АНЦ". С докладом на семинаре выступил руководитель селекционно-семеноводческого центра ФГБНУ "Омского АНЦ", к.с.-х.н. Николаев П.Н. и отметил, что Центр делает значительный акцент на взаимодействии с коллегами из Китая. Подписано соглашение о научном сотрудничестве с агрономическим колледжем (факультетом) университета и о проведении экологического сортоиспытания сортов сои, ячменя селекции ФГБНУ "Омский АНЦ" на территории Китая.

2 апреля 2024 г. НАН Кыргызской Республики и СФНЦА РАН заключили соглашение о взаимовыгодном сотрудничестве, взаимодействии и совместной научно-технической деятельности в области наук о жизни, рационального природопользования, приборного и экспериментально-технического взаимодействия. Целями Соглашения являются: обмен научными знаниями, накопленным опытом, проведение совместных научных исследований, создание совместных лабораторий, разработка научно-практических и методических рекомендаций; определение перспективных направлений подготовки, профессиональной переподготовки и повышения квалификации специалистов и научно-педагогических кадров высшей квалификации; изучения цифровых систем управления земледелием; изучение агрохимии и её влияния на устойчивость систем; сотрудничество в области изучения вопросов защиты растений; сотрудничество по направлению ветеринарии в области изучения болезней животных и гистологических исследований; совместная научно-техническая деятельность в области изучения вторичных метаболитов лекарственных растений, в области селекции плодово-ягодных культур, селекции животных и сельскохозяйственных культур, обмен дикими и культурными формами; развитие совместной издательской деятельности, взаимного обмена информационными образовательными ресурсами и т.д.

С 29 марта по 4 апреля 2024 г. и.о. руководителя ВНИИО – филиал Федерального научного центра овощеводства профессор РАН Иванова М.И. и главный научный сотрудник сектора агробиотехнологий, доктор биологических наук Поляков А.В. посетили Shouguang Vegetable Industry Group Food Co., Ltd. (г. Шоугуан, провинция Шаньдун, Китай) – ведущую компанию интегрирующую производство овощей, глубокую переработку фруктов и овощей, складскую логистику, импортную и экспортную торговлю. Компания разрабатывает сорта и продвигает семена овощных культур, международным обучением в сельском хозяйстве, проектированием теплиц, строительством и эксплуатацией оптовых рынков сельхозпродукции. В рамках встречи были обсуждены вопросы научного сотрудничества.

4 апреля 2024 г. ФНЦ агроэкологии РАН в составе директора Беляева А.И. и заместителя руководителя центра по борьбе с опустыниванием территорий Кузенко А.Н. провел рабочую встречу с представителями компании "Восток" из Китая. Стороны договорились о расширении взаимодействия в части применения и апробации технологий и технических решений в области борьбы с процессами деградации почв и опустыниванием на территории Китайской Народной Республики и Российской Федерации.

В рамках научного сотрудничества в марте-апреле 2024 г. сотрудники лабораторий гидрологии, геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН изучали процессы формирования и динамики грунтовых и поверхностных вод в дельте реки Меконг. В ходе экспедиционных исследований на ключевых участках были отобраны пробы почвы и грунтовой воды для последующих лабораторных анализов; проведено гидрогеологическое профилирование, полевое спектрорадиометрирование территории. Полученные материалы позволили выполнить классификацию и типизацию грунтовых вод. На основе фотоэталонов были вычислены вегетационные и водные индексы, которые использовались для корректировки классификации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) высокого пространственного разрешения. С помощью спектрозональных данных ДЗЗ были построены растры с индексами, полученными в ходе полевых исследований. Результаты экспедиционных работ имеют огромное значение при оптимизации водопользования и решения других практических задач региона.

17 апреля 2024 г. администрация ФГБУН НИИСХ Крыма провела переговоры с представителями инвестиционной компании из Гонконга и участниками российско-китайского фонда "Союз" на предмет сотрудничества в области научно-производственного внедрения в таких направлениях, как выращивание и переработка эфиромасличных и лекарственных растений, а также производство микробиологических препаратов. Инвесторам из Китая передана презентация, посетили торгово-выставочный центр и ознакомились с ассортиментом представленной продукции Института.

С 21 по 27 апреля 2024 г. в Индии находилась делегация ФГБУН "НБС-ННЦ" с целью установления сотрудничества с индийскими коллегами. Делегация посетила Пенджабский аграрный университет (г. Лудхиана) и Университет сельского хозяйства и агротехнологий имени Чандра Шекхара Азада (г. Канпур). В ходе визита были определены направления научного сотрудничества и согласован текст Соглашения о сотрудничестве.

16 мая 2024 г. директор ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН член-корреспондент РАН Зезин Н.Н. выступил с докладом "Научное обеспечение селекции и оригинального семеноводства картофеля на Урале" на Российско-Китайском форуме по продовольственной безопасности и пищевой науке (Северо-Восточный сельскохозяйственный университет, г. Харбин). В рамках форума ректор СВСХУ Фу Цян и директор УрФАНИЦ УрО РАН Зезин Н.Н. торжественно открыли совместную международную российско-китайскую лабораторию по картофелю.

С 15 по 19 мая 2024 г. состоялась рабочая поездки делегации в составе: директора ФГБНУ ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова академика РАН Шевченко В.А., директора ФГБНУ Верхневолжского ФАНЦ к.б.н. Щукина И.М. и заведующего кафедрой экологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева д.б.н. Васенёва И.И. в Северо-Восточный сельскохозяйственный университет (г. Харбин). По вопросам улучшения плодородия почв и продовольственной безопасности проведено 5 рабочих встреч с китайскими коллегами, с обсуждением приоритетных задач и форм сотрудничества, и подписанием рамочных двухсторонних соглашений о сотрудничестве. Были определены основные направления сотрудничества:

– разработка и совершенствование адаптивных, экологически безопасных ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, применимых к условиям Северо-Востока Китая и сопоставимых регионов России;

– разработка, верификация и локализация лучших доступных почво- и углерод-сберегающих агротехнологий, направленных на сохранение и повышение плодородия почв Северо-Востока Китая и сопоставимых регионов России;

– проведение совместных научно-практических конференций, семинаров, тренингов, круглых столов и других научно-образовательных мероприятий с целью повышения агроэкологических компетенций руководителей и специалистов профильных структурных подразделений;

– взаимный обмен учеными для чтения лекций, консультаций, проведения совместных научных исследований, сетевых занятий и производственных стажировок по темам, представляющим обоюдный интерес.

Сформирован ориентировочный план дальнейшей работы и поставлены конкретные цели на ближайшее время: посещение специалистами Китая ведущих научных площадок России (включая ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ, ФГБНУ ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), организация почвенной агроэкологической экспедиции на территорию Северо-Восточного региона Китая для более глубокого понимания основных процессов, потенциала, скорости деградации черноземных почв и поиска наиболее эффективных технологий их защиты, подготовка к подписанию соглашения о международном сотрудничестве, в сфере повышения плодородия почв при использовании продуктов переработки торфа, с созданием международного консорциума из ведущих аграрных университетов, институтов и заинтересованных компаний.

Начато обсуждение концепции создания международного научно-исследовательского института, специализирующегося на улучшении плодородия и агроэкологического состояния почв, защите окружающей среды сельских территорий.

20 мая 2024 г. делегация ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко" в составе заместителя директора по семеноводству и развитию к.с.-х.н. Керимова В.Р., заведующей лабораторией селекции на устойчивость к болезням отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале члена-корреспондента РАН Абловой И.Б. и ведущего научного сотрудника отдела к.с.-х.н. Яновского А.С. посетила Научно-исследовательский институт зерна и зернобобовых культур в Андижанской области Республики Узбекистан и приняли участие в Международной научно-практической конференции "Перспективы возделывания зерновых, бобовых, масличных и кормовых культур с высокой устойчивостью к глобальным климатическим изменениям, урожайностью и качеством зерна". С 1997 г. селекционные достижения краснодарских ученых успешно проходят испытания в НИИ зерна и зернобобовых культур в Андижанской области. Для условий Республики Узбекистан районировано 30 сортов и гибридов зерновых и зернобобовых культур, а в 2023 г. эту линейку пополнили еще 10 новинок. Также 6 разработок переданы на госсортоиспытания. Краснодарские ученые помимо участия в теоретической и докладной части осмотрели посевы на демонстрационных участках института, а также посетили выставку технологий капельного орошения.

21 мая 2024 г. заведующая отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале академик РАН Беспалова Л.А. и ведущий научный сотрудник отдела к.с.-х.н. Яновский А.С. с рабочим визитом посетили Италию. Обсудили с коллегами и с производителями ключевые вопросы отрасли, твердая пшеница вызывает повышенный интерес как у производителей, так и у переработчиков и экспортеров.

22 мая 2024 г. делегация от Краснодарского края (директор ОСХ "Колос" ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко" Михалко А.В. и директор филиала учреждения – НПХ "Кубань" Никитенко А.Б.) посетили заводы Китая, производящие оборудование для подготовки семян сельхозкультур высших репродукций. В ходе поездки руководители хозяйств ознакомились с производственными процессами на заводах, расположенных в Пекине и Шанхае, осмотрели образцы передово-

го оборудования для семяочистительных линий и перспективы научного сотрудничества.

23 мая 2024 г. ФГБНУ "ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха" посетила делегация представителей Каршинского инженерно-экономического института (Республика Узбекистан). В рамках визита делегация ознакомилась с новейшими достижения Центра в области селекции и семеноводства картофеля. Особый интерес вызвали инженерные решения, которые применяют специалисты Центра при посадке и уборке клубнеплодов. По итогам визита подписано Соглашение о взаимном сотрудничестве между учреждениями по разработке и внедрению промышленных технологий возделывания и первичной переработки картофеля и топинамбура.

24 мая 2024 г. ВИР и Национальный центр знаний и инноваций в сельском хозяйстве при Министерстве сельского хозяйства Республики Узбекистан подписали Соглашение о научном сотрудничестве. В качестве приоритетных направлений выделены разработка единых методических подходов к долгосрочному сохранению генетических ресурсов растений, совместные экспедиции для мобилизации в биоресурсные коллекции учреждений разнообразия редких и исчезающих видов, культурных растений и их диких родичей, изучение образцов современными методами, проведение совместных научных конференций и семинаров, развитие академической мобильности.

24 мая 2024 г. делегация Корейской Народно-Демократической Республики посетила с рабочим визитом ФГБНУ "ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН. Председатель Государственного комитета по науке и технике Ли Чхун Гир выразил огромную благодарность специалистам Центра за теплый прием и обозначил заинтересованность специалистов КНДР в сотрудничестве в области изучения и разработки условий переработки и хранения сельскохозяйственного сырья, разработки методов исследований, обучения специалистов из Северной Кореи технологиям пищевых продуктов, современным методам исследований; выразили готовность к обмену научными делегациями, разработке совместных проектов, участия в публикациях и конференциях.

24 мая 2024 г. ФГБНУ ВИЛАР посетила делегация Социалистической Республики Вьетнам. Целью посещения явилось обсуждение и заключение Договора о научном сотрудничестве между Ханойским медицинским университетом и ФГБНУ ВИЛАР в области поиска, изучения лекарственных растений и создания на их основе лекарственных средств.

29 мая 2024 г. ФГБНУ "ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки" посетила делегация из Корейской Народно-Демократической Республики. Возглавлял делегацию секретарь Пхеньянского городского комитета Ли Ын Сок. Гости с интересом ознакомились с историей развития аграрной науки на Дальнем Востоке, изучили опыт работы аграрного комплекса в регионе и налаживания сотрудничества.

30–31 мая 2024 г. директор ФГБНУ "ВНИИ коневодства" Зайцев А.М. выступил модератором на I международной научно-практической конференции "Сохранение аборигенных пород лошадей: проблемы, перспективы и их роль в развитии туризма", проходившей в рамках торжественных мероприятий, посвященных 85-летию Ошского государственного университета. Доклады участников были посвящены наиболее многочисленному направлению коневодства – табунному, с особым акцентом на необходимость сохранения уникального генофонда аборигенных пород лошадей и расширения использования их в туризме. Участники конференции посетили ряд коневодческих хозяйств, где смогли познакомиться с технологией содержания лошадей в Киргизской Республике, а также осмотреть представителей древней карабаирской породы. В дополнение к обсуждению работ по ранее заключенным соглашениям с научными институтами и образовательными учреждениями Киргизской Республики, Казахстана и Узбекистана проведены переговоры с президентом Таримского государственного университета Янь Сианли и профессором Гуминггули Мухатай (Синьцзян-Уйгурский автономный округ КНР) по проведению совместных работ в области комплексного изучения традиционного коневодства. В резолюции конференции было выдвинуто предложение по созданию Международной ассоциации традиционного табунного коневодства.

Зайцев А.М. выступил в качестве эксперта и приглашенного члена диссертационного совета Казахского национального университета имени аль-Фараби на защите диссертации по специальности "Биотехнология", а также провел рабочую встречу с председателем правления и сотрудниками Казахского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства по вопросам развития сотрудничества.

10 июня 2024 г. в рамках образовательной программы "Устойчивое развитие агропромышленного комплекса и обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов", которую реализует "Северо-Кавказский федеральный университет", коллеги из Республики Зимбабве, Республики Буркина-Фасо, Республики Уганда изучали передовые российские методы растениеводства и животноводства, познакомились с традиционными и инновационными российскими технологиями переработки сырья животного и растительного происхождения. На базе Всероссийского НИИ овцеводства и козоводства – филиала ФГБНУ "Северо-Кавказский ФНАЦ" были проведены практические занятия по изучению современных принципов устойчивого развития сельского хозяйства. Африканские коллеги отметили высокий уровень исследований, проводимых в институте, были глубоко впечатлены количеством практических разработок и патентов, выразили заинтересованность в сотрудничестве. Сельское хозяйство становится одним из крупнейших направлений взаимодействия между Россией и африканскими странами.

13 июня 2024 г. состоялись переговоры о сотрудничестве по вопросам селекции кукурузы между учеными ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко" и коллегами Научно-исследовательского института кукурузы Ляонинской академии сельскохозяйственных наук. Центр посетила делегация из КНР во главе с директором НИИ Янбо Ваном, с участием научных сотрудников Чентау Сана и Юйин Цзя.

С 13 по 20 июня 2024 г. делегация ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в составе директора Устюжанина И.А. и научного руководителя академика РАН Сысуева В.А. посетила научные учреждения и компании провинций Хэйлунцзян, Цзилинь, Чжэцзян и Внутренней Монголии. В компании "Развитие сельского хозяйства и техники" г. Харбин осмотрели посевы озимой ржи сорта БК-01 совместной селекции и договорились об увеличении ее посевов и расширении сферы использования зерна озимой ржи в провинции Хэйлунцзян. В Байченской сельскохозяйственной академии побывали на научных посевах озимой ржи и овса. Провели переговоры с руководством академии. Директор ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока Устюжанин И.А. и президент БСХА Жень Чанчжун подписали договор о дальнейшей совместной научно-исследовательской работе. Академик РАН В.А. Сысуев выступил с презентацией доклада "Направления научно-технического развития АПК и внедрение озимой ржи в Китае".

В г. Тунляо (Внутренняя Монголия) посетили Тунляоский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и скотоводства с осмотром научных посевов кукурузы, многолетних трав, картофеля и озимой ржи. Отметили высокий уровень работ – ученые НИИ и Китайского аграрного университета проводят с 2012 г. исследования по возделыванию озимой ржи БК-01 и яровых культур (или кукурузы и трав) с целью получения двух урожаев в год. На совещании договорились о создании Китайско-Российского Союза по озимой ржи и проведении регулярных научно-производственных международных конференций: 2025 г. – в городах Байчен и Тунляо (Китай), 2027 г. – г. Киров (Россия, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока). Провели встречу с заместителем мэра г. Тунляо и заручились его высокой поддержкой.

Провели переговоры с генеральным директором Нинбоской биотехнологичекой компании (г. Нинбо, провинция Чжэцзян) по вопросам глубокой переработки озимой ржи.

14 июня 2024 г. в ВНИИОКе – филиале ФГБНУ "Северо-Кавказский ФНАЦ" проведено обучение слушателей "Южно-Казахстанского университета имени М. Ауэзова", г. Шымкент по дополнительным профессиональным образовательным программам (повышение квалификации) в объеме 72 часов: "Кормление сельскохозяйственных животных"; "Современные технологии производства продукции животноводства и кормопроизводства". После курса теоретических занятий слушатели овладевали практическими навыками в лабораторных условиях, опытно-экспериментальном подразделении ВНИИОК, а также на производственных площадках племзаводов Кочубеевского района Ставропольского края: ООО "КПЗ им Чапаева", ООО СХП "Кубань". По итогам обучения всем слушателям выданы удостоверения о повышении квалификации установленного образца.

С 17 по 21 июня 2024 г. сотрудники отдела НИИСС ФГБНУ ФАНЦА Зубарев Ю.А. и Пугач В.А. посетили Китайско-Российский парк лесопромышленного научно-технического сотрудничества, г. Хэйхэ, провинция Хэйлундзян в рамках научно-технического обмена и сотрудничества в области садоводства. Китайской стороной был организован круглый стол по вопросам сбора, защиты, оценки и использования генетических ресурсов ягодных кустарников, с привлечением известных специалистов из научных учреждений Китая и России, а также представителей бизнеса в области садоводства, питомниководства и перерабатывающей промышленности Китайской Народной Республики. Сотрудники отдела НИИСС ФГБНУ ФАНЦА дали необходимые рекомендации и советы по совершенствованию технологий возделывания ягодных культур сортов Алтайской селекции для условий провинции Хэйлундзян, КНР. Достигнуты предварительные договоренности в отношении приобретения посадочного материла ягодных культур алтайской селекции в промышленных объемах.

28 июня 2024 г. Отделение генофонда и биоресурсов растений ФГБНУ ФНЦ Садоводства посетила Серикбайкызы Акерке, докторант Казахского национального аграрного исследовательского университета, г. Алматы. Сотрудниками Центра были продемонстрированы коллекционные насаждения полевых культур, а также сорта собственной селекции – яровая тургидная пшеница сорт Каныш, спельта озимая сорт Знамение. В ходе рабочей встречи обсуждались вопросы защиты и карантина растений, а также возможные пути дальнейшего сотрудничества в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве.

2 июля 2024 г. ФГБНУ "ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки" посетили представители НИИ пчеловодства провинции Цзилинь, Китай. В ходе визита гости посетили музей, где узнали об истории аграрной науки на Дальнем Востоке. Ведущий научный сотрудник лаборатории животноводства М.А. Шаров рассказал о технологии разведения и содержания медоносных пчёл породы "Дальневосточная" в условиях Приморского края. Китайских учёных также заинтересовала селекция гречихи, сои и кукурузы. Директор ФНЦ А.Н. Емельянов и заместитель директора НИИ пчеловодства провинции Цзилинь Гао Хун Сюэ обсудили наиболее перспективные направления совместных научных исследований и подписали договор о творческом сотрудничестве.

3 июля 2024 г. руководитель лаборатории молекулярно-генетических исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК к.б.н. Гучетль С.З. и научный сотрудник лаборатории Савиченко Д.Л. приняли участие в китайско-российском семинаре по молекулярной селекции в г. Харбин. Ученые представили международному профессиональному сообществу результаты генотипирования масличных культур с помощью микросателлитных маркеров ДНК, данные о молекулярно-генетическом разнообразии коллекции ВНИИМК, а также поделились результатами внедрения ДНК-маркеров в селекцию подсолнечника.

Во встрече с китайскими коллегами также участвовали представители Дальневосточного ГАУ, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. Принимающей стороной выступили Северо-Восточный институт географии и агроэкологии Китайской академии наук, Хэйлунцзянская академия сельскохозяйственных наук и др. По завершению семинара российские и китайские ученые выступили с инициативой, адресованной к правительствам Российской Федерации и Китая, создать научно-технический альянс по молекулярной селекции сельскохозяйственных культур, основными целями которого станут реализация новых биологических технологий в селекции, а также совместная подготовка селекционеров и создание пилотных демонстрационных зон на Дальнем Востоке России, Северо-Востоке Китая и в других регионах стран.

4 июля 2024 г. врио директора ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК к.с.-х.н. Баблоев К.Г. и начальник управления коммерциализации научных исследований и разработок ВНИИМК д.э.н. Лукомец А.В. приняли участие в совещании с представителями Республики Узбекистан. В состав узбекской делегации вошли главы администраций Сырдарьинской области, Мирзаабадского, Аколтинского, Гулистанского районов, руководителей отраслевых предприятий и НИИ. В ходе встречи стороны обсудили важные направления двухсторонних отношений и перспективы взаимодействия, основой которых станет развитие научно-технического сотрудничества, а также увеличение производства масличных культур в республике, в том числе сои и рапса, заинтересованность в которых была отдельно отмечена гостями. ВНИИМК многие годы тесно взаимодействует с узбекскими сельхозпроизводителями. В Государственный реестр республики на сегодняшний день включены шесть сортов и гибридов подсолнечника. В ближайших планах увеличение присутствия в Узбекистане, продвижение не только высокопродуктивных сортов и гибридов, но и технологий, обмен опытом, а также проведение новых испытаний в условиях сельскохозяйственных регионов страны. Участники деловой встречи договорились детально обсудить формат сотрудничества во время ответного визита делегации ВНИИМК в Узбекистан.

4 июля 2024 г. ФГБНУ "НЦЗ им. П.П. Лукьяненко" посетила делегация из Республики Узбекистан во главе с хокимом Сырдарьинской области Махмудалиевым А.А. В рамках встречи обе стороны подписали соглашение о сотрудничестве, взаимодействии и партнерстве.

С 12 по 17 июля 2024 г. рабочая группа программы Казахстанско-Сибирской сети по улучшению пшеницы (КАСИБ) во главе с координатором А. Моргуновым посетила опытные поля ФГБНУ "Омский АНЦ". От научного учреждения в выездном совещании принимали участие руководитель селекционно-семеноводческого центра Петр Николаев и заведующий лабораторией Андрей Ковтуненко. Научные работники обсудили актуальные вопросы экологического испытания сортов пшеницы ФГБНУ "Омского АНЦ" и партнеров из российских регионов и Республики Казахстан. Определены планы по дальнейшему сотрудничеству. Программа КАСИБ реализуется с целью повышения эффективности селекции пшеницы. Партнеры обмениваются селекционным материалом, дают оценку качеству сортов в различных природно-климатических условиях Сибири и Казахстана.

Среди участников научные учреждения Казахстана: НПЦ зерна имени А.А. Бараева (проводят оценку генетических ресурсов озимой пшеницы в 2023–2024 гг.), Карабалыкская СХОС (селекция озимой пшеницы), Северо-Казахстанская СХОС (проводят оценку генетических ресурсов озимой пшеницы в 2023–2024 гг.); России: Федеральный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, Краснодар (передали более 50 образцов для оценки в Северном Казахстане); Омский государственный аграрный университет (селекция озимой пшеницы); Курганский НИИСХ (селекция озимой пшеницы); Институт цитологии и генетики (селекция озимой пшеницы); Турции: Международный центр улучшения кукурузы и пшеницы – СИММИТ (проводит скрещивания для Северного Казахстана и обеспечивает селекционный материал). Встреча оказалась очень насыщенной, интересной и плодотворной, в атмосфере взаимопонимания и обмена опытом. По итогам встречи решено расширить список изучаемых сортов и экологических точек их испытания в питомниках КАСИБ во всех учреждениях-участниках программы.

16 июля 2024 г. в г. Москве на площадке Евразийской Экономической Комиссии состоялось заседание Рабочей группы по разработке Технического регламента ЕАЭС на никотинсодержащую продукцию. Сотрудники ФГБНУ ВНИИТТИ являются членами данной Рабочей группы и приняли активное участие в заседании. Обсуждены замечания по последней редакции проекта Технического регламента, состоялась дискуссия с представителями различных организаций, министерств и ведомств стран ЕАЭС, входящих в состав Рабочей группы. Ожидается, что доработанный текст регламента с необходимым комплектом документов будет передан в Правительства стран ЕАЭС для прохождения дальнейших необходимых процедур согласования.

26 июля 2024 г. в Костанае (Республика Казахстан) состоялся Координационный совет по картофелеводству для Уральского региона, Сибири, Поволжья и Республики Казахстан. В мероприятии приняли участие более 70 человек, среди которых были ведущие ученые в области картофелеводства, а также представители власти и агробизнеса. Организаторами совета выступили ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН и Союз картофелеводов и овощеводов Казахстана, при поддержке крестьянского хозяйства "Тэрра" и ТОО "Казуралагро". По результатам Совета составлена резолюция, касающаяся устойчивого развития селекции и семеноводства картофеля в современных условиях и направлен в органы управления агропромышленного комплекса, научные и образовательные учреждения, а также агропредприятия России и Казахстана.

3 сентября 2024 г. сотрудники ФГБНУ "ФНЦ риса" побывали на симпозиуме рисосеющих стран в Китае. В симпозиуме по международному взаимодействию на базе Сычуаньского аграрного университета участвовали заведующая лабораторией иммунитета и защиты растений Брагина Олеся и младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии Надежда Вахрушева. В мероприятии приняли участие делегации из России, Пакистана, Лаоса и Китая.

16 сентября 2024 г. в Туркменистане проходило 25-е заседание Межправительственного координационного совета по вопросам семеноводства СНГ. В заседании принял участие заместитель директора ФНЦ риса Ковалев В.С. В ходе мероприятия члены совета выступили с докладами о состоянии селекции, сортоиспытания, семеноводства, питомниководства, межгосударственных поставок семян сельскохозяйственных культур и посадочного материала плодово-ягодных культур в странах СНГ. Во время заседания обсудили вопросы, связанные с подготовкой и повышением квалификации кадров для агропромышленного производства.

17–18 сентября 2024 г. состоялась 68 очередная сессия Генеральной конференции МАГАТЭ. В рамках конференции прошел Научный форум Nuclear Science For Development в Венском международном центре (г. Вена, Австрия). С научным докладом "Состояние и перспективы радиационной обработки сельскохозяйственной и пищевой продукции в России" на форуме выступил единственный делегат от Российской Федерации – Ульяна Близнюк (МГУ имени М.В. Ломоносова). Ученая представила научные результаты коллектива, выполняющие совместный проект РНФ между МГУ имени М.В. Ломоносова и СФНЦА РАН по теме "Поиск биохимических маркеров идентификации радиационной обработки объектов органического происхождения". Раздел по сельскому хозяйству выполнен сотрудниками лаборатории защиты зерновых и картофеля отдела защиты растений СФНЦА РАН Чуликовой Н.С., Малюга А.А., Голощаповым С.А., Ениной Н.Н. и Гутиной Е.М. Ученые Центра занимаются разделом по изучению влияния физических параметров радиационной обработки на развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур и патогенез возбудителей грибных болезней.

С 23 сентября по 4 ноября 2024 г. под руководством доктора сельскохозяйственных наук Е.П. Шаниной стажировку в научном селекционно-семеноводческом центре в области картофелеводства ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН проходили магистры Северо-Восточного сельскохозяйственного университета (г. Харбин) Ян Жуйцзе и Синь Ваньин.

23 сентября 2024 г. ФНЦ агроэкологии РАН посетила делегация Азербайджанской Республики в составе Рамика Ашрафова – начальника службы развития Министерства экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, Эльвина Бахишова – начальника Регионального центра лесной службы, Самира Гусейнова – главного консультанта отдела экологической политики Министерства экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики, Елмана Руфуллаева – заведующего отдела орошения Института мелиорации при Агентстве водных ресурсов, Вахида Фарзалиева – заведующего отдела лесовосстановления службы развития лесов при Министерстве экологии и природных ресурсов, Асифа Вердиева – директора гидрологического центра Национальной гидрометеорологической службы. Профессор, доктор сельскохозяйственных наук, директор ФНЦ агроэкологии РАН Александр Беляев показал лаборатории Центра ознакомил гостей с деятельностью лабораторий анализа почв, геномных и постгеномных технологий, молекулярной селекции ФНЦ агроэкологии РАН. В процессе визита были обсуждены вопросы научного сотрудничества.

25 сентября 2024 г. в ФГБНУ "ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки" состоялся визит китайской делегации во главе с заместителем директора НИИ кукурузы Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук Ху Гуанхуэем и представителями компании Бэйдахуанг Кенфенг Сид. Организатором встречи выступила компания "Легендагро". Beidahuang Kenfeng Seed специализируется на селекции и производстве семян различных сельскохозяй-

ственных культур, включая кукурузу, рис, сою, пшеницу и сахарную свеклу. В ходе встречи были определены направления для развития совместного научного сотрудничества в области селекции и семеноводства кукурузы.

1 октября 2024 г. СФНЦА РАН принял участие в XXVII Международный научно-практический форум "Аграрная наука – сельскохозяйственному производству СНГ и BRICS". По итогам работы форума были подписаны ряд соглашений между научно-исследовательскими организациями и ВУЗами Кыргызской Республики.

За большой вклад в развитие сельскохозяйственной науки заместителю председателя СО РАН академику РАН Кашеварову Н.И., академику РАН Донченко А.С., академику РАН, академику НАН Монголии Альту В.В., академику РАН Солошенко В.А. присвоено звание "Почётного профессора Кыргызского национального аграрного университета имени Константина Ивановича Скрябина".

Звания "Почётного доктора НАН Кыргызской Республики" удостоены член-корреспондент РАО Голохваст К.С. и заместитель директора СФНЦА РАН по научно-организационной работе Шаповалов Д.В.

26–27 сентября 2024 г. ФГБНУ "ВНИИ коневодства" принял участие в работе международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы, современные методы и перспективы развития животноводства", проходившей в Научно-исследовательском институте животноводства и птицеводства Республики Узбекистан. Директор института Зайцев А.М. выступил с докладом, посвященным генетической идентификации пород лошадей на пленарной секции конференции. В ходе конференции был заключен Меморандум о сотрудничестве между ФГБНУ "ВНИИ коневодства" и НИИ животноводства и птицеводства Республики Узбекистан, который, в том числе, предусматривает проведение совместных работ по изучению карабаирской породы лошадей.

Продолжена традиция включения в состав Ученого совета ФГБНУ "ВНИИ коневодства" иппологов зарубежных стран. Кроме Беларуси и Казахстана, в Ученом совете ФГБНУ "ВНИИ коневодства" будут представлены Республика Узбекистан (Хафизов Иноят Исмоилович) и Кыргызская Республика (Абдурасулов Абдугани Халмурзаевич). Это позволит наладить оперативный обмен информацией о коневодстве, работу над общими проектами на базе Центра коллективного пользования ФГБНУ "ВНИИ коневодства", организацию совместных экспедиционных обследований поголовья лошадей.

В ходе визита посетили крупнейший центр по работе с ахалтекинской породой – конный завод "Узбегим Атлары", осмотрено поголовье лошадей, намечены пути совершенствования взаимодействия по племенному учету и селекционной работе.

С 7 по 9 октября 2024 г. в Самаркандском государственном университете ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий состоялся VII Международный Съезд ветеринарных фармакологов и токсикологов СНГ на тему "Современные тенденции развития науки фармакологии и токсикологии, будущие задачи и решения проблем антибиотикорезистентности".

С приветственным словом выступили: ректор Самаркандского государственного университета ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, академик РАЕН Юнусов Х.Б., научный руководитель ФГБНУ ВНИВИПФиТ академик РАН Шабунин С.В., профессор Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины академик РАН Стекольников А.А. Внимание было обращено на тенденции развития фармакологии и токсикологи, а также решению проблемы антибиотикорезистентности.

Основными направлениями работы Съезда были: распространение и прогнозирование развития рисков, связанных с антибиотикорезистентностью патогенных микроорганизмов животных; механизмы устойчивости микроорганизмов к антибиотикам; геномные аспекты устойчивости к антибиотикам патогенов животных; клинические аспекты антибиотикоре-зистентности микроорганизмов; перспективные направления борьбы с антибиотикорезистентностью возбудителей сельскохозяйственных животных; антибиотикотерапия и вопросы безопасности продукции животноводства.

В период с 9 по 12 октября 2024 г. делегация ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока посетила города Чанчунь и Байчен (КНР) по приглашению Байченской сельскохозяйственной академии. В ходе насыщенного и плодотворного визита был проведен совместный российско-китайский семинар в национальном научно-исследовательском центре по технологии производства овса и гречихи, на котором были рассмотрены результаты и перспективы дальнейших совместных исследований в области селекции и переработки зерновых и зернобобовых культур. От российской стороны на семинаре были представлены доклады академика РАН Баталовой Г.А. "Селекция растений и растениеводство в условиях европейского Северо-Востока России" и доктора биологических наук Е.М. Лисицына "Diagnostics of plant resistance to soil stress". После семинара был проведен осмотр полевых опытов Байченской сельскохозяйственной академии, заложенных как на территории г. Байчен, так и за его пределами. Гости из Кирова осмотрели лабораторный корпус Байченской сельскохозяйственной академии, обсудили с научными сотрудниками Академии их исследовательские проекты, связанные с использованием новых технологий (в частности, ПЦР-анализа) в селекции овса и ячменя на устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

10 октября 2024 г. ученые СФНЦА РАН вошли в состав делегации из Новосибирской области, которая посетила КНДР. В рамках визита ученые посетили ряд научно-исследовательских институтов сельскохозяйственных наук, Кандонский тепличный комплекс и восемь лабораторий, контролирующих все жизненно важные процессы сельхозкультур в стране. В перспективе академия наук КНДР заинтересована создать представительство в Новосибирской области для эффективного научно-технологического сотрудничества. Сторонами начаты работы по созданию совместной лаборатории в области селекции и семеноводства.

11 октября 2024 г. заведующий отделом селекции ФГБНУ "ФНЦ риса" Оглы А.М. и ученый секретарь Есаулова Л.В. посетили Научно-исследовательский институт риса Аньхойской академии сельскохозяйственных наук Китая.

На встрече с китайскими коллегами обсуждались вопросы проведения совместных исследований, заслушаны доклады о состоянии и перспективах рисоводства в России, а также подписано Соглашение о научном сотрудничестве между ФГБНУ "ФНЦ риса" и НИИ риса Аньхойской академии сельскохозяйственных наук. В рамках программы прошла встреча с руководством семеноводческой компании Hi-Tech Development Zone, которая является лидером в Китае по производству и переработке семян риса.

15–16 октября 2024 г. в рамках выполнения российско-белорусского проекта № 23-76-10002 "Поиск молекулярных маркеров, детерминирующих генетические и фенотипические характеристики аборигенных красных пород крупного рогатого скота России и Беларуси", поддержанного Российским научным фондом и Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований, состоялась рабочая поездка в Республику Беларусь. Руководитель проекта РНФ А.А. Сермягин (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста) вместе с белорусскими коллегами Николаем Песоцким и Юлией Петровой из РУП "НПЦ НАН Беларуси по животноводству", а также Марией Михайловой из Института генетики и цитологии НАН Беларуси посетили генофондное хозяйство по сохранению и разведению красного белорусского скота МТФ "Новый двор" Свислочского района, Гродненской области. В ходе выезда был произведен отбор проб биометариалов (выщипы ткани) для проведения SNP-генотипирования животных, а также проб молока для изучения его расширенного компонентного состава. Проводимые исследования позволят идентифицировать геномные компоненты изменчивости в популяциях пород скота красного корня России и Беларуси.

17–18 октября 2024 г. учёные СФНЦА РАН приняли участие в работе Международной научно-технической конференции "Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве", прошедшей в г. Минске.

Конференция проходила в РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства". В работе конференции приняли участие 60 участников с очными и дистанционными докладами включая учёных из России и Казахстана. От СФНЦА РАН на пленарном заседании с докладом выступил руководитель СибИМЭ СФНЦА РАН, член-корреспондент РАН Иванов Н.М. В работе секции "Инновационные технологии в растениеводстве и животноводстве" с докладом принял участие заведующий лаборатории технического сервиса МТП СибИМЭ СФНЦА РАН к.т.н. Иванников А.Б.

В ходе работы конференции обсуждались насущные проблемы АПК и пути их решения. Сделан акцент на необходимость и актуальность скорейшего внедрения современных цифровых технологий в процессы производства и распределения сельскохозяйственной продукции.

21 октября 2024 г. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и Институт растениеводства и земледелия (Республика Монголия) подписали Соглашение о сотрудничестве. Соглашение заключено в рамках договоренностей о сотрудничестве в области сельского хозяйства XIX заседания Российско-Монгольской Межправительственной комиссии по торгово-экономическому и научно-техническому сотрудничеству. Соглашение продлевает ранее принятые договоренности о взаимодействии научных организаций двух стран, а также расширяет сферы взаимодействия, обмен актуальной информацией по вопросам научно-технической деятельности в области науки о жизни, агробиотехнологиях, регионального природопользования, приборного и экспериментально-технического взаимодействия. Будет продолжен обмен научными знаниями, накопленным опытом, совместные научные исследования и полевые испытания различных препаратов. Ученые двух стран примут участие в экспедициях и научно-исследовательских работах на предприятиях, сельскохозяйственных организациях, университетах и научных учреждениях.

В октябре 2024 г. состоялась двухсторонняя встреча представителей ФНЦ агроэкологии РАН с президентом частного университета Ахмед Баба Республики Мали, Усманом Драмме. Достигнуто соглашение о подписании меморандума по следующим вопросам:

– создание научно-исследовательского центра по окружающей среде, биоразнообразию и изменению климата, с привлечением ведущих ученых ФНЦ агроэкологии РАН;

– реализация научных и образовательных программ для студентов старших курсов, персонала и технических специалистов Мали;

– формирование совместной исследовательской группы для работы над улучшением почвы, управлением водными ресурсами и освоением пахотных земель.

9–10 ноября 2024 г. ученые ФНЦ агроэкологии РАН приняли участие в первой министерской конференции форум партнерства Россия-Африка и направлено на формирование партнерских научно-исследовательских связей со странами Африки.

Чрезвычайный и Полномочный Посол Республики Гамбия в Российской Федерации, Министр высшего образования, исследований и инноваций Республики Сенегал, государственный министр национального образования Центрально-Африканской Республики, министр национального образования и гражданского воспитания Республики Чад, государственный секретарь по высшему образованию, исследованиям и профессиональной подготовке Республики Чад, заместитель министра высшего образования и обучения Южно-Африканской Республики, министр науки, технологий и инноваций Республики Уганда говорили о потребности своих стран в актуальных образовательных и научных проектах, подготовке аспирантов, внедрении передовых агротехнологий, направленных на борьбу с изменениями климата и другими негативными процессами, увеличении докторских научных степеней. ФНЦ агроэкологии РАН имеет современную научно-исследовательскую и лабораторную базу, отвечающую всем запросам африканских партнеров, готов поделиться многолетним опытом и технологиями, разработанными ведущими учеными и оказать необходимую помощь в подготовке квалифицированных специалистов для стран Африки.

22 ноября 2024 г. состоялся визит вице-президента НААН Республики Казахстан академика Махатова Болатхана Махатовича в ФГБНУ ФИЦ "Немчиновка". В рамках визита состоялся международный семинар "Инновационные проекты для развития АПК стран ЕАЭС", организатором которого стал ФГБНУ ФИЦ "Немчиновка".

Семинар открыл директор ФГБНУ ФИЦ "Немчиновка", член-корреспондент РАН Воронов С.И. и выступил с докладом на тему: "Разработка Евразийских кооперационных проектов для инфраструктурной модернизации АПК и комплексного развития сельских территорий государств – членов ЕАЭС".

Вице-президент НААН РК академик Махатов Б.М. в докладе "Инновационные разработки для аграрного сектора экономики Республики Казахстан. На семинаре также были обсуждены приоритетные направления Евразийского сельскохозяйственного сотрудничества, в том числе модернизация инфраструктуры, развитие сельских территорий и создание Евразийской технологической платформы, способствующей развитию фермерства, сотрудничеству, сельскому туризму и малому бизнесу.

По итогам семинара принята резолюция намечены планы для дальнейшей работы Евразийской сельскохозяйственной технологической платформы и Евразийской технологической платформы "Содействие развитию фермерства, кооперации, сельского туризма и малого бизнеса".

С 12 по 22 ноября 2024 г. состоялась рабочая поездка сотрудников ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в Китай. В состав делегации вошли руководитель Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных к.б.н. Гусев И.В., ведущий научный сотрудник к.б.н. Денискова Т.Е., заведующая лабораторией ДНК-технологий в животноводстве к.б.н. Харзинова В.Р., заведующий лабораторией функциональной и эволюционной геномики животных к.б.н. Доцев А.В. ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста принял участие в работе 26-ой Китайской выставки высоких технологий (China Hi-Tech Fair (CHTF), проходившей 14–16 ноября в г. Шэньчжэнь. Минобрнауки России и Управлением науки и техники г. Харбина (КНР) была организована объединенная российская экспозиция университетов и научных организаций. В деловой программе выставки были запланированы конференции и специальные презентации проектов и разработок, Денискова Т.Е. выступила с устным приглашенным докладом на тему "Создание криобанков семени и эмбрионов российских национальных пород крупного рогатого скота" на российско-китайской конференции "Технологии для новых отраслей". В рамках рабочей поездки научные сотрудники Центра приняли участие в семинаре, организованном профессором и руководителем ведущей лаборатории биотехнологии животных Сельскохозяйственного университета Цзянси (Jiangxi Agricultural University) Хуаном Лушэном, в чьем становлении ВИЖ сыграл важную роль – на базе института учёный защитил докторскую диссертацию. В ходе мероприятия научные сотрудники Центра и китайские коллеги обсудили планы по научно-технологическому развитию.

14 ноября 2024 г. делегация ФНЦ агроэкологии РАН приняла участие в работе 29-й Конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP 29). В ходе проводимого мероприятия ученые приняли участие в панельных сессиях, круглых столах высокого уровня, дискуссиях по вопросам борьбы с изменением климата, энергобезопасности, климатическому финансированию, роли молодых ученых в изменении климата. В рамках конференции состоялось подписание Меморандума о взаимопонимании между ФНЦ агроэкологии РАН и Министерством экологии и природных ресурсов Республики Азербайджан. В соответствии с подписанным документом будут продолжены совместные исследования по изучению лесов Азербайджана и о создании "зеркального" карбонового полигона в Республике Азербайджан.

С 21 по 23 ноября 2024 г. в г. Урджаре и г. Алмате состоялись семинар-совещание и Международная конференция по теме "Проблемы пчеловодства в условиях современных вызовов", где рамках коллаборации с ТОО "Казахский НИИ животноводства и кормопроизводства" заведующая лаборатории пчеловодства ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока д.с.-х.н. Брандорф А.З. выступила по вопросам профилактики и лечения тропилелапсоза, а также организации селекционной работы с медоносными пчелами. На встрече с пчеловодами Казахстана совместно с доктором наук Викторией Сорокер (специалиста из Центра Вулкани Ришон-ле-Цион, Израиль) был разработан алгоритм профилактики заноса новых заболеваний на территорию страны.

27 ноября 2024 г. экспедиция сотрудников ФНЦ агроэкологии РАН в составе Солонкина А.В., Пугачёвой А.М., Егорова С.А. во Вьетнаме подходит к завершению. В ней участвовали также сотрудники Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, где проводились исследования по направлениям: "Тропическая экология. Современное состояние, биологическое разнообразие и функционирование экосистем Вьетнама", "Эколан Э-1. Биоразнообразие и современное состояние наземных экосистем, в том числе в районах, подвергшихся воздействию дефолиантов в период войны. Разработка рекомендаций по сохранению биоразнообразия и рациональному природопользованию", "Разработка технологии выращивания саженцев главных видов деревьев коренных лесов Вьетнама, как основа решения фундаментальной научной задачи восстановления тропических лесов".

По завершении экспедиции подготовлен научный отчет, опубликованы статьи и даны предварительные рекомендации по сохранению и размножению редких видов лесов в центральной части Вьетнама.

29 ноября 2024 г. Национальный институт интеллектуальной собственности Республики Казахстан выдал патент на сорт костреца безостого Эффект селекции ФГБНУ "Омского АНЦ". Сорт костреца безостого Эффект отличается высокой кормовой и семенной продуктивностью, устойчивостью к основной совокупности факторов внешней среды, у него высокие зимостойкость и засухоустойчивость. Создан путем гибридизации группой авторов Б. Абубекеровым, А. Момоновым, С. Шумаковой, О. Юсовой, Л. Мешковой, П. Поползухиным, М. Завязкиной. В Госреестр селекционных достижений Российской Федерации сорт Эффект включен в 2022 г.

Ежегодно в госреестры России и дружественных стран вносятся новые перспективные и высококонкурентные сорта селекции ФГБНУ "Омского АНЦ". В 2024 г. в Республику Казахстан и Кыргызскую Республику передано на госсортоиспытание по 8 сортов, еще 25 сортов передано на экологическое сортоиспытание в Республику Беларусь.

В 2024 г. Уральский НИВИ – структурное подразделение ФГБНУ УрФАНИЦ Уро РАН проводил научные исследования по международному гранту AP19678641 "Оценка полиморфизма гена BoLA-DRB3, ассоциированного с устойчивостью к лейкозу, для разработки научно-обоснованных подходов к маркер-ориентированной селекции 79 крупного рогатого скота" с ЧВПОУ "Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет имени Жангир хана".

17 декабря 2024 г. в Институте ботаники Академии наук Китая состоялся китайско-российский семинар по кормопроизводству и индустриализации на тему "Создание экологической научно-технической системы траворолья и животноводства". В работе семинара приняли участие делегация ФНЦ "ВИК имени В.Р. Вильямса" (директор Разин О.А., научный руководитель академик РАН Косолапов В.М. и заведующий селекционным центром Костенко С.И.). В рамках проведения семинара ученые ФНЦ "ВИК имени В.Р. Вильямса" посетили музей истории института, гербарий, селекционный центр и платформу для выращивания кормов intelligent design. На семинаре академик РАН Косолапов В.М. выступил с основным докладом на тему "Научное обеспечение российского растениеводства". Исследователи Цзинь Цзинбо и Чжун Цзинь, возглавляющие специальные научные исследования, представили результаты исследований по молекулярному дизайну и селекции люцерны, а также разработки по использованию разнообразных высококачественных кормов из трав.

По итогам визита подписано соглашение о научно-техническом сотрудничестве в области кормопроизводства и намерение продолжать и углублять сотрудничество в области обмена визитами, организации международных конференций, совместного декларирования проектов и совместных публикаций научных работ.

Пристатейный стисок

1.Устав Российской академии наук.
2.Федеральный закон от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесение изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
3.Отчет Отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2021 году. Москва-2022, 468 с.
4.Отчет Отделения сельскохозяйственных наук РАН о выполнении фундаментальных и поисковых научных исследований в 2022 году. Москва-2023, 532 с.
5. О результатах научно-технического сотрудничества с зарубежными странами. Ветеринария и кормление, 2024, № 1, с. 8-16.
6.Сайты научных организаций Минобрнауки России.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-2
УДК 619:636:616-022.6:001.891.53:575

Генетическая вариабельность возбудителя лейкоза крупного рогатого скота на территориях с различной эпизоотической ситуацией

Донник И.М.

[1]**Донник И.М.,** доктор биологических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, ktqrjp7@yandex.ru
[2]**Гулюкин М.И.,** доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАСХН, Заслуженный деятель науки РФ, admin@viev.ru
[1]**Петропавловский М.В.,** доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лейкоза отдела мониторинга и прогнозирования инфекционных болезней, petropavlovsky_m@mail.ru
[1]**Исаева А.Г.,** доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических технологий отдела ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией, isaeva.05@bk.ru
[1]**Кривоногова А.С.,** доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических технологий отдела ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией, tel-89826512934@yandex.ru
[1]**Макутина В.А.,** кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела геномных исследований и селекции животных, makutina_v@rambler.ru

[1]ФГБНУ "Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН", г. Екатеринбург.
[2]ФГБНУ Федеральный научный центр – Всероссийский НИИ экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко, г. Москва.

Для цитирования / For citation

Генетическая вариабельность возбудителя лейкоза крупного рогатого скота на территориях с различной эпизоотической ситуацией / Донник И.М. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.16–21.

Genetic variability of the causative agent of bovine leukosis in areas with different epizootic situations / Donnik I.M. [et.al] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.16–21.

Genetic variability of the causative agent of bovine leukosis in areas with different epizootic situations

[1]**Donnik I.M.,** [2]**Gulyukin M.I.,** [1]**Petropavlovsky M.V.,** [1]**Isaeva A.G.,** [1]**Krivonogova A.S.,** [1]**Makutina V.A.**
[1]Federal State Budgetary Scientific Institution Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (FSBSI UrFASRC, UrB of RAS), Ekaterinburg
[2]All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko (Federal Scientific Center)

Key words: bovine leucosis virus, cattle, genotyping, genetic types, DNA sequencing.

Abstract. Bovine leukemia virus is widespread in the Russian Federation. It was previously shown that DNA sequencing identified G4, G7 and G8 genetic variants of the pathogen in the country, which are common in its individual administrative territories. Studies on genotyping of the bovine leukosis virus were conducted in three administrative territories of the Russian Federation with varying degrees of leukemia epizootic status. Protocols were adapted to increase the accuracy of the method. Two regions of the env gene of the BLV: 444 bp in length (for genotyping by the PCR-RFLP method) and 970 bp (for studying the coding region of the entire gp 51(SU) polypeptide by DNA sequencing), were chosen for genotyping. The Belgian genetic variant of the BLV (genetic type 4) was identified in the administrative territories of the Russian Federation with a tense epizootic situation for leukemia using PCR-RFLP of the 444 bp region of the env gene. In a region with a low incidence of bovine leukosis, the genetic type 7 was identified. Based on the PCR-RFLP genotyping, DNA sequencing, as well as immunological, hematological, epizootological data, a conclusion was made about a more malignant course of the disease in animals infected with the Belgian (G4) genetic variant of the leukemia virus. A decrease of the average age indicators of animals with the hematological stage of leukemia was noted. The rate of development of the disease contributes to an increase in the proviral load and mediates the spread of the pathogen among the cattle population. Based on the data of PCR-RFLP genotyping, DNA sequencing, as well as immunological, hematological, epizootological studies conducted earlier, a conclusion was made about a more malignant course of the pathological process in animals infected with the Belgian (G4) genetic variant of the leukemia virus. A decrease in the average age of animals with the hematological stage of leukemia was noted. The rate of development of the pathological process in leukemia contributes to an increase in the proviral load and mediates the spread of the pathogen among the cattle population. In recent studies, including monitoring the antigen landscape of the leukemia pathogen and studying the epizootological and immunobiological characteristics of its individual genetic variants persisting in the administrative territories of the Russian Federation using complex laboratory methods, including the latest molecular genetic approaches, will allow timely optimization and development of new diagnostic strategies, and will also contribute to strengthening measures for the prevention and liquidation of the bovine leukemia virus on agricultural enterprises.

Ключевые слова: вирус лейкоза, крупный рогатый скот, генотипирование, генетические типы, ДНК-секвенирование.

Резюме. Вирус лейкоза крупного рогатого скота широко распространен на территории Российской Федерации. Ранее было показано, что методом секвенирования ДНК в стране идентифицированы G4, G7 и G8 генетические варианты возбудителя, которые распространены на отельных ее административных территориях. Проведены исследования по генотипированию возбудителя лейкоза в трёх административных территориях Российской Федерации с разной степенью неблагополучия по лейкозу. Адаптированы протоколы исследований, позволяющие увеличить разрешающую способность метода. В качестве таргетных для генотипирования определены участки гена env возбудителя лейкоза, длиной 444 п.н. (для генотипирования ПЦР-ПДРФ методом) и 970 п.н. (для изучения кодирующей области всего gp 51(SU) полипептида методом секвенирования ДНК. ПЦР-ПДРФ генотипированием участка env гена 444 п.н. установлено, что в административных территориях РФ с напряженной эпизоотической обстановкой по лейкозу выявлен бельгийский генетический вариант возбудителя лейкоза (G4 генетический тип), в регионе с низкой инфицированностью животных лейкозом выявлен 7 генетический тип патогена. На основании данных ПЦР-ПДРФ генотипирования, ДНК-секвенирования, а также иммунологических, гематологических, эпизоотологических исследований, проведенных ранее, был сделан вывод о более злокачественном течении патологического процесса у животных, инфицированным бельгийским (G4) генетическим вариантом вируса лейкоза. Было отмечено снижение средневозрастных показателей животных с гематологической стадией лейкоза. Скорость развития патологического процесса при лейкозе способствует увеличению провирусной нагрузки и опосредует распространение патогена среди популяции крупного рогатого скота. Современные исследования, включающие мониторинг антигенного пейзажа возбудителя лейкоза и изучение эпизоотологических и иммунобиологических особенностей его отдельных генетических вариантов, персистирующих на административных территориях Российский Федерации при помощи комплексных лабораторных методов, включающих новейшие молекулярно-генетические подходы, позволят своевременно оптимизировать и разрабатывать новые диагностические стратегии, а также будут способствовать усилению мер профилактики и оздоровления сельскохозяйственных предприятий от вируса лейкоза крупного рогатого скота.

Введение

Вирус лейкоза крупного рогатого скота (Bovine leukemia virus, BLV) – один из представителей рода Deltaretrovirus. Возбудитель вызывает заболевание, характеризующееся длительным хроническим бессимптомным периодом. Развитие патологического инфекционного процесса приводит к стойкому лимфоцитозу (характеризующимся поликлональной экспансией инфицированных В-лимфоцитов) и лейкемии/лимфоме в терминальной стадии заболевания [3]. Лейкоз распространен по всему миру, наиболее широко в США, странах Латинской Америки, Японии, в России и СНГ [4, 5, 10, 16]. На основании филогенетических исследований изолятов BLV определено территориальное распределение отдельных генетических групп возбудителя лейкоза. В настоящее время в отдельных географических точках мира классифицировано 12 различных генетических типов BLV [8, 13].

В предыдущих исследованиях установлено, что наиболее распространенные штаммы вируса BLV из Восточной

Таблица 1. Сводные результаты диагностических исследований на лейкоз крупного рогатого скота из различных субъектов Российской Федерации
Table 1. Summary results of diagnostic studies on bovine leukosis from various subjects of the Russian Federation

№	КРС, возраст, лет	Результаты исследования		
		ИФА	ПЦР	ПЦР-ПДРФ
Тюменская область				
1	5	Положительно	Положительно	belgian
2	2	Отрицательно	Отрицательно	
3	4	Положительно	Положительно	belgian
4	3	Положительно	Положительно	belgian
5	6	Положительно	Отрицательно	belgian
6	5	Положительно	Отрицательно	belgian
7	6	Положительно	Положительно	belgian
8	4	Положительно	Отрицательно	belgian
9	4	Положительно	Положительно	belgian
10	-	Положительно	Отрицательно	belgian
11	5	Положительно	Положительно	belgian
12	8	Отрицательно	Отрицательно	
13	6	Положительно	Отрицательно	belgian
14	9	Положительно	Положительно	belgian
15	5	Положительно	Отрицательно	belgian
16	5	Положительно	Отрицательно	belgian
17	6	Положительно	Положительно	belgian
18	8	Положительно	Отрицательно	belgian
19	4	Положительно	Положительно	belgian
20	5	Отрицательно	Отрицательно	
21	4	Положительно	Положительно	belgian
22	8	Отрицательно	Отрицательно	
23	5	Отрицательно	Отрицательно	
24	5	Положительно	Положительно	belgian
25	6	Отрицательно	Отрицательно	
26	-	Положительно	Отрицательно	belgian
27	6	Положительно	Отрицательно	belgian
28	5	Положительно	Положительно	belgian
29	5	Положительно	Положительно	belgian
30	7	Положительно	Отрицательно	belgian
31	4	Положительно	Положительно	belgian
32	5	Положительно	Отрицательно	belgian
33	5	Положительно	Положительно	belgian
34	3	Положительно	Положительно	belgian
35	-	Отрицательно	Отрицательно	
36	-	Положительно	Положительно	belgian
37	4	Отрицательно	Отрицательно	
38	5	Положительно	Положительно	belgian
39	5	Положительно	Отрицательно	belgian
40	4	Отрицательно	Отрицательно	
41	4	Положительно	Положительно	belgian
42	4	Положительно	Положительно	belgian
43	3	Отрицательно	Отрицательно	
44	9	Положительно	Отрицательно	belgian
Краснодарский край				
1	4	Положительно	Положительно	belgian
2	3	Положительно	Положительно	belgian
3	3	Положительно	Положительно	belgian
4	5	Положительно	Положительно	belgian
5	3	Положительно	Положительно	belgian
6	4	Положительно	Положительно	belgian
7	2	Положительно	Положительно	belgian

Таблица 1, окончание

8	2	Положительно	Положительно	belgian
9	5	Положительно	Положительно	belgian
10	3	Положительно	Положительно	belgian
11	6	Положительно	Положительно	belgian
12	8	Положительно	Положительно	belgian
13	3	Положительно	Положительно	belgian
14	3	Положительно	Положительно	belgian
15	5	Положительно	Положительно	belgian
16	3	Положительно	Положительно	belgian
17	7	Положительно	Отрицательно	belgian
18	3	Положительно	Положительно	belgian
Свердловская область				
1	0,8	Положительно	Отрицательно	belgian
2	1	Положительно	Отрицательно	belgian
3	1	Положительно	Положительно	australian
4	2	Положительно	Положительно	australian
5	2	Положительно	Положительно	belgian
6	0,9	Положительно	Отрицательно	australian
7	1	Положительно	Положительно	belgian
8	1	Положительно	Положительно	australian
9	1	Положительно	Положительно	australian
10	1	Положительно	Положительно	australian
11	2	Положительно	Положительно	australian

Европы и Сибири относятся к генотипам G4, G7 и недавно идентифицированному генотипу G8 [5, 8, 11].

Исследования также показали, что в большинстве регионов России генотипы G4 и G7 могут циркулировать у животных из одной и той же области. Секвенированием по Сэнгеру последовательностей env gp51 SU BLV (поверхностный гликопротеин) разных изолятов определены множественные полиморфные участки в N – концевой части полипептида. [8, 11].

Проведенными ранее исследованиями (ПДРФ и ДНК – секвенирование) env-фрагментов BLV, полученных в 2010–2020 годах на территориях Тюменской, Курганской, Челябинской, Свердловской областей, и Краснодарского края было показано присутствие G4 и G7 генотипов в этих регионах, а также (на примере Тюменской области) отмечено изменение доминирующего генотипа вируса лейкоза с G7 австралийского на другой – G4 бельгийский в течение 10-ти летнего периода [5, 11].

Кроме того, установлена взаимосвязь между распространением в популяции крупного рогатого скота инфекции, вызванной отдельными географически обусловленными генетическими вариантами вируса лейкоза, тяжестью вызываемого патологического процесса и скоростью развития клинических симптомов заболевания, что отражается на эффективности диагностических и оздоровительных мероприятий в промышленном животноводстве. Вероятность получения некорректных данных лабораторного контроля коррелирует с генетической вариабельностью отдельных изолятов патогена [5, 6, 14, 15].

Предыдущие исследования были основаны на анализе фрагмента гена env длиной 444 п.н. В текущем же исследовании проведена подготовка проб биологического материала для оценки генетического разнообразия BLV, по участку гена, кодирующего более обширную область гликопротеина gp51 (область гена env 970 п.н.).

Материалы и методы исследований

Работа выполнена в Уральском НИВИ – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Клинические исследования проведены в сельскохозяйственных организациях Свердловской, Тюменской областей, Краснодарского края. Объект исследования – крупный рогатый скот разных половозрастных групп местного разведения.

Серологические исследования проводили методом ИФА, с использованием набора IDEXX Leukosis Serum Screening-тест (Франция) в соответствии с прилагаемой инструкцией. Учет результатов исследований методом твердофазного ИФА проводили на фотометре "iMark TM" (Bio-RAD, США).

Выделение ДНК производили из цельной крови при помощи коммерческого набора "АмплиПрайм РИБО-преп ВЕТ" (ООО "НекстБио, Россия). Далее измеряли концентрацию выделенной ДНК на приборе Qubit4 Fluorometer (Thermo Fisher Scientific) с использованием набора реагентов QuDye dsDNA HS Reagent, 200x (Lumiprobe).

Полимеразную цепную реакцию проводили при помощи коммерческих наборов реагентов "Лейкоз" Ampli Sens (ООО "ИнтерЛабСервис", Россия) в режиме реального времени, с применением амплификатора CFX96 Touch (Bio-Rad, США).

Результаты исследований

Для проведения молекулярно-генетических исследований отобран биологический материал в трёх обследуемых административных территориях Российской Федерации с разной степенью неблагополучия по лейкозу.

По результатам плановых серологических и гематологических исследований, эпизоотическую ситуацию в выбранных регионах на начало 2023 г. характеризовали следующими показателями: в Краснодарском крае – 823 н.п. (неблагополучных пункта), 472 животных в гематологической стадии лейкоза; в Тюменской области – 282 н.п., 152 головы гембольных; в Свердловской области – 26 н.п., гембольные животные отсутствовали.

Было проведено ранжирование опытных образцов биоматериала от животных в сельскохозяйственных организациях обследуемых административных территорий Российской Федерации (таблица 1). Для молекулярно-генетических исследований в выборку включали только пробы от серопозитивных животных (ИФА+).

Затем проведено ПЦР-исследование образцов биологического материала при помощи коммерческих тест наборов (рисунок 1).

Всего было исследовано 73 особи крупного рогатого скота из сельскохозяйственных предприятий, описанных выше. Согласно результатам ПЦР диагностики с использованием коммерческого набора из 73 образцов – 45 положительные по ПЦР (рисунок 1, таблица 1).

Образцы от серопозитивных животных подвергали дальнейшим молекулярно-генетическим исследованиям. С целью последующего генотипирования возбудителя лейкоза были разработаны дизайн и протоколы эксперимента.

Генотипирование последовательностей осуществляют несколькими способами: полногеномным исследованием всей ДНК-последовательности провируса; секвенированием коротких участков генома вируса лейкоза; выявлением полиморфизмов коротких фрагментов при помощи рестриктаз (энзимов).

Наработка фрагмента гена env 970 п.н. с целью последующего ДНК секвенирования по Сэнгеру.

Для амплификации фрагмента гена env модернизировали метод полугнездовой ПЦР [7]. Реакцию проводили с использованием БиоМастер HS-Tag ПЦР (2^x), ООО "Биолабмикс" (Новосибирск). При этом лучшие показатели амплификации были достигнуты при следующем составе реакционной смеси:100 мМ Трис-HCl, pH 8.5 (при 25 °C), 100 мМ KCl, 0.4 мМ каждого дезоксинуклеозидтрифосфата, 4 мМ MgCl2, 0.06 ед. акт. /мкл Taq ДНКполимеразы, 0.2%

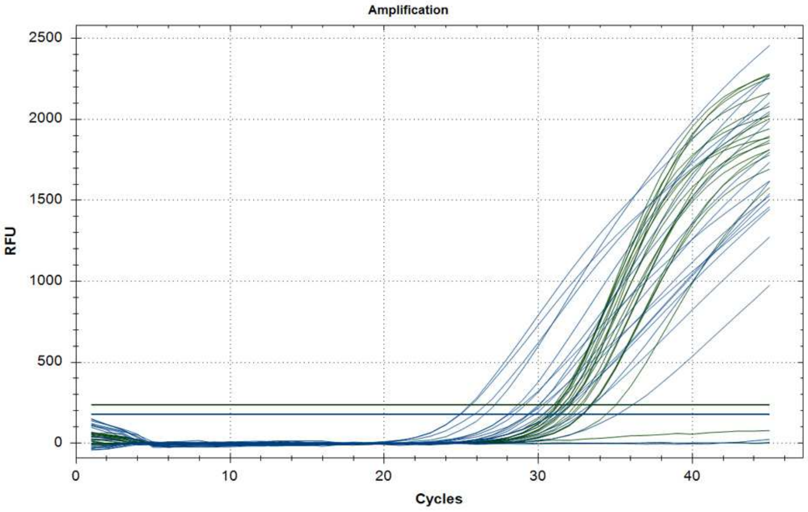


Рисунок 1. Результаты тестирования методом ПЦР в реальном времени особей крупного рогатого скота на лейкоз.
Figure 1. Results of real time PCR detection of bovine leukosis.

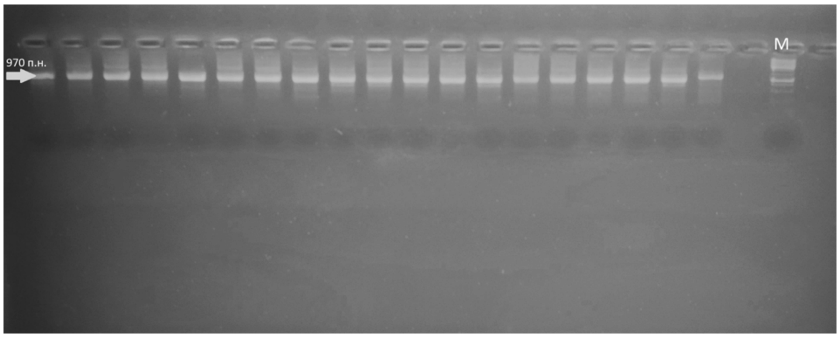


Рисунок 2. Получение целевого фрагмента гена env 970 п.н. для последующего секвенирования. М- размерный стандарт от 250 п.н. до 10 тыс п.н.
Figure 2. Target fragment of the env gene (970 bp) for subsequent sequencing. M- DNA Ladder ranging from 250 bp to 10000 bp.

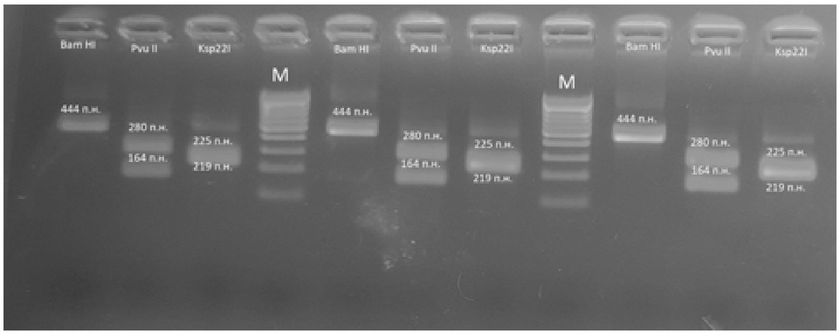


Рисунок 3. Результаты генотипирования провируса лейкоза крупного рогатого скота методом ПРЦ-ПДРФ с использованием следующих эндонуклеаз рестрикции Bam Hi , Pvu II, Ksp22I. М-размерный стандарт от 100 до 1000 п.н., шаг составляет 100 п.н.
Figure 3. Results of genotyping of bovine leukemia provirus by PCR-RFLP method using Bam Hi, Pvu II, Ksp22I endonucleases. DNA Ladder ranging from 100 to 1000 bp.

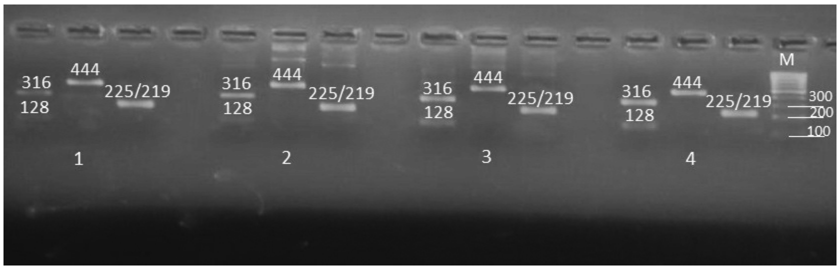


Рисунок 4. Электрофореграммы распределения сайтов рестрикции при исследовании env гена BLV, участок 444 п.о. методом ПДРФ: M - размерный стандарт от 100 до 1000 п.н.; австралийский генотип BLV
Figure 4. Results of electrophoresis of restriction sites of the BLV env gene, 444 bp.: M - DNA Ladder ranging from 100 to 1000 bp; Australian BLV genotype

Tween 20, стабилизаторы HS-Taq ДНК-полимеразы, 0,35 мкМ каждого праймера.

В первом раунде была использована пара праймеров: AP_4762 GCTCTCCTGGCTACTGACC и ZM2_5786 TCTGATGGCTAAGGGCAGACACGGC. Первый раунд ПЦР проводили по следующей программе: 95С/5 минут, далее 40 циклов: 95/25 секунд, 62/25 секунд, 72/50 секунд, и последний шаг удержание при 72 С /10 min.

Во втором раунде ПЦР в качестве матрицы использовали 1 µl ПЦР-продукта после первого раунда, который был предварительно разбавлен в 10 раз. Амплификацию проводили в тех же самых условиях за исключением температуры отжига, которая была увеличена до 66 °С. Во втором раунде использовали следующие праймеры AP_4762 GCTCTCCTGGCTACTGACC и ZM5_5733 GCTAGGCCTAAGGTCAGGGCCGC.

Применение модернизированной методики, описанной выше, позволило увеличить разрешающую способность генотипирования.

Во всех серопозитивных образцах биологического материала амплифицирован фрагмент гена env 970 п.н., и произведена криоконсервация ампликонов для проведения секвенирования на последующих этапах научного исследования (рисунок 2).

Дополнительно проведены работы по генотипированию фрагмента гена env длиной 444 п.н. вируса лейкоза крупного рогатого скота методом ПЦР-ПДРФ. Участок гена амплифицирован методом вложенной ПЦР по адаптированному протоколу [2].

Сущность методики заключается в электрофоретической характеристике длин, выявленных после воздействия рестриктаз отрезков ДНК, по которым определяют генетическую кластеризацию BLV. Согласно опубликованных ранее сведений о генотип-специфических полиморфизмах различных вариантов BLV, воздействие рестриктаз на определенные нуклеотидные последовательности в местах, имеющих SNP, позволяет классифицировать изолят вируса лейкоза в тот или иной кластер (австралийский, бельгийский или японский) [1].

Для этого в первом раунде использовали внешнюю пару праймеров (50 -TCTGTGCCAAGTCTCCCAGATA-30 и 50 -AACAACAACCTCTGGGAAGGGT-30). Первый раунд ПЦР проводили по программе: 95С/ 5 минут, далее 40 циклов: 95/20 секунд, 62/20 секунд, 72/25 секунд, и последний шаг удержание при 72 С /10 min.

Для второго раунда ПЦР в качестве матрицы использовали 1 µl ПЦР-продукта после первого раунда. Амплификацию проводили в тех же самых условиях за исключением температуры отжига, которая была увеличена до 70°С. Фрагмент 444 нарабатывали с использованием пары внутренних праймеров (5 -CCCACAAGGGCGGCGCCGGTTT-3 и 5-GCGAGGCCGGGTCCAGAGCTGG-3).

Для проведения генотипирования провируса лейкоза крупного рогатого скота методом

ПЦР-ПДРФ, 5 µl ПЦР продукта второго раунда амплификации обрабатывали 5 единицами активности каждой эндонуклеазы рестрикции. В качестве рестриктаз применяли ферменты BamHI, PvuII, и Ksp22I. Инкубацию проводили при установленной в результате подбора температуре - 37°C в течение 2х часов. Разделение продуктов рестрикции выполняли в 2% агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Интерпретацию полученных данных осуществляли согласно таблице 2.

При помощи адаптированной методики ПЦР-ПДРФ проведена типизация образцов биологического материала от серопозитивных животных из административных территорий Российской Федерации с разной эпизоотической обстановкой.

Согласно полученным на основании ПЦР-ПДРФ метода результатам генотипирования, во всех образцах из Тюменской области (n=34) и Краснодарского края (n=18) был обнаружен бельгийский тип вируса лейкоза (рисунок 3). В образцах из Свердловской области (n=11) бельгийский генетический тип выявлен в 4 образцах ДНК, а в 7 образцах установлен австралийский тип (рисунок 4).

Обсуждение и выводы

Проведено молекулярно-генетическое исследование биологического материала, отобранного в трёх административных территориях Российской Федерации с разной степенью неблагополучия по лейкозу.

Предварительно проведены клинические, гематологические и иммунологические обследования животных, ранжирование и диагностика проб биоматериала на лейкоз. Для проведения исследований по генотипированию возбудителя лейкоза разработаны дизайн и протоколы исследований, позволяющие увеличить разрешающую способность метода. Согласно адаптированной методике осуществлено – выделение и амплификация ДНК из опытных образцов, криоконсервация ампликонов.

В качестве таргетных для генотипирования определены участки гена env возбудителя лейкоза, длиной 444 п.н. (для генотипирования ПЦР-ПДРФ методом) и 970 п.н. (для изучения кодирующей области всего gp 51(SU) полипептида методом секвенирования ДНК [7]. Поверхностный гликопротеин gp51(SU) является одним из важнейших структурных белков патогена, обуславливающим его вирулентные свойства и даже единичные аминокислотные замены в составе гликопротеина могут определять принадлежность к генетическому кластеру вируса лейкоза, обуславливать те или иные иммунобиологические характеристики возбудителя [9, 12, 15].

ДНК-секвенирование выделенного участка 970 п.н. позволит провести подробный биоинформатический анализ, включая сравнительную филогенетическую оценку изучаемых последовательностей с изолятами, выявленными на других географических территориях и определить аминокислотные полиморфизмы [7, 9, 13, 14].

ПЦР-ПДРФ генотипированием участка env гена 444 п.н. установлено, что в административных территориях РФ с напряженной эпизоотической обстановкой по лейкозу выявлен бельгийский генетический вариант возбудителя лейкоза (4 генетический тип). В регионе с низкой инфицированностью (0,04%) лейкозом – в Свердловской области преимущественно определяли 7 генетический вариант патогена.

Таблица 2. Типизация вируса лейкоза крупного рогатого скота на основании длин рестрикционных фрагментов (Y. Asfaw et al., 2005)

Table 2. Typing of bovine leukemia virus based on restriction fragment lengths (Y. Asfaw et al., 2005)

BLV Type	*BamHI*	*PvuII*	*Ksp22I*
japaneese	316, 128	444	219, 121, 104
australian	316, 128	444	225, 219
belgian	444	280, 164	225, 219

Ранее показано, что у крупного рогатого скота инфицированного вирусом лейкоза 4 генетической группы со средневозрастным показателем 3,5 года, лейкозный процесс чаще описывали в сублейкемической и лейкемической стадиях [5]. Скорость развития патологического процесса при лейкозе является важным показателем. Увеличение провирусной нагрузки опосредует распространение патогена в популяции.

Исследования, включающие мониторинг антигенного пейзажа возбудителя лейкоза и изучение эпизоотологических и иммунобиологических особенностей его отдельных генетических вариантов, персистирующих на административных территориях Российский Федерации, являются актуальными и позволят своевременно оптимизировать и разрабатывать новые диагностические стратегии, будут способствовать усилению мер борьбы с заболеванием.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00103, https://rscf.ru/project/23-16-00103/.

Литература

1. Asfaw, Y. Distribution and superinfection of bovine leukemia virus genotypes in Japan / Asfaw Y., Tsuduku S., Konishi M., Murakami K., Tsuboi T., Wu D. et al. // Arch Virol. - 2005. - №150 P. 493-505.
2. Beier, D. Identification of different BLV provirus isolates by PCR, RFLPA and DNA sequencing // Beier D., Blankenstein P., Marquardt O., Kuzmak J. // Berl Munch Tierarztl Wochenschr. - 2001. - V.114, № 7-8. - P. 252-256.
3. Frie, M.C. Bovine leukemia virus: a major silent threat to proper immune responses in cattle / Frie M.C., Coussens P.M. // Vet Immunol Immunopathol. - 2015. - № 163(3-4). - P. 103-114.
4. Matsumura, K. Molecular epidemiology of bovine leukemia virus associated with enzootic bovine leukosis in Japan / Matsumura K., Inoue E., Osawa Y., Okazaki K. // Virus Research. - 2011 - V. 155. Issue 1. January. - P. 343-348.
5. Petropavlovskiy, M.V. Epizootiological and genetic characterization of the bovine leukemia virus in the Russian federation - evaluation of bovine leukemia virus in Russia / Petropavlovskiy M.V. et al. // Veterinarski Arhiv. - 2019. - №89. - P. 785-798.
6. Petropavlovsky, M.V. Immuno-biological evaluation of individual genetic variants of bovine leukemia virus in the conditions of the Ural region. / Petropavlovsky M.V., Vereshchak N.A., Bezborodova N.A., Oparina O.Yu. // Digital agriculture - development strategy Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019). Advances in Intelligent Systems Research. - 2019. - P. 372-377.
7. Pluta, A. Molecular characterization of bovine leukemia virus from Moldovan dairy cattle / Pluta A., Rola-Luszczak M., Kubis P., Balov S., Moskalik R., Choudhury B., Kuzmak J. // Arch Virol. - 2018 - № 162(6):162. - P.1563-1576.
8. Pluta, A. Genetic variability of bovine leukemia virus: evidence of dual infection, recombination and quasi-species / Pluta A., Rola-Luszczak M., Hoffmann F.G., Donnik I., Petropavlovskiy M., Kuzmak J. // Pathogens. - 2024. - №15;13(2):178. doi: 10.3390/pathogens13020178. PMID: 38392916; PMCID: PMC10893129.
9. Polat, M. Epidemiology and genetic diversity of bovine leukemia virus / Polat M., Takeshima S., Aida Y. // Virology Journal. - 2017. - №14:209. DOI 10.1186/s12985-017-0876-4.
10. OIE World Organization for Animal Health. Enzootic Bovine Leukosis. World Anim Heal Inf Database, Dis information, List Ctries by Sanit Situat. Available at: [Electronic resource]. - 2023. URL: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/statuslist.
11. Rola-Luszczak, M. The molecular characterization of bovine leukemia virus isolates from Eastern Europe and Siberia and its impact on phylogeny / Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M., Donnik I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A. et al. // PLoS One. - 2013. - №8(3):e58705. doi: 10.1371/journal.pone.0058705.
12. Sagata, N. Complete nucleotide sequence of the genome of bovine leukemia virus: It's evolutionary relationship to other retro-viruses / Sagata N., Yasunaga T., Tsuziiku-Kawnmurn J., Ohishi K., Ogawa Y., Ikawa Y. // Proc. Natl. Acnd. Sci. - 1985. - USA 82,677-681.
13. Sultanov, A. Molecular Characterization of Bovine Leukemia Virus

with the Evidence of a New Genotype Circulating in Cattle from Kazakhstan / Sultanov A., Rola-Luszczak M., Mamanova S., Rylo A., Osinski Z., Saduakassova M.A., Bashenova E., Kuzmak J. // Pathogens. - 2022. - Jan 28;11(2):180. doi: 10.3390/pathogens11020180. PMID: 35215125; PMCID: PMC8875264.

14. Suzuki, A. Phylogenetic Analysis of South African Bovine Leukaemia Virus (BLV) / Suzuki A., Chapman R., Douglass N., Carulei O., van Rensburg J., Williamson A.L. // Isolates. Viruses. - 2020. - Aug 17;12(8):898. doi: 10.3390/v12080898. PMID: 32824449; PMCID: PMC7472093.

15. Zhao, X. Natural genetic variations in bovine leukemia virus envelope gene: possible effects of selection and escape / Zhao X., Buehring G. / / Virology. - 2007. - Vol. 366. - P.150-165.

16. Zinovieva, N.A. Prevalence of bovine leukemia virus in black and white cows with the different level of milk productive traits / Zinovieva N.A., Gladyr' E.A., Vinogradova I.V., Mikhailova M.E., Molofeeva L.A., Ernst L.K. // Agricultural Biology. - 2012. - № 6. - P. 49-55.

References

1.Asfaw, Y. Distribution and superinfection of bovine leukemia virus genotypes in Japan / Asfaw Y., Tsuduku S., Konishi M., Murakami K., Tsuboi T., Wu D. et al. // Arch Virol. - 2005. - №150 P. 493-505.

2.Beier, D. Identification of different BLV provirus isolates by PCR, RFLPA and DNA sequencing // Beier D., Blankenstein P., Marquardt O., Kuzmak J. // Berl Munch Tierarztl Wochenschr. - 2001. - V.114, № 7-8. - P. 252-256.

3.Frie, M.C. Bovine leukemia virus: a major silent threat to proper immune responses in cattle / Frie M.C., Coussens P.M. // Vet Immunol Immunopathol. - 2015. - № 163(3-4). - P. 103-114.

4. Matsumura, K. Molecular epidemiology of bovine leukemia virus associated with enzootic bovine leukosis in Japan / Matsumura K., Inoue E., Osawa Y., Okazaki K. // Virus Research. - 2011 - V. 155. Issue 1. January. - P. 343-348.

5. Petropavlovskiy, M.V. Epizootiological and genetic characterization of the bovine leukemia virus in the Russian federation - evaluation of bovine leukemia virus in Russia / Petropavlovskiy M.V. et al. // Veterinarski Arhiv. - 2019. - №89. - P. 785-798.

6. Petropavlovsky, M.V. Immuno-biological evaluation of individual genetic variants of bovine leukemia virus in the conditions of the Ural region. / Petropavlovsky M.V., Vereshchak N.A., Bezborodova N.A., Oparina O.Yu. // Digital agriculture - development strategy Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019). Advances in Intelligent Systems Research. - 2019. - P. 372-377.

7. Pluta, A. Molecular characterization of bovine leukemia virus from Moldovan dairy cattle / Pluta A., Rola-Luszczak M., Kubis? P., Balov S., Moskalik R., Choudhury B., Kuzmak J. // Arch Virol. - 2018 - № 162(6):162. - P.1563-1576.

8. Pluta, A. Genetic variability of bovine leukemia virus: evidence of dual infection, recombination and quasi-species / Pluta A., Rola-Luszczak M., Hoffmann F.G., Donnik I., Petropavlovskiy M., Kuzmak J. // Pathogens. - 2024. - №15;13(2):178. doi: 10.3390/pathogens13020178. PMID: 38392916; PMCID: PMC10893129.

9. Polat, M. Epidemiology and genetic diversity of bovine leukemia virus / Polat M., Takeshima S., Aida Y. // Virology Journal. - 2017. - №14:209. DOI 10.1186/s12985-017-0876-4.

10. OIE World Organization for Animal Health. Enzootic Bovine Leukosis. World Anim Heal Inf Database, Dis information, List Ctries by Sanit Situat. Available at: [Electronic resource]. - 2023. URL: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/statuslist.

11. Rola-Luszczak, M. The molecular characterization of bovine leukemia virus isolates from Eastern Europe and Siberia and its impact on phylogeny / Rola-Luszczak M., Pluta A., Olech M., Donnik I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A. et al. // PLoS One. - 2013. - №8(3):e58705. doi: 10.1371/journal.pone.0058705.

12. Sagata, N. Complete nucleotide sequence of the genome of bovine leukemia virus: It's evolutionary relationship to other retro-viruses / Sagata N., Yasunaga T., Tsuziiku-Kawnmurn J., Ohishi K., Ogawa Y., Ikawa Y. // Proc. Natl. Acnd. Sci. - 1985. - USA 82,677-681.

13. Sultanov, A. Molecular Characterization of Bovine Leukemia Virus with the Evidence of a New Genotype Circulating in Cattle from Kazakhstan / Sultanov A., Rola-Luszczak M., Mamanova S., Rylo A., Osinski Z., Saduakassova M.A., Bashenova E., Kuzmak J. // Pathogens. - 2022. - Jan 28;11(2):180. doi: 10.3390/pathogens11020180. PMID: 35215125; PMCID: PMC8875264.

14. Suzuki, A. Phylogenetic Analysis of South African Bovine Leukaemia Virus (BLV) / Suzuki A., Chapman R., Douglass N., Carulei O., van Rensburg J., Williamson A.L. // Isolates. Viruses. - 2020. - Aug 17;12(8):898. doi: 10.3390/v12080898. PMID: 32824449; PMCID: PMC7472093.

15. Zhao, X. Natural genetic variations in bovine leukemia virus envelope gene: possible effects of selection and escape / Zhao X., Buehring G. / / Virology. - 2007. - Vol. 366. - P.150-165.

16. Zinovieva, N.A. Prevalence of bovine leukemia virus in black and white cows with the different level of milk productive traits / Zinovieva N.A., Gladyr' E.A., Vinogradova I.V., Mikhailova M.E., Molofeeva L.A., Ernst L.K. // Agricultural Biology. - 2012. - № 6. - P. 49-55.

Пресс-релиз/ Press-release

Одиннадцать инновационных вакцин

В России наладят выпуск одиннадцати инновационных вакцин для сельскохозяйственных животных и птицы в объеме 480 млн доз в год. Соответ-ствующее соглашение о сотрудничестве в рамках реализации мероприятий по импортозамещению ветеринарных препаратов, обеспечению эпизоотиче-ской и продовольственной безопасности РФ подписали биотехнологическая компания EVOLINK и федеральное казенное предприятие (ФКП) "Армавир-ская биофабрика". Проект будет реализовываться при поддержке Министер-ства сельского хозяйства РФ.

EVOLINK и Армавирская биофабрика уже имеют опыт сотрудничества: в 2023 году было запущено эмбриональное производство инактивированных вакцин для птиц. К осени 2024 года объём производства составлял 12 млн доз в месяц; на данный момент производится не менее 16 млн доз в месяц.

В течение 2025-2027 годов планируется проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, результатом которых станет вывод на рынок новых вакцин против вирусных и бактериальных ин-фекций для птицеводства и свиноводства. EVOLINK обеспечит трансфер соб-ственных технологий, основанных на разработках российских учёных, а ФКП "Армавирская биофабрика" - производство препаратов в объеме до 40 млн доз инактивированных вакцин в месяц (480 млн доз в год). Этот показатель составит около 25% от общего объема ежегодного производства инактивиро-ванных вакцин в России.

Создаваемый в рамках совместного проекта продуктовый портфель будет включать наиболее востребованные препараты, защищающие от самых рас-пространенных и значимых заболеваний. В него войдут семь вакцин для сельскохозяйственной птицы и четыре для свиней, в том числе комбиниро-ванные вакцины (например, против болезни Ньюкасла, инфекционного бронхита птиц и синдрома снижения яйценоскости).

"Динамическое изменение эпизоотической ситуации в мире, антигенный дрейф, развитие и тотальное распространение антибиотикорезистентности, а также интенсификация сельскохозяйственного производства требуют постоянного совершенствования и оптимизации схем иммунизации продуктивных животных, - подчеркивает сооснователь и директор по науке компании EVOLINK Алексей Лаишевцев. - Именно поэтому необходимы разработка и внедрение препаратов на основе актуальных для нашей страны штаммов микроорганизмов, в том числе в комбинации с их классическими вариантами. Такой подход позволяет не только одновременно профилактировать не-сколько инфекционных заболеваний, но и существенно экономить человече-ские и организационные ресурсы при проведении вакцинации животных".

Елена Куликова,
пресс-служба компании EVOLINK

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-3
УДК 619: 616. 9: 636. 32/38(470.56)

Адаптационный синдром при лейкозе коров

Гулюкин М.И.

[1]**Гулюкин М.И.,** доктор ветеринарных наук, академик РАН, admin@viev.ru
[2]**Христиановский П.И.,** доктор биологических наук, профессор, paor1957@bk.ru
[2]**Пономарева И.С.,** доктор биологических наук, профессор, konponir@mail.ru
[1]**Степанова Т.В.,** старший научный сотрудник, admin@viev.ru
[1]**Белименко В.В.,** кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, vlad_belimenko@mail.ru
[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко" Российской академии наук , Москва
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высше6го образования Оренбургский государственный аграрный университет Оренбург

Ключевые слова: Лейкоз, лейкоцитоз, тромбоцитопения, глобулиновые фракции, диспротеинемия.

Резюме. Гемобластозы, в том числе лейкоз коров, одно из часто регистрируемых у крупного рогатого скота заболеваний в Российской Федерации. На протяжении многих десятилетий патология занимает лидирующее место среди исследованного поголовья. До настоящего времени эффективная терапия болезни не разработана, а в основе профилактики и оздоровительных мероприятий находится усовершенствование технологии ведения животноводства и диагностической работы. Для обеспечения эпизоотического благополучия по лейкозу в хозяйствах области, проводится комплекс плановых диагностических исследований и противоэпизоотических мероприятий.

Инфекционный процесс, обусловленный вирусом лейкоза крупного рогатого скота, вызывает в организме животных, особенно в крови, множество морфологических и метаболических изменений. Установлено, что для инфекционного процесса при лейкозе характерны: лейкоцитоз, тромбоцитопения, снижение уровня глобулиновых фракций. У коров, больных лейкозом, нарушаются адаптационные механизмы, проявляющиеся диспротеинемией - уменьшением содержания альбуминов, общего белка, глобулинов, изменением количественного соотношения альбуми-

Bovine leukemia adaptation syndrome

[1]**Gulyukin M.I.,** [2]**Khristianovsky P.I.,** [2]**Ponomareva I.S.,** [1]**Stepanova T.V.,** [1]**Belimenko V.V.**
[1]Federal Scientific Center VIEV Russian Academy of Science, Moscow, Russia
[2]Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

Keywords: Leukemia, leukocytosis, thrombocytopenia, globulin fractions, dysproteinemia.

Abstract. Hemoblastoses, including bovine leukemia, is one of the most frequently reported diseases in cattle in the Russian Federation. For many decades, pathology has occupied a leading place among the studied livestock. Effective therapy doesn't developed. Prevention and control are based on the improvement of animal husbandry technology and diagnostic. To ensure epizootic well-being for leukemia in the farms of the region, a complex of planned diagnostic studies and control measures is being carried out.

The infectious process caused by the bovine leukemia virus causes many morphological and metabolic changes in the animal body, especially in the blood. It has been established that the infectious process in leukemia is characterized by leukocytosis, thrombocytopenia, and a decrease in the level of globulin fractions. Cows with leukemia have impaired adaptive mechanisms, manifested by dysproteinemia - a decrease in the content of albumins, total protein, globulins, a change in the quantitative ratio of albumins/globulins, and a state of immunodeficiency develops. A comparative analysis of blood samples showed the dynamics of indicators associated with impaired hematopoietic function and proliferative processes, the development of lymphocytic leukemia, and an increase in the total and absolute number of white blood cells. In sick cows, the number of leukocytes was on average 4.5 times higher than the standard values, which indicates leukocytosis.

A decrease in total protein was observed by 14%, while an increase in the albumin fraction was observed by 19%, which is probably a consequence of a violation of the proliferative processes, inherent for hemoblastoses. The number of β-globulin fractions reached the upper limits of the reference values, exceeding the value of the considered indicator in intact cows, which can be regarded as an indicator of developing dysproteinemia. There was a statistically significant decrease in the concentration of γ-globulins by 19%, which allows us to state a suppressive state, and may be the result of a chronically occurring neoplastic infectious process. Therefore, it is possible to assume the presence of adaptive mechanisms in conditions of a chronically occurring disease accompanied by both hematological syndrome and dysproteinemia.

Для цитирования / For citation

Адаптационный синдром при лейкозе коров /Гулюкин М.И. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.22–24.

Bovine leukemia adaptation syndrome / Gulyukin A.M. [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.22–24.

ны/глобулины, развивается состояние иммунодефицита. Сравнительный анализ образцов крови показал динамику показателей, связанных с нарушением гемопоэтической функции и пролиферативных процессов, развитием лимфолейкоза, увеличением общего и абсолютного количества лейкоцитов. У больных коров количество лейкоцитов составило в среднем в 4,5 раза выше нормативных показателей, что свидетельствует о лейкоцитозе.

Снижение общего белка наблюдается на 14%, при этом наблюдалось увеличение альбуминовой фракции на 19%, что, вероятно, является следствием нарушения пролиферативных процессов, характерного для гемобластоза. Количество β-глобулиновых фракций достигало верхних пределов референтных значений, превышая величину рассматриваемого показателя у интактных коров, что может расцениваться как показатель развивающейся диспротеинемии. отмечалось статистически значимое снижение концентрации γ-глобулинов на 19%, это позволяет констатировать супрессивное состояние, и может быть результатом хронически протекающего неопластического инфекционного процесса. Следовательно, можно предполагать наличие адаптационных механизмов, в условиях хронически протекающего заболевания, сопровождающегося как гематологическим синдромом, так и диспротеинемией.

Введение

Одной из ключевых задач в развитии животноводства является обеспечение благополучия в борьбе с инфекционными заболеваниями и паразитарными инвазиями. Лейкоз крупного рогатого скота — хроническая инфекционная болезнь опухолевой природы. Протекает бессимптомно или характеризуется лимфоцитозом и злокачественным разрастанием кроветворных и лимфоидных клеток в различных органах. Возбудитель лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС, BLV) – РНК-содержащий вирус семейства Retroviridae.

Возникновение и развитие болезни обусловливаются действием вируса, генетической предрасположенностью инфицированных животных и снижением иммунной защиты их организма. Лейкозом болеют как молодые, так и взрослые животные, но чаще он регистрируется у животных 4–8-летнего возраста [2, 3].

Инфекционный лейкоз крупного рогатого скота носит энзоотический характер и зарегистрирован на всех континентах в десятках стран мира. Лейкоз является наиболее распространённым заболеванием среди крупного рогатого скота на территории Российской Федерации. Заболевание находится на первом месте по количеству вновь выявленных случаев и по числу неблагополучных пунктов.

Лейкоз крупного рогатого скота представляет собой серьезную проблему среди других инфекционных заболеваний, которая причиняет значительный экономический ущерб фермерским хозяйствам. Этот ущерб связан с необходимостью убоя продуктивного скота, утилизацией трупов, огромными затратами на восстановление пораженных хозяйств, а также расходами на приобретение и содержание спермы племенных быков с подтвержденным лейкозом [2, 3, 10].

Лейкоз является наиболее распространённым заболеванием среди крупного рогатого скота на территории Российской Федерации. Заболевание находится на первом месте по количеству вновь выявленных случаев и по числу неблагополучных пунктов. Поскольку лечение животных не проводится, то для повышения эффективности оздоровительных противолейкозных мероприятий необходимо учитывать особенности технологии ведения животноводства в комплексе с селекционно-племенной работой. Среди факторов, сопровождающих течение инфекционного процесса, и способствующих усугублению такие, как нарушения плотности размещения, условия содержания, нарушения ветеринарного обслуживания, которые определяют заболевания конечностей и копытец. В условиях ограниченного пространства и повышенной влажности, более 70%, возникают риски возникновения патологий конечностей и в т.ч., пододерматита. При организации животноводческого производства, необходимо учитывать факторы риска, возникающие при нарушении технологических приемов, нарушениях условий и качества кормления и содержания животных [4, 5].

Нарушаются адаптационные механизмы, проявляющиеся диспротеинемией - уменьшением содержания альбуминов, общего белка, глобулинов, изменением количественного соотношения альбумины/глобулины. У коров, больных лейкозом, развивается состояние иммунодефицита [1, 6, 7, 9, 11, 12].

Нозологический профиль крупного рогатого скота в Оренбуржье представлен преимущественно вирозами (лейкозом). Инфекционный процесс, обусловленный онкогенным вирусом лейкоза крупного рогатого скота, вызывает в организме животных, особенно в крови, множество морфологических и метаболических изменений. Для обеспечения эпизоотического благополучия, проводится комплекс плановых диагностических исследований, противоэпизоотических и лечебно-профилактических мероприятий. Однако, несмотря на все усилия ежегодно в хозяйствах не удается искоренить инфекционные заболевания, которые продолжают наносить экономический ущерб [7, 8].

Материалы и методы

В качестве предмета исследования были использованы пробы крови крупного рогатого скота, красной степной породы 6–12-летнего возраста, принадлежащего УОХ ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ хутор Степановский. Исследования проб стабилизированной крови и сывороточных белков проводили с применением Urit Smart 5 Vet и устройства для электрофореза УЭФ-01 - "Астра". Статистическую обработку полученных результатов проводили на компьютеризированных программах Microsoft Excel.

Таблица 1. Динамика средних значений белка и его фракций у коров, имеющих различную степень инфекционного лейкозного процесса

Table 1. Dynamics of the average values of protein and its fractions in cows with varying degrees of infectious leukemia

N	Общий белок, г/л	Альбумин, %	α_1-глико-протеид, %	α_2-макро-глобулин, %	β-глобулин, %	γ- глобулин, %
Интактные животные						
1	64,6±2,12	31,7±0,31	10,8±0,29	15,6±0,71	16,4±0,19	25,5±1,42
Больные животные						
2	55,5±4,12	37,8±0,61*	11,8±0,07	11,6±0,49*	18,1±0,16*	20,7±1,12*

*Показатели, больных коров, имеющие достоверные различия по отношению к интактным животным (p≤0,05)

Результаты исследований

Сравнительный анализ образцов крови показал динамику показателей, связанных с нарушением гемопоэтической функции и пролиферативных процессов, развитием лимфолейкоза, увеличением общего и абсолютного количества лейкоцитов.

Так было установлено, что у больных коров количество лейкоцитов составило в среднем - 35,5 ± 3,6 x10^{9} /л, что в 4,5 раза больше по отношению к нормативным показателям, что свидетельствует о лейкоцитозе.

Наиболее выраженными были количественные изменения клеток, осуществляющих транспортную функцию кислорода, и достигли значений: эритроциты - 6,47 ± 0,28x10^{12}/л, а гемоглобин - 82,24 ± 15,7 г/л, что в 1,2 раза ниже нормы, произошло снижение объема крови, представленного эритроцитами в 1,1 раза. Наиболее критичными являются количественные значения тромбоцитов в периферической крови: 122,01 ± 8,71 x10^{9} /л, что ниже нормы в 2,0 раза и характеризует возникновение анемии.

Вариабельность белковых фракций сыворотки крови представлены в Таблице 1. Как следует из таблицы, достоверно значимыми были показатели по альбуминам, α_2-макро-глобулинам, β-глобулинам и γ- глобулиновой фракции. Снижение общего белка наблюдается на 14%, в тоже время наблюдалось увеличение альбуминовой фракции на 19%, что, вероятно, является следствием нарушения пролиферативных процессов, характерного для гемобластоза. Количество β-глобулиновых фракций достигало верхних пределов референтных значений, в 1,1 раза ($p<0,05$) превышая величину рассматриваемого показателя у интактных коров, что может расцениваться как показатель развивающейся диспротеинемии. отмечалось статистически значимое ($p<0,05$) снижение концентрации γ-глобулинов на 19%, это позволяет констатировать супрессивное состояние, и может быть результатом хронически протекающего неопластического инфекционного процесса. Следовательно, можно предполагать наличие адаптационных механизмов, в условиях хронически протекающего заболевания, сопровождающегося как гематологическим синдромом, так и диспротеинемией.

Выводы

1. У больных лейкозом животных, наблюдаются изменения, проявляющиеся выраженным лейкоцитозом и тромбоцитопенией.

2. Анализ динамики белковых фракций сыворотки крови показывает наличие диспротеинемии, увеличением β-глобулиновой фракции, снижением уровня общего белка и показателей γ-глобулиновых фракций.

Литература

1.Грабовский, К.Ю. Сравнительный анализ заболеваний коров лейкозом и сопутствующими патологиями / К. Ю. Грабовский // Сборник трудов Национальной конференции "Актуальные вопросы современной морфологии, физиологии и патологии", 14-15 ноября 2024 года, Тюмень - С. 34-39.
2.Гулюкин, М.И. Лейкоз крупного рогатого скота, распространение, меры борьбы, решение проблемы / Гулюкин М.И., Степанова Т.В., Иванова Л.А., Козырева Н.Г. // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии. - 2020. - Т. 81. №2. - С. 14-20.
3.Донник, И.М. Современная ситуация по распространению лейкоза крупного рогатого скота в Российской Федерации / И.М. Донник, М.В. Петропавловский, В.А. Макутина, М.И. Гулюкин, Ю.И. Барсуков // Ветеринария. - 2024. - № 11. -С. 18-22.
4.Дымова, В.В. Эффективность противоэпизоотических мероприятий в популяции крупного рогатого скота / В.В. Дымова, И.Ф. Калимуллин, И.С. Пономарева // Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием "Инновационные достижения в ветеринарии, зоотехнии, биотехнологии и экологии", 26-27 апреля 2024 года. Оренбург - С. 120-123.
5.Мерзленко, Р.А. Лабораторные показатели крови и молока коров, инфицированных вирусом лейкоза / Р.А. Мерзленко, С.Н. Беляева // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. - 2021. - № 4(22). - С. 59-68.
6.Набиев, М.Н. Биохимические показатели крови и молока здоровых и больных лейкозом коров / М. Н. Набиев, С. А. Мурватуллоев, О. С. Зуурбекова // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. - 2020. - № 3(65). - С. 59-64.
7.Пономарева, И.С. Влияние лейкоза на биохимические показатели коров / И.С. Пономарева, В.К. Пономарев, Д.П. Кудрявцева, Т.В. Ковешникова // Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием "Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса". Оренбург, 2023. - С. 516-518.
8.Пономарева, И.С. Динамика гематологических показателей при лейкозе коров / И.С. Пономарева, М.В. Сычева, Р.М. Нургалиева, Л.Г. Кислинская // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2024. - № 4(108). - С. 213-218.
9.Староселов, М.А. Влияние вируса лейкоза крупного рогатого скота на иммунобиологические показатели глубокостельных коров, инфицированных вирусом лейкоза / М.А. Староселов, В.В. Черкашин, А.К. Схатум [и др.] // Ветеринария Кубани. - 2024. - № 4. - С. 11-13.
10.Степанова, Т.В. Модель для изучения инфекционного процесса, вызываемого вирусом лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС) / Степанова Т.В., Гулюкин М.И., Козырева Н.Г., Абашин И.Ю. // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии имени Я.Р. Коваленко. 2020. Т. 81. № 2. С. 3-9.
11.Aida, Y. Mechanisms of pathogenesis induced by bovine leukemia virus as a model for human T-cell leukemia virus / Aida Y., Murakami H., Takahashi M., Takeshima S.N. // Frontiers in Microbiology. - 2013. - №4. - P. 00328.
12.Johnston, ER Envelope proteins containing single amino acid substitutions support a structural model of the receptor-binding domain of bovine leukemia virus surface protein / ER Johnston, LM Albritton, K. Radke // J Virol. - 2002. - V.76, №21. - P.10861-10872.

References

1.Grabovskij, K.Yu. Sravnitel'nyj analiz zabolevanij korov lejkozom i soputstvuyushchimi patologiyami / K. Yu. Grabovskij // Sbornik trudov Nacional'noj konferencii "Aktual'nye voprosy sovremennoj morfologii, fiziologii i patologii", 14-15 noyabrya 2024 goda, Tyumen' - S. 34-39.
2.Gulyukin, M.I. Lejkoz krupnogo rogatogo skota, rasprostranenie, mery bor'by, reshenie problemy / Gulyukin M.I., Stepanova T.V., Ivanova L.A., Kozyreva N.G. // Trudy Vserossijskogo NII eksperimental'noj veterinarii. - 2020. - T. 81. №2. - S. 14-20.
3.Donnik, I.M. Sovremennaya situaciya po rasprostraneniyu lejkoza krupnogo rogatogo skota v Rossijskoj Federacii / I.M. Donnik, M.V. Petropavlovskij, V.A. Makutina, M.I. Gulyukin, Yu.I. Barsukov // Veterinariya. - 2024. - № 11. -S. 18-22.
4.Dymova, V.V. Effektivnost' protivoepizooticheskih meropriyatij v populyacii krupnogo rogatogo skota / V.V. Dymova, I.F. Kalimullin, I.S. Ponomareva // Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem "Innovacionnye dostizheniya v veterinarii, zootekhnii, biotekhnologii i ekologii", 26-27 aprelya 2024 goda. Orenburg - S. 120-123.
5.Merzlenko, R.A. Laboratornye pokazateli krovi i moloka korov, inficirovannyh virusom lejkoza / R.A. Merzlenko, S.N. Belyaeva // Aktual'nye voprosy sel'skohozyajstvennoj biologii. - 2021. - № 4(22). - S. 59-68.
6.Nabiev, M.N. Biohimicheskie pokazateli krovi i moloka zdorovyh i bol'nyh lejkozom korov / M. N. Nabiev, S. A. Murvatulloev, O. S. Zuurbekova // Doklady Tadzhikskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. - 2020. - № 3(65). - S. 59-64.
7.Ponomareva, I.S. Vliyanie lejkoza na biohimicheskie pokazateli korov / I.S. Ponomareva, V.K. Ponomarev, D.P. Kudryavceva, T.V. Koveshnikova // Materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem "Nacional'nye prioritety razvitiya agropromyshlennogo kompleksa". Orenburg, 2023. - S. 516-518.
8.Ponomareva, I.S. Dinamika gematologicheskih pokazatelej pri lejkoze korov / I.S. Ponomareva, M.V. Sycheva, R.M. Nurgalieva, L.G. Kislinskaya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2024. - № 4(108). - S. 213-218.
9.Staroselov, M.A. Vliyanie virusa lejkoza krupnogo rogatogo skota na immunobiologicheskie pokazateli glubokostel'nyh korov, inficirovannyh virusom lejkoza / M.A. Staroselov, V.V. Cherkashin, A.K. Skhatum [i dr.] // Veterinariya Kubani. - 2024. - № 4. - S. 11-13.
10.Stepanova, T.V. Model' dlya izucheniya infekcionnogo processa, vyzyvaemogo virusom lejkoza krupnogo rogatogo skota (VLKRS) / Stepanova T.V., Gulyukin M.I., Kozyreva N.G., Abashin I.Yu. // Trudy Vserossijskogo NII eksperimental'noj veterinarii imeni Ya.R. Kovalenko. 2020. T. 81. № 2. S. 3-9.
11.Aida, Y. Mechanisms of pathogenesis induced by bovine leukemia virus as a model for human T-cell leukemia virus / Aida Y., Murakami H., Takahashi M., Takeshima S.N. // Frontiers in Microbiology. - 2013. - №4. - R. 00328.
12.Johnston, ER Envelope proteins containing single amino acid substitutions support a structural model of the receptor-binding domain of bovine leukemia virus surface protein / ER Johnston, LM Albritton, K. Radke // J Virol. - 2002. - V.76, №21. - P.10861-10872.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-4
УДК 636.237.21.03:612.1

Анализ показателей углеводного и минерального обмена у коров голштинской породы

Енгашев С.В.

[1]**Енгашев С.В.,** доктор ветеринарных наук, академик РАН, профессор, admin@vetmag.ru, ORCID:0000-0002-7230-0374
[2]**Новак М.Д.,** доктор биологических наук, профессор, peace100@mail.ru, ORCID:0000-0002-1421-0039
[2]**Новак А.И.,** доктор биологических наук, доцент, anovak69@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0345-7316
[1,3]**Енгашева Е.С.,** доктор биологических наук, старший научный сотрудник, e.engasheva@mail.ru, ORCID:0000-0002-4808-8799

[1]ФГБОУ ВО "Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина", Россия, г. Москва
[2]ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, Россия, г. Рязань
[3]ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Россия, г. Москва

Ключевые слова: рацион, углеводный, минеральный обмен, биохимические показатели крови, глюкоза, кальций, фосфор, резервная щелочность.

Резюме. Своевременное выявление дисбаланса обменных процессов у коров и корректировка рациона до проявления заболеваний (мастита, эндометрита) в клинически выраженной форме позволяет предупреждать снижение молочной продуктивности и нарушение репродуктивной функции. В крупных молочных комплексах необходим регулярный контроль биохимических показателей крови у продуктивных животных. Цель исследований: изучение содержания в крови сухостойных и новотельных коров глюкозы, кальция, фосфора, показателей резервной щелочности и выяснение причин нарушения углеводного и минерального обменов. Метаболический профиль использован для оценки здоровья продуктивных животных и сбалансированности рационов в соответствии с их физиологическим состоянием. Исследования выполнены в молочном комплексе Центрального района Российской Федерации на коровах голштинской породы. Результаты биохимических исследований сухостойных и новотельных коров показали пониженный уровень кальция в крови на 20–30% и увеличение концентрации фосфора на 10–30%. Наиболее часто

Для цитирования / For citation

Анализ показателей углеводного и минерального обмена у коров голштинской породы / С.В. Енгашев, М.Д. Новак, А.И. Новак [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.25–28.

Analysis of indicators of carbohydrate and mineral metabolism holstein cows / S.V. Engashev, M.D. Novak, A.I. Novak [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.25–28.

Analysis of indicators of carbohydrate and mineral metabolism holstein cows

[1]**Engashev S.V.,** [2]**Novak M.D.,**
[2]**Novak A.I,.**[1,3]**Engasheva E.S.**

[1]FGBOU VO "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA by K.I. Skryabin", Moscow, Russia
[2]Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov
[3]All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology - branch of FGBNU FSC VEEV RAS, Moscow, Russia

Key words: ration, carbohydrate, mineral metabolism, biochemical blood parameters, glucose, calcium, phosphorus, reserve alkalinity.

Abstract. Timely detection of imbalance of metabolic processes in cows and adjustment of diet before the manifestation of diseases (mastitis, endometritis) in clinically expressed form allows to prevent the decrease in milk productivity and reproductive disorders. In large dairy complexes, regular monitoring of blood biochemical parameters in productive animals is necessary. The purpose of the research: to study the blood levels of glucose, calcium, phosphorus, reserve alkalinity in cows not in milk and newborn cows and to find out the causes of impaired carbohydrate and mineral metabolism. The metabolic profile is used to assess the health of productive animals and the balance of diets in accordance with their physiological state. The studies were carried out in a dairy complex of the Central Region of the Russian Federation on Holstein cows. The results of biochemical studies of cows not in milk and newborn cows showed a decrease in the level of calcium in the blood by 20-30% and an increase in the concentration of phosphorus by 10-30%. The most common cases of hypocalcemia and decreased reserve alkalinity were observed in new-bodied cows. Glucose content in almost all animals studied is 2-7 times less than physiological parameters. To assess the balance of diets in carbohydrates and minerals, indicators of serum concentrations of calcium, phosphorus, glucose, as well as reserve alkalinity parameters should be used. The above changes were noted in the subclinical form of metabolic disorders (ketosis, acidosis and others). One of the economically significant consequences of the imbalance of metabolic processes in pregnant cows is the death of calves in the early postnatal period.

случаи гипокальцемии и пониженной резервной щелочности отмечены у новотельных коров. Содержание глюкозы почти у всех исследованных животных меньше физиологических показателей в 2–7 раз. Для оценки сбалансированности рационов по углеводам и минеральным веществам следует использовать показатели концентрации в сыворотке крови кальция, фосфора, глюкозы, а также параметры резервной щелочности. Вышеуказанные изменения отмечены при субклинической форме нарушений обменных процессов (кетозы, ацидоз и др.). Одним из экономически значимых последствий дисбаланса обменных процессов у стельных коров является падеж телят в ранний постнатальный период.

Введение

В период стельности и после отела для продуктивных животных обеспечивают оптимизированные рационы, сбалансированные по питательным веществам. Необходимо учитывать значительные затраты организма коров на формирование плода, а в послеродовой период – на репаративные процессы, требующие более высокого содержания полноценного белка, глюкозы, макро- и микроэлементов, витаминов.

Клиническое состояние животного и биохимический статус характеризуют его здоровье. Выявление энергетического и минерального дисбаланса является основой корректировки рациона у продуктивных животных при субклинической форме заболеваний. Регулярный контроль биохимических показателей крови коров в разном физиологическом состоянии позволяет своевременно выполнять комплексные лечебно-профилактические мероприятия и предупреждать маститы, эндометриты, снижение молочной продуктивности и нарушение репродуктивной функции [1].

При проведении контроля рациона устанавливают соотношение протеина, углеводов, минеральных веществ, витаминов, обменной энергии. Для оценки сбалансированности рационов по энергии следует определять уровень глюкозы и кетоновых тел [5]. Глюкоза – источник энергии для всех жизненно важных физиологических процессов организма животных. В условиях крупных молочных комплексов часто концентрация глюкозы в крови коров в 1,5–2 раза ниже физиологических параметров, что подтверждает недостаточное количество легкопереваримых углеводов в рационе [3]. При пониженном содержании глюкозы в крови коров энергетический дефицит компенсируется расходованием жира с образованием жирных кислот. В результате их усвоения в организме животных образуется избыточное количество кетоновых тел (ацетон, ацетоуксусная и β-оксимасляная кислоты). Накопление продуктов нарушенного обмена (кетогенных веществ) в крови вначале приводит к изменению кислотно-щелочного равновесия, снижению резервной щелочности, а в дальнейшем сопровождается дистрофическими изменениями жизненно важных органов (жировое перерождение печени, остеодистрофия). При этом снижается молочная продуктивность [4, 8].

Пониженная концентрация в крови кальция не всегда является показателем несбалансированности рациона по этому элементу, но часто свидетельствует о нарушении гомеостаза, тогда как уровень фосфора во всех случаях зависит от его содержания в рационе [7].

Анализ концентрации кальция в сыворотке крови продуктивных животных используется для объективного представления о клинической и субклинической гипокальциемии, кроме периода двух недель до отела и такого же времени после него. Система регуляции обмена кальция в компенсаторной фазе заболевания стабильна, и поэтому концентрация его в крови не может рассматриваться как основной диагностический критерий при оценке кислотно-щелочного равновесия и состояния ацидоза [2, 6].

Снижение содержания кальция в крови продуктивных животных может объясняться функциональным состоянием паращитовидной железы, желудочно-кишечного тракта и почек. Возможно нарушение усвоение кальция при недостатке в рационе витамина D и паратгормона.

Гипокальциемия обусловливает патологию в послеродовой период (задержание последа, послеродовой парез). Гиперфосфатемия характерна при кетозах, нефрозах и токсикозах.

Разбалансированный состав электролитов крови, снижение резервной щелочности способствуют развитию кетозов и воспалительных процессов в различных органах пищеварительной системы.

Цель исследований: изучение содержания в крови сухостойных и новотельных коров глюкозы, кальция, фосфора, определение резервной щелочности и выяснение причин дисбаланса углеводного и минерального обменов.

Материалы и методы

Подбор животных в крупном молочном комплексе Центрального района Российской Федерации осуществляли по принципу аналогов с учетом породы, возраста, живой массы, физиологического состояния, состава рациона.

Опыт проведен на коровах голштинской породы (сухостойные и новотельные) 4–6 лет, с живой массой от 550 до 630 кг.

Содержание животных в условиях молочного комплекса беспривязное, доение автоматизированное с использованием оборудования компании GEA (Германия).

Состав суточного рациона сухостойных коров: силос кукурузный BLGG – 21 кг (сухое вещество (СВ) – 6,72 кг), силос клеверный BLGG – 18 кг (СВ – 4,89 кг), сено – 1,5 кг (СВ – 1,26 кг); концентрированные корма – рапс + экструдированный мясокостный концентрат 20% – 9,0 кг (СВ – 8,04 кг), кукуруза-зерно – 1,4 кг (СВ – 0,98 кг). Крахмал – 2,19 кг, сахар – 0,744 кг, сырой протеин – 3,618 кг, сырая зола – 1,636 кг.

Состав суточного рациона новотельных коров: силос кукурузный BLGG – 19,0 кг (СВ – 6,08 кг), силос клеверный BLGG – 16 кг (СВ – 4,35 кг), сено – 1,5 кг (СВ – 1,27 кг); концентрированные корма – рапс + экструдированный мясокостный концентрат 20% – 8,0 кг (СВ – 7,15 кг), кукуруза-зерно – 2,6 кг (СВ – 1,82 кг). Крахмал – 4,565 кг, сахар – 0,714 кг, сырой протеин – 3,471 кг, сырая зола – 1,489 кг.

Для получения объективных данных кровь от коров для биохимических исследований получена при запуске (280–300 дни лактации), в конце сухостойного периода (за 10–15 дней до отела) и у новотельных – на 20–40 и 60 дни лактации.

Биохимические показатели сыворотки крови коров (уровни кальция, фосфора, глюкозы и резервная щелочность) установлены с использованием анализатора Chem Well combo фирмы Awareness Technology INC (США).

Математическая обработка цифрового материала выполнена с помощью программы Statistica 7.0. В исследованиях определены следующие показатели: среднее арифметическое (M), среднеквадратическая ошибка (m), доверительный интервал (95% ДИ). Разница между биохимическими показателями крови коров в исследуемых группах оценена как достоверная при $p<0,05$.

В таблице представлены выборочные данные по животным из групп сухостойных и новотельных коров (по 15–20% от числа исследованных).

Результаты

Биохимические исследования крови коров во второй половине сухостойного периода и новотельных показали пониженное содержание кальция на 68–80% (таблицы 1, 2).

Наиболее часто случаи гипокальциемии отмечены у новотельных коров (№№ 28, 58, 165, 333).

У 50% коров в сухостойный период установлена повышенная концентрация фосфора на 10,5–36%, а в одном случае – на 78%. Более высокое содержание фосфора (2,6; 2,7; 3,4 ммоль/л) отмечено в группе новотельных коров (№№ 165, 333, 28).

Уровень глюкозы в крови коров понижен от 2–3 до 7 раз, максимально – у новотельных в первый месяц после родов. На разных этапах лактации, начиная с 45 дней после отела, у большинства продуктивных животных концентрация глюкозы незначительно снижена или соответствует физиологическим параметрам (2,0–2,2 ммоль/л). Во второй половине сухостойного периода показатели глюкозы у коров меньше физиологических от 23–77,5% до 2–4 раз. Полученные результаты подтверждают нарушение энергетического обмена.

Низкие значения резервной щелочности – 33,5; 37,6; 39; 41,3 об% установлены у новотельных коров (№№ 28, 165, 333, 58), среди сухостойных в большинстве случаев этот показатель без существенных изменений. Снижение резервной щелочности обусловлено уменьшением содержания в крови кальция и дисбалансом фосфатных буферных систем. Почти у всех продуктивных животных через два месяца после родов резервная щелочность соответствует физиологическим параметрам.

Пониженное содержание кальция в крови сухостойных и новотельных коров объясняется длительным состояние кетозов, чрезмерным затрачиванием буферных (кальцийсодержащих) систем на нейтрализацию недоокисленных продуктов обмена, циркулирующих в крови. У продуктивных животных наблюдается несоответствие соотношения кальций/фосфор физиологическим показателям, что является следствием не только недостаточного количества кальция в кормах, но и часто нарушением его всасывания в кишечнике при разной патологии пищеварительной системы.

Снижение уровня кальция в крови (гипокальциемия), дисбаланс буферных систем, многофакторное нарушение гомеостаза коррелируют с патологией при синдроме "ослабленной коровы" и послеродовом парезе.

На разных этапах лактации через два месяца после родов у 12–15% продуктивных животных гипокальциемию выявляют на субклиническом уровне. Система регуляции уровня кальция в организме животных в компенсаторной фазе кетозов интактна. Поэтому незначительные изменения содержания кальция в крови не следует считать маркерными для состояния ацидоза.

Концентрация фосфора в крови коров, по сравнению с кальцием, в большей степени зависит от его количества в кормах. По результатам биохимических исследований содержание фосфора у сухостойных и новотельных коров превышает физиологические параметры, несмотря на сбалансированность рациона по этому макроэлементу. Гиперфосфатемия часто предшествует процессам остеодистрофии и может быть следствием длительного состояния кетозов в зимне-весенний период, а также служит вероятным показателем ацидоза и токсикоза.

Уровень глюкозы в крови сухостойных и новотельных коров значительно снижен. При этом недостаточное количество ее, как источника энергии (АТФ) для физиологических процессов, сопровождается использованием в качестве энергетического материала гликогена печени, мышечной ткани, а также жира из естественных депо (подкожная клетчатка, сальник, околопочечная рыхлая соединительная ткань). В результате гликолиза на фоне кормового стресса (действия гормона кортизола) у продуктивных животных развиваются разные патологии (амилоидоз и дистрофия печени, почек, других внутренних органов). При оценке энергетической сбалансированности рациона следует использовать данные по концентрации глюкозы в крови продуктивных животных.

Хроническая форма кетозов характеризуется невысоким содержанием кетоновых тел в крови, но значительным снижением концентрации кальция, глюкозы и уменьшением резервной щелочности. Причинами субклинической формы кетозов являются несбалансированный рацион, недостаточное количество в нем легкопереваримых углеводов, присутствие в кормах различных токсинов и в целом, нарушение энергетического баланса.

Метаболический профиль следует использовать для

Таблица 1. Результаты биохимического исследования сывороток крови сухостойных коров
Table 1. The results of a biochemical study of blood serum of cows not in milk

№ п/п	Показатели	Физиологические параметры	Коровы (инд. номера)				
			242	135	159	69	M±m
1	Кальций, ммоль/л	2,5—3,13	2,0	2,0	2,3	2,0	2,1±0,4
2	Фосфор, ммоль/л	1,45—1,94	2,3	2,2	2,1	2,3	2,2±0,5
3	Ca:P	1,8—2,3:1	1,6:1	1,8:1	1,2:1	1,6:1	1,5:1±0,4
4	Резервная щелочность, об. %	46—66	62,7	53,8	55,4	38,2	52,5±7,1
5	Глюкоза, ммоль/л	2,2—3,3	0,89	1,7	0,73	0,52	0,96±0,08

Таблица 2. Результаты биохимического исследования сывороток крови новотельных коров
Table 2. The results of a biochemical study of blood sera from newborn cows

№ п/п	Показатели	Физиологические параметры	Коровы (инд. номера)				
			165	58	28	333	M±m
1	Кальций, ммоль/л	2,5—3,13	1,9	1,8	1,9	1,7	1,8±0,2
2	Фосфор, ммоль/л	1,45—1,94	2,6	2,3	3,4	2,7	2,7±0,6
3	Ca:P	1,8—2,3:1	1,5:1	1,2:1	1,9:1	0,8:1	1,3:1±0,2
4	Резервная щелочность, об. %	46—66	37,6	41,3	33,5	39,0	37,8±4,5
5	Глюкоза, ммоль/л	2,2—3,3	0,09	0,27	0,36	0,65	0,34±0,03

индивидуальной и групповой оценки кормления коров, сопоставляя его с детальным анализом рационов.

В сухостойный период коровам необходимо обеспечить специальный рацион, сбалансированный по основным питательным веществам, витаминам, макро- и микроэлементам, а также моцион.

Рацион по своему составу отличается в первый месяц сухостойного периода (сено + белково-витаминные добавки, объем концентратов и сенажа уменьшен на 1/3), за три недели до родов (значительно, примерно на 50%, сокращается сенаж, исключаются концентраты, скармливаются морковь или кормовая свекла) и первые две недели после отела (постепенно увеличивается объем концентратов и сенажа, корнеплоды + сено). Особое внимание следует обращать на содержание концентратов в рационе на протяжении всего сухостойного периода. Их избыток обусловливает кетозы, ацидоз и, как следствие, послеродовой парез, патологию молочной железы, половых органов и болезни конечностей. Телята от больных коров, первотелок рождаются ослабленными с пониженным иммунным статусом и повышенной восприимчивостью к инфекционным болезням.

Большое значение имеет качество сенажа и сена. При нарушении технологии заготовки и правил хранения кормов во второй половине стойлового периода в сенаже накапливаются масляная и ацетоуксусная кислоты, сено часто содержит патогенные токсинопродуцирующие грибы, вызывающие микотоксикозы. Такие корма запрещается скармливать животным. Последствием нарушения установленных правил является падеж телят, рожденных от коров с клинически выраженными кетозами. Наиболее часто новорожденные телята погибают в июне-июле, так как в максимально неблагоприятный период (февраль, март, апрель), когда у плодов четырех-шестимесячного возраста происходит активное развитие тканей и органов (включая тимус, лимфатическую систему), организм не получает в достаточном количестве аминокислоты, глюкозу, минеральные вещества, витамины, обеспечивающие функционирование адаптационно-защитных систем. Молозиво и молоко от таких коров и первотелок содержит недоокисленные продукты обмена, обладающие токсическими свойствами ("молозивный токсикоз").

Заключение

При биохимическом исследовании крови сухостойных и новотельных коров установлены низкие показатели концентрации кальция.

Уровень фосфора в крови повышен преимущественно у новотельных коров, превышение физиологических параметров достигает 30%.

Содержание глюкозы в крови продуктивных животных понижено в 2–7 раз, максимально – у новотельных коров.

Дисбаланс фосфатных буферных систем обусловливает низкий уровень резервной щелочности у новотельных коров, меньше физиологических параметров на 11–27%.

Нарушение соотношения кальций/фосфор и избыточное содержание фосфора в крови продуктивных животных указывает на патологию пищеварительной и репродуктивной систем, начальные процессы остеодистрофии, а также подтверждает состояние ацидоза.

Литература

1. Гусаров, И. В. Оценка биохимического статуса крови высокопродуктивных коров при разных способах содержания / И. В. Гусаров, М. В. Шутова, Л. А. Корельская и др. // Молочно-хозяйственный вестник. - 2021. - № 4(44). - С. 34-47. https://DOI 10.52231/2225-4269_2021_4_34.
2. Рязанцев, М. Влияние уровня кормления на продуктивность и сервис-период молочных коров / М. Рязанцев, В. Дуборезов // Комбикорма. - 2021. - № 6. - С. 70-72. https://doi.org/10.1080/13697137.2023.2173568.
3. Самсонова, Т. С. Оценка динамики гематологических показателей крупного рогатого скота, характеризующих углеводно-белковый метаболизм / Т. С. Самсонова, С. А. Сорокина // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2020. - № 4. - С. 157-160.
4. Федорова, П. Н. Гематологические и биохимические показатели крови у коров в сухостойный период при стойловом содержании / П. Н. Федорова, О. Г. Ощепкова // Иппология и ветеринария. - 2020. - № 3 (37). - С. 184-190.
5. Cocco, R. Rumination time as an early predictor of metritis and subclinical ketosis in dairy cows at the beginning of lactation: Systematic review-metaanalysis / R. Cocco, M. E. A. Canozzi, V. Fischer // Preventive Veterinary Medicine. - 2021. - № 189. - P. 105309.
6. Ha, S. Predicting ketosis during the transition period in Holstein Friesian cows using hematological and serum biochemical parameters on the calving date / S. Ha, S. Kang, M. Han et al. // Scientific Reports. - 2022. - № 12(1). - P. 1-9.
7. Plemyashov, K. Monitoring of vitamin-mineral metabolism' indicators in cows of different period of lactation / K. Plemyashov, E. Korochkina // FASEB Journal. - 2022. - № 36 (S1). - P. 3113. https:// DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3113.
8. Sato?a, A. Predicting subclinical ketosis in dairy cows using machine learning techniques / A. Sato?a, E. A. Bauer // Animals. - 2021. - № 11(7). - P. 2131.

References

1. Gusarov, I. V. Assessment of the biochemical status of the blood of highly productive cows with different methods of maintenance / I. V. Gusarov, M. V. Shutova, L. A. Korelskaya and others. // Dairy farming bulletin. - 2021. - № 4(44). - P. 34-47. https://DOI 10.52231/2225-4269_2021_4_34.
2. Ryazantsev, M. The influence of the feeding level on the productivity and service period of dairy cows / M. Ryazantsev, V. Duborezov // Compound feed. - 2021. - No. 6. - pp. 70-72.https://doi.org/10.1080/13697137.2023.2173568.
3. Samsonova, T. S. Assessment of the dynamics of hematological parameters of cattle characterizing carbohydrate-protein metabolism / T. S. Samsonova, S. A. Sorokina // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. - 2020. - № 4. - P. 157-160.
4. Fedorova, P. N. Hematological and biochemical blood parameters in cows during the dry period with stable maintenance / P. N. Fedorova, O. G. Oshchepkova // Hippology and veterinary medicine. - 2020. - № 3(37). - P. 184-190.
5. Cocco, R. Rumination time as an early predictor of metritis and subclinical ketosis in dairy cows at the beginning of lactation: Systematic review-metaanalysis / R. Cocco, M. E. A. Canozzi, V. Fischer // Preventive Veterinary Medicine. - 2021. - № 189. - P. 105309.
6. Ha, S. Predicting ketosis during the transition period in Holstein Friesian cows using hematological and serum biochemical parameters on the calving date / S. Ha, S. Kang, M. Han et al. // Scientific Reports. - 2022. - № 12(1). - P. 1-9.
7. Plemyashov, K. Monitoring of vitamin-mineral metabolism' indicators in cows of different period of lactation / K. Plemyashov, E. Korochkina // FASEB Journal. - 2022. - № 36 (S1). - P. 3113. https:// DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R3113.
8. Sato?a, A. Predicting subclinical ketosis in dairy cows using machine learning techniques / A. Sato?a, E. A. Bauer // Animals. - 2021. - № 11(7). - P. 2131.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-5
УДК 636.32/.38.084.087.3+612.1:636.32/.38

Биохимический, клинический и антиоксидантный статус овец при использовании в питании различных источников жира

Боголюбова Н.В.

Боголюбова Н.В., доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отделом физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, 652202@mail.ru
Некрасов Р.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, главный научный сотрудник, заведующий отделом кормления сельскохозяйственных животных, nek_roman@mail.ru
Рыков Р.А., старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, brukw@bk.ru
ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. ак. Л.К. Эрнста", г.о. Подольск

Ключевые слова: овцы, биохимия крови, антиоксидантный статус, клинические показатели, источники жира.

Резюме. Использование жиров в питании жвачных животных является доступным и безопасным способом повышения энергетической ценности рациона, улучшения качества животноводческой продукции, снижения матаногенеза. Целью исследований являлось изучение особенностей биохимических, антиоксидантных показателей, клинических индикаторов крови овец при использовании различных источников жиров: подсолнечного, пальмового и жира, полученного из личинок мухи Hermetia illucens. Эксперимент проведен на физиологическом дворе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2024 году на взрослых модельных фистульных овцах методом групп-периодов (n=4). В 1 опытный период к основному сеноконцентратному рациону животные получали пальмовое масло, во 2 опытный – подсолнечное масло, в 3 опытный – жир, полученный из личинок мухи Hermetia illucens каждый в дозировке 0,5 % от СВ рациона (7,5 г в сутки). В конце каждого периода исследований у животных отбирали пробы крови для определения биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, АСТ, АЛТ, креатинин, билирубин, глюкоза, щелочная фосфатаза, кальций, фосфор, магний, железо, хлориды), антиоксидантных (водорастворимые антиоксиданты, активность церулоплазмина, уровень продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой, общий антиоксидантный статус, отношение ТБК-АП к церулоплазмину), клинических показателей крови (число эритроцитов, содержание гемоглобина, показатель гематокрита). Включение в рацион овец подсолнечного, пальмового и жира из личинок мухи Hermetia illucens не оказало отрицательного влияния на состояние обменных процессов в организме, способствуя тенденции к повышению уровня холестерина, триглицеридов, общего белка и его фракций. Включение пальмового и жира личинок мухи способствовало значительному повышению антиоксидантного статуса организма, что проявилось в снижении накопления ТБК-АП, повышении уровня церулоплазмина ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$) и

Для цитирования / For citation

Боголюбова, Н.В. Биохимический, клинический и антиоксидантный статус организма овец при использовании в питании различных источников жира / Н.В. Боголюбова, Р.В. Некрасов, Р.А. Рыков // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.29–34.

Bogolyubova, N.V. Biochemical, clinical, and antioxidant status of sheep when using various fat sources in their diet/ N.V. Bogolyubova, R.V. Nekrasov, R.A. Rykov // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.29–34.

Biochemical, clinical and antioxidant status of sheep when fed with various fat sources

Bogolyubova N.V., Nekrasov R.V., Rykov R.A.
Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Podolsk, Russia

Key words: sheep, fat sources, biochemical, clinical, antioxidant status.

Abstract. The use of fats in the nutrition of ruminants is an affordable and safe way to increase the energy value, diet, improve the quality of livestock products, and reduce maternal mortality. The aim of the research was to study the features of biochemical, antioxidant parameters, and clinical indicators of sheep blood using various sources of fat, sunflower, palm, and fat from Hermetia illucens fly larvae. The experiment was conducted at the physiological yard of the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst in 2024 on adult model fistula sheep using the group-period method (n = 4). In the 1st experimental period, the animals received palm oil in addition to the main hay-concentrate diet, in the 2nd experimental period - sunflower oil, in the 3rd experimental period - fat from Hermetia illucens fly larvae at a dosage of 0.5% of the DM of the diet (7.5 g per day). At the end of each study period, blood samples were taken from all animals to determine biochemical (total protein, albumins, globulins, AST, ALT, creatinine, bilirubin, glucose, alkaline phosphatase, calcium, phosphorus, magnesium, iron, chlorides), antioxidant (water-soluble antioxidants, ceruloplasmin activity, level of products reacting with thiobarbituric acid, total antioxidant status, ratio of TBA-AP to ceruloplasmin), clinical blood parameters (number of erythrocytes, hemoglobin content, hematocrit). The inclusion of sunflower, palm and fat of the larvae of the fly Hermetia illucens in the diet of sheep did not have a negative effect on the state of metabolic processes in the body, contributing to a tendency to increase the level of cholesterol, triglycerides, total protein and its fractions. The inclusion of palm and fly larvae fat contributed to a significant increase in the antioxidant status of the body, which was manifested in a decrease in the accumulation of TBA-AP, an increase in the level of ceruloplasmin ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$) and water-soluble antioxidants, and the overall antioxidant status. The results obtained open up prospects for the use of Hermetia illucens fly larvae fat in ruminant diets as a source of medium-chain fatty acids to enhance the antioxidant protection of the body.

водорастворимых антиоксидантов, общего антиоксидантного статуса. Полученные результаты открывают перспективы использования жира, полученного из личинок мухи Hermetia illucens в рационах жвачных животных в качестве источника среднецепочечных жирных кислот для повышения антиоксидантной защиты организма.

Введение

Дополнительное использование жиров в рационах жвачных животных в настоящее время применяется с различными целями. Во-первых, липиды (жиры и масла) добавляются в рацион скота в качестве концентрированного источника энергии. Они имеют самую высокую калорийность среди всех питательных веществ [1]. Как подтверждение, жиры обеспечивают примерно в 2,25 раза больше энергии, доступной животным, чем углеводы и белки. Показано увеличение продуктивности у животных, которым скармливали дополнительные источники жира [2]. Особенно актуально применение жиров в рационах коров в период раздоя, чтобы избежать отрицательного баланса энергии в организме [3]. Преимущество жировых добавок заключается в их естественном происхождении, что обеспечивает безопасность для животного, легкодоступности применения в различных системах кормления.

Второй причиной использования источников жира в рационах животных является управление жирнокислотным составом животноводческой продукции. Было обнаружено, что жировые добавки могут изменять жирнокислотный состав жиров в мясе [4,5] и молоке [6,7] жвачных животных.

Показано, что использование жирных кислот – побочных продуктов производства оливкового масла может не только обогащать рацион животных биоактивными ингредиентами, улучшающими качество молока и мяса и укрепляющими здоровье потребителей, без негативного влияния на функцию рубца, обмен веществ и производительность, но и решать проблему утилизации отходов и снижения органической нагрузки на окружающую среду [8].

В другом исследовании повышение энергетической ценности рациона черной тибетской овцы за счет дополнительного включения жиров, не только улучшило состав и вкусовые характеристики баранины, но и способствовало увеличению в рубце численности микроорганизмов, участвующих в углеводном обмене [9]. Авторы считают, что рацион является фактором, влияющим на состав и функцию микробиоты рубца у жвачных животных [10]. Изменения в среде рубца, вызванные различными рационами, изменяют морфологию тканей рубца, ферментационную структуру и микробный метаболизм, что, в свою очередь, влияет на формирование мышечной ткани.

Еще одной причиной использования жиров в рационах жвачных является снижение метанообразования в рубце. По мнению разных авторов, добавление жира может изменить функцию рубца и сократить выбросы метана [11] за счет создания конкуренции за метаболический водород, путем угнетения симбионтной микрофлоры или снижения доступности частиц корма в желудочно-кишечном тракте [12,13]. Это означает, что добавление жира может одновременно способствовать повышению концентрации жирных кислот в молоке и снижению выбросов парниковых газов. Количество метана, выделяемого животным, напрямую связано с количеством (энергетической ценностью) и качеством (усвояемостью) потребляемого корма. Если рацион имеет хорошую усвояемость, произведенная энергия используется для увеличения веса и производства в виде мяса/молока, тем самым уменьшая энергию, необходимую для образования метана, которая в нормальных условиях составляет от 3% до 8% потребляемой энергии [14]. Одно из недавних исследований, например, показало, что использование в рационе молочных коров дополнительных источников жира способствовало повышению эффективности использования энергии углеводов и азота бактериями, что увеличило метаболизм углеводов и азота в рубце [15].

Жиры, являясь источниками незаменимых жирных кислот способствуют улучшению усвоения жирорастворимых витаминов (A, D, E, K), что подводит еще к одной причине использования жиров в рационе – их положительному влиянию на физиолого-биохимический статус и здоровье животных [16]. Многочисленные исследования сообщали о влиянии различных животных жиров или растительных масел, таких как сало, жир, кукурузное масло, соевое масло, кокосовое масло или пальмовое масло, не только на продуктивность, но и на здоровье молодняка крупного рогатого скота [17]. Кроме того, некоторые исследования показали, что добавление некоторых короткоцепочечных или среднецепочечных жирных кислот в рационы телят имеет некоторые потенциальные преимущества в развитии рубца [18]. Включение в рацион телят голштинской породы рыбьего жира, как источника полиненасыщенных жирных кислот, оказывало положительное влияние на иммунную функцию животных, что проявлялось в увеличении концентраций гаптоглобина и снижению уровня лимфоцитов в крови [19]. Подчеркивается положительное влияние источников жирных кислот на воспроизводительные качества животных, влияя на такие показатели, как оплодотворяемость и снижение числа ранних эмбриональных смертностей [20]. Подчеркивается положительное влияние добавок жирных кислот в рационе на антиоксидантный статус организма животных [21].

Таким образом, использование жиров в питании жвачных животных влияет не только на качество животноводческой продукции, образование газов в организме, но и на здоровье, иммунный и антиоксидантный статус организма. Это подчеркивает целесообразность более углубленного изучения влияния различных источников жира, в том числе в сравнительном аспекте, на биохимический, антиоксидантный статус организма для формирования в дальнейшем кормовых программ для животных, обеспечивающих получение животноводческий продукции высокого качества. В последние годы пристальный интерес исследователей направлен на продукты переработки насекомых, в том числе, являющихся источником жира и биологически активных веществ, обладающих адаптогенными, антиоксидантными, иммунными и другими свойствами [22,23].

Несмотря на широкое применение и изучение жировых добавок в питании жвачных животных, их продуктивные эффекты, малоизученным является влияние на биохимический и антиоксидантный статус продуктивных животных, особенно в сравнительном аспекте. Проведение таких исследований позволит установить влияние на различные стороны обменных процессов для исключения негативного влияния на организм жировых добавок, как перспективных факторов питания в рационах.

Целью наших исследований являлось изучение особенностей биохимических, в том числе и антиоксидантных показателей, клинических индикаторов крови овец при использовании различных источников жиров – подсолнечного, пальмового масел и жира, полученного из личинок мухи Hermetia illucens.

Материалы и методы исследований

Эксперимент проведен на физиологическом дворе ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2024 году на модельных фистульных животных – овцах, в возрасте 3 лет романовской породы и их помесей с катадинами, методом групп-периодов (n=4). Эксперимент проводился в течение 4 периодов. В 1 (контрольный) период овцы получали основной сено-концентратный рацион (60 : 40 соотношение грубых и концентрированных кормов), состоящий из сена злаково-разнотравного и стандартного комбикорма для овец и коз ОК-81. Основной рацион был сбалансирован по энергии и основным питательным веществам и содержал 13 МДж ОЭ, 1,5 кг СВ, 154 г сырого протеина [24]. В 1 опытный период к основному рациону животные получали пальмовое масло, во 2 опытный – подсолнечное масло, в 3 опытный – жир из личинок мухи Hermetia illucens в дозировке 0,5 % от СВ рациона (7,5 г в сутки).

Использованные в эксперименте источники липидов, различались между собой по степени насыщенности и доступности в рубце: пальмовое масло (растительного происхождения, импортный продукт), подсолнечное масло (растительное происхождение, отечественный продукт) и жир личинки мухи Hermetia illucens (животного происхождения, отечественный продукт). Пальмовое и подсолнечное масло являются источниками ненасыщенных жирных кислот, а жир личинки мухи Hermetia illucens – источником в основном насыщенных жирных кислот, в частности лауриновой кислоты. Личинки были выращены в условиях физиологического двора ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Жир (99,9% ЖК, содержание лауриновой кислоты не менее 59,8%) был получен в отделе кормления сельскохозяйственных животных путем прямого отжима жира из сухих личинок.

В конце каждого периода исследований у овец отбирали пробы крови из яремной вены в вакуумные пробирки Vacuette для получения цельной крови и сыворотки. Сыворотку отделяли после 15-минутной выдержки при комнатной температуре на центрифуге Rotofiix с угловым ротором (Hettich GmbH & Co KG, Германия) при 3000 об/ мин в течение 10 минут в отделе физиологии и биохимии с/х животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К.Эрнста. Далее пробы сыворотки крови до анализов хранили при температуре -20°C. В сыворотке крови определяли показатели азотистого (общий белок, альбумины, глобулины, АСТ, АЛТ), углеводно-липидного и энергетического (креатинин, билирубин, глюкоза), минерального (щелочная фосфатаза, кальций, фосфор, магний, железо, хлориды) обмена на автоматическом биохимическом анализаторе ERBA XL-640 (ERBA, Lachema s.r.o., Чешская республика) с использованием системных реагентов. Цельную кровь анализировали в день взятия образцов, определяя число эритроцитов, содержание ге-

Таблица 1. Биохимические показатели крови овец (n=4, M± m)
Table 1. Biochemical parameters of sheep blood (n=4, M± m)

	Период				
Показатель	Контрольный	Опытный 1	Опытный 2	Опытный 3	p-value
Общий белок, г/л	65,50±1,62	69,00±1,06	67,18±2,19	69,53±1,06	0,28
Альбумины, г/л	26,35±0,89	28,53±0,62	28,83±0,43	28,43±0,15	0,15
Глобулины, г/л	39,15±1,19	40,48±0,44	38,35±1,90	41,10±0,094	0,34
А/Г	0,68±0,03	0,70±0,008	0,76±0,03	0,69±0,01	0,22
Мочевина, мМ/л	4,06±0,40	4,17±0,23	5,22±0,37	4,63±0,20	0,15
Креатинин, мкМ/л	86,87±4,45	97,18±6,61	96,91±7,52	88,46±4,12	0,59
Глюкоза, ммоль/л	4,24±0,30	4,67±0,32	4,50±0,12	4,50±0,44	0,91
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	221±23,9	179±38,31	204±44,48	224±29	0,75
АЛТ, МЕ/л	18,92±1,87	16,03±2,53	16,93±2,57	15,78±2,33	0,71
АСТ, МЕ/л	75,10±5,99	68,05±8,04	75,6±4,98	71,63±4,56	0,79
Билирубин общий, мМ/л	0,76±0,03	0,71±0,06	0,78±0,17	0,98±0,19	0,50
Триглицериды, мМ/л	0,32±0,02	0,35±0,02	0,35±0,01	0,38±0,05	0,40
Холестерин, мМ/л	1,52±0,15	1,85±0,10	1,60±0,02	1,84±0,23	0,30
Кальций, мМ/л	2,63±0,09	2,78±0,04	2,75±0,01	2,72±0,03	0,65
Фосфор, мМ/л	2,01±0,14	2,13±0,09	2,20±0,08	2,24±0,15	0,84
Магний, мМ/л	1,08±0,08	1,19±0,05	1,18±0,03	1,15±0,05	0,83
Железо, мкМ/л	30,26±3,37	23,78±2,50	22,86±1,89	25,28±2,61	0,29
Хлориды, мМ/л	108,82±2,07	110,86±1,19	110±1,10	109±1,27	0,83

Таблица 2. Клинические показатели в организме животных (n=4, M± m)
Table 2. Clinical parameters in the animals (n=4, M± m)

	Период				
Показатель	контрольный	Опытный 1	Опытный 2	Опытный 3	p-value
Лейкоциты, 10^9/л	12,42±2,94	6,85±1,36	5,23±0,24	6,03±1,28	0,04
Эритроциты, 10^{12}/л	5,31±0,25	5,63±0,27	5,80±0,13	5,55±0,13	0,71
Гемоглобин, г/л	112±5,23	108±6,26	110,5±3,48	107±2,90	0,52
Гематокрит, %	20,07±0,99	21,28±1,07	22,05±0,50	21,03±0,61	0,34

Таблица 3. Антиоксидантный статус организма подопытных животных (n=4, M± m)
Table 3. Antioxidant status of the experimental animals (n=4, M± m)

	Период				
Показатель	Контрольный	Опытный 1	Опытный 2	Опытный 3	p-value
ТБК- АП, мкМ/л	2,14±0,15	2,03±0,09	2,13±0,11	1,83±0,06	0,32
ЦП, мг/л	193,83±3,68^{1333}	229,0±11,12^{333}	202,5±7,86$^{\text{к}33}$	274,5±9,39$^{\text{ккк}11122}$	<0,001
ВА, мг/л	14,25±1,13	15,02±0,69	15,01±0,69	18,02±0,85*	0,026
ОАС, мМ/л	1,48±0,05	2,05±0,09	1,68±0,15	1,98±0,34	0,09
ТБК/ЦП	0,011±0,0008^{33}	0,009±0,0006^{33}	0,011±0,0006	0,007±0,00007$^{\text{ккк}33}$	0,002

Прим.: ТБК-АП- продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой, ЦП-церулоплазмин, ВА-суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, ОАС-общий антиоксидантный статус, ТБК/ЦП –отношение ТБК-АП к церулоплазмину моглобина, показатель гематокрита на гематологическом анализаторе Micros CC-20Plus (HTI, США) также с использованием системных реагентов.

Антиоксидантный статус оценивали по содержанию водорастворимых антиоксидантов (ВА) методом амперометрического детектирования на приборе ЦветЯуза-01-АА ("Химавтоматика", Россия), активности церулоплазмина методом Ревина, уровень продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП) – с помощью наборов "ТБК-Агат" ("Агат-Мед", Россия), общий антиоксидантный статус – ИФА с использованием наборов Elabscience (Китай), отношение ТБК-АП к церулоплазмину (ТБК-АП/ЦП) определяли расчетным методом.

Математическую и статистическую обработку результатов проводили с применением программных пакетов Microsoft Office Excel 2003, STATISTICA 10 (Statistica 13RU, StatSoft, США) с использованием методов описательной статистики, дисперсионного (однофакторный анализ), корреляционного (корреляции по Пирсону) и кластерного анализов (многомерный разведочный анализ, иерархическая классификация). Перед проведением всех указанных методов анализа проверяли нормальность распределения данных по Колмогорову-Смирнову и Шапиро-Уилка.

Таблица 4. Корреляции между биохимическими, клиническими показателями и маркерами антиоксидантной защиты организма овец (n=12)
Table 4. Correlations between biochemical, clinical para-meters and markers of antioxidant defense in sheep (n=12)

Показатель	ТБК-АП	ЦП	ТБК/ЦП	ОАС	ВА
ОБ	0,34	0,33	0,25	-0,19	0,28
АЛБ	0,08	0,47	-0,02	0,35	0,61
ГЛ	0,40	0,10	0,35	-0,52	-0,08
А/Г	-0,18	0,34	-0,24	0,68	0,60
МОЧ	0,41	-0,39	0,46	-0,74	-0,70
КРЕ	-0,75	0,57	-0,81	0,57	-0,08
ГЛЮ	0,05	0,35	-0,04	0,61	0,79
БИЛ	0,36	-0,77	0,50	-0,79	-0,87
ТГ	-0,25	0,33	-0,30	0,41	0,50
ХОЛ	0,55	0,51	0,38	-0,00	0,48
АЛТ	-0,46	0,68	-0,59	0,60	0,02
АСТ	-0,25	0,92	-0,45	0,80	0,63
АСТ/АЛТ	0,40	0,06	0,36	-0,04	0,58
ЩФ	-0,34	0,72	-0,46	0,81	0,89
Ca	-0,35	0,53	-0,44	0,44	0,25
P	-0,22	-0,38	-0,11	0,06	-0,33
Ca/P	0,14	0,58	-0,01	0,06	0,44
Mg	-0,51	0,38	-0,54	0,55	0,25
Fe	0,28	0,10	0,24	0,36	0,71
ХЛ	-0,27	0,57	-0,37	0,64	0,69
ЛЕЙ	-0,13	0,06	-0,14	-0,07	-0,52
ЭР	-0,42	-0,33	-0,32	-0,07	-0,76
ГЕМ	-0,13	0,32	-0,20	0,06	-0,39
ГЕМАТ	-0,42	-0,35	-0,31	-0,10	-0,78

Прим.: ОБ- общий белок, АЛБ-альбумины, ГЛ- глобулины, А/Г- отношение альбуминов к глобулинам, КРЕ-креатинин, МОЧ-мочевина, АЛТ- аланинаминотрансфераза АСТ- аспартатаминотрансфераза, Г- глюкоза, ТРИГ- триглицериды, БИЛ – билирубин общий, ХОЛ- холестерин, Ca- кальций, P- фосфор, Mg – магний, Fe- железо, ЩФ- щелочная фосфатаза, ЛЕЙ- лейкоциты, ЭР- эритроциты, ГЕМ-гемоглобин, ГЕМАТ- гематокрит, ВА- суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, ЦП- церулоплазмин, ТБК-АП - продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой, ТБК/ЦП- отношение ТБК-АП к церулоплазмину, ОАС-общий антиоксидантный статус. Красным шрифтом выделены статистически достоверные значения.

Результаты и обсуждение

Для анализа биохимических показателей крови пробы отбирались в конце каждого периода исследований (n=4). Данные представлены в таблице 1. Как видно, из таблицы, в крови овец, получавших дополнительно источники жира, наблюдалась тенденция к повышению концентрации общего белка (p=0,28) как за счет альбуминовой (p=0,15), так и глобулиновой фракции (p=0,34). В крови овец в опытные периоды исследований отмечалась тенденция к повышению уровня холестерина (p=0,30) и триглицеридов (p=0,40), что связано с дополнительным включением в рационы жиров разного происхождения. Наши данные согласуются с результатами исследований, проводимых Grechkina B. V. et.al.(2021). Авторы, скармливая 9-месячным телятам дополнительно подсолнечный, пальмовый жир и льняное масло, отмечали увеличение концентрации в крови липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) при снижении липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) и индекса атерогенности, что может служить основанием для использования растительных масел как перспективных природных гепатопротекторов в кормлении животных [25].

Другие исследователи отмечали положительную роль пальмового масла на отложение жирных кислот в тканях, модуляцию уровней липопротеинов и триглицеридов, а также содержание цитокинов в сыворотке крови [26].

Не обнаружено достоверных различий в клинических показателях в организме овец в разные периоды выращивания (табл. 2). При скармливании овцам жира, независимо от источника, наблюдается снижение уровня лейкоцитов (p=0,04). Из данных таблицы следует то факт, что можно исключить отрицательное влияние жиров на клинические показатели крови. Более значимые результаты получены нами при оценке влияния жиров различного происхождения на уровень антиоксидантной защиты организма (АОЗ).

Жирные кислоты играют важную роль в регуляции воспаления и окислительного стресса. Для оценки уровня ферментативного и неферментативного звена антиоксидантной защиты организма используются различные показатели. Мы остановили свой выбор, во-первых, на уровне продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), повышение концентрации которых свидетельствует об активации процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) или о снижении антиоксидантной защиты организма. Еще один интегральный показатель – уровень водорастворимых антиоксидантов (ВА), включающий совокупность водорастворимых антиоксидантов различной природы в сыворотке крови [27]. Церулоплазмин представляет собой медьсодержащий белок, который в организме в основном вырабатывается в печени, играя решающую роль в метаболическом балансе меди и железа через функцию окислителя и проявляя антиоксидантную активность [28]. Имея ввиду важность этого индикатора в антиоксидантной защите организма, он также выбран нами для оценки вместе с показателем общего антиоксидантного статуса (ОАС).

Сравнение показателей, характеризующих антиоксидантный статус в организме овец в разные периоды выращивания, показало, что при относительно равной концентрации в крови ТБК-АП (при относительной тенденции к снижению в крови овец 3 опытного периода), уровень суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ВА) был выше у овец, получавших в составе рациона жир насекомых на 26,5 % (p≤0,05). Известно, что жир Hermetia illucens богат лауриновой кислотой, являющейся источником природных антиоксидантов, что и обуславливает полученные результаты улучшения антиоксидантного статуса организма овец в 3 опытный период по сравнению с контролем, выражающийся в тенденции к снижению концентрации ТБК-АП.

Уровень церулоплазмина в крови овец, получавших контрольный рацион, составил 193,83 мг/л, что на 18,1 % (p≤0,05) меньше, чем у овец, получавших пальмовое масло (1 опытный период) и на 41,6 % (p≤0,001) меньше, чем у овец, получавших жир личинок Hermetia illucens.

Оценивая показатель общего антиоксидантного статуса, следует отметить тенденцию к повышению этого показателя в организме овец, получавших различные источники жира (p=0,09), что согласуется со снижением концентрации ТБК-АП, церулоплазмина и ВА. ОАС крови является интегральным показателем, описывающим общий баланс между окислителями и антиоксидантами и, следовательно, может быть более репрезентативным для баланса антиоксидант-оксидант, чем отдельные антиоксиданты [29]. Повышенный уровень ОАС указывает на повышенную способность справляться с окислительным стрессом.

Минимальное соотношение ТБК-АП к церулоплазмину наблюдается в группах животных, получавших пальмовое масло и жир личинок и составляло, соответственно 0,009 и 0,007 единиц (p=0,002). Этот показатель характеризует отношение продуктов ПОЛ к церулоплазмину, подчеркивая адаптационные способности организма к нейтрализации окислителей. В контрольном периоде и при скармливании животным подсолнечного масла этот показатель составил 0,011 единиц. В одном из исследований в рацион телят в течение первых 5 дней жизни незаменимые жирные кислоты, конъюгированную линолевую кислоты и их сочетание. Уже на 2-й день применения в крови телят, получавших эти добавки, наблюдали снижение билирубина и холестерина в плазме крови. На 3-й день применения уровень активных форм кислорода в крови был выше у животных, не получавших добавку, в результате чего авторы сделали вывод о том, что дополнительное использование жирных кислот влияет на воспалительную реакцию, окислительный и антиоксидантный статус новорожденных телят [30]. Наибольшие различия по сравнению с контролем мы обнаружили в группе овец, получавших жир личинок мухи Hermetia illucens.

Одновременно с лауриновой кислотой (около 50 %), в состав жира мухи Hermetia illucens входит высокое содержание миристиновой, пальмитиновой олеиновой кислот [31], что делает его похожим по составу на кокосовое масло или пальмоядровое масло. Жирные кислоты средней цепи легко усваивается и в основном метаболизируется печенью в энергию, а не хранятся в виде липидов [32]. Помимо общего метаболического эффекта, эти кислоты, по-видимому, участвуют в облегчении гиперлипидемии, модуляции метаболизма глюкозы и воспаления [33]. В доступной научной литературе много исследований посвящено положительному влиянию жира мухи Hermetia illucens при использовании в рационах разных видах животных, птицы и рыб [34-36]. Такие работы по жвачным животным встречаются, но в ограниченном количестве и в них в основном изучается антиоксидантный статус продукции [37].

В эксперименте жир, полученный из личинок мухи Hermetia illucens обладал значительной антиоксидантной активностью in situ в фибробластах, облученных УФ-В-излучением, а также ингибирующей активностью меланина, сравнимыми с известными антипигментными соединениями (койевая кислота и арбутин) [38].

Далее мы определили корреляционные связи между показателями биохимического, клинического статуса и индикаторами антиоксидантной защиты (АОЗ) в организме овец, вне зависимости от рациона, который они получали (таблица 4). Данный анализ показал, что большинство найденных корреляций были средней и выше средней степени. Достоверные положительные корреляции наблюдались между показателем активности церулоплазмина и АСТ (0,92), общим антиоксидантным статусом и активностью щелочной фосфатазы (0,81), содержанием водорастворимых антиоксидантов (ВА) и щелочной фосфатазой (0,89). Отрицательная корреляция высокой степени наблюдалась между ВА и содержанием триглицеридов (-0,87). Большинство найденных корреляций между показателями АОЗ обнаружено с индикаторами углеводно-липидного обмена (глюкозой, билирубином, холестерином). Поэтому мы провели кластерный анализ для выявления более информативной взаимосвязи между этими показателями. Результаты представлены на рисунке 1. Данные рисунка подтверждают тесную взаимосвязь показателей углеводно-липидного обмена (глюкоза, билирубин, триглицериды, холестерин) с индикаторами АОЗ в организме, что подчеркивает значимость данных биохимических показателей как маркеров АОЗ организма при оценке различных факторов питания.

Заключение

Таким образом, дополнительное включение в рацион овец разных источников липидов – подсолнечного, пальмового и личиков мухи Hermetia illucens не оказало отрицательного влияния на состояние обменных процессов в организме, способствуя тенденции к повышению уровня холестерина, триглицеридов, общего белка и его фракций. Включение пальмового масла и жира из личинок мухи способствовало значительному повышению антиоксидантного статуса организма, что проявилось в снижении накопления ТБК-АП, повышении уровня церулоплазмина и водорастворимых антиоксидантов, общего антиоксидантного статуса. Корреляционный анализ позволил установить взаимосвязи между показателями углеводно-липидного обмена и антиоксидантной защиты организма. Полученные результаты открывают перспективы использования жира, полученного из личинок мухи Hermetia illucens в рационах жвачных животных в качестве источников среднецепочечных жирных кислот для повышения антиоксидантной защиты организма.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания, регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР ГЗ 124020200032-4.

Литература/References

1.Zhao, P.Y. Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs / P.Y Zhao, H.L Li, M.M. Hossain, I.H. Kim // Anim. Feed Sci. Technol.- 2015.- 207.- P.190-195. DOI:195. 10.1016/j.anifeedsci.2015.06.007.

2.Panahiha, P. Growth performance, nutrient digestibility, and ruminal fermentation of dairy calves fed starter diets with alfalfa hay versus corn silage as forage and soybean oil versus palm fatty acids as fat source / P.

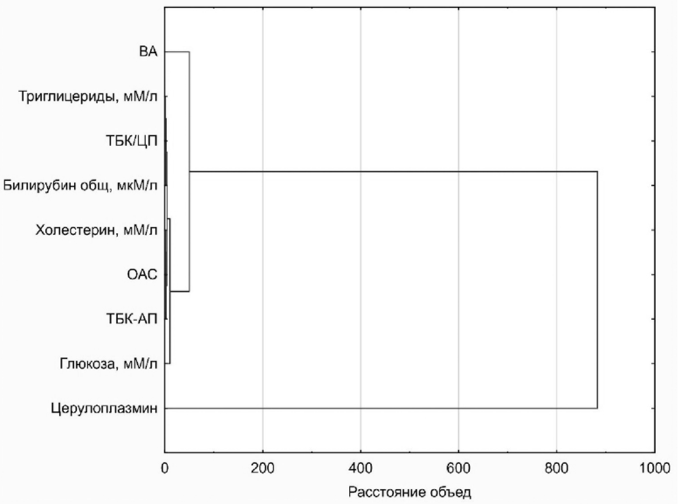


Рисунок 1. Результаты кластерного анализа по взаимосвязи показателей антиоксидантного статуса организма овец и биохимических показателей крови

Figure 1. Results of cluster analysis on the relationship between indicators of the antioxidant status of the sheep's body and biochemical blood parameters

Panahiha, H. Mirzaei-Alamouti, M. Kazemi-Bonchenari, J.R. Aschenbach // J. Dairy Sci.- 2022.- 105.- P. 9597-9609. DOI: 10.3168/jds.2022-22165.

3.Knob, D.A. Energy Balance Indicators during the Transition Period and Early Lactation of Purebred Holstein and Simmental Cows and Their Crosses / D.A. Knob, A. Thaler Neto, H. Schweizer, A.C. Weigand, R. Kappes, A.M. Scholz // Animals.- 2021.- 11(2).- 309. DOI: 10.3390/ani11020309.

4.Wood, J. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review / J. Wood, M. Enser, A. Fisher, G. Nute, P. Sheard, R. Richardson, S.I. Hughes, F.M. Whittington // Meat Sci.- 2008.-78.- P.343-58. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.07.019.

5.Hu, F. Effects of coconut oil and palm oil on growth, rumen microbiota, and fatty acid profile of suckling calves / F. Hu, M. Piao, C. Yang, Q. Diao, Y. Tu // Microorganisms.-2023.- 11(3).- 655. DOI: 10.3390/microorganisms11030655.

6.Chilliard, Y. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat / Y. Chilliard, F. Glasser, A. Ferlay, L. Bernard, J. Rouel, M. Doreau // Eur. J. Lipid. Sci. Technol. -2007.- 109.- P. 828-55. DOI: 10.1002/ejlt.200700080.

7.Acosta Balcazar, I. C. Relationship between the composition of lipids in forages and the concentration of conjugated linoleic acid in cow's milk: A review / I.C. Acosta Balcazar, L. D.Granados Rivera, J. Salinas Chavira, B. Estrada Drouaillet, M. R. Albarran, Y. Bautista Martinez // Animals.- 2022.- 12(13).- P. 1621. DOI: 10.3390/ani12131621.

8.Tzamaloukas, O. Application of olive by-products in livestock with emphasis on small ruminants: Implications on rumen function, growth performance, milk and meat quality / O. Tzamaloukas, M. C. Neofytou, P. E. Simitzis // Animals.- 2021. - 11(2).- P. 531. DOI: 10.3390/ani11020531.

9.Zhang, X. Metabolomics approach reveals high energy diet improves the quality and enhances the flavor of black Tibetan sheep meat by altering the composition of rumen microbiota / X. Zhang, L. Han, S. Hou, S.H.A. Raza, L. Gui, S. Sun, Z. Wang, B. Yang, Z. Yuan, J.Simal-Gandara, A.M. El-Shehawi, A. Alswat, M.A. Alenezi, M. Shukry, S.M. Sayed, B. H. Aloufi // Frontiers in Nutrition.- 2022.- 9. -915558. DOI:10.3389/fnut.2022.915558.

10.Lee, H.J. Comparative survey of rumen microbial communities and metabolites across one caprine and three bovine groups, using bar-coded pyrosequencing and1h nuclear magnetic resonance spectroscopy / H.J. Lee, J.Y. Jung, Y.K. Oh, S-S. Lee, E.L Madsen, C.O. Jeon // Appl Environ Microbiol.- 2012.- 78.- P. 5983-93. DOI: 10.1128/AEM.00104-12.

11.Martin, C.бIncreasing linseed supply in dairy cow diets based on hay or corn silage: Effect on enteric methane emission, rumen microbial fermentation, and digestion / C. Martin, A. Ferlay, P. Mosoni, Y. Rochette, Y. Chilliard, M.ьDoreau // J Dairy Sci. -2016.- 99.- 3445-3456. DOI: 10.3168/jds.2015-10110.

12.Wang, S. Contribution of ruminal fungi, archaea, protozoa, and bacteria to the methane suppression caused by oilseed supplemented diets / S. Wang, K. Giller, M. Kreuzer, S.E. Ulbrich, U. Braun, A. Schwarm // Front. Microbiol. -2017. -8.- 1864.

13.Yanza, Y. R. The effects of dietary medium-chain fatty acids on ruminal methanogenesis and fermentation in vitro and in vivo: A meta-analysis / Y.R. Yanza, M. Szumacher-Strabel, A. Jayanegara,, A.M. Kasenta, M. Gao, H. Huang, A.K. Patra, E.Warzycharzyc, A.Cieslak // Journal of animal physiology and animal nutrition. - 2021. - 105(5).- P.874-889. DOI:10.1111/jpn.13367.

14.Gerber, P.J. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: A review / P.J. Gerber, A.N. Hristov, B. Henderson, H. Makkar, J. Oh, C. Lee, R. Meinen, F. Montes, T. Ott, J.Firkins, A. Rotz, C. Dell, A.T. Adesogan, W.Z.Yang, J.M. Tricarico, E. Kebreab, G. Waghorn, J. Dijkstra, S. Oosting // Animal.- 2013.- 7.- P. 220-234. DOI: 10.1017/S1751731113000876.

15.Yang, Z. Rumen metagenome reveals the mechanism of mitigation methane emissions by unsaturated fatty acid while maintaining the performance of dairy cows / Z. Yang, Y. Zheng, S. Liu, T. Xie, Q. Wang, Z. Wang, S. Li., W. Wang // Animal Nutrition. - 2024.- 18.- P.296-308. DOI:10.1016/j.aninu.2024.06.003.

16.Scholljegerdes, E.J. Effects of Short-Term Oilseed Supplementation on Plasma Fatty Acid Composition, Progesterone and Prostaglandin F Metabolite in Lactating Beef Cows / E.J. Scholljegerdes, L.A. Lekatz, K.A. Vonnahme // Animal .- 2014.- 8.- P. 777-785. DOI: 10.1017/S1751731114000263.

17.Ghasemi, E. Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season / E. Ghasemi, M. Azad-Shahraki, M. Khorvash // J. Dairy Sci. -2017.- 100. -P. 5319-5328. DOI: 10.3168/jds.2016-11827.

18.Ragionieri, L. Effect of the supplementation with a blend containing short and medium chain fatty acid monoglycerides in milk replacer on rumen papillae development in weaning calves / L Ragionieri, A. Cacchioli, F. Ravanetti, M. Botti, A. Ivanovska, R. Panu, F. Righi, A .Quarantelli, F. Gazza // Ann. Anat.- 2016.- 207.- P. 97-108. DOI: 10.1016/j.aanat.2016.04.035.

19.McDonnell, R. P. Effect of supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and/or β-glucans on performance, feeding behaviour and immune status of Holstein Friesian bull calves during the pre- and post-weaning periods / R. P. McDonnell, J.V.O' Doherty, B. Earley, A.M. Clarke, D.A. Kenny // journal of animal science and biotechnology.- 2019.- 10(1). DOI: 10.1186/s40104-019-0317-x.

20.Rosa Velazquez, M. Effects of maternal dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids and methionine during late gestation on fetal growth, dna methylation, and mrna relative expression of genes associated with the inflammatory response, lipid metabolism and DNA methylation in placenta and offspring's liver in sheep / M. Rosa Velazquez, F. Batistel, J.M. Pinos Rodriguez, A.E. Relling // J. Anim. Sci. Biotechnol.- 2020.- 11.- 111.

21.Ighodaro, O.M. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. alex. / O.M. Ighodaro, O.A. Akinloye // J. Med. 2018. - 54.- P. 287-293. DOI:10.1016/j.ajme.2017.09.001.

22.Nekrasov R.V. Effect of Black Soldier Fly (Hermetia illucens L.) Fat on Health and Productivity Performance of Dairy Cows / R. V. Nekrasov, G. A. Ivanov, M. G. Chabaev, A.A. Zelenchenkova, N.V. Bogolyubova, D. A. Nikanova, A.A. Sermyagin, S.O. Bibikov, S.O. Shapovalov // Animals.- 2022. - 12 (16).- P. 2118. DOI: 10.3390/ani12162118.

23.Seyedalmoosavi M. M. Nutrient uptake, growth performance, blood metabolites and bone properties in broilers consuming feed with mineral-enriched whole black soldier fly larvae / M.M. Seyedalmoosavi, G. Das, M. Mielenz, S. Maak, P. Wolf, C.C. Metges. Journal of Insects as Food and Feed.- 2024.-1.- P.1-13.

24.Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие.3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А.П.Калашникова, В.И.Фисинина, В.В.Щеглова, Н.И.Клейменова. -Москва.2003. - 456 с.

25.Grechkina, B. V. Lipid spectrum of blood when vegetable fats are introduced into the diet of calves. / B.V. Grechkina, S.A. Miroshnikov, S.V. Lebedev // In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.- 2021.- 624 (1).-P.012025. DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012025.

26.Saminathan, M. Effects of dietary palm oil on broiler chicken productive performance and carcass characteristics: a comprehensive review / M. Saminathan, W. N. W. Mohamed, A.M. Noh, N.A. Ibrahim, M.A. Fuat, S. K. Ramiah // Tropical animal health and production. - 2022. - 54(1).- P.64. DOI: 10.1007/s11250-022-03046-5.

27.Боголюбова, Н.В. Возрастные изменения биохимических и клинических показателей крови цыплят-бройлеров / Н. В. Боголюбова, Р. В. Некрасов, Р. А. Рыков, А. А. Зеленченкова // Ветеринария и кормление. - 2024. - 3. - С. 27-33. DOI 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2024-3-4.

28.Liu, Z. Molecular functions of ceruloplasmin in metabolic disease pathology / Z. Liu, M. Wang, C. Zhang, S. Zhou, G. Ji // Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy - 2022.- 15.- P.695-711. DOI: 10.2147/DMSO.S346648.

29.Ghiselli, A. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data / A.Ghiselli, M. Serafini, F. Natella, C.Scaccini // Free Radic. Biol. Med.- 2000.- 29. -P. 1106-1114. DOI: 10.1016/S0891-5849(00)00394-4.

30.Liermann, W. Effects of a maternal essential fatty acid and conjugated linoleic acid supplementation during late pregnancy and early lactation on hematologic and immunological traits and the oxidative and anti-oxidative status in blood plasma of neonatal calves / W. Liermann, K.L. Uken, C. Schaff, L. Vogel, M. Gnott, A. Tuchscherer, E. Trevisi, T. Stefaniak, H. Sauerwein, A.Troscher, H.M. Hammon // Animals. - 2021. - 11(8). - P.2168. DOI:10.3390/ani11082168.

31.Fornari, T. Effect of moisture and oil content in the supercritical CO2 defatting of Hermetia illucens larvae / T. Fornari, L. Vazquez, D. Villanueva-Bermejo, R. Hurtado-Ribeira, D. Martin Hernandez, D. Martin // Foods.- 2023.- 12.- P. 490. DOI: 10.3390/foods12030490.

32.Suryati, T., Julaeha, E., Farabi, K., Ambarsari, H. and Hidayat, A.T., 2023. Lauric acid from the black soldier fly (Hermetia illucens) and its potential applications / T.Suryati, E .Julaeha, K. Farabi, H. Ambarsari, A.T. Hidayat // Sustainabilit.- 2023.- 15: 10383. DOI: 10.3390/SU151310383.

33.Zhao, M. Differential modulations of lauric acid and its glycerides on high fat diet-induced metabolic disorders and gut microbiota dysbiosis / M. Zhao, J. Zhang, T. Liu, J. Wang, H. Cai, X. Zhang, Quay Huai D. Xia, F. Feng, J. Tang // Food Research International. - 2022. - 157.- P.111437. DOI:10.1016/j.foodres.2022.111437.

34.Szczepanik, K. Effects of hermetia illucens larvae meal and astaxanthin as feed additives on health and production indices in weaned pigs / K. Szczepanik, I.бFurgal-Dierzuk, L.бGala, M.бSwiatkiewicz // Animals. - 2022. - 13(1). - 163. DOI:10.3390/ani13010163.

35.Liu, X. Effects of different levels of Hermetia illucens larvae meal on performance, egg quality, yolk fatty acid composition and oxidative status of laying hens / X. Liu, X. Liu, Y. Yao, X. Qu, J. Chen, K. Xie, X. Wang, Y. Qi, C. He // Italian Journal of Animal Science.- 2021. - 20(1). - P. 256-266. DOI:10.1080/1828051X.2021.1878946.

36.Guerreiro, I. Oxidative stress response of meagre to dietary black soldier fly meal / I. Guerreiro, C. Castro, C.R. Serra, F. Coutinho, A. Couto, H. Peres, P. Pousao-Ferreira, L. Gasco, F.Gai, A. Oliva-Teles, P. Enes // Animals. - 2022. - 12(23). - P. 3232. DOI:10.3390/ani12233232.

37.Lu, S. Effects of black soldier fly larvae (Hermetia illucens L.) as feed supplements on muscle nutrient composition, meat quality, and antioxidant capacity in Qianbei goat / S. Lu, S. Paengkoum, S. Chen, Y .Long, X. Niu, S. Thongpea, N. Taethaisong, W. Meethip, P. Paengkoum // Animal Bioscience. - 2024. - 37(12).- 2167. DOI: 10.5713/ab.24.0173.

38.Phongpradist, R. The in vitro effects of black soldier fly larvae (Hermitia illucens) oil as a high-functional active ingredient for inhibiting hyaluronidase, anti-oxidation benefits, whitening, and UVB protection / R. Phongpradist, W. Semmarath, K. Kiattisin, J. Jiaranaikulwanitch, W. Chaiyana, S. Chaichit, Y. Phimolsiripol, P. Dejkriengkraikul, C.Ampasavate // Frontiers in Pharmacology. - 2023.- 14.- 1243961. DOI: 10.3389/fphar.2023.1243961.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-6
УДК 619:616-006:616.98:578.828.11

Диагностика эпизоотий и факторы риска лейкоза у крупного рогатого скота в период с 2000 по 2024 годы

Генджиев А.Я.

[1]**Генджиев А.Я.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, gend-alex08@mail.ru
[2]**Гулюкин М.И.,** доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, gulukin@viev.ru
[3]**Абакин С.С.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, abakins@yandex.ru
[1]**Убушиева А.В.,** кандидат биологических наук, старший преподаватель, ameli-altanas@mail.ru
[1]ФГБОУ ВО Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова
[2]ФГБНУ Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук", г. Москва
[3]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр", Россия, г. Михайловск.

Ключевые слова: вирус лейкоза крупного рогатого скота, эпизоотическая ситуация, серологические исследования, селекционно-генетические подходы.

Резюме. Лейкоз крупного рогатого скота представляет собой серьёзную угрозу для экономики животноводства, приводя к значительным потерям в производстве мяса и молока, а также к утрате племенного молодняка. Это заболевание, вызванное вирусом, имеет высокую контагиозность и может длительное время протекать бессимптомно, что затрудняет его раннюю диагностику и контроль. Исследование проводилось в Республике Калмыкия, где был проанализирован эпизоотический процесс по лейкозу, выявлены ключевые факторы, способствующие распространению инфекции, и оценены результаты противоэпизоотических мероприятий. Уровень пораженности поголовья инфекцией снизился с 3,97% в 2000 году до 0,05% в 2024 году, а заболеваемость уменьшилась с 0,31% до 0,06%. В результате проведённых серологических исследований было выявлено 13064 инфицированных животных, из которых 6982 головы были выбракованы. Несмотря на улучшение эпизоотической ситуации, в некоторых районах, таких как Городовиковский, уровень инфицированности оставался

Diagnosis of Epizootics and Risk Factors for Bovine Leukosis in Cattle from 2000 to 2024

[1]**Gendzhiev A.Y.,** [2]**Gulyukin M.I.,**
[3]**Abakin S.S.,** [1]**Ubushieva A.V.**
[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov"
[2]Federal Scientific Center - All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Skryabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences, Moscow
[3]Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center," Russia, Mikhaylovsk

Keywords: bovine leukemia virus, epizootic situation, serological testing, selective breeding approaches.

Abstract. Bovine leukosis poses a serious threat to livestock economics, leading to significant losses in meat and milk production, as well as the loss of breeding stock. This viral disease is highly contagious and can remain asymptomatic for extended periods, complicating early diagnosis and control. The study was conducted in the Republic of Kalmykia, where the epizootic process of leukosis was analyzed, key factors contributing to the spread of infection were identified, and the results of anti-epizootic measures were evaluated. The infection rate in livestock decreased from 3.97% in 2000 to 0.05% in 2024, while morbidity declined from 0.31% to 0.06%. Serological testing identified 13,064 infected animals, of which 6,982 were culled. Despite improvements in the epizootic situation, some districts, such as Gorodovikovsky, maintained high infection rates, reaching 17.14%. This highlights the need for more targeted and effective disease control and prevention measures in these regions. The study underscores the importance of implementing modern diagnostic methods and selective breeding approaches to enhance disease resistance in cattle. Specifically, emphasis should be placed on developing and applying genetic markers to identify animals with high resistance to leukosis. Continued monitoring of the epizootic situation and adaptation of control strategies based on regional characteristics and disease dynamics are recommended. Additionally, regular training seminars for veterinary specialists and farmers are essential to raise awareness of prevention and early diagnosis methods. This study aims to systematize knowledge on the diagnosis and prevention of bovine leukosis, which could enhance livestock resilience and ensure food security in the country. Implementing the proposed recommendations could significantly reduce economic losses and improve herd health, thereby positively impacting the entire livestock industry.

Для цитирования / For citation

Диагностика эпизоотий и факторы риска лейкоза у крупного рогатого скота в период с 2000 по 2024 годы / Генджиев А.Я. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.35–39.
Diagnosis of Epizootics and Risk Factors for Bovine Leukosis in Cattle from 2000 to 2024 / Gendzhiev A.Y. [et. al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.35–39.

высоким, достигая 17,14%. Это подчёркивает необходимость более целенаправленных и эффективных мер по контролю и профилактике заболевания в этих регионах. Результаты исследования подчёркивают необходимость внедрения современных методов диагностики и селекционно-генетических подходов для повышения устойчивости животных к лейкозу. В частности, акцент следует делать на разработку и внедрение генетических маркеров, которые помогут идентифицировать животных с высокой устойчивостью к заболеванию. Рекомендуется продолжить мониторинг эпизоотической ситуации и адаптировать стратегии борьбы с лейкозом в зависимости от региональных особенностей и динамики заболевания. Важно также проводить регулярные обучающие семинары для ветеринарных специалистов и фермеров, чтобы повысить осведомлённость о методах профилактики и ранней диагностики лейкоза. Данная работа направлена на систематизацию знаний в области диагностики и профилактики лейкоза, что может способствовать повышению устойчивости животноводства и обеспечению продовольственной безопасности страны. Внедрение предложенных рекомендаций может значительно снизить экономические потери и улучшить здоровье поголовья, что в свою очередь положительно скажется на всей отрасли животноводства.

Введение

Сельское хозяйство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, и в рамках "Концепции развития животноводства в XXI веке" поставлена задача оптимизации использования собственных ресурсов для удовлетворения потребностей населения в мясных и молочных продуктах. Развитие скотоводства, как одной из основных отраслей животноводства, напрямую связано с эффективностью борьбы с болезнями, наносящими ущерб животноводству, среди которых лейкоз крупного рогатого скота занимает одно из ведущих мест.

Лейкоз представляет собой серьёзную угрозу для экономики, приводя к вынужденному убою животных, потере племенного молодняка и утрате генофонда высокопродуктивных особей. В последние годы это заболевание уверенно занимает первое место в структуре инфекционной заболеваемости крупного рогатого скота, создавая значительные ветеринарные и экономические проблемы. Эффективная борьба с лейкозом имеет важное значение как для науки, так и для народного хозяйства, что подчёркивает необходимость дальнейшего изучения и разработки новых подходов к диагностике и профилактике этого заболевания.

Несмотря на успешные оздоровительные мероприятия, проведённые в странах Западной Европы, проблема лейкоза в России остаётся актуальной. Ведущие научные учреждения страны активно занимаются исследованием инфекционного процесса, выявлением закономерностей эпизоотического процесса и разработкой территориальных программ борьбы с лейкозом. Однако радикальные меры, такие как полная замена стада, не могут быть экономически оправданы в условиях нашей страны. Поэтому особое внимание следует уделить методам ранней диагностики и селекционно-генетическим подходам, направленным на повышение устойчивости животных к лейкозу.

Важным направлением исследований является изучение генетических маркеров, связанных с устойчивостью к заболеванию, а также анализ полиморфизма генов, участвующих в формировании хозяйственно полезных признаков. Эпизоотологические исследования, направленные на выявление региональных особенностей проявления лейкоза, имеют целью не только понима-

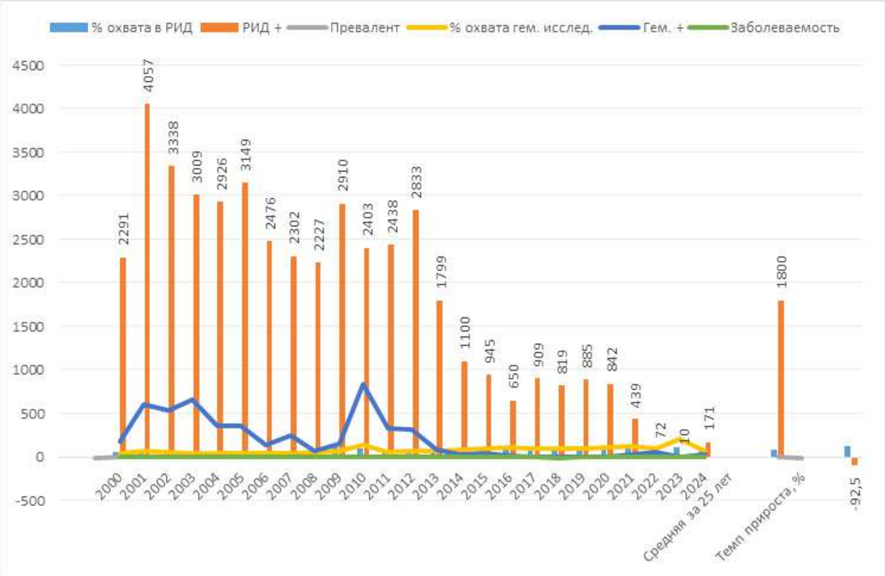


Рис. 1. Показатели эпизоотического процесса второго периода исследований за 2000-2024гг.

Fig. 1. Indicators of the epizootic process during the second research period (2000-2024).

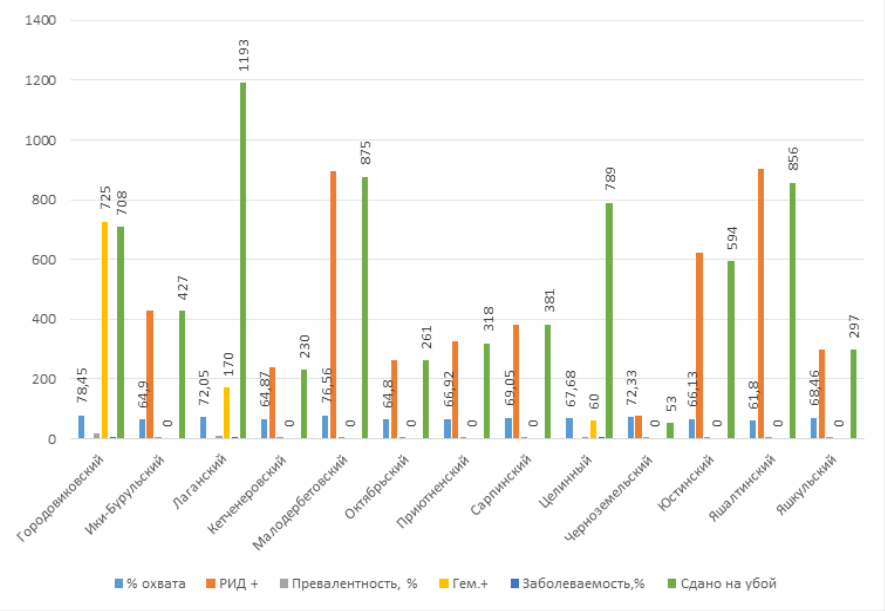


Рис 2. Сравнительный анализ эпизоотической ситуации по лейкозу КРС в регионе за 2005-2009 гг.

Fig. 2. Comparative analysis of the epizootic situation of bovine leukosis in the region for 2005-2009.

ние динамики заболевания, но и разработку эффективных стратегий оздоровления крупного рогатого скота на территории Российской Федерации. Таким образом, данная работа направлена на систематизацию знаний о диагностике эпизоотий и факторах риска лейкоза у крупного рогатого скота в период с 2000 по 2024 годы, что позволит внести вклад в решение актуальных проблем в области ветеринарии и животноводства.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на территории Республики Калмыкия в период с 2000 по 2024 годы. Объектом исследования стали стада крупного рогатого скота калмыцкой породы, находящиеся в различных районах республики.

Исследование было организовано в виде многолетнего мониторинга, включающего как ретроспективный, так и проспективный анализ данных. В рамках исследования были собраны и проанализированы данные о состоянии здоровья поголовья, результатах серологических и гематологических исследований, а также о проведенных противоэпизоотических мероприятиях.

Для диагностики лейкоза использовались серологические тесты, включая реакцию иммунодиффузии (РИД) и иммуноферментный анализ (ИФА). Гематологические тесты проводились в основном в Городовиковском районе, где фиксировались случаи заболевания.

Сбор данных о заболеваемости и пораженности поголовья проводился на основе отчётов ветеринарных служб, а также путём анкетирования фермеров и ветеринаров. Данные были обработаны с использованием статистических методов, включая описательную статистику для расчёта средних значений, процентных соотношений и темпов прироста. Для анализа динамики эпизоотической ситуации использовались графические методы, а также таблицы для наглядного представления результатов.

В рамках исследования были разработаны и внедрены противоэпизоотические мероприятия, включая:

– систематическую выбраковку серопозительных животных;

– проведение обучающих семинаров для ветеринарных специалистов и фермеров по методам профилактики и ранней диагностики лейкоза;

– внедрение селекционно-генетических подходов для повышения устойчивости животных к заболеванию, включая изучение генетических маркеров.

Все исследования проводились в соответствии с этическими нормами, установленными для ветеринарной практики. Вся информация о животных и их владельцах была собрана анонимно, с соблюдением конфиденциальности.

Исследование ограничивалось доступностью данных о состоянии здоровья поголовья в различных районах, а также возможными изменениями в методах диагностики и профилактики, которые могли повлиять на результаты.

Результаты исследования

В рамках противоэпизоотических и профилактических мероприятий мы проводили анализе эпизоотического процесса как во временном аспекте (за 25-лет), так и в пространственном (по районам республики). В этот процесс входит выявление факторов, способствующих возникновению эпизоотического процесса, выбор оптимальных стратегий для борьбы с лейкозом и анализ их эффективности. Сведения о состоянии эпизоотического процесса лейкоза крупного рогатого скота в Республике Калмыкия за период с 2000 по 2024 годы представлены на рисунке 1.

На рисунке 1 представлены изменения эпизоотической обстановки по лейкозу КРС в Республике Калмыкия с 2000 по 2024 год. Результаты анализа указывают на существенное улучшение эпизоотического благополучия: если в 2000–2001 гг. распространенность инфекции достигала 3,97–5,90%, то к 2023–2024 гг. этот показатель снизился до 0,03–0,05%, что соответствует 13,4-кратному уменьшению показателя. Заболеваемость также продемонстрировала устойчивую регрессию: с 0,31% в 2000 году до 0,06% в 2024 году, что соответствует 5,2-кратному снижению частоты возникновения новых случаев. Полученные данные подтверждают эффективность проводимых противоэпизоотических мероприятий.

Результаты многолетнего мониторинга эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в Республике Калмыкия демонстрируют устойчивую тенденцию к улучшению ветеринарно-санитарного состояния поголовья за период 2000–2024 годов. На фоне значительного увеличения численности скота с 121,6 до 339,9 тысяч голов, свидетельствующего о развитии животноводческой отрасли, отмечается существенное усиление диагностического контроля.

Масштабы серологического мониторинга возросли в шесть раз – с 64,2 до 390,5 тысяч исследований ежегодно, при этом показатель охвата поголовья диагностическими мероприятиями превысил 100%, достигнув 117,7%. Такая интенсификация ветеринарного надзора позволила существенно повысить эффективность выявления инфицированных животных и контроля циркуляции возбудителя в популяции.

В результате, общее число исследованных животных за 25 лет составило 6749639 голов, из которых 45000 оказались серопоherpositive уже в 2011 году отмечается значительное снижение показателей до 517 случаев, а к 2024 году достигнута минимальная превалентность заболевания (22 случая) при уровне вновь выявляемой инфицированности 171 случай.

Результаты исследования, проведенного в рамках технологической системы "корова-телёнок" в мясном скотоводстве, подчеркивают важность эффективного управления здоровьем поголовья. Система, основанная на сезонном получении телят и их подсосном выращивании на пастбищах, приводит к постнатальной передаче возбудителя лейкоза, что создает длительное неблагополучие в хозяйствах республики. Критически важно выведение из стада коров, положительно реагирующих на иммунодиффузию, поскольку это разрывает эпизоотические цепи и способствует локализации инфекции.

Проведенный эпизоотологический мониторинг выявил существенные недостатки в системе контроля лейкоза крупного рогатого скота на изучаемой территории. В большинстве районов республики практикуется выбраковка серопозитивных животных без обязательного гематологического подтверждения диагноза, за исключением Городовиковского района, где проводятся полноценные лабораторные исследования.

Основной проблемой является отсутствие дифференцированного менеджмента серопозитивного и серонегативного поголовья. Применяемая в настоящее время стратегия, основанная преимущественно на идентификации и элиминации животных с клиническими проявлениями заболевания, не соответствует современным эпидемиологическим принципам контроля хронических вирусных инфекций. Такой подход не обеспечивает эффективного ограничения циркуляции онкогенного вируса в популяции ввиду невозможности выявления латентных вирусоносителей.

Особую эпидемиологическую значимость имеет отсутствие комплексного подхода к диагностике и дифференцированному ведению серопозитивного и серонегативного поголовья. Гетерогенность применяемых методов и диагностических критериев существенно снижает достоверность эпизоотологического надзора и затрудняет объективную оценку эпизоотического статуса.

Данные за период с 2005 по 2009 годы показывают, что, несмотря на проводимые противолейкозные мероприятия, ситуация с гематологическими исследованиями и заболеваемостью остается неоднозначной. В большинстве хозяйств исследования не проводятся, что затрудняет оценку реального уровня инфицированности. В то же время в трех районах, где проводятся гематологические исследования, процент инфицированности достигает 10–30%, что указывает на сложную эпизоотическую ситуацию и необходимость более комплексного подхода к контролю лейкоза.

Эпизоотологический мониторинг 2005–2009 гг. зафиксировал значительные территориальные различия в распространении лейкоза КРС по районам республики. Диапазон инфицированности поголовья колебался от минимальных 0,24% в Черноземельском до экстремально высоких 17,14% в Городовиковском районе, при этом средний региональный показатель составил 2,65%, отражая существенную пространственную гетерогенность эпизоотической ситуации.

Эпизоотическая ситуация по лейкозу крупного рогатого скота характеризовалась выраженной территориальной вариабельностью. Наибольшая распространенность инфекции отмечалась в Городовиковском (17,14%), Лаганском (8,53%) и Целинном (2,19%) районах. Эпизоотическая ситуация по лейкозу крупного рогатого скота в течение пятилетнего периода характеризовалась выраженной территориальной неоднородностью. Максимальные показатели заболеваемости зарегистрированы в Городовиковском районе, где число инфицированных особей составило 5348 голов (4,65% от общего поголовья), что значительно превышает аналогичные показатели в Лаганском (2073 случая или 1,42%) и Целинном (1207 случаев или 0,53%) районах.

Результаты серологического мониторинга с охватом 77,2% популяции крупного рогатого скота выявили 13 064 серопозитивных особей, из которых 6982 головы были выбракованы. Анализ региональных особенностей эксплуатации инфицированного поголовья демонстрирует существенную межтерриториальную вариабельность: в Городовиковском районе сохранялось 87,03% вирусоносителей (4 752 головы), в Лаганском – 42,18%, в Целинном – 36,83%. Подобная практика содержания более 6000 инфицированных животных формирует устойчивые природные резервуары инфекции, обеспечивая персистенцию и распространение онкогенного вируса в популяции. Верификация гематологическим методом (n=8 772) подтвердила развитие клинико-гематологических проявлений лейкоза у 955 животных (10,88%), что при среднем показателе заболеваемости 2,2% свидетельствует о продолжающейся активной циркуляции возбудителя и прогрессировании инфекционного процесса у части инфицированного поголовья.

В Городовиковском районе увеличилось число инфицированных животных из-за несоблюдения мер борьбы с лейкозом: уровень пораженности составил 15,3%, а заболеваемость – 4,65%. В некоторых хозяйствах процент инфицированности достигал 50–60%. Выбраковка проводилась только для больных животных, что способствовало росту заболеваемости в республике.

С 2009 года, благодаря разъяснительной работе, увеличился охват серологических и гематологических исследований. В 2009 году количество инфицированных возросло до 2910, а число больных – до 150. В 2010 году было выявлено 839 голов с клиническими признаками, при охвате 143,4% и заболеваемости 0,33%. Все клинически больные животные были выведены.

К 2010 году в Целинном и Лаганском районах внедрили метод своевременного вывода сероположительных животных. В последующие годы темп прироста больных коров снизился на 87,8%. К 2024 году уровень превалентности инфекции уменьшился до 0,05%, а заболеваемость – до 0,06%. Таким образом, результаты исследования показывают значительное улучшение здоровья поголовья и снижение уровня заболеваемости, что свидетельствует о положительной динамике в борьбе с лейкозом.

Заключение

Исследование эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в период с 2000 по 2024 годы показало значительное улучшение состояния здоровья поголовья и снижение уровня заболеваемости. Уровень пораженности инфекцией снизился с 3,97% в 2000 году до 0,05% в 2024 году, а заболеваемость уменьшилась с 0,31% до 0,06%. Эти результаты свидетельствуют о положительном влиянии проведённых противоэпизоотических мероприятий и повышении уровня серологических исследований.

Тем не менее, в некоторых районах, таких как Городовиковский, уровень инфицированности остаётся высоким, достигая 17,14%. Это подчёркивает необходимость дальнейшего внимания к проблеме лейкоза и внедрения современных методов диагностики и профилактики. Важно отметить, что несмотря на успешные меры по борьбе с заболеванием, в ряде случаев наблюдается задержка больных животных в стадах, что может способствовать распространению инфекции. Результаты исследования также указывают на необходимость применения селекционно-генетических подходов для повышения устойчивости животных к лейкозу. Изучение генетических маркеров и полиморфизма генов, связанных с устойчивостью к заболеванию, может стать важным направлением для будущих исследований. Таким образом, данная работа вносит вклад в систематизацию знаний о диагностике и профилактике лейкоза у крупного рогатого скота, что может способствовать повышению устойчивости животноводства и обеспечению продовольственной безопасности страны. Рекомендуется продолжить мониторинг эпизоотической ситуации и адаптировать стратегии борьбы с лейкозом в зависимости от региональных особенностей и динамики заболевания.

Литература

1. Генджиев, А.Я. Молекулярно-генетический контроль при лейкозе крупного рогатого скота в системе оздоровительных мероприятий скотоводческих хозяйств Калмыкии: дис. … канд. ветеринар. наук: 06.02.02 / Генджиев Александр Ялмтаевич. - Ставрополь, 2018. - 154 с.
2. Генджиева, О. Б. Распространенность лейкоза крупного рогатого скота и организация мер борьбы с ним в Республике Калмыкия: Автореф. дис..канд. ветер. наук / О.Б. Генджиева.- Москва.-2003.- 23 с. EDN: QDUQIV
3. Гулюкин, М.И. Мониторинг эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в товарных и племенных хозяйствах РФ за 2014-2015 гг. / М.И. Гулюкин, И.И. Барабанов, Л.А. Иванов [и др.] / / Ветеринария и кормление. - 2016. - № 4. - С. 4-41. EDN: WFIZOZ
4. Донник, И.М. Петропавловский, М.В. Чувствительность и специфичность диагностических тестов (РИД, ИФА, ПЦР) в выявлении вирусоносителей ВЛ КРС среди оздоравливаемого от лейкоза поголовья крупного рогатого скота. И.М. Донник, А.Т. Татарчук, и др. Современные проблемы диагностики, лечения и профилактики болезней животных и птиц: Сборник научных трудов ведущих ученых России и Зарубежья. Вып. 3. - Уральское издательство, Екатеринбург, 2010. С.- 113 - 118.
5. Логинов С.И., Храмцов В.В., Высочин А.В., Табакаев В.В. Эпизоотологические показатели для оценки проявления эпизоотического процесса лейкоза крупного рогатого скота. Вестник НГАУ. 2011. № 1 (17). С. 96-100.
6. Магер, С.Н. Меры профилактики и борьбы с лейкозом крупного рогатого скота в личных подсобных хозяйствах граждан / С.Н. Магер, П.Н. Смирнов, В.В. Храмцов, Н.А. Осипова, Т.А. Агаркова // Вестник НГАУ. - 2011. - № 1 (17). - С. 100-104. EDN: OYSSMN
7. Пономаренко Д. Г. Лейкоз в структуре основ-ных инфекционных патологий крупного рога-того скота Российской Федерации, современ-ная эпизоотическая ситуация по лейкозу КРС в Ставропольском крае/Д. Г. Пономаренко, С. С. Абакин, Е. А. Борщев//72-я научно-практи-ческая конференция СтГАУ. Сборник научных трудов. -Ставрополь. -2008. -С. 109-111.
8. Теребкова З.Ф. Эпидемиологическая характеристика заболеваемости и некоторые факторы риска заболеваний гемобластозами человека. Матер. сессии, посвящ. 50-летию ин-та НИИГПК. Тбилиси, 1985. С.-244-245.
9. Abakin S S and Krasovskaya T L 2014 On the protection of cattle breeding stock from infectious diseases in the farms of Stavropol Krai Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding 2 335-340.
10. Gulyukin M I, Ivanova L A, Gendzhieva O B and Kozyreva N G 2012 Genotyping of Bovine leukemia virus insulators in the territory of the Republic of Kalmykia Veterinary of Kuban 4 4-7. EDN: PBPJLN
11. Nuotio L. Eradication of enzootic bovine leucosis from Finland. L. Nuotio, H. Rusanen. Prev.Vet. Med. 2003. №30, 59(I-2). - 43 p.

References

1. Gendzhiev A.Ya. Molekulyarno-geneticheskii kontrol pri leikoze krupnogo rogatogo skota v sisteme ozdorovitel'nykh meropriyatii skotovodcheskikh khozyaistv Kalmykii [Molecular-genetic control in bovine leukemia within the system of health measures for cattle farms in Kalmykia]. Diss. … Cand. Vet. Sci. Stavropol, 2018. 154 p. (In Russ.)
2. Gendzhieva O.B. Rasprostranennost' leikoza krupnogo rogatogo skota i organizatsiya mer bor'by s nim v Respublike Kalmykiya [Prevalence of bovine leukemia and organization of control measures in the Republic of Kalmykia]. Abstract of Diss. … Cand. Vet. Sci. Moscow, 2003. 23 p. (In Russ.)
3. Gulyukin M.I., Barabanov I.I., Ivanov L.A. et al. Monitoring epizooticheskoi situatsii po leikozy krupnogo rogatogo skota v tovarnykh i plemennykh khozyaistvakh RF za 2014-2015 gg. [Monitoring of the epizootic situation of bovine leukemia in commercial and breeding farms of the Russian Federation for 2014-2015]. Veterinariya i kormlenie. 2016;(4):4-41. (In Russ.)
4. Donnik I.M., Tatarchuk A.T. et al. Chuvstvitel'nost' i spetsifichnost' diagnosticheskikh testov (RID, IFA, PTsR) v vyyavlenii virusonositelei VL KRS sredi ozdoravlimogo ot leikoza pogolov'ya krupnogo rogatogo skota [Sensitivity and specificity of diagnostic tests (RID, ELISA, PCR) in detecting BLV carriers in cattle undergoing leukemia eradication]. Sovremennye problemy diagnostiki, lecheniya i profilaktiki boleznei zhivotnykh i ptits. Yekaterinburg: Ural'skoe izd-vo, 2010;(3):113-118. (In Russ.)
5. Loginov S.I., Khramtsov V.V., Vysochin A.V., Tabakaev V.V. Epizootologicheskie pokazateli dlya otsenki proyavleniya epizooticheskogo protsessa leikoza krupnogo rogatogo skota [Epizootological indicators for assessing the manifestation of the epizootic process of bovine leukemia]. Vestnik NGAU. 2011;1(17):96-100. (In Russ.)
6. Mager S.N., Smirnov P.N., Khramtsov V.V. et al. Mery profilaktiki i bor'by s leikozom krupnogo rogatogo skota v lichnykh podsobnykh khozyaistvakh grazhdan [Measures for the prevention and control of bovine leukemia in private subsidiary farms]. Vestnik NGAU. 2011;1(17):100-104. (In Russ.)
7. Ponomarenko D.G., Abakin S.S., Borshchev E.A. Leikoz v strukture osnovnykh infektsionnykh patologii krupnogo rogatogo skota Rossiiskoi Federatsii, sovremennaya epizooticheskaya situatsiya po leikozy KRS v Stavropol'skom krae [Leukemia in the structure of the main infectious pathologies of cattle in the Russian Federation, the current epizootic situation of bovine leukemia in the Stavropol Territory]. 72-ya nauch.-prakt. konf. StGAU. Stavropol, 2008:109-111. (In Russ.)
8. Terebkova Z.F. Epidemiologicheskaya kharakteristika zabolevaemosti i nekotorye faktory riska zabolevanii gemoblastozami cheloveka [Epidemiological characteristics of morbidity and some risk factors for human hemoblastoses]. Mater. sessii, posvyashch. 50-letiyu in-ta NIIGPK. Tbilisi, 1985:244-245. (In Russ.)

Пресс-релиз/ Press-release

Минсельхоз России присоединился к проекту "ТопБЛОГ"

Минсельхоз России стал стратегическим партнером направления "Агротехнологии" программы "Министерство контента". Ее реализует проект "ТопБЛОГ" президентской платформы "Россия - страна возможностей". Данная программа направлена на популяризацию достижений агропромышленного комплекса и формирование нового образа отрасли как технологичного, устойчивого и социально значимого сектора национальной экономики. В проекте бесплатно могут принять участие специалисты различных отраслей АПК и все, кто связан с данной сферой, без ограничения по возрасту.

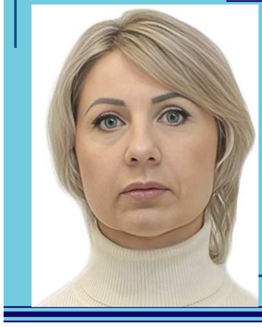
Как отметила заместитель Министра сельского хозяйства Ксения Шевелкина, сегодня агропромышленный комплекс - это не только инновации и технологии, но и открытый диалог с обществом. Благодаря программе создаются условия, при которых аграрии смогут говорить о развитии отрасли на языке современных медиа. Это важный шаг к формированию нового образа АПК - передового, устойчивого и по-настоящему значимого сектора экономики страны, отметила Ксения Шевелкина.

Участники будут обучаться по программе дополнительного профессионального образования от Мастерской управления "Сенеж", заниматься практической работой, созданием медиапродуктов, формирующих общественную повестку, а также выполнять индивидуальные и командные задания, направленные на развитие компетенций в сфере генерации социально значимого контента. Проект открывает возможности для формирования профессионального сообщества медийных агроэкспертов, способных говорить с обществом на языке массовых коммуникаций.

По материалам пресс-службы Минсельхоза РФ

Публикуется на принципах открытого доступа
Published under an open access license
Creative Commons Attribution 4.0 International License.
DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-7
УДК 619:636.03

Влияние гомеопатического препарата лацилин на синхронизацию половой охоты у коров в АО "Большееланское" Усольского района



Гордеева А.К.

[1]**Гордеева А.К.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой, nastay.gordeeva@mail.ru
[1]**Адушинов Д.С.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры, adushinovds@yandex.ru
[2]**Желтиков А.И.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры, zheltikoval1949@mail.ru
[3]**Лефлер Т.Ф.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой, leflertam@yandex.ru
[1]Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутская обл., Россия
[2]Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск
[3]Красноярский государственный аграрный университет, город Красноярск

Ключевые слова: гомеопатический препарат, лацилин, синхронизация охоты, показатели воспроизводства

Резюме. В статье определено влияние гомеопатического препарата лацилин на синхронизацию половой охоты у коров в АО "Большееланское" Усольского района Иркутской области. Дана оценка влияния схем синхронизации половой охоты с гомеопатическим препаратом лацилин и схемы, применяемой в настоящее время в хозяйстве на оплодотворяемость коров. Объектом исследования являлись новотельные коровы голштинской породы возраст – 2 лактация, средней живой массой 620 кг, всего 20 коров аналогов в 2 опытных группах по 10 голов в каждой. Применение схемы 1 с лацилином в дозе 6 мл/голову (3х кратно) в опытной группе привело к увеличению числа коров, которые пришли в охоту и успешно были осеменены в течение 2 половых циклов. Таких коров было 10, что составляло 100.0 %. В то же время, в контрольной группе, где использовалась схема 2, этот показатель за 3 половых цикла составил 80.0 %, то есть только 8 коров из 10 были плодотворно осеменены, оставшиеся 2оказались бесплодными. По результатам исследования сервис-период у коров опытной группы составил 77.0 дней, что на 32.0 дня меньше, по сравнению с контролем, где сервис-период был 109.0 дней. Проведенный опыт доказывает высокую эффективность применения схемы 1 содержащей лацилин с аутогемотерапией, эстрофана и витаминов с целью повышения синхронизации половой охоты у коров и профилактики бесплодия.

Для цитирования / For citation

Влияние гомеопатического препарата лацилин на синхронизацию половой охоты у коров в АО "Большееланское" Усольского района /Гордеева А.К. и [др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.40–42.
The effect of the homeopathic drug lacilin on the synchronization of sexual hunting in cows in Bolsheelanskoe JSC of the Usolsky district/ Gordeeva A.K.[et. al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.40–42.

The effect of the homeopathic drug lacilin on the synchronization of sexual hunting in cows in Bolsheelanskoe JSC of the Usolsky district

[1]**Gordeeva A.K.,** [1]**Adushinov D.S.,**
[2]**Zheltikov A. I.,** [3]**Lefler T. F.**
[1]Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky, Irkutsk Region, Russia
[1]Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk
[3]Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk

Key words: homeopathic medicine, lacilin, synchronization of hunting, reproduction indicators

Abstract. This article defines the effect of the homeopathic drug lacilin on the synchronization of sexual hunting in cows in Bolsheelanskoye JSC of the Usolsky district of the Irkutsk region. An assessment of the effect of synchronization schemes of sexual hunting with the homeopathic drug lacilin and the scheme currently used in the farm on the fertilization of cows is given. The object of the study was new-bodied cows of the Holstein breed age - 2 lactation, with an average live weight of 620 kg, a total of 20 cows of analogues in 2 experimental groups of 10 heads each. The use of scheme 1 with lacilin at a dose of 6 ml /head (3 times) in the experimental group led to an increase in the number of cows that came hunting and were successfully inseminated during 2 sexual cycles. There were 10 such cows, which was 100.0%. At the same time, in the control group where scheme 2 was used, this indicator for 3 sexual cycles was 80.0%, that is, only 8 cows out of 10 were fruitfully inseminated, the remaining 2 were infertile. According to the results of the study, the service period in cows of the experimental group was 77.0 days, which is 32.0 days less than in the control, where the service period was 109.0 days. The economic damage from infertility of cows amounted to 38.13 thousand rubles in the experimental group, and 123.86 thousand rubles in the control group. The conducted experience proves the high effectiveness of the use of scheme 1 containing lacilin with autohemotherapy, estrophan and vitamins in order to increase the synchronization of sexual hunting in cows and prevent infertility.

Введение

При содержании коров на современных молочных комплексах высокий уровень молочной продуктивности достижим только при условии непрерывного проявления ими воспроизводительной функции. Для обеспечения ритма воспроизводства стада, на начало года в стаде необходимо иметь около 9 % стельных коров и ежемесячно осеменять около 16 % животных при оплодотворяемости не ниже 55 – 60 %. В связи с этим необходимо использовать четкую научно обоснованную систему управления процессом воспроизводства. В противном случае предприятие может потерпеть значительные убытки из-за яловости и бесплодности. Индивидуальное отслеживание охоты и определение оптимальных сроков осеменения требуют значительных временных и финансовых вложений, что представляет собой существенное ограничение. Для преодоления этого барьера необходимо разработать методы синхронизации охоты и овуляции. В связи с этим актуальным является исследование по применению препарат лацилин для синхронизации половой охоты у коров [1-11].

Цель исследования: исследовать воздействие гомеопатического средства лацилин на синхронизацию полового цикла у коров в АО "Большееланское".

Материалы и методика исследований

Исследования проводили на базе молочного комплекса АО "Большееланское" Усольского района Иркутской области. Объектом исследования являлись новотельные коровы голштинской породы по 2ой лактации, средней живой массой 620 кг, всего 20 коров пар-аналогов по породе, возрасту, срокам отела, продолжительности сервис периода за предыдущий отел в 2 опытных группах по 10 голов в каждой. Ежедневно в течение всего периода опыта наблюдали за клиническим состоянием коров. Для оценки физиологического состояния животных применялись такие показатели, как частота дыхания, температура тела и пульс. Внешние факторы могут влиять на эти параметры, вызывая изменения в пределах физиологических норм или значительные отклонения от стандартных значений. Стельность определяли УЗИ сканером. Лекарственное средство гомеопатического типа лацилин доступно в жидкой форме для инъекций, во флаконах объемом 100 мл. Включает в себя матричные настойки, содержащие природные ингредиенты: Pulsatilla vulgaris (сон-трава), Secale cornutum (спорынья), Lycopodium clavatum (булавовидный плаун), Lachesis mutus (яд змеи сурукуку), Acidum Nitricum (азотная кислота), с изотоническим 0.9 % раствором хлорида натрия в качестве вспомогательного компонента [5]. Прозрачная субстанция с противовоспалительными свойствами усиливает сокращение мышц миометрия, повышая их тонус, улучшает кровоток в малом тазу, стимулирует местный иммунитет и ускоряет регенерацию слизистой оболочки матки [4]. Препарат является лекарственным средством и по степени воздействия на организм относится к веществам малоопасным (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76). Используют для лечения осложнений после родов, таких как эндометрит и субинволюция матки [4].

Клопростенол (эстрофан), включенный в формулу данного препарата, представляет собой искусственный простагландин, который является структурным аналогом естественного простагландина (ПГФ$_{2\alpha}$). Нормализует выделение гормонов лютеинизирующего и фолликулостимулирующего типов в гипофизе, активизирует рост и формирование фолликулов, а также производство и выделение эстрогенов.

Тетрамаг – представляет собой маслянистую жидкость от желтого до светло-коричневого цвета, разлита во флаконы по 100 мл. Препарат вводят для профилактики гиповитаминозов, либо в русле комплексного лечения в качестве общеукрепляющего средства еженедельно. Кровь брали из яремной вены и сразу же в указанном количестве смешивали с препаратом лацилин. Вводили внутримышечно корове в течение 3-х дней по схеме 1, уменьшая дозировку крови. Эстрофан вводили корове 1 раз в первый день внутримышечно по 2 мл. Тетрамаг вводится в течение 5 дней по 8 мл внутримышечно. Половая охота, как правило наступает на 2 – 3 день. Искусственное осеменение проводили 2-х кратно утром и вечером, ректоцервикально. Через 1,5 месяца проверяли стельность при помощи УЗИ сканера.

Таблица 1. Схема 1 стимуляции синхронизации половой охоты
Table 1. Scheme 1 of stimulation of synchronization of sexual hunting

День	Кровь + лацилин, в/м	Эстрофан в/м	Тетрамаг в/м	Половая охота	Искусственное осеменение
1	100 мл +6 мл	2 мл	8 мл	-	-
2	80 мл +6мл	-	8 мл	да	-
3	60 мл +6 мл	-	8 мл	да	да
4	-	-	8 мл	-	да
5	-	-	8 мл	-	-

Схема 2 стимуляции синхронизации половой охоты принятая в хозяйстве, которую применяли на коровах контрольной группы:

а) внутримышечно этрофан 2 мл + смесь тетрамага – 5 мл + АСДФ.2 – 1 мл;

б) на третий, пятый, седьмой и девятые дни после осеменения вводится внутримышечно 1%-й масляный раствор прогестерона в дозе 5 мл;

в) после осеменения на восьмой и четырнадцатый день вводится внутримышечно сурфагон в дозе10 мл (50 мкг).

Коров, проявивших признаки охоты, осеменяли ректоцервикальным методом, а тех, у кого таких признаков не было, отправляли на клинико-гинекологический осмотр [5, 7]. Во время наблюдения за животными определяли, находятся ли они в охоте, по следующим признакам: неподвижный рефлекс, покраснение слизистой оболочки влагалища и наличие слизи. Исследовали яичники с применением аппарата УЗИ для определения созревания фолликулов [5, 7].

Результаты исследования

Применение схемы стимуляции половой функции с применением лацилина для повышения овуляции и оплодотворяемости коров не вызывало выраженной температурной реакции (табл. 2). На протяжении всего времени наблюдения у всех экспериментальных животных сохранялась обычная температура тела, а различия в показателях между группами оказались статистически незначимыми. В таблице 3 представлены данные об изменениях частоты пульса у коров в опытных группах за период опыта. Частота ударов пульса у всех коров находилась в пределах физиологической нормы, различия же в показателях между группами не были статистически значимыми. Можно сделать вывод, что применение препарата лацилин по применяемой схеме не оказывает отрицательного воздействия на частоту ударов пульса у исследуемых коров. Показатели частоты дыхания коров при применении схем стимуляции охоты приведены в таблице 4.

По данным таблицы 4 можно сделать вывод, что частота дыхания не превышала физиологической нормы на протяжении всех этапов исследования, а значит использование препарата для синхронизации половой охоты в указанных дозах не оказывает негативного влияния на клинические показатели организма.

Положение тела (габитус) у животных в наблюдаемых группах характеризовалось естественным стоячим или лежачим положением. Показатели полученные в результате изучения схемы с препаратом лацилин на плодотворность осеменения приведены в таблице 5.

Применение схемы 1 с лацилином в дозе 6 мл/голову (3х кратно) в опытной группе привело к увеличению числа коров, которые пришли в охоту и успешно были осеменены в течение 2 половых циклов. Таких коров было 10, что составляет 100.0 %. В то же время, в контрольной группе, где использовалась схема 2, этот показатель за 3 половых цикла составил 80.0 %, то есть только 8 коров из 10 были плодотворно осеменены, оставшиеся 2 оказались бесплодными. Сервис-период у коров опытной группы составил 77 дней, что на 32 дня меньше, по сравнению с контролем, где сервис-период составил 109 дней. В контрольной группе после 3 осеменений остались 2 бесплодные головы. Следовательно, проведенный опыт доказывает высокую эффективность применения схемы 1 содержащей лацилин с аутогемотерапией, эстрофана и витаминов с целью повышения синхронизации половой охоты у коров и профилактики бесплодия.

Таблица 2. Влияние схем стимуляции охоты на температуру тела (°C) коров
Table 2. Effect of hunting stimulation schemes on body temperature (°C) of cows

Временной период	Группы	
	опытная	контрольная
Перед началом опыта (фон)	38.7 ± 0.3	37.9 ± 0.3
первый день	38.6 ± 0.2	38.7 ± 0.4
второй день	39.9 ± 0.4	39.6 ± 0.3
третий день	38.6 ± 0.3	38.2 ± 0.4

Таблица 3. Влияние схем стимуляции охоты на частоту пульса коров (ударов/мин)
Table 3. The effect of hunting stimulation schemes on the pulse rate of cows (beats/min)

Временной период	Группы	
	опытная	контрольная
Перед началом опыта (фон)	58.7±0.4	58.9±0.5
первый день	59.3±0.3	61.7±0.3
второй день	62.2±0.5	62.8±0.4
третий день	63.5±0.4	63.8±0.5

Таблица 4. Влияние схем стимуляции на частоту дыхания коров (движений/мин)
Table 4. The effect of stimulation schemes on the breathing rate of cows (movements/min)

Временной период	Группы	
	опытная	контрольная
Перед началом опыта (фон)	21.9±0.5	22.0±0.3
первый день	21.7±0.4	21.8±0.5
второй день	21.9±0.5	21.7±0.5
третий день	22.7±0.4	22.4±0.4

Заключение

По результатам исследования получена высокая эффективность от применения схемы 1 содержащей лацилин с аутогемотерапией, эстрофана и витаминов поскольку индекс осеменения у коров опытной группы составил 2.4, а сервис-период 77 дней.

Литература
1.Адушинов Д.С. Селекция в молочном скотоводстве - основа импортозамещения / А. Д. Адушинов, Д. С. Адушинов, В. А. Плешаков [и др.] // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 79. - С. 109-117. - EDN YLFXCT.
2.Аминова А. Л. Коррекция репродуктивной функции коров в послеродовой период / А. Л. Аминова, С. А. Мирошников // Вестник КрасГАУ. - 2022. - № 7(184). - С. 163-170. - DOI 10.36718/1819-4036-2022-7-163-170. - EDN TLWGBQ.
3.Балтухаева Т.А. Акушерско-гинекологические патологии и причины бесплодия коров в Иркутской области / Т. А. Балтухаева, О. В. Распутина, И. В. Мельцов, А. В. Хажинова // Вестник АПК Ставрополья. - 2015. - № 3(19). - С. 65-68. - EDN UJJXZX.
4.Гревцева А.Г. Лечение коров со скрытым эндометритом, сопряженное с искусственным осеменением / А.Г. Гревцева, И.Л. Фурманов // В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной научной конференции. 2023. С. 18-19.
5.Кулиева О.В. Влияние кормовой добавки "Сапрогумат" на прирост живой массы и сохранность ремонтных телочек /О.В. Кулиева, Ю.Ю. Сахарова, М.А. Сверлова, Н.Б. Сверлова // Актуальные вопросы аграрной науки. 2017. № 24. С. 32-40
6.Нефедова Е. В. Влияние наночастиц серебра на антибиотикорезистентность микроорганизмов при лечении эндометрита коров / Е. В. Нефедова, Н. Н. Шкиль // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2022. - Т. 52, № 2. - С. 55-62. - DOI 10.26898/0370-8799-2022-2-7. - EDN LAVGTZ.
7.Орлова Н.В. Влияние простагландинсодержащих препаратов на оплодотворяемость коров /Н.В. Орлова, Н.Б. Сверлова// В сборнике: научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы региональной научно-практической конференции. Молодежный, 2017. С. 487-492
8.Племяшов К.В. Приемы повышения воспроизводительной функции в интенсивном молочном животноводстве / К.В. Племяшов, Г.С. Никитин, Е.А. Корочкина, П.С. Анипченко, Е.В. Никиткина. - СПб.: Проспект Науки, 2020. - 226 с.
9.Солошенко В.А. Зависимость молочной продуктивности коров черно-пестрой породы от уровня энергетического питания / В. А. Солошенко, А. К. Гордеева, Ю. Н. Носырева, Н. Б. Захаров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2009. - № 5(197). - С. 50-55. - EDN KBATZT.
10.Токарев М.Г. Применение заменителя цельного молока при выращивании телят в ФГУП "Элита" Иркутской области / М.Г. Токарев, Н.Б. Сверлова //В сборнике: научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Молодежный, 2021. С. 75-83.
11.Эффективность применения протоколов синхронизации полового цикла у коров при ановуляторном состоянии яичников / А. И. Ашенбреннер, Н. Ю. Беляева, Ю. А. Чекункова, Ю. А. Хаперский // Вестник КрасГАУ. - 2022. - № 4(181). - С. 133-139. - DOI 10.36718/1819-4036-2022-4-133-139. - EDN KYPSZG.

References
1 Adushinov D.S. Breeding in dairy cattle breeding - the basis of import substitution / A.D. Adushinov, D.S. Adushinov, V.A. Pleshakov [et al.] // Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy. - 2017. - № 79. - C. 109-117. - EDN YLFXCT.
2. Aminova A. L. Correction of the reproductive function of cows in the postpartum period / A. L. Aminova, S. A. Miroshnikov // Vestnik KrasGAU. - 2022. - № 7(184). - C. 163-170. - DOI 10.36718/1819-4036-2022-7-163-170. - EDN TLWGBQ.
3. Baltukhaeva T.A. Obstetric and gynaecological pathologies and causes of infertility of cows in the Irkutsk region / T.A. Baltukhaeva, O.V. Rasputina, I.V. Meltsov, A.V. Khazhinova // Vestnik APK Stavropolya. - 2015. - № 3(19). - C. 65-68. - EDN UJJXZX.
4.Grevtseva A.G. Treatment of cows with latent endometritis, conjugated with artificial insemination / A.G. Grevtseva, I.L. Furmanov // In the book: Gorinskye readings. Innovative solutions for agro-industrial complex. Proceedings of the International Scientific Conference. 2023. C. 18-19.
5.Kulieva O.V. Effect of feed additive "Saprogumat" on live weight gain and safety of repair heifers / O.V. Kulieva, Y.Y. Sakharova, M.A. Sverlova, N.B. Sverlova // Actual issues of agrarian science. 2017. № 24. C. 32-40
6.Nefedova E. B. Effect of silver nanoparticles on antibiotic resistance of microorganisms in the treatment of endometritis of cows / E. V. Nefedova, N. N. Shkil // Siberian Bulletin of Agricultural Science. - 2022. - T. 52, № 2. - C. 55-62. - DOI 10.26898/0370-8799-2022-2-7. - EDN LAVGTZ.
7.Orlova N.V. Effect of prostaglandin-containing preparations on the fertility of cows / N.V. Orlova, N.B. Sverlova // In the collection: Scientific research of students in solving urgent problems of agroindustrial complex. Materials of the regional scientific-practical conference. Molodezhny, 2017. C. 487-492
8.Plemyashov K.V. Methods of increasing reproductive function in intensive dairy cattle breeding / K.V. Plemyashov, G.S. Nikitin, E.A. Korochkina, P.S. Anipchenko, E.V. Nikitkina. - SPb.: Prospect Nauka, 2020. - 226 c.
9.Soloshenko V.A. Dependence of milk productivity of black-and-breed cows on the level of energy nutrition / V.A. Soloshenko, A.K. Gordeeva, Y.N. Nosyreva, N.B. Zakharov // Siberian Bulletin of Agricultural Science. - 2009. - № 5(197). - C. 50-55. - EDN KBATZT.
10.Tokarev M.G. Application of whole milk replacer in growing calves in FSUE "Elita" of Irkutsk region / M.G. Tokarev, N.B. Sverlova // In Collection: Scientific research of students in solving urgent problems of agroindustrial complex. Materials of the All-Russian scientific-practical conference. Molodezhny, 2021. C. 75-83.
11. Effectiveness of the application of protocols for synchronisation of the sexual cycle in cows with anovulatory state of the ovaries / A. I. Ashenbrenner, N. Yu. Belyaeva, Y. A. Chekunkova, Yu. A. Khapersky // Vestnik KrasGAU. - 2022. - № 4(181). - C. 133-139. - DOI 10.36718/1819-4036-2022-4-133-139. - EDN KYPSZG.

Таблица 5. Влияние схемы с препаратом лацилин на плодотворность осеменения
Table 5. The effect of the lacilin regimen on the fertility of insemination

Группа		Плодотворно осеменено (половые циклы)							Индекс осеменения	Сервис-период, дн.	Бесплодных коров, гол.
		1-й		2-й		3-й		за 3 половых цикла			
	Голов	голов	%	голов	%	голов	%	%			
контрольн.	10	6	60	2	10	-	-	80	3.6±0.10	109±0.53	2
опытная	10	8	80	2	20	-	-	100	2.4±0.07	77±0.66*	-

*Примечание: разность показателей достоверна при * $P \geq 0,05$*

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-8
УДК 619:616.98:578:616.-053.2(048)

Вирусная диарея мелкого рогатого скота (Обзор литературы)

Гулюкин А.М.

Гулюкин А.М., доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, директор, admin@viev.ru;
Мищенко В.А., доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник; admin@viev.ru;
Гулюкин М.И., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН; admin@viev.ru;
Мищенко А.В., доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник studebaker@yandex.ru
ФГБНУ "Федеральный научный центр – всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук", Москва

Ключевые слова: вирус вирусной диареи, болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота, овцы, козы, аборты, мертворождения, персистентно инфицированные животные, серопревалентность.

Резюме. Вирус вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота является экономически важным возбудителем заболеваний крупного рогатого скота во всём мире. Инфицирование стельной коровы может привести к персистентной инфекции плода и рождению персистентно инфицированного теленка, который будет выделять вирус на протяжении всей жизни. Несмотря на эффективные методы контроля и борьбы, часто регистрируют вспышки заболевания в ранее оздоровленных стадах. В большинстве случаев причина вышеуказанных вспышек – недостатки в комплексе мер по контролю и биобезопасности, но в ряде случаев источником возбудителя были инфицированные возбудителем овцы/козы. Одним из важнейших свойств возбудителя вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота является отсутствие строгой видоспецифичности. Кроме крупного рогатого скота возбудитель был выделен от овец, коз, оленей и свиней, а также верблюдов, жирафов и антилоп. Установлено, что патогенез вируса вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота у суягных овец и сукозностных коз схож с патогенезом у стельных коров, в частности происходит трансплацентарная передача эмбриону, что приводит к абортам, мертворождению и появлению персистентно инфицированного потомства. Персистентно инфицированный мелкий рогатый скот может быть источником возбудителя для крупного рогатого скота. При планировании противоэпизоотических мероприятий необходимо учитывать, что мелкий рогатый скот может быть резервуаром возбудителя, поскольку возможна его циркуляция в популяции, что будет препятствовать реализации мер по контролю и ликвидации возбудителя в популяции крупного рогатого скота.

Цель обзора – изучить распространение возбудителя вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота в популяциях овец и коз, провести анализ литературы по рискам появления персистентно инфицированного ягненка/козленка, сделать выводы о том, какую опасность для успешной борьбы с возбудителем представляет мелкий рогатый скот.

Viral diarrhea of small cattle (Literature review)

Gulyukin A.M., Mishchenko V.A.,
Gulyukin M.I., Mishchenko A.V.
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center - All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences" Moscow

Key words: viral diarrhea virus, diseases of the mucous membranes of cattle, sheep, goats, abortions, stillbirths, persistently infected animals, seroprevalence.

Abstract. Viral diarrhea virus - diseases of the mucous membranes of cattle is an economically important causative agent of diseases of cattle around the world. Infection of a steel cow can lead to persistent fetal infection and the birth of a persistently infected calf, which will shed the virus throughout life. Despite effective control and control methods, outbreaks of the disease are often recorded in previously improved herds. In most cases, the cause of the above outbreaks is deficiencies in the set of control and biosecurity measures, but in some cases the source of the pathogen was sheep/goats infected with the pathogen. One of the most important properties of the causative agent of viral diarrhea - disease of the mucous membranes of cattle is the lack of strict species specificity. In addition to cattle, the pathogen was isolated from sheep, goats, deer and pigs, as well as camels, giraffes and antelopes. It has been established that the pathogenesis of the viral diarrhea virus - diseases of the mucous membranes of cattle in suyaginous sheep and succulent goats is similar to the pathogenesis in steel cows, in particular, transplacental transmission to the embryo occurs, which leads to abortions, stillbirth and the appearance of persistently infected offspring. Persistently infected small cattle can be a source of the pathogen for cattle. When planning antiepizootic measures, it should be borne in mind that small cattle can be a reservoir of the pathogen, since its circulation in the population is possible, which will prevent the implementation of measures to control and eliminate the pathogen in the cattle population. The purpose of the review is to study the spread of the causative agent of viral diarrhea - diseases of the mucous membranes of cattle in sheep and goat populations, to analyze the literature on the risks of the appearance of persistently infected lamb/kid, to draw conclusions about the danger to the successful control of the pathogen is small cattle.

Для цитирования / For citation

Вирусная диарея мелкого рогатого скота / Гулюкин А.М. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.43–46.
Viral diarrhea of small cattle / Gulyukin A.M. [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.43–46.

Введение

Рентабельность животноводства, в том числе овцеводства и козоводства, обеспечивается рядом факторов, таких как высокий генетический потенциал животных, полноценное кормление и благополучие по инфекционным, инвазионным и массовым незаразным болезням. Одними из возбудителей, наносящих значительный экономический ущерб, являются вирусы, относящиеся к роду Pestivirus, семейства Flaviviridae. Все пестивирусы имеют сходное строение, их геном представлен одной положительной цепью РНК.

Исторически сложилось так, что пестивирусы были названы в честь видов, от которых они были изначально выделены: вирус вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота (ВВД-БС КРС) – от крупного рогатого скота, вирус пограничной болезни (ВПБ) – от овец и вирус классической чумы свиней (ВКЧС) – от свиней. Исследованиями доказано, что пестивирусы не являются строго видоспецифичными. С момента открытия ВВД-БС КРС у крупного рогатого скота в 1946 году было установлено, что данный возбудитель может инфицировать коз, овец, свиней и других домашних и диких жвачных животных [1].

Крупный рогатый скот (КРС), овцы и козы являются основными видами сельскохозяйственного скота во всем мире, и повсеместное заражение возбудителем ВД-БС КРС привело к огромным экономическим потерям в животноводстве [2].

Возбудителем ВД-БС КРС являются три различающиеся антигенно и генетически вируса, относящиеся к роду Pestivirus, семейства Flaviviridae: пестивирус A (bovine viral diarrhea virus 1, BVDV-1), B (BVDV-2) и H (BVDV-3, HoBiPeV). В настоящее время в составе первого типа вируса диареи идентифицирован 21 подтип; второго типа – 5 подтипов; третьего типа – 4 подтипа [3].

Вирус ВД-БС КРС при инфицировании овец и коз может вызывать как острое течение заболевания, так и персистирующую инфекцию [4]. Степень и тяжесть клинических признаков у инфицированных животных сильно варьируются. Основными факторами, обуславливающими клиническую картину заболевания, являются: два типа инфекции с совершенно разным участием иммунной системы (иммунный ответ при транзиторной виремии и иммунотолерантность при персистирующей инфекции), разные биотипы вируса (нецитопатогенный и цитопатогенный). Наибольшую опасность представляет способность возбудителя проходить плацентарный барьер и инфицировать плод на ранних сроках стельности/суягности, что формирует состояние, называемое иммунотолерантностью, при котором элементы адаптивной иммунной системы не реагируют на вирусные антигены и не выводят вирус из тканей плода, что ведет к вирусоносительству и постоянной виремии. Такие животные являются скрытыми источниками вируса, который они выделяют во внешнюю среду [3].

Несмотря на успехи, достигнутые рядом стран в контроле вируса ВД-БС и оздоровления популяций КРС, эпизоотическая ситуация по заболеванию остается напряженной, во многих странах мира. В некоторых случаях заболевание возникает в ранее оздоровленных популяциях КРС [5]. Часто причиной этих вспышек являются не только недостатки в методах контроля и биобезопасности, но способность возбудителя преодолевать видовые барьеры и сохраняться, циркулируя в популяциях мелкого рогатого скота, что оказывает сильное влияние на разработку и осуществление программ борьбы и искоренения возбудителя, особенно в регионах, где распространены смешанные хозяйства, возможен контакт популяций КРС и МРС, в том числе с дикими парнокопытными животными [6].

Перекрестное инфицирование различных видов животных вирусом ВД-БС КРС затрудняет профилактику и контроль заболевания, поэтому понимание эпизоотологии и патогенеза вируса ВД-БС КРС у овец и коз позволит уменьшить риск их инфицирования и снизит вероятность повторного заноса возбудителя в оздоровленные популяции КРС [7].

Цель этой статьи – оценка основных факторов, влияющих на распространение вируса ВД-БС КРС в популяции овец и коз, для рекомендации и предложения по профилактике и борьбе с возбудителем.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено в формате систематического обзора научных публикаций, информационно-аналитических обзоров и отчетов, объектами которых явилась патология у мелких жвачных животных, вызванная вирусом вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота. Поиск информации осуществлялся в базах данных и научных изданиях, основные источники приведены в списке литературы.

Результаты исследований и обсуждение

Анализ литературных данных показал, что случаи инфицирования вирусом ВД-БС мелкого рогатого скота зарегистрированы во всем мире. Наибольший процент серопозитивных животных (26,2%) был зарегистрирован в странах Южной Америки, среди которых самый высокий показатель в Аргентине – 59,3%. В странах Азии процент серопозитивного МРС составляет 16,6%, а превалентность согласно результатам исследований молекулярными методами составляет 9,6%, что намного выше, чем в странах Европы, где процент серопозитивных животных составляет 3,1%, а превалентность – 0,8%. При этом в Австралии процент серопозитивных овец и коз и превалентность вируса ВД-БС в их популяциях близки к нулю [5].

Процент серопозитивных животных при интенсивном типе животноводства составляет около 17,9%, что выше, чем при свободном выпасе – 5,3%, но превалентность возбудителя при интенсивном типе животноводства составляет около 9,0%, а при свободном выпасе – 27,0% [5].

Анализ распределения серопозитивных животных по возрастным группам показал, что наибольший процент серопозитивных животных отмечается в страте животных старше 2 лет и составляет 31,8%, что выше, чем в остальных стратах (до 1 года – 13%, в возрасте от 1 до 2 лет процент серопозитивных животных составляет 9,3%).

По результатам исследований было установлено, что процент серопозитивных животных в популяции овец составляет 11,4%, что выше, чем в популяции коз – 8,7%, в тоже время превалентность возбудителя, установленная молекулярными методами, в популяции овец составляет 7,1%, а в популяции коз – 7,0% [5].

Основную причину различия между процентом серопозитивных животных и превалентностью можно объяснить следующим:

– малой выборкой при исследовании молекулярными методами;

– патогенезом вируса ВД-БС КРС. При инфицировании животных на ранних стадиях суягности, когда Т-клетки в тимусе плода отбираются на основе распознавания ими антигенов организма, что приводит к тому, что Т-клетки распознают антигены возбудителя как "собственные" антигены, что формирует состояние, называемое иммунотолерантностью, при котором иммунная система не реагирует на вирусные антигены и не выводит вирус из тканей плода, что ведет к вирусоносительству и постоянной виремии. После рождения у персистентно инфицированных животных не вырабатываются антитела к вирусу, и они выделяют значительное его количество со всеми выделениями, включая молоко, сперму, слюну, выделения из носа, мочу, кровь и аэрозоли [3].

У овец и коз были обнаружены антитела к вирусу ВД-БС-1, вирусу ВД-БС-2 и HoBi-подобным вирусам [8, 9]. По литературным данным установлено, что наибольшее распространение в популяциях мелкого рогатого скота (МРС) получили изоляты вируса ВД-БС-1, который является преобладающим в популяциях животных в Индии, Австралии и странах Африки.

Уставлено, что мелкий рогатый скот в любом возрасте восприимчив к заражению вирусом ВД-БС, как в результате совместного содержания с инфицированным КРС, так и в результате экспериментального заражения [10, 11].

При инфицировании вирусом ВД-БС не суягных овец заболевание протекает без каких-либо заметных клинических признаков и приводит к выработке вирусспецифических антител в период от 14 до 30 дней после заражения [11, 12].

Инфицирование суягных овец вирусом ВД-БС на ранних стадиях суягности (26–45 дней) приводит к гибели плодов и абортам. Инфицирование на более поздних стадиях (в период с 38-го по 78-й день суягности) приводит к гибели плодов, абортам, мертворождению и рождению нежизнеспособных ягнят, у которых наблюдаются серьёзные неврологические и физические отклонения в развитии, в том числе артрогрипоз, брахигнатия, порэнцефалия и анасарка). Высока вероятность рождения персистентно инфицированных ягнят. Персистентно инфицированные ягнята рождаются слабыми и имеют низкую выживаемость. Тем не менее сообщалось о выживании персистентно инфицированных ягнят более 6 месяцев, при этом был доказан факт передачи возбудителя от ягнят крупному рогатому скоту и овцам [11, 13].

При многоплодной суягности часто наблюдали, что при окоте один ягненок выживает, а другой погибает, вероятно это связано с инфицированием плодов в разное время и/или с разной реакцией плодов на возбудитель.

При инфицировании овец на 120–125-й день суягности рождаются здоровые серопозитивные ягнята, что обусловлено транзиторной инфекцией и адаптивным иммунным ответом эмбриона. При этом происходит активная элиминация возбудителя, о чем свидетельствуют вируснейтрализующие антитела у ягнят.

Первые сообщения об инфицировании коз вирусом ВД-БС появились в 1970-х годах. О случаях инфицирования коз вирусом ВД-БС сообщалось в Турции, Китае, Перу, Австрии, Индии, Норвегии и Польше. В ряде исследований было установлено, что серопревалентность у коз составляет от 2 до 54%. Уровень серопревалентности в стадах может сильно колебаться, так в Австрии средний уровень серопревалентности в стадах составлял 31,3%, но в ряде стад был 83%. Как и в случае с овцами установлено, что серопревалентность к вирусу ВД-БС была в популяциях коз, которые имели прямой контакт с крупным рогатым скотом [14].

Инфицирование не сукозностных коз сопровождаются лёгкой лихорадкой, но часто протекает бессимптомно или с незначительными клиническими признаками. Однако, как и в случае с крупным рогатым скотом и овцами, заражение сукозностных коз в зависимости от срока сукозности приводит к абортам и мертворождению, родившиеся козлята умирают в течение одного-двух часов после окота. Хотя частота абортов при инфицировании вирусом ВД-БС сукозностных коз высока, были установлены факты рождения персистентно инфицированных козлят [15]. У новорожденных персистентно инфицированных козлят наблюдалась легкая дрожь и атаксия, а также симптомы, похожие на болезнь Борна: трудности с вставанием, атаксия и общая слабость [16]. В большинстве случаев персистентно инфицированные козлята погибают в течение 24 часов после окота, но описаны случаи достижения ими возраста 15 и 22 месяцев. Во всех случаях у персистентно инфицированных козлят была сильная анемия, наблюдалась задержка роста. Установлено, что персистентно инфицированные козы могут не только передавать вирус ВД-БС другим козам, но и что такая передача приводит к рождению второго поколения персистентно инфицированных коз [15]. Данный факт показывает, что козы, инфицированные вирусом ВД-БС, могут инициировать эпизоотическую цепь в пределах своего вида.

Одним из источников заражения мелкого рогатого скота вирусом ВД-БС является контаминированная вакцина. Так вспышка ВД-БС в стаде коз в Норвегии, была вызвана контаминированной вакциной, что в последствии привело аборту у крупного рогатого скота, содержавшегося совместно с козами [17].

Проведенный обзор литературы показал, что вирус вирусной диареи – болезни слизистых оболочек крупного рогатого скота распространен в популяциях мелкого рогатого скота. Патогенез вируса ВД-БС КРС у суягных овец и сукозностных коз схож с патогенезом у стельных коров, в частности происходит трансплацентарная передача эмбриону, что приводит к абортам, мертворождению и появлению персистентно инфицированного потомства. Персистентно инфицированные овцы и козы способны заражать крупный рогатый скот.

Заключение

Межвидовая передача пестивирусов свидетельствует, что мелкий рогатый скот может представлять двойную угрозу для программ по контролю вируса ВД-БС и его искоренению в популяции крупного рогатого скота. Во-первых, МРС могут выступать в качестве остаточных популяций-резервуаров для вируса, что позволяет ему проникать в ранее оздоровленные стада крупного рогатого скота. Во-вторых, популяции мелкого рогатого скота могут быть инфицированы другими пестивирусами, такими как вирус пограничной болезни, который, в свою очередь, может поражать репродуктивную систему крупного рогатого скота. Приведенные в публикации данные показывают необходимость разделения популяций крупного и мелкого рогатого скота не только при содержании, но и для минимизации контактов между обозначенными популяциями, например при использовании общих пастбищ и водопоев.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (№FGUG-2025-0006)

Литература

1.Ridpath, J.F. Bovine viral diarrhea virus: global status / Ridpath J.F.// . Vet Clin North Am Food Anim Pract. - 2010. - Vol. 26. - P.105 -121. doi: 10.1016/j.cvfa.2009.10.007

2.The mammary gland in domestic ruminants: a systems biology perspective. / Ferreira A.M. [et al.] // J Proteomics. - 2013. - Vol. 94. - P.110 - 123. doi: 10.1016/j.jprot.2013.09.012

3.Персистентная форма вирусной диареи крупного рогатого скота / А. В. Мищенко, В. А. Мищенко, М. И. Гулюкин [и др.] // Вопросы вирусологии. - 2023. - Т. 68, № 6. - С. 465-478. - DOI 10.36233/0507-4088-184

4.Nettleton, P.F. Pestivirus infections in ruminants other than cattle / Nettleton P.F. // Rev. Sci. Tech. - 1990. - Vol. 9. - P. 131 - 150. doi:10.20506/rst.9.1.485.

5.Prevalence of Bovine Viral Diarrhea Virus in Ovine and Caprine Flocks: A Global Systematic Review and Meta-Analysis / Diao N-C [et al.] // Front. Vet. Sci. -2021. Vol. 8: - 703105. doi: 10.3389/fvets.2021.703105

6.Вирусы - возбудители распространенных и эмерджентных желудочно-кишечных инфекций крупного рогатого скота (обзор) / К.

П. Юров, М.И. Гулюкин, Л.А. Мникова [и др.] // Ветеринария и кормление. - 2021. - № 2. - С. 55-58. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-15.

7.Houe H. Epidemiological features and economical importance of bovine virus diarrhoea virus (BVDV) infections. /Houe H. // Vet Microbiol. - 1999. - Vol. 64. - P. 89 - 107. doi: 10.1016/S0378-1135(98)00262-4

8.Детекция эпизоотически значимых вирусов крупного рогатого скота у диких животных / Гулюкин А. М. [и др.] // Ветеринария. - 2023. - № 11. - С. 14-17. - DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.11.14-17.

9.Serological survey for antibodies against pestiviruses in Wyoming domestic sheep / Silveira S [et al.] // Vet Microbiol. - 2018. - Vol. 219. - P.96 - 99. doi: 10.1016/j.vetmic.2018.04.019

10.Depner, K. BVD-virus infection in goats - experimental studies on transplacental transmissibility of the virus and its effect on reproduction. / Depner K, Hubschle OJ, Liess B. // Arch Virol Suppl. - 1991. - Vol. 3. - P. 253-256. 10.1007/978-3-7091-9153-8_31.

11.Experimental infection of pregnant ewes with bovine viral diarrhoea virus type-2 (BVDV-2): Effects on the pregnancy and fetus. / Scherer C.F.C. [et al.] //Vet. Microbiol. - 2001. - Vol. 79. - P. 285 - 299. doi: 10.1016/S0378-1135(00)00357-6.

12.Reproductive performance in experimentally BVDV infected ewes and seroconversion rates in sheep co-mingled with BVDV PI calves. / Evans C.A. [et al.] // Small Ruminant Res. - 2015. - Vol. 123. - P.314-319. doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.11.018

13.Establishment of serial persistent infections with bovine viral diarrhoea virus in cattle and sheep and changes in epitope expression related to host species / Paton D. [et al.] // Arch. Virol. - 1997. - Vol. 142. - P. 929-938. doi: 10.1007/s007050050129.

14.Seroprevalence of border disease and bovine viral diarrhoea in sheep and goats in selected regions of Austria. / Krametter-Froetscher R. [et al.] // Wien Tierarztl Monatsschr. - 2005. - Vol. 92. - P. 238-244.

15.Persisitent infections after natural transmission of bovine viral diarrhoea virus from cattle to goats among goats. /Bachofen C. [et al.] // Vet. Res. - 2013. - Vol. 44. - P. 32-41. doi: 10.1186/1297-9716-44-32

16.Genetic and antigenic characterization of bovine viral diarrhea virus type 2 isolated from Indian goats (Capra hircus). / Mishra N. [et al.] // Vet Microbiol. - 2007. - Vol. 124. - P. 340 - 347. doi: 10.1016/j.vetmic.2007.04.023.

17.Loken, T. Outbreaks of border disease in goats induced by a pestivirus-contaminated Orf vaccine, with virus transmission to sheep and cattle. / Loken T., Krogsrud J., Bjerkas I. // J Comp Pathol. - 1991. - Vol. 104. - P. 195-209.
doi:10.1016/S0021-9975(08)80103-X

References

3.MishchenkoAV, MishchenkoVA, Gulyukin MI etal. Persistent form of bovine viral diarrhea. Problems of virology (Voprosy virusologii). 2023;68 (6):465-478. DOI 10.36233/0507-4088-184

6.YurovKP, Gulyukin MI, MnikovaLA. Viruses causing frequent and emergent gastrointestinal infections of cattle (Review). Veterinaria i kormlenie.. 2021;2:55-58.
DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-2-15.

8.GulyukinAM, ShulyakAF, VelichkoGN, GorokhovDU. Detection of epizootically significant bovine viruses in wild animals. Veterinary. 2023;11:14-17. DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.11.14-17.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-9
УДК 579.64:663.12/.14

Оценка пробиотических свойств дрожжей Kluyveromyces marxianus

Довыденкова М.В.

Довыденкова М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, majra_2005@list.ru
Артемьева О.А., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией, vijmikrob@mail.ru
Колодина Е.Н., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, kolodin77@mail.ru
Никанова Д.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, dap2189@gmail.ru
ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста",
пос. Дубровицы.

Ключевые слова: дрожжи, Kluyveromyces marxianus, пробиотики, пробиотические свойства, микробиоценоз.

Резюме. Kluyveromyces marxianus является потенциальным видом пробиотических дрожжей и обладает антагонистическим действием в отношении таких патогенов, Salmonella spp., Candida albicans, Listeria monocytogenes и некоторых бацилл. В категорию пробиотиков микроорганизмы могут быть включены после отбора, основанным на определенных

L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, p. Dubrovitsy.

Key words: yeast, Kluyveromyces marxianus, probiotics, probiotic properties, microbiocenosis.

Abstract. Kluyveromyces marxianus is a potential type of probiotic yeast and has an antagonistic effect against pathogens such as Salmonella spp., Candida albicans, Listeria monocytogenes and some bacilli. Microorganisms can be included in the probiotic category after selection based on certain criteria, such as growth at body temperature (37 °C), antibiotic resistance, survival in an unfavorable environment of human or animal intestines (for example, digestive enzymes, salts and bile acids, low pH of gastric juice). The aim of our research was to evaluate the probiotic properties of the yeast Kluyveromyces marxianus. In the course of research work, 112 yeast colonies isolated from milk and fermented milk products were pre-screened to isolate strains with beneficial potential for health. Yeast was identified based on morphological and biochemical reactions and by the PCR-based molecular typing method. 7 strains were selected that were similar to the type strain of Kluyveromyces marxianus from GenBank NCBI. As a result of immersion microscopy with preliminary Gram staining, the cells had the same morphological and tinctorial structure. They are budding yeasts with an oval or rounded shape, 4-8 microns in size, and occur singly, in pairs or chains. Kluyveromyces marxianus has been tested for resistance to gastrointestinal tract conditions (pH, varying concentrations of salt and bile). All seven K. marxianus strains tolerated pH values in the range from 3.0 to 9.0 well. At pH from 2.0 to 5.0, there was little cell growth. Also, all strains are able to grow in the presence of 6.5% NaCl. At a temperature of 37 ° C, the strains showed significant growth in the absence and in concentrations up to 3.0% NaCl. Yeast isolates No. 18 and No. 19 showed an increase in OD by 0.17 and 0.09, respectively, in the presence of bile with a concentration of 20%.

критериях, таких как рост при температуре тела (37 °С), устойчивость к антибиотикам, выживаемость в неблагоприятной среде кишечника человека или животного (например, пищеварительные ферменты, соли и желчные кислоты, низкий pH желудочного сока). Оценка пробиотических свойств дрожжей Kluyveromyces marxianus являлось целью наших исследований. В ходе научно-исследовательской работы для выделения штаммов с полезным для здоровья потенциалом проведен предварительный скрининг 112 колоний дрожжей, выделенных из молока и кисломолочных продуктов. Дрожжи были идентифицированы на основании морфолого-биохимических реакций и методом молекулярного типирования на основе ПЦР. Были отобраны 7 штаммов, которые имели сходство с типовым штаммом Kluyveromyces marxianus из GenBank NCBI. В результате проведения иммерсионной микроскопии с предварительной окраской по Грамму клетки имели одинаковое морфологическое и тинкториальное строение представляют собой почкующиеся дрожжи, имеющие овальную или округлую форму, размером 4–8 мкм, встречаются поодиночке, парами или цепочками. Kluyveromyces marxianus были протестированы на устойчивость к условиям желудочно-кишечного тракта (рН, различная концентрация соли и желчи). Все семь штаммов K. marxianus хорошо переносили значения рН в диапазоне от 3,0 до 9,0. При рН от 2,0 до 5,0 наблюдался незначительный рост клеток. Так же все штаммы способны расти в присутствии 6,5% NaCl. При температуре 37° С штаммы демонстрировали значительный рост в отсутствие и в концентрациях до 3,0% NaCl. У изолятов дрожжей №18 и №19 наблюдалось увеличение OD на 0,17 и 0,09 соответственно в присутствии желчи с концентрацией 20%.

Введение

Пробиотические препараты, в том числе живые пробиотические дрожжи применяют для оптимизации микробиоценоза пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. Применение микробиальных продуктов оказывает положительное влияние на продуктивность животных при добавлении в корма. Большинство пробиотиков принимаются перорально, чтобы достичь желудочно-кишечный тракт, они должны беспрепятственно, не теряя биологической активности осуществить этот переход. Это подразумевает скрининг потенциальных пробиотических штаммов на устойчивость к условиям внутренней среды организма хозяина, барьером которой могут быть пищеварительные ферменты, соли и желчные кислоты, низкий pH желудочного сока и температура тела [4, 30].

Пробиотики – это микроорганизмы (включая бактерии, дрожжи и плесень), хотя и не полностью изучены, но доказано, что они оказывают положительное воздействие на желудочнокишечную экосистему, стимулируя иммунные механизмы слизистой оболочки через "соперничество" с потенциальными патогенными бактериями [3, 27]. В результате численность полезных анаэробных бактерий растет, а потенциально патогенных микроорганизмов уменьшается. Другими словами, они обладают способностью изменять микробную экологию кишечника, что может влиять на метаболизм липидов, что, в свою очередь, может влиять на качество продуктов животного происхождения.

Дрожжи накапливают до 60% белка в сухой массе и содержат витамины группы В, незаменимые аминокислоты, в т.ч. лизин, поэтому служат перспективной биологически активной кормовой и пищевой добавкой [10, 24, 25] .

Генофонд дрожжей, используемых в фундаментальных и прикладных исследованиях, постоянно расширяется. Хотя было выделено и идентифицировано множество видов дрожжей, промышленное или биотехнологическое применение ограничено лишь несколькими видами, в основном принадлежащими к Pichia pastoris, Saccharomyces cerevisiae, Candida utilis, Yarrowia lipolytica и Kluyveromyces marxianus и его бесполым формам (например, K. bulgaricus, K. fragilis, C. Kefyru C. pseudotropicalis) [8, 15, 28].

Большое внимание уделяется нетрадиционным несахаромицетным дрожжам с уникальными свойствами [2]. Дрожжи рода Kluyveromyces недавно стал перспективным кандидатом для многих областей применения в пищевой промышленности, охране окружающей среды и биотехнологии [9, 12, 31]. В своих работах Bolla P.A. с соавторами и Jianzhong Z. с соавторами классифицируют эти дрожжи как пробиотические микроорганизмы, обладающие ферментом β-галактозидазой (лактазой), расщепляя дисахарид лактозу на глюкозу и галактозу [6, 13]. K. lactis и K. marxianus безопасны и для человека, поэтому могут применяться в питании. Kluyveromyces marxianus – аскомицетовые дрожжи, особенностью которых является их быстрый рост, термотолерантность и широкий спектр субстратов (т.е. гидролизаты гемицеллюлозы, ксилоза, l-арабиноза, d-манноза, галактоза, мальтоза, патока из сахарного сиропа, целлобиоза, отходы молочной промышленности, такие как сырная сыворотка, лактоза и галактоза), секреция литических ферментов, способность усваивать широкий спектр сахаров и получать этанол путем ферментации [16, 17, 21, 22, 23, 29].

Дрожжи относятся к царству грибов, которые включают в себя наиболее термоустойчивые из известных эукариотических организмов, некоторые из которых могут размножаться при температуре до 61°С [19]. Kluyveromyces marxianus способны расти при повышенных температурах с высокой скоростью роста 0,99/ч при 40°С [5].

Кроме того, K. marxianus может перерабатывать широкий спектр недорогого сырья, такого как сырная сыворотка или отходы молочной промышленности, благодаря своим исключительным физиологическим особенностям и способности вырабатывать гетерологичные белки.

K. marxianus является потенциальным видом пробиотических дрожжей и обладает антагонистическим действием в отношении таких патогенов, как Salmonella spp., Candida albicans, Listeria monocytogenes и некоторых бацилл [4].

В работах Saber A. с соавторами K. marxianus AS4, полученный из молочных продуктов (сыры, йогурты), показал устойчивость к кислому рН, высокому содержанию солей желчи и высокую антимикробную активность [25]. В работах других авторов, K. marxianus B0399 повлиял на микробиоту толстой кишки, увеличив концентрацию бифидобактерий на этапах модели толстой кишки, имитирующих проксимальный и поперечный отделы толстой кишки [18].

В категорию пробиотиков микроорганизмы могут быть включены после отбора, основанным на определенных критериях, таких как рост при температуре тела (37 °С), устойчивость к антибиотикам [7, 20], выживаемость в неблагоприятной среде кишечника человека или животного (например, пищеварительные ферменты, соли и желчные кислоты, низкий pH желудочного сока), адгезия к эпителиальным клеткам кишечника и высокая гидрофобность поверхности [11]. Следовательно, существует значительный интерес к выделению и селекции новых дрожжей в качестве потенциальных пробиотиков.

Для цитирования / For citation

Для цитирования: Довыденкова М.В. Оценка пробиотических свойств дрожжей Kluyveromyces marxianus./ Довыденкова М.В., Артемьева О.А., , Колодина Е.Н., Никанова Д.А. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.46–50.

Dovydenkova M.V. Evaluation of probiotic properties of yeast Kluyveromyces marxianus. / Dovydenkova M.V., Artemyeva O.A., Kolodina E.N., Nikonova D.A. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.46–50.

Целью данного исследования было изучение пробиотического потенциала дрожжей, выделенных из молока и кисломолочных продуктов с использованием тестов in vitro.

Материалы и методы

Работа проводилась in vitro в лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. В ходе работы были выделены изоляты дрожжей из молока и молочнокислых продуктов. Объектами для исследований служили 7 изолятов дрожжей Kluyveromyces marxianus.

Дрожжевые клетки культивировали на декстрозном агаре Сабуро (HiMedia, Индия) и среде YPD в течение 24 часов при 30°С для оценки жизнеспособности. Тинкториальные свойства дрожжей исследовались путем окраски изолятов по Граму. Морфологические свойства и чистоту штаммов и изолятов проверяли под световым микроскопом "Nicon" при увеличении 100×16. Биохимические свойства определяли с использованием тест-систем HiMedia Laboratories Pvt. Limited (Индия) со специфическими сахарами.

Для исследования устойчивости выделенных штаммов к желчи использовали жидкую среду DAP, содержащие 0, 5 %, 20 % и 40 % желчи. В качестве контроля использовали посевы без добавления желчи.

Способность дрожжевых клеток переносить различные значения pH (2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0 и 9,0; контроль – pH7,0) и концентрации NaCl (0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 %) определяли в DAP с различными концентрациями. Толерантность к различным значениям pH, к содержанию NaCl и желчи определяли с использованием микробиологического анализатора Multiskan FC (ThermoFisher Scientific Inc., Финляндия) при оптической плотности OD600 нм на стерильных 96-луночных микропланшетах с плоским дном. Каждую лунку заполняли 180 мкл DAP бульоном (pH, NaCl, желчь) и 20 мкл суточной культуры с OD600 нм = 0,2. Культивирование инокулированных питательных сред с различной концентрацией желчи, NaCl и pH проводили в течение 24 ч. при 37 ^{0}С. Жизнеспособность клеток определяли по изменению оптической плотности на спектрофотометре. Все результаты были средними из трех независимых экспериментов с тремя параллельными повторениями (n=5). Для оценки результатов использовались стандартные статистические методы в Excel (Microsoft$^{®}$ Office 2010) с использованием критерия Стьюдента. Различия считались достоверными при p≤0,05.

Результаты и обсуждение

В ходе научно-исследовательской работы из всех проб молока и кисломолочных продуктов были выделены 112 колоний дрожжей, которые были идентифицированы на основании морфолого-биохимических реакций и методом молекулярного типирования на основе ПЦР. Предварительная классификация штаммов дрожжей по наличию бластоконидий, псевдогиф или того и другого была подтверждена по методике И.П. Бабьевой, В.И. Голубева [1]. В ходе исследования были отобраны 7 штаммов, которые имели сходство с типовым штаммом Kluyveromyces marxianus из GenBank NCBI.

Для изучения морфологических свойств на составной питательной среде с включением дрожжевого экстракта (2,0 г/л) и пептона (л2,0 г/л) в качестве азотного питания были получены изолированные морфотипы колонии, рассаженные на отдельные чашки для культивирования при различном диапазоне температур от 30 до 40 градусов. На среде данного состава колонии в своем преимуществе имели белый цвет с незначительной кремовой пигментацией (рис.1). В бульоне с глюкозой и дрожжевым экстрактом

Рис.1 Макроскопическое изображение изолята на среде ДАП. Культивирование 48 часа, t=30°С.

Fig.1 Macroscopic image of an isolate on a DAP medium. Cultivation is 48 hours, t = 30°С.

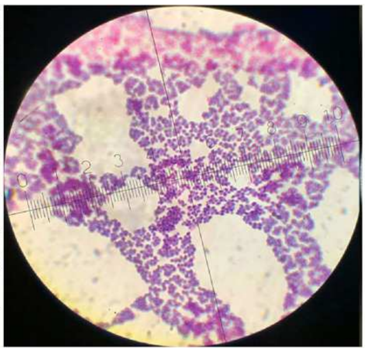


Рис.2 Микроскопическое изображение изолята. Окраска по Граму, увеличение 100х16.

Fig.2 Microscopic image of the isolate. Gram coloring, magnification 100x16.

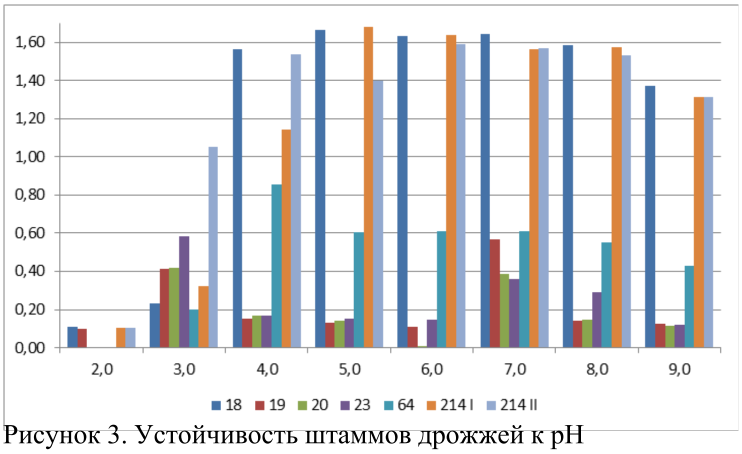


Рисунок 3. Устойчивость штаммов дрожжей к pH

Figure 3. Resistance of yeast strains to pH

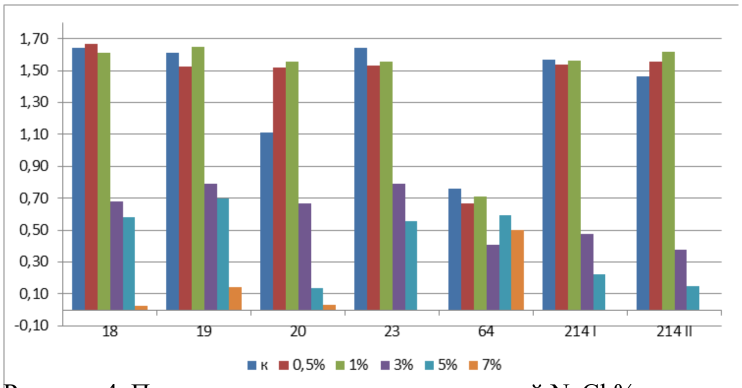


Рисунок 4. Переносимость штаммами дрожжей NaCl,%

Figure 4. Tolerance to yeast strains of NaCl,%

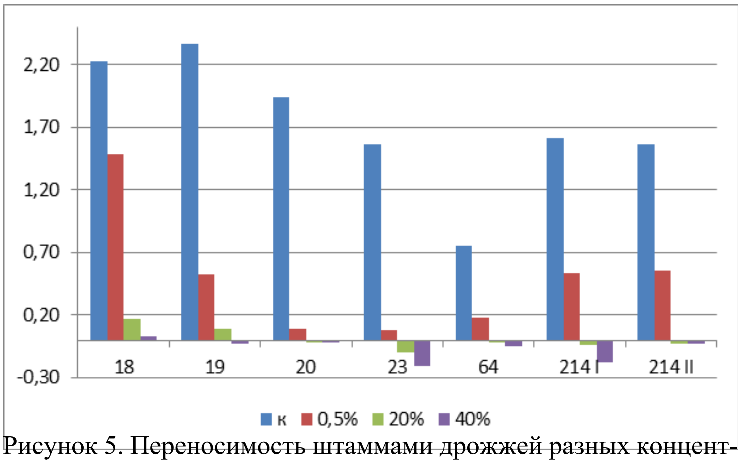


Рисунок 5. Переносимость штаммами дрожжей разных концентраций желчи %

Figure 5. Tolerance of yeast strains to different concentrations of bile %

Kluyveromyces может образовывать осадок, кольцо и/или пленку. В культуре на чашках Петри, содержащей кукурузную муку, агар и полисорбат 80, образует рудиментарный или разветвлённый псевдомицелий с небольшим количеством бластоспор [14]. В результате проведения иммерсионной микроскопии с предварительной окраской по Грамму клетки имели одинаковое морфологическое и тинкториальное строение представляют собой почкующиеся дрожжи, имеющие овальную или округлую форму, размером 4–8 мкм, встречаются поодиночке, парами или цепочками (рис.2).

Температура является важным физическим параметром для оценки пробиотической способности микроорганизма. В этом исследовании эксперименты проводились при 37° C, близкой к температуре человеческого тела, и все 7 выделенных штаммов могли расти при 37° C. Эти результаты согласуются с предыдущими сведениями о способности пробиотических штаммов дрожжей расти при температуре тела человека и подтверждают, что местные штаммы дрожжей могут быть интересным источником для отбора новых потенциальных пробиотических штаммов [20].

Установлено, что при значениях pH 2,0–5,0 отмечался рост большинства исследуемых изолятов дрожжей (рис.3).

Через 24 часа наблюдалось увеличение OD, что указывает на рост клеток. Все семь штаммов хорошо переносили значения pH в диапазоне от 3,0 до 9,0. При pH от 2,0 до 5,0 наблюдался незначительный рост клеток. Наиболее интенсивным рост был при нейтральных значениях pH (6,0–8,0), которые являются аналогичными условиям кишечника. Максимальный рост клеток при pH 4,0–8,0 был отмечен у изолятов №18, №64, №214I и №214II.

Тестирование на солеустойчивость выделенных культур показало, что все они способны расти в присутствии 6,5% NaCl, их выживаемость различна и зависит от штамма (рис.4). При температуре 37° C штаммы демонстрировали значительный рост в отсутствие и в концентрациях до 3,0% NaCl, в то время как при концентрациях ≥5% NaCl значительного увеличения OD с течением времени у всех тестируемых штаммов не наблюдалось.

Рост всех семи штаммов при концентрации NaCl 7% наблюдался, но незначительно (повышение оптической плотности на 0,03–0,35). На рисунке 5 представлены результаты исследования степени выживаемости выделенных дрожжей при росте в присутствии 0,5, 20 и 40 % желчи (рис.5).

У изолятов дрожжей №18 и №19 наблюдался рост OD на 0,17 и 0,09 соответственно в присутствии желчи с концентрацией 20%, тогда как остальные изоляты оказались неустойчивы к данной концентрации желчи, что объясняется тем, что желчные соли способны дезорганизовывать структуру клеточной мембраны, и вызывает изменения метаболизма сахаров и неправильную укладку белков; что соответственно приводит к повреждению ДНК [32]. К более высокой концентрации желчи 40% проявил устойчивость только изолят №18, тогда как остальные изоляты дрожжей не перенесли данную концентрацию.

Анализ полученных результатов, проведенных исследований показывает, что выделенные изоляты дрожжей Kluyveromyces marxianus характеризуются как устойчивые к стрессовым значениям pH, NaCl, к максимальным концентрациям желчи, что обуславливает способность изолятов к сохранению ими метаболической активности при прохождении через желудочно-кишечный тракт животных. Что согласуется с исследованиями других авторов [4, 11].

Заключение

Дрожжи рода Kluyveromyces marxianus представляют особый научный и практический интерес, так как, играют важную роль в пищевой промышленности и оказывают множество полезных воздействий на здоровье человека и животных. Таким образом, полученные результаты экспериментов позволят выявить новые перспективные штаммы, которые можно будет использовать с целью возможной коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного тракта животных. Поиск и исследование степени устойчивости новых штаммов Kluyveromyces marxianus к неблагоприятным факторам, воспроизводящим "in vitro" некоторые условия желудочно-кишечного тракта, в настоящее время является актуальным направлением в биотехнологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России FGGN-2024-0016 (124020200032-4).

Литература.

1.Бабьева И. П. Методы выделения и идентификации дрожжей / И. П. Бабьева, В. И. Голубев. - М.: Пищевая промышленность, 1979. - 120 с.
2.Наумов, Г. И. Генетика полиморфизма утилизации лактозы у дрожжей Kluyveromyces marxianus / Г. И. Наумов // Доклады Академии наук. - 2006. - Т. 409, № 3. - С. 422-424. - EDN HUMAYB.
3.Aragon G. Probiotic therapy for irritable bowel syndrome / G. Aragon, D. Graham, M. Borum, D. Doman, D.B. Graham, M. Borum, D.B. Doman // Gastroenterol. Hepatol. - 2010. - №6. - P. 39-44. PMID: 20567539; PMCID: PMC2886445.
4.Aziz Homayouni-Rad, Aslan Azizi, Parvin Oroojzadeh, and Hadi Pourjafar. Kluyveromyces marxianus as a Probiotic Yeast: A Mini-review. February 2020 Current Nutrition & Food Science 16(8) DOI:10.2174/1573401316666200217113230
5.Banat, I. M., Nigam, P., and Marchant, R. (1992). Isolation of Thermotolerant, Fermentative Yeasts Growing at 52 C and Producing Ethanol at 45 °C and 50 °C. World J. Microbiol. Biotechnol. 8 (3), 259-263. DOI:10.1007/bf01201874
6. Bolla PA, Serradell Mde L, de Urraza PJ, De Antoni GL. Effect of freeze-drying on viability and in vitro probiotic properties of a mixture of lactic acid bacteria and yeasts isolated from kefir. J. Dairy Res. 2011; 78(118):15-22. DOI:10.1017/S0022029910000610
7. Boulang? C., Neves A., Chilloux J., Nicholson J., Dumas M. Impact of the gut microbiota on inflammation, obesity, and metabolic disease. Genome Medicine, 2016, 8: 42. DOI: 10.1186/s13073-016-0303-2
8.Chi, P., Wang, S., Ge, X., Bilal, M., Fickers, P., and Cheng, H. (2019). Efficient D-Threitol Production by an Engineered Strain of Yarrowia Lipolytica Overexpressing Xylitol Dehydrogenase Gene from Scheffersomyces Stipitis. Biochem. Eng. J. 149, 107259. DOI:10.1016/j.bej.2019.107259
9.Duan, J., Yang, D., Chen, L., Yu, Y., Zhou, J., and Lu, H. (2019). Efficient Production of Porcine Circovirus Virus-like Particles Using the Nonconventional Yeast Kluyveromyces Marxianus. Appl. Microbiol. Biotechnol. 103 (2), 833-842. DOI:10.1007/s00253-018-9487-2;
10.Ferreira I. Brewer's Saccharomyces yeast biomass: characteristics and potential applications / I. Ferreira, O. Pinho, E. Vieira, J.G. Tavarela // Trends in Food Science & Technology. - 2010. - №21(2). - P. 77-84. DOI:10.1016/j.tifs.2009.10.008,
11.Fijan, S. Microorganisms with Claimed Probiotic Properties: An Overview of Recent Literature. Environmental Reserch and Public Health, 2014, 11: 4745-4767. DOI: 10.3390/ijerph110504745
12. Hua, Y., Wang, J., Zhu, Y., Zhang, B., Kong, X., Li, W., et al. (2019). Release of Glucose Repression on Xylose Utilization in Kluyveromyces Marxianus to Enhance Glucose-Xylose Co-utilization and Xylitol Production from Corncob Hydrolysate. Microb. Cel. factories 18 (1), 1-18. DOI:10.1186/s12934-019-1068-2
13.Jianzhong, Z. Xiaoli L., Hanhu J., Mingsheng D. Analysis of the microflora in Tibetan kefir grains using denaturing gradient gel electrophoresis Food Microbiol. 2009; 26:770-775. DOI: 10.1016/j.fm.2009.04.009
14.Kourkoutas Y. High-temperature alcoholic fermentation of whey using Kluyveromyces marxianus IMB3 yeast immobilized on delignified cellulosic material / Y. Kourkoutas, S. Dimitropoulou, M. Kanellaki, R. Marchant, P. Nigam, I.M. Banat, A.A. Koutinas // Bioresource Technology. - 2002 - Volume 82. - Issue 2. - P. 177-181. DOI:.org/10.1016/S0960-8524(01)00159-6.
15.Lane, M. M., and Morrissey, J. P. (2010). Kluyveromyces Marxianus: a Yeast Emerging from its Sister's Shadow. Fungal Biol. Rev. 24 (1-2), 17-26. DOI:10.1016/j.fbr.2010.01.001;
16.Loser, C., Urit, T., Stukert, A., and Bley, T. (2013). Formation of Ethyl Acetate from Whey by Kluyveromyces Marxianus on a Pilot Scale. J. Biotechnol. 163 (1), 17-23. DOI:10.1016/j.jbiotec.2012.10.009;
17.Lyu, Y., Wu, P., Zhou, J., Yu, Y., and Lu, H. (2021). Protoplast Transformation of Kluyveromyces Marxianus. Biotechnol. J. 16, 2100122. DOI:10.1002/biot.202100122).
18.Maccaferri S, Klinder A, Brigidi P, Cavina P, Costabile A. Potential probiotic Kluyveromyces marxianus B0399 modulates the immune response in Caco-2 cells and peripheral blood mononuclear cells and impacts the human gut microbiota in an in vitro colonic model system. Appl Environ Microbiol. 2012 Feb;78(4):956-64. doi: 10.1128/AEM.06385-11. Epub 2011 Dec 9. PMID: 22156412; PMCID: PMC3272993
19.Maheshwari R, Bharadwaj G, Bhat MK. Thermophilic fungi: their physiology and enzymes. Microbiol Mol Biol Rev. 2000;64:461-88. DOI: 10.1128/MMBR.64.3.461-488.2000

20.McFarland L.V. From yaks to yogurt: the history, development, and current use of probiotics. Clinical Infectious Diseases, 2015, 60: 85-90. DOI: 10.1093/cid/civ054

21.Mo, W., Ren, H., Yang, X., Luo, T., Lu, W., Zhou, J., and Lv, H. (2019a) Comparative Genomic Analysis Reveals Metabolic Mechanisms for Kluyveromyces Marxianus' Fast Growth during Evolution. DOI:10.21203/rs.2.18764/v1;

22.Mo, W., Wang, M., Zhan, R., Yu, Y., He, Y., and Lu, H. (2019b). Kluyveromyces Marxianus Developing Ethanol Tolerance during Adaptive Evolution with Significant Improvements of Multiple Pathways. Biotechnol. biofuels 12 (1), 1-15. DOI:10.1186/s13068-019-1393-z;

23. Morrissey, J. P., Etschmann, M. M., Schrader, J., and de Billerbeck, G. M. (2015). Cell Factory Applications of the Yeast Kluyveromyces Marxianus for the Biotechnological Production of Natural Flavour and Fragrance Molecules. Yeast 32 (1), 3-16. DOI:10.1002/yea.3054;

24.P?rez-Torrado R. Yeast bio-mass, an optimised product with myriad applications in the food industry / R. P?rez-Torrado, E. Gamero, R. G?mez-Pastor, E. Garre, A. Aranda, E. Matallana // Trends in Food Science & Technology. - 2015. - №46(2). - P. 167-175. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.10.008,

25.Rakowska R. Spent yeast as natural source of func-tional food additives / R. Rakowska, A. Sadowska, E. Dybkowska, F. Swiderski // Roczniki Pa?stwowego Zak?adu Higieny. - 2017. - №68(2). - P. 115-121. PMID: 28646828.

26.Saber A., Alipour B., Faghfoori Z., and Khosroushahi A. Y. (2017). Secretion Metabolites of Dairy Kluyveromyces Marxianus AS41 Isolated as Probiotic, Induces Apoptosis in Different Human Cancer Cell Lines and Exhibit Antipathogenic Effects. J. Funct. Foods. 2017; 34:408-421. DOI:10.1016/j.jff.2017.05.007

27.Ventura M. Genome-scale analyses of health-promoting bacteria: probiogenomics // Nat. Rev. Microbiol. - 2009 - №7. - P. 61-71. DOI: 10.1038/nrmicro2047

28.Wagner, J. M., and Alper, H. S. (2016). Synthetic Biology and Molecular Genetics in Non-conventional Yeasts: Current Tools and Future Advances. Fungal Genet. Biol. 89, 126-136. DOI:10.1016/j.fgb.2015.12.001;

29.Wang, W., Li, Z., Lv, Z., Zhang, B., Lv, H., and Guo, Y. (2017). Effects of Kluyveromyces Marxianus Supplementation on Immune Responses, Intestinal Structure and Microbiota in Broiler Chickens. PloS one 12 (7), e0180884. DOI:10.1371/journal.pone.0180884)

30.Xie Y., Zhang H., Liu H., Xiong L., Gao X., Jia H., Han, T. Hypocholesterolemic Effects of Kluyveromyces Marxianus M3 Isolated from Tibetan Mushrooms on Diet-Induced Hypercholesterolemia in Rat. Braz. J. Microbiol. 2015; 46:389-395. DOI:10.1590/s1517-838246220131278

31.Zhou, J., Zhu, P., Hu, X., Lu, H., and Yu, Y. (2018). Improved Secretory Expression of Lignocellulolytic Enzymes in Kluyveromyces Marxianus by Promoter and Signal Sequence Engineering. Biotechnol. biofuels 11 (1), 1-14. DOI:10.1186/s13068-018-1232-7;

32.Zokaeifar H. Selection and identification of non-pathogenic bacteria isolated from fermented pickles with antagonistic properties against two shrimp pathogens. / H. Zokaeifar, J.L. Balc?zar, M.S. Kamarudin, K. Sijam, A. Arshad, C.R. Saad //J. Antibiot. 2012. vol.65, is.6, pp.289-294. DOI: 10.1038/ja.2012.17

References.

1. Babyeva I. P. Methods of yeast isolation and identification / I. P. Babyeva, V. I. Golubev. - M.: Food industry, 1979. - 120 p.

2. Naumov, G. I. Genetics of lactose utilization polymorphism in yeast Kluyveromyces marxianus / G. I. Naumov // Reports of the Academy of Sciences, 2006, vol. 409, No. 3, pp. 422-424. EDN HUMAYB.

3.Aragon G. Probiotic therapy for irritable bowel syndrome / G. Aragon, D. Graham, M. Borum, D. Doman, D. B. Graham, M. Borum, D. B. Doman // Gastroenterol. Hepatol. - 2010. - No. 6. - P. 39-44. PMID: 20567539; PMCID: PMC2886445.

4.Aziz Homayouni-Rad, Aslan Azizi, Parvin Oroojzadeh, and Hadi Pourjafar. Kluyveromyces marxianus as a Probiotic Yeast: a Mini-review. February 2020 Current Nutrition & Food Science 16 (8) DOI:10.2174/1573401316666200217113230

5.Banat, I. M., Nigam, P., and Marchant, R. (1992). Isolation of Thermotolerant, Fermentative Yeasts Growing at 52 C and Producing Ethanol at 45 °C and 50 °C. World J. Microbiol. Biotechnol. 8 (3), 259-263. DOI:10.1007 / bf01201874

6. Bolla PA, Serradell Mde L, De Urraza PJ, De Antoni GL. Effect of freeze-drying on viability and in vitro probiotic properties of a mixture of lactic acid bacteria and yeasts isolated from kefir. J. Dairy Res. 2011; 78(118):15-22. DOI:10.1017 / S0022029910000610

7. Boulang? C., Neves A., Chilloux J., Nicholson J., Dumas M. Impact of the gut microbiota on inflammation, obesity, and metabolic disease. Genome Medicine, 2016, 8: 42. DOI: 10.1186 / s13073-016-0303-2

8.Chi, P., Wang, S., Ge, X., Bilal, M., Fickers, P., and Cheng, H. (2019). Efficient D-Threitol Production by an Engineered Strain of Yarrowia Lipolytica overexpressing xylitol Dehydrogenase Gene from Scheffersomyces Stipitis. Biochem. Scary. J. 149, 107-259. DOI:10.1016 / j. bej.2019.107259

9.Duan, J., Yang, D., Chen, L., Yu, Y., Zhou, J., and Lu, H. (2019). Efficient Production of Porcine Circovirus Virus-like Particles Using the nonconventional Yeast Kluyveromyces Marxianus. Appl. Microbiol. Biotechnol. 103 (2), 833-842. DOI:10.1007 / s00253-018-9487-2;

10.Ferreira I. Brewer's Saccharomyces yeast biomass: characteristics and potential applications / I. Ferreira, O. Pinho, E. Vieira, J. G. Tavarela // Trends in Food Science & Technology. - 2010. - №21(2). - Pp. 77-84. DOI:10.1016 / j. tifs.2009.10.008,

11. Fijan, S. Microorganisms with Claimed Probiotic Properties: an Overview of Recent Literature. Environmental Reserch and Public Health, 2014, 11: 4745-4767. DOI: 10.3390 / ijerph110504745

12. Hua, Y., Wang, J., Zhu, Y., Zhang, B., Kong, X., Li, W., et al. (2019). Release of Glucose Repression on Xylose Utilization in Kluyveromyces Marxianus to Enhance Glucose-Xylose Co-utilization and Xylitol Production from Corncob Hydrolysate. Microb. Cell. factories 18 (1), 1-18. DOI:10.1186 / s12934-019-1068-2

13.Jianzhong, Z. Xiaoli L., Hanhu J., Mingsheng D. Analysis of the microflora in Tibetan kefir grains using denaturing gradient gel electrophoresis Food Microbiol. 2009; 26:770-775. DOI: 10.1016 / j. fm. 2009. 04. 009

14.Kourkoutas Y. High-temperature alcoholic fermentation of whey using Kluyveromyces marxianus IMB3 yeast immobilized on delignified cellulosic material / Y. kourkoutas, S. Dimitropoulou, M. Kanellaki, R. Marchant, P. Nigam, I. M. Banat, A. A. Koutinas // Bioresource Technology. - 2002-Volume 82. Issue 2. - P. 177-181. DOI:.org/10.1016/S0960-8524(01) 00159-6.

15.Lane, M. M., and Morrissey, J. P. (2010). Kluyveromyces Marxianus: a Yeast Emerging from its Sister's Shadow. Fungal Biol. Rev. 24 (1-2), 17-26. DOI:10.1016 / j. fbr.2010.01.001;

16.Loser, C., Urit, T., Stukert, A., and Bley, T. (2013). Formation of Ethyl Acetate from Whey by Kluyveromyces Marxianus on a Pilot Scale. J. Biotechnol. 163 (1), 17-23. DOI:10.1016 / j. jbiotec.2012.10.009;

17.Lyu, Y., Wu, P., Zhou, J., Yu, Y., and Lu, H. (2021). Protoplast Transformation of Kluyveromyces Marxianus. Biotechnol. J. 16, 2100-122. DOI:10.1002 / biot.202100122).

18.Maccaferri s, Klinder a, Brigidi p, Cavina p, Costabile A. potential probiotic Kluyveromyces marxianus B0399 modulates the immune response in Caco-2 cells and peripheral blood mononuclear cells and impacts the human gut microbiota in an in vitro colonic model system. Appl Environ Microbiol. 2012 Feb; 78 (4): 956-64. doi: 10.1128 / AEM.06385-11. Epub 2011 Dec 9. PMID: 22156412; PMCID: PMC3272993

19.Maheshwari R, Bharadwaj G, Bhat MK. Thermophilic fungi: their physiology and enzymes. Microbiol Mol Biol Rev. 2000;64:461-88. DOI: 10.1128 / MMBR.64.3.461-488.2000

20.McFarland L. V. From yaks to yogurt: the history, development, and current use of probiotics. Clinical Infectious Diseases, 2015, 60: 85-90. DOI: 10.1093 / cid / civ054

21.Mo, W., Ren, H., Yang, X., Luo, T., Lu, W., Zhou, J., and Lv, H. (2019a) Comparative Genomic Analysis Reveals Metabolic Mechanisms for Kluyveromyces Marxianus' Fast Growth during Evolution. DOI: 10.21203 / rs.2.18764 / v1;

22.Mo, W., Wang, M., Zhan, R., Yu, Y., He, Y., and Lu, H. (2019b). Kluyveromyces Marxianus Developing Ethanol Tolerance during Adaptive Evolution with Significant Improvements of Multiple Pathways. Biotechnol. biofuels 12 (1), 1-15. DOI:10.1186 / s13068-019-1393-z;

23. Morrissey, J. P., Etschmann, M. M., Schrader, J., and De Billerbeck, G. M. (2015). Cell Factory Applications of the Yeast Kluyveromyces Marxianus for the Biotechnological Production of Natural Flavour and Fragrance Molecules. Yeast 32 (1), 3-16. DOI:10.1002 / yea.3054;

24.P?rez-Torrado R. yeast bio-mass, an optimised product with myriad applications in the food industry / R. P?rez-Torrado, E. Gamero, R. G?mez-Pastor, E. Garre, A. Aranda, E. Matallana // Trends in Food Science & Technology. - 2015. - №46(2). - Pp. 167-175. DOI: 10.1016 / j. tifs.2015.10.008,

25. Rakowska R. Spent yeast as a natural source of func-tional food additives / R. Rakowska, A. Sadowska, E. Dybkowska, F. Swiderski // Roczniki Pa?stwowego Zak?adu Higieny. - 2017. - №68(2). - P. 115-121. PMID: 28646828.

26.Saber A., Alipour B., Faghfoori Z., And Khosroushahi A. Y. (2017). Secretion Metabolites of Dairy Kluyveromyces Marxianus As41 Isolated as Probiotic, Induces Apoptosis in Different human Cancer cell lines and Exhibit Antipathogenic Effects. J. Funct. Foods. 2017; 34:408-421. DOI:10.1016 / j.jff.2017.05.007

27.Ventura M. Genome-scale analyses of health-promoting bacteria: probiogenomics / / Nat. Rev. Microbiol. - 2009 - No. 7. - P. 61-71. DOI: 10.1038 / nrmicro2047

28.Wagner, J. M., and Alper, H. S. (2016). Synthetic Biology and Molecular Genetics in non-conventional Yeasts: Current Tools and Future Advances. Fungal Gene. Biol. 89, 126-136. DOI:10.1016 / j. fgb.2015.12.001;

29.Wang, W., Li, Z., LV, Z., Zhang, B., LV, H., and Guo, Y. (2017). Effects of Kluyveromyces Marxianus Supplementation on Immune Responses, Intestinal Structure and Microbiota in Broiler Chickens. PloS One 12 (7), e0180884. DOI:10.1371/journal.pone.0180884)

30.Xie Y., Zhang H., Liu H., Xiong L., Gao X., Jia H., Han, T. Hypocholesterolemic Effects of Kluyveromyces Marxianus M3 Isolated from Tibetan Mushrooms on Diet-Induced Hypercholesterolemia in Rat. Braz. J. Microbiol. 2015; 46:389-395. DOI:10.1590 / s1517-838246220131278

31.Zhou, J., Zhu, P., Hu, X., Lu, H., and Yu, Y. (2018). Improved Secretory Expression of Lignocellulolytic Enzymes in Kluyveromyces Marxianus by Promoter and Signal Sequence Engineering. Biotechnol. biofuels 11 (1), 1-14. DOI:10.1186 / s13068-018-1232-7;

32.Zokaeifar H. Selection and identification of non-pathogenic bacteria isolated from fermented pickles with antagonistic properties against two shrimp pathogens. / H. Zokaeifar, J. L. Balc?zar, M. S. Kamarudin, K. Sijam, A. Arshad, C. R. Saad //J. Antibiot. 2012. vol.65, is.6, pp.289-294. DOI: 10.1038 / ja.2012.17

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-10
УДК 619:615.37.012

Факторы риска контаминации культур клеток

Егорушкина Е.И.

[1]**Егорушкина Е.И.,** начальник Отдела Коллекции культуры клеток ФГБНУ ВНИТИБП, egoru-evgeniya@yandex.ru
[1]**Неминущая Л.А.,** доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник группы экспертной оценки биотехнологий Информационного аналитического центра по биотехнологиям, nem_la53@mail.ru
[1]**Скотникова Т.А.,** доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник группы экспертной оценки биотехнологий Информационного аналитического центра по биотехнологиям
ook_vnitibp@mail.ru
[2,3]**Мищенко А.В.,** доктор ветеринарных наук, советник, главный научный сотрудник
studebaker@yandex.ru
[1]**Гринь С.А.,** доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, профессор РАН, главный научный сотрудник группы экспертной оценки биотехнологий Информационного аналитического центра по биотехнологиям, grinnsvetlana@mail.ru
[1,2]**Старцев Д.А.,** первый заместитель директора, советник, dstar707@yandex.ru
[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности» (ФГБНУ ВНИТИБП), Московская обл., п. Биокомбината, Россия
[2]Федеральное казенное предприятие "Щелковский биокомбинат" (ФКП "Щелковский биокомбинат"), г. о. Лосино-Петровский, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук" (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

Ключевые слова: культура клеток, фактор риска, контаминация, вирус, микоплазма.

Резюме. Мировой опыт контроля и борьбы с заболеваниями вирусной этиологии свидетельствует, что наиболее эффективным способом защиты животных и птиц от возбудителей является лабораторная диагностика и специфическая профилактика. Вакциноуправляемыми заболеваниями

Risk factors for cell culture contamination

[1]Egorushkina E.I., [1]Neminushchaya L.A., [1]Skotnikova T.A., [1,2]Startsev D. A., [2,3]Mishchenko A.V., [1]Grin S.A.

[1]Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry" (FGBNU VNITIBP), Moscow Region, Losino-Petrovsky settlement, Biokombinat settlement, p. 17.
[2]Federal State Enterprise "Shchelkovsky Biocombinat" (FKP "Shchelkovsky Biocombinat"), Russia, Moscow Region, Losino-Petrovsky settlement, Biokombinat settlement.
[3]Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center - All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences" (FGBNU FNTs VIEV RAS), Ryazansky prospect, 24, building 1, Moscow, 109428, Russia

Key words: cell culture, risk factor, contamination, virus, mycoplasma, prion.

Abstract. World experience in the control and control of diseases of viral etiology indicates that the most effective way to protect animals and birds from pathogens is laboratory diagnostics and specific prevention. Vaccine-controlled diseases are about 80% of especially dangerous diseases of animals and birds. By creating a high level of population immunity, vaccination is an integral part of the control system for many transboundary and economically significant viral infections, thereby blocking the spread of the pathogen in a susceptible population. Cell cultures are a key component in the production of both most antiviral vaccines and specific components for serological reactions. Analysis of literature data shows that a significant number of cell cultures are contaminated with cells of other cultures, microorganisms (fungi, viruses, bacteria, prions), other pathogens capable of being transmitted to animals to be vaccinated. This negatively affects the quality of vaccines and research results. Contamination of cell cultures with viruses is a serious threat due to the complexity of their detection and the lack of effective decontamination methods. It poses a potential risk to the health of personnel and can be a source of horizontal transmission of the virus to other cell lines. The production of immunobiological drugs in such cell cultures is potentially dangerous for target animal species due to possible infection. Currently, both classical in vivo and in vitro virological studies and molecular methods (high-throughput sequencing, PCR, RT-PCR, etc.) are used to establish the facts of viral contamination. A universal method for detecting contamination of cell cultures with viruses is electron microscopy. Preventing contaminations or minimizing their occurrence risk is the only way to keep pure cell cultures intended for research, development and biotechnology industry free of contamination. The article describes the problems and risks associated with contaminations of cell cultures, risk factors and the main causes of contamination of cell cultures, ways to prevent them.

Для цитирования / For citation

Факторы риска контаминации культур клеток / Егорушкина Е.И., [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.51–55.
Risk factors for cell culture contamination / Egorushkina E.I., [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.51–55.

являются порядка 80% особо опасных болезней животных и птиц. За счет создания высокого уровня популяционного иммунитета вакцинация является неотъемлемой частью системы контроля многих трансграничных и экономически значимых вирусных инфекций, тем самым блокируя распространение возбудителя в восприимчивой популяции. Культуры клеток – ключевой компонент при производстве как большинства противовирусных вакцин, так специфических компонентов для серологических реакций. Анализ литературных данных показывает, что значительное количество культур клеток контаминировано клетками других культур, микроорганизмами (грибы, вирусы, бактерии, прионы), другими патогенами, способными передаваться подлежащим вакцинации животным. Это отрицательно влияет на качество вакцин и результаты исследований. Контаминация культур клеток вирусами – серьезная угроза из-за сложности их обнаружения и отсутствия эффективных методов деконтаминации. Она представляет потенциальный риск для здоровья персонала и может быть источником горизонтальной передачи вируса в другие клеточные линии. Производство иммунобиологических препаратов в таких культурах клеток потенциально опасно для целевых видов животных из-за возможной инфекции. В настоящее время для установления фактов вирусной контаминации используют как классические вирусологические исследования in vivo и in vitro, так и молекулярные методы (методы высокопроизводительного секвенирования, ПЦР, ОТ-ПЦР и др). Универсальный метод выявления контаминации культур клеток вирусами – электронная микроскопия. Предотвращение контаминаций или минимизация риска их появления – единственный способ сохранить свободными от контаминации чистые культуры клеток, предназначенные для исследований, разработок и биотехнологической промышленности. В статье описываются проблемы и риски, связанные с контаминациями культур клеток, факторы риска и основные причины контаминации культур клеток, способы их предотвращения.

Введение

По мнению экспертов ВОЗ вакцинация и чистая питьевая вода – единственные доказанные меры, реально влияющие на общественное здоровье. Около 80% особо опасных болезней животных и птиц являются вакциноуправляемыми заболеваниями. Вакцинация – неотъемлемая часть системы контроля многих трансграничных и экономически значимых вирусных инфекций [1,2,3] за счет создания популяционного иммунитета на уровне, обеспечивающем снижение R0>1, тем самым блокируя распространение возбудителя в восприимчивой популяции. Вакцины – ключевой инструмент в обеспечении биологической и продовольственной безопасности в Российской Федерации и во многих странах мира [2].

Большинство вакцин, используемых для предупреждения и борьбы с вирусными заболеваниями, производятся путем культивирования возбудителя в культурах клеток (КК), составляющих ключевой компонент в изготовлении вакцин и наработке специфических компонентов для серологических реакций [4].

Важно помнить, что клеточные культуры могут быть контаминированы другими клетками, бактериями, грибками, дрожжами, вирусами, что недопустимо [5].

Контаминанты клеточных культур способны стать причиной трансграничного распространения возбудителей [6].

Так, в Нидерландах после применения 7 серий маркированной вакцины против инфекционного ринотрахеита (ИРТ) фирмы "Bayer" 7000 фермеров из 45000 обнаружили у иммунизированных животных признаки вирусной диареи (ВД-БС). При выяснении причин появления у крупного рогатого скота клинических симптомов ВД-БС, был установлен факт загрязнения вакцины этим возбудителем [7,8].

Все посевные партии вируса и любые перевиваемые линии клеток, применяемые для культивирования вируса, должны быть свободны от бактерий, грибов, микоплазм, простейших, риккетсий, посторонних вирусов и других патогенов, которые могут передаваться животным, подлежащим вакцинированию [5,6].

Гарантировать отсутствие контаминантов в препарате можно только при надлежащем контроле используемых первичных материалов [9]. Поэтому вопросы, связанные с контаминацией клеточных культур, являются важными и актуальными.

В статье рассмотрены проблемы, связанные с контаминацией культур клеток, и приведены некоторые рекомендации по предотвращению или решению данной проблемы.

Материалы и методы

Авторами проведен анализ научных публикаций по данному вопросу, нормативных правовых актов Российской Федерации, Евразийского экономического союза, рекомендаций Всемирной организации здравоохранения животных (ВОЗЖ), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), национального законодательства третьих стран, научные публикации в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science.

Результаты исследований и обсуждение

Производство большинства противовирусных вакцин основано на наработке вирусного антигена путем репликации вакцинных штаммов возбудителя в культурах клеток в необходимых количествах и является ключевым этапом их производства [4]. Вероятная контаминация вакцин, особенно аттенуированных – существенный риск использования КК при их изготовлении. Диагностикумы, изготовленные из контаминированного сырья, характеризуются риском получения ложных результатов исследования.

При анализе научных публикаций по данному вопросу выделены основные контаминанты клеточных культур, которые приведены в таблице 1.

Контаминация культур клеток вирусами представляет серьезную угрозу из-за сложности их обнаружения и отсутствия эффективных методов по деконтаминации [10,11].

Цитопатические вирусы-контаминанты способны вызывать морфологические изменения в инфицированных клетках (цитопатический эффект), которые обнаруживаются при микроскопии. Вирусные контаминации, обусловленные нецитопатическими вирусами, приводят к интеграции вирусного генома в виде провируса, что не вызывает визуальных изменений посредством модификации клеточной морфологии, но иногда приводит к постоянному производству новых вирусных частиц [12].

Это представляет потенциальный риск для здоровья персонала и может быть источником горизонтальной передачи вируса в другие клеточные линии. Производство иммунобиологических препаратов в таких культурах клеток потенциально опасно для целевых видов животных из-за возможной инфекции. Клеточные культуры могут быть контаминированы следующими способами: во-первых, они могут быть уже контаминированы как первичные культуры (поскольку источник клеток уже был заражен), во-вторых, они были контаминированы при использовании сырья (сыворотка, трипсин) или, в-третьих, они были контаминированы путем инфицирования от сотрудников [13,14,15].

Для установления фактов вирусной контаминации на данный момент используются как молекулярные методы (методы высокопроизводительного секвенирования, ПЦР, ОТ-ПЦР и др.), так и классические вирусологические исследования in vivo и in vitro [9,16].

На данный момент универсальным методом по выявлению контаминации культур клеток вирусами является электронная микроскопия [17].

Одной из основных проблем в области клеточных культур является контаминация микоплазмами, которая в основном была известна с момента зарождения этой технологии. Было подсчитано, что от 5% до 35% клеточных культур контаминированы микоплазмой [18], уровень контаминации в различных коллекциях культур клеток в мире может составлять от 45 до 96 % [19,20].

Наиболее часто контаминируют клеточные культуры семь видов микоплазм: Acholeplasma laidlawii, M. salivarium, M. arginini, M. fermentans, M. hominis, M. hyorhinis и M. orale [21].

Микоплазма конкурирует с клеткой-хозяином за биосинтетические предшественники и питательные вещества, наблюдаемые изменения в скорости роста в пораженных клеточных культурах часто минимальны, что является причиной того, что соответствующее заражение нелегко обнаружить.

Микоплазмы могут оказывать практически неограниченное разнообразие эффектов в инфицированных культурах [19], а также могут сильно влиять на метаболизм ДНК, РНК и синтез белка в клетке, на внутриклеточный уровень аминокислот и доступный уровень АТФ, модифицировать поверхностные антигены клеток и могут провоцировать фрагментацию ДНК и другие значительные хромосомные изменения [20].

Микоплазмы могут изменять большое количество характеристик культур клеток, что часто приводит к экспериментальным артефактам и ложным результатам.

Несмотря на применение антибиотиков, при работе с культурами клеток в различных лабораториях и на биопредприятиях часто встречается их контаминация бактериями, дрожжами и грибами.

Хотя большинство клеточных линий устойчивы к прионной инфекции, некоторые клеточные линии чувствительны к прионам и могут способствовать стабильной репликации прионов. Важным фактором риска контаминации культур клеток являются прионные белки – агенты, вызывающие трансмиссивные губкообразные энцефалопатии (далее – ТГЭ) животных [22, 23,24,25].

Они могут контаминировать культуру со средой для культивирования клеток, с сывороткой и компонентами животного происхождения, полученными от инфицированных животных [22,26].

Эксперты ВОЗ считают, что идеальной ситуацией было бы избежать использование материалов от крупного рогатого скота в производстве любого биологического или фармацевтического продукта, а также использовать материалы из других видов животных, в которых TSEs встречаются естественным образом [26, 27].

Таблица 1. Основные контаминанты клеточных культур
Table 1. Main contaminants of cell cultures

Контаминант	Фактор контаминации
Вирусы	Непроверенные культуры клеток; Сыворотка; Трипсин; Нестерильные оборудование и расходн. материалы; Персонал
Микоплазмы	Непроверенные культуры клеток; Сыворотка; Нестерильные оборудование и расходн. материалы
Бактерии Грибы	Непроверенные культуры клеток; Сыворотка; Питательные среды; Нестерильные оборудование и расходн. материалы;
Прионы	Сыворотка КРС Биологический материалы
Химические, биологические и другие неживые загрязнители	Реагенты; Вода; Пластиковые трубки и бутылки для хранения
Межвидовое перекрестное заражение	Культуры клеток Питательные среды Нестерильные оборудование и расходн. материалы

Своеобразным видом контаминации является загрязнение клеток одной линии клетками другой [28].

Контаминация клеточных линий неродственными клетками того же вида (внутривидовая контаминация) или клетками другого вида (межвидовая контаминация) является распространенной проблемой [29,30].

В частности, когда загрязнителем является быстро делящаяся клеточная линия, она разрастается и заменяет исходную культуру, что может привести к недостоверным и невоспроизводимым результатам [11,31].

Проблема перекрестного заражения клеточных линий известна десятилетиями, начиная со споров вокруг клеток HeLa в 1960-х годах [32].

Международный комитет по аутентификации клеточных линий (ICLAC) в своем обзоре перечислил 576 неправильно идентифицированных клеточных линий разных видов, полученных в результате перекрестного заражения [31].

Источники и механизмы межвидового перекрестного заражения разнообразны, например, распространение с помощью аэрозолей, использование пипеток, совместное использование сред и реагентов между различными клеточными линиями, использование кондиционированной среды [28,30].

Анализ научных публикаций показал, что основными путями контаминации культур клеток являются: перекрестное заражение из инфицированных культур, сред, сывороток или реагентов, использование нестерильных расходных материалов, заражение лабораторным персоналом, являющимся переносчиками микоплазмы, распространение микоплазм в инкубаторах или вытяжных шкафах, контаминация клеточных культур в резервуарах с жидким азотом, передача по воздуху частицами и аэрозолями, чрезмерное использование антибиотиков и неправильная укупорка посуды для культивирования [20,33].

Как видно из данных таблицы 1, наиболее часто контаминация чистых культур клеток происходит при использовании сыворотки [12, 34, 35].

Это обусловлено тем, что классические среды (например, среда Игла MEM с солями Эрла/Хенкса, DMEM, 199, RPMI-1640) не содержат белков, липидов, гормонов или факторов роста. Поэтому в эти среды для роста клеток требуется добавлять сыворотку КРС, обычно в концентрации 5–20%. В качестве дополнения к питательным средам для культивирования клеток часто используют следующие сыворотки КРС:

– фетальная сыворотка, получают из крови эмбрионов КРС (FBS);

– сыворотка новорожденных телят в возрасте до 20 суток (NBCS);

– сыворотка телят в возрасте от 3 недель до 12 месяцев (CBS);

– сыворотка КРС старше 12 месяцев (ABS).

Сыворотки от разных производителей могут отличаться по профилю факторов роста и гормонов, содержанию вирусов, эндотоксиновой нагрузке, осмоляльности, общему содержанию белка и металлов, сахаров и по конечной/финишной обработке (например, фильтрации, тестированию на потенциальное загрязнение/контаминацию).

В 1960-х годах было обнаружено, что фетальная сыворотка может быть контаминирована многими вирусами. Наиболее распространенным контаминантом сыворотки крупного рогатого скота является вирус вирусной диареи КРС [34,36].

Поэтому необходимо осуществлять входной контроль каждой партии сыворотки перед началом использования. Некоторые исследователи обычно подвергают сыворотку термической инактивации при 56°С в течение 15–30 минут для инактивации комплемента и инактивации потенциальных бактериальных контаминантов, но тепловая инактивация также снижает концентрацию или биологическую активность факторов роста, которые необходимы для правильного роста клеток и не подходят для промышленного культивирования. Кроме сыворотки крупного рогатого скота для культивирования культур клеток используют сыворотки лощадей, коз, северных оленей. Следует отметить, что среды, содержащие сыворотку, имеют ряд недостатков. Сыворотка сложна, имеет неопределенный состав, что приводит к вариабельности от партии к партии, повышая риск заражения [37].

В некоторых случаях сыворотки содержат вирусоспецифические антитела к культивируемым вирусам.

Для профилактики и борьбы с вышеуказанными контаминациями используют комплекс мер, который включает меры биобезопасности, требования к используемым материалам и их входной контроль, а также ряд специальных мер. Например, для борьбы с контаминацией микоплазмами разработан широкий спектр препаратов и методов [19].

Однако многие из этих методов непрактичны, поскольку они либо отнимают много времени, требуют специального оборудования, захватывают лишь ограниченное количество видов микоплазм, либо имеют в целом низкую эффективность. Вначале было введено несколько антибиотиков, подавляющих рост микоплазм, но большинство из них были лишь умеренно эффективными, оказывали пагубное воздействие на эукариотические клетки или имели лишь ограниченную эффективность из-за развития резистентности к соответствующим агентам. Тем не менее, в настоящее время доступно несколько более селективных и эффективных противомикоплазменных средств, которые позволяют устранить микоплазменную контаминацию. В большинстве случаев эти средства содержат либо макролиды, тетрациклины, хинолоны, либо их комбинации [38].

Для предотвращения и борьбы с контаминацией культур клеток, возникающей в результате инфицирования бактериями, дрожжами, грибками и микоплазмами используют различные антибиотики. Большинство из них действуют либо путем ингибирования синтеза клеточной стенки (например, пенициллин), нарушения проницаемости мембраны (например, амфотерицин В), либо путем ингибирования синтеза белка путем предотвращения сборки бактериального инициирующего комплекса между мРНК и бактериальной рибосомой (например, стрептомицин). Однако при применении антибиотиков могут развиться медленно растущие стойкие бактериальные контаминанты, которые могут вызывать изменения дифференцировки клеток [39].

Установлено, что антибиотики и противогрибковые препараты, такие как пенициллин/стрептомицин, гентамицин и амфотерицин В, влияют на свойства клеток, включая пролиферацию, дифференцировку, выживаемость и генетическую стабильность, изменяя экспрессию и регуляцию генов клеток [40,41,42].

Поэтому следует избегать постоянного использования антибиотиков в культуре клеток и лучше стараться соблюдать строгие асептические условия работы, чтобы предотвратить попадание бактерий в культуру клеток [10].

Для уменьшения риска контаминации культур клеток прионами необходимо строгое соблюдение рекомендаций Фармакопеи ЕАЭС при использовании в работе тканей или секретов животных с учетом официальных статусов стран, зоны или компартмента по риску губкообразной энцефалопатии КРС, проводить анализ рисков и выгод от применения биологических и других фармацевтических продуктов [5, 6].

Культуры клеток могут быть химически загрязнены в результате использования загрязненных реагентов, воды, сывороток или некоторых компонентов питательных сред. Кроме того, источниками загрязнения могут быть моющие средства или другие отложения на емкостях для хранения, стеклянной посуде, пипетках или инструментах, внесенные в результате дезинфекции. Пластиковые трубки и бутылки для хранения могут выделять пластификаторы. Свободные радикалы могут образовываться в результате фотоактивации триптофана, рибофлавина или буферных агентов (например, HEPES) и трубок при интенсивном воздействии видимого или флуоресцентного света [43].

Заключение

Рассмотренные в публикации факторы риска контаминации культур клеток необходимо учитывать при планировании проведения как научных исследований, так и выпуска иммунобиологических препаратов.

Описанные факторы учтены в работе ФКП "Щелковского биокомбинат", являющегося одним из ведущих предприятий биологической промышленности Российской Федерации. Например, с целью минимизации риска контаминации клеточных культур, используемых при производстве вакцин, внедрены бессывороточные питательные среды, осуществляется входной контроль используемых материалов с учетом риска их возможной контаминации, постоянный мониторинг культур клеток, разделение технологических процессов на отдельные зоны и соблюдение мер биобезопасности персоналом.

Минимизация вышеизложенных указанных факторов в работе ФКП "Щелковский биокомбинат" позволяет выпускать высококачественные иммунобиологические препараты для диагностики и профилактики инфекционных болезней животных и птицы.

Литература

1.Брико, Н.И. Критерии оценки эффективности вакцинации / Н.И. Брико // Лечащий
врач. - 2001. - № 3. - С. 64-70.

2.Мищенко, А.В. Аэрогенное распространение вирусов (обзор литературы) / А.В. Мищенко, В.А. Мищенко, В.В. Чекрышева // Ветеринария и кормление. - 2023. - № 4. - С. 65-69.

3.Фельдблюм, И.В. Риск-менеджмент в сфере вакцинопрофилактики как одно из направлений обеспечения эпидемиологической безопасности // Эпидемиология и вакцинопрофилактика, 2018, 17 (5), 25-30.

4.Сергеев, В.А. Вирусы и вирусные вакцины / В.А. Сергеев, Е.А. Непоклонов, Т.И. Алипер. - М.: Библионика, 2007. - 524 с.

5.Фармакопея ЕАЭС, действует с 25.04.2023 (в ред. Решения Коллегии Евразийской экономической комиссии от 25.10.2022 N 150.

6.WOAH Terrestrial Manual 2023. Chapter 1.1.9. Tests for sterility and freedom from contamination of biological materials intended for veterinary use. Paris, 2023;1-15.

7.BarkemaHW, BartekCJ, Van WuyckhuiseL, et al. Jutbreak of bovine virus diarrhea on Duth dairy farms induced by bovine herpesvirus 1 marker vaccine contaminated with bovine virus diarrhea virus type 2 // Tidschr. Diergenceskd., 2001;126(6):58-165.

8.PalomaresRA, MarleySM, GivensMD, etal. Bovine viral virus fetal persistent infection after immunization with a contaminated modified- live virus vaccine. Theriogenology. 2013;79(I. 8):1184-119.

9.Ляпун, И. Н. Биологические аспекты безопасности клеточных культур in vitro / И. Н. Ляпун // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. - 2021. - Т. 39, № 3. - С. 3-9. DOI 10.17116/ molgen2021390313

10.HassanSN, AhmadF. The relevance of antibiotic supplements in mammalian cell cultures: Towards a paradigm shift. Gulhane Med. J. 2020;62:224-230.

11. HorbachSPJM, HalffmanW. The ghosts of HeLa: How cell line misidentification contaminates the scientific literature. PLoS ONE. 2017;12 12(10): e0186281. DOI 10.1371/journal.pone.0186281.

12. Генетический полиморфизм и распространение пестивирусов (Flaviviridae: Pestivirus) крупного рогатого скота в мире и в Российской Федерации / А. Г. Глотов, Т. И. Глотова, А. В. Нефедченко, С. В. Котенева // Вопросы вирусологии. - 2022. - Т. 67, № 1. - С. 18-26. DOI 10.36233/0507-4088-96.

13.Пестивирусы крупного рогатого скота - контаминанты биологических препаратов (обзор) / А. Г. Глотов, Т. И. Глотова, С. В. Котенева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. - 2024. - Т. 59, № 2. - С. 179-193. DOI 10.15389/agrobiology.2024.2.179rus.

14.Суханова, С. М. Свиной трипсин в производстве биологических лекарственных препаратов. Риски и требования к безопасности / С. М. Суханова, Е. М. Петручук // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. - 2018. - Т. 18, № 3(67). - С. 161-167. DOI 10.30895/ 2221-996X-2018-18-3-161-167.

15.MertenOW. Virus contaminations of cell cultures-A biotechnological view. Cytotechnology. 2002;39:91-116.

16.GomboldJ, KarakasidisS, NiksaP, PodczasyJ, NeumannK, RichardsonJ, etal. Systematic evaluation of in vitro and in vivo adventitious virus assays for the detection of viral contamination of cell banks and) biological products. Vaccine. 2014;32:2916-2926.

17.Richert-PoggelerKR, FranzkeK, HippK, KleespiesRG. Electron microscopy methods for virus diagnosis and high resolution analysis of viruses. Front. Microbiol. 2019;9:3255.

18.YoungL, SungJ, StaceyG, Masters JR. Detection of Mycoplasma in cell cultures, Nature protocols. 2010;5(5):929-934, 2-s2.0-77955484672.

19.DrexlerHG, UphoffCC. Mycoplasma contamination of cell cultures: Incidence, sources, effects, detection, elimination, prevention. Cytotechnology. 2002;39:75-90.

20.NikfarjamL, FarzanehP. Prevention and detection of Mycoplasma contamination in cell culture. Cell J. 2012;13:203-212.

21.BolskeG, Survey of the mycoplasma infections in cell cultures and a comparison of detection methods, Zentralblatt fur Bakteriologie Mikrobiologie und Hygiene. 1988;269(3):331-340, 2-s2.0-0023690007.

22.BruceChesebro. Introduction to the transmissible spongiform encephalopathies or prion diseases. Br Med Bull. 2003;66:1-20. DOI 10.1093/bmb/66.1.1.

23.CollingeJ, SidleKC, MeadsJ, IronsideJ, HillAF. Molecular analysis of prion strain variation and the aetiology of 'new variant' CJD. Nature. 1996;383(6602):685-90. DOI 10.1038/383685a0.

24.Bastian FO, SandersDlE, ForbesWA, HagiusSD, WalkerJV, HenkWG, etal. Spiroplasma spp. from transmissible spongiform encephalopathy brains or ticks induce spongiform encephalopathy in ruminants. J Med Microbiol. 2007;56(Pt 9):1235-1242. DOI 10.1099/jmm.0.47159-0.

25.BruceME. TSE strain variation. Br Med Bull. 2003;66:99-108. DOI 10.1093/bmb/66.1.99

26.AvarM, HeinzerD, SteinkeN, DogancayB, MoosR, LuganS, etal. Prion infection, transmission, and cytopathology modeled in a low-biohazard human cell line. Life Sci. Alliance 2020;3(8):e202000814. DOI 10.26508/lsa.202000814.

27.ChouML, BaileyA, AvoryT, TanimotoJ, BurnoufT. Removal of transmissible spongiform encephalopathy prion from large volumes of cell culture media supplemented with fetal bovine serum by using hollow fiber anion-exchange membrane chromatography. PLoS ONE. 2015;10.

28.WeiskirchenR. Established liver cell lines: Are you sure to have the right ones? Livers 2022;2:171-177.

29. Capes-DavisA, TheodosopoulosG, AtkinI, DrexlerHG, KoharaA, MacLeodRA, etal. Check your cultures! A list of cross-contaminated or misidentified cell lines. Int. J. Cancer. 2010;127:1-8.

30. HuangY, LiuY, ZhengC, ShenC. Investigation of cross-contamination and misidentification of 278 widely used tumor cell lines. PLoS ONE 2017;12(1):e0170384. DOI 10.1371/journal.pone.0170384.

31. International Cell Line Authentication Committee (ICLAC). Available online: https://iclac.org/).

32. BoslingJ, PoulsenSM, VesterB, LongKS. Resistance to the peptidyl transferase inhibitor tiamulin caused by mutation of ribosomal protein l3. Antimicrob. Agents Chemother. 2003;47:2892-2896.

33. Урываев, Л.В. Анализ контаминации клеточных культур пестивирусом BVDV и микоплазмами / Л.В. Урываев, К.С. Ионова, А.В. Дедова [и др.] // Вопросы вирусологии. - 2012. - Том 57, №5. - С. 15-21.

34. Глотов, А. Г. О контаминации импортируемой фетальной сыворотки крови крупного рогатого скота пестивирусами как факторе распространения вирусной диареи в условиях глобализации: мини-обзор / А. Г. Глотов, Т. И. Глотова, С. В. Котенева // Сельскохозяйственная биология. - 2018. - Т. 53, № 2. - С. 248-257. - DOI 10.15389/ agrobiology.2018.2.248rus.

35. ZabalO, KobrakAL, LagerIA, SchudelAA, WeberEL. Contamination of bovine fetal serum with bovine viral diarrhea virus. Rev. Argent. Microbiol. 2000;32(1):27-32.

36. Проблема контаминации противовирусных вакцин в мире и России / О. Ю. Черных, А. В. Мищенко, В. А. Мищенко [и др.] // Ветеринария Кубани. - 2019. - № 3. - С. 3-6.

37. LiW, FanZ, LinY, WangTY. Serum-free medium for recombinant protein expression in Chinese hamster ovary cells. Front. Bioeng. Biotechnol. 2021;9:646363.

38. PhamTDM, ZioraZM, BlaskovichMAT. Quinolone antibiotics. MedChemComm. 2019;10:1719-173.

39. LlobetL, MontoyaJ, Lopez-GallardoE, Ruiz-PesiniE. Side effects of culture media antibiotics on cell differentiation. Tissue Eng. Part C Methods 2015;21:1143-1147.

40. FarzanehM. Concise Review; Effects of antibiotics and antimycotics on the biological properties of human pluripotent and multipotent stem cells. Curr. Stem Cell Res. Ther. 2021;16:400-405.

41. RyuAH, EckalbarWL, KreimerA, YosefN, AhituvN. Use antibiotics in cell culture with caution: Genome-wide identification of antibiotic-induced changes in gene expression and regulation. Sci. Rep. 2017;7:7533.

42. VargheseDS, ParweenS, ArdahMT, EmeraldBS, AnsariSA. Effects of aminoglycoside antibiotics on human embryonic stem cell viability during differentiation in vitro. Stem Cells Int. 2017(2):1-18. DOI 10.1155/ 2017/2451927

43. ZiglerJS, Lepe-ZunigaJL, VisticaB, GeryI. Analysis of the cytotoxic effects of light-exposed HEPES-containing culture medium. Vitr. Cell. Dev. Biol. 1985;21:282-287.

References

1. BrikoNI. Criteria for assessing the effectiveness of vaccination. Attending physician. 2001;3:64-70.

2. MishchenkoAV, MishchenkoVA, ChekryshevaVV. Aerogenic spread of viruses (literature review) Veterinary Medicine and Feeding. 2023; № 4:65-69.

3. FeldblumIV. Risk management in the field of vaccine prevention as one of the areas of ensuring epidemiological safety. Epidemiology and vaccine prevention. 2018;17(5):25-30.

4. SergeevVA, NepoklonovEA, Aliper TI. Viruses and viral vaccines. - M.: Biblionics. 2007. - 524 s.

5. The EAEU Pharmacopoeia is valid since 25.04.2023 (as amended by the Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission of 25.10.2022 No. 150.

9. LyapunIN. Biological aspects of cell culture safety in vitro. Molecular genetics, microbiology and virology. 2021;39(3):3-9. DOI 10.17116/ molgen2021390313.

12. GlotovAG, NefedchenkoAV, KotenevaSV. Genetic polymorphism and distribution of pestiviruses (Flaviviridae: Pestivirus) in cattle in the world and in the Russian Federation. Questions of virology. 2022;67(1):18-26. DOI 10.36233/0507-4088-96.

13. GlotovAG, GlotovaTI, KotenevaSV etal. Cattle pestiviruses - contaminants of biological drugs (review). Agricultural biology. 2024;59(2):179-193. DOI 10.15389/agrobiology.2024.2.179rus.

14. SukhanovaSM, PetruchukEM. Pig trypsin in the production of biological drugs. Safety risks and requirements. Biologics. Prevention, diagnosis, treatment. 2018;18(3/67):161-167. DOI 10.30895/2221-996X-2018-18-3-161-167.

33. UryvaevLV, IonovaKS, DedovaAV et al. / Analysis of cell culture contamination with pestivirus BVDV and mycoplasmas. Questions of virology. 2012;57(5):15-21.

34. GlotovAG, GlotovaTI, KotenevaSV. On the contamination of imported bovine fetal blood serum with pestiviruses as a factor in the spread of viral diarrhea in globalization: mini-review. Agricultural biology. 2018;53(2):248-257. DOI 10.15389/agrobiology.2018.2.248rus.

36. ChernykhOY, MishchenkoAV, MishchenkoVA etal. The problem of contamination of antiviral vaccines in the world and Russia. Veterinary Kuban. 2019;3:3-6 (In Russ.)

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-11
УДК 619:618:612.015.39:636.2

Коррекция метаболизма высокопродуктивных коров в перинатальный период

Ерыженская Н.Ф.

Ерыженская Н.Ф., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, orel-nadegda-35@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр" г. Курск.

Ключевые слова: метаболизм, коррекция, артрит, высокопродуктивные коровы, перинатальный период.

Резюме. Молочная индустрия России – динамично развивающийся сектор животноводства, основной задачей которого является обеспечение населения страны высококачественными продуктами питания. В условиях санкционной политики и необходимости импортозамещения, возникла потребность в увеличении объемов производства молока. В сложившихся экономических условиях в нашей стране необходимо наращивать темпы аграрного производства для обеспечения импортозамещения молока и других видов сельхозпродукции. Одним из основных препятствий на пути к достижению высокой производительности молока является широкое распространение метаболических болезней у высокопродуктивных коров. Обмен веществ у высокопродуктивных коров является важным многогранным процессом во многом определяющим их жизнедеятельность, физиологическое состояние, продуктивные, репродуктивные и генетические возможности. У высокопродуктивных коров молочного направления очень высокая интенсивность обменных процессов, обусловленная необходимостью большого количества энергии для образования молока, поэтому в их организме часто наблюдается напряженность основных показателей метаболизма, что снижает резистентность организма, молочную продуктивность и замедляет воспроизводительные способности, следовательно молочная отрасль несет значительный экономический ущерб агрофирмам. Нарушение метаболизма у высокопродуктивных коров влечет за собой и воспаление суставов – артрит, сложное заболевание, которое поражает суставы, при этом ухудшается физическое и физиологическое состояние коров, они теряют свою продуктивность, вес, прогрессирует суставная патология, что приводит к выбраковке животных. Актуальным остается вопрос разработки современных способов профилактики метаболических нарушений у коров в перинатальный период, поскольку условия кормления, содержания и продуктивного использования в условиях разных агрофирм организованы по-разному. Разработка своевременных мер, методов и средств для нормализации метаболического статуса высокопродуктивных коров в различные физиологические периоды позволит добиться максимальной экономической эффективности в молочной отрасли. Изучение причин и механизмов наруше-

Для цитирования / For citation

Ерыженская Н.Ф. Коррекция метаболизма высокопродуктивных коров в перинатальный период // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.56–59.
Eryzhenskaya, N.F. Correction of metabolism of highly productive cows in the perinatal period // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.56–59.

Correction of metabolism of highly productive cows in the perinatal period

Eryzhenskaya N.F.,
Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk

Key words: metabolism, correction, arthritis, highly productive cows, perinatal period.

Abstract. The Russian dairy industry is a dynamically developing livestock sector, whose main task is to provide the country's population with high-quality food products. In the context of the sanctions policy and the need for import substitution, there was a need to increase milk production. In the current economic conditions in our country, it is necessary to increase the pace of agricultural production to ensure import substitution of milk and other types of agricultural products. One of the main obstacles to achieving high milk productivity is the widespread occurrence of metabolic diseases in highly productive cows. Metabolism in highly productive cows is an important multifaceted process that largely determines their vital activity, physiological state, productive, reproductive and genetic capabilities. Highly productive dairy cows have a very high intensity of metabolic processes, due to the need for a large amount of energy for the formation of milk, therefore, in their body there is often tension in the main metabolic parameters, which reduces the body's resistance, milk productivity and slows down reproductive abilities, therefore the dairy industry bears significant economic damage to agricultural firms. Metabolic disorders in highly productive cows also lead to joint inflammation - arthritis, a complex disease that affects the joints, while the physical and physiological condition of cows deteriorates, they lose their productivity, weight, joint pathology progresses, which leads to the culling of animals. The issue of developing modern methods for the prevention of metabolic disorders in cows during the perinatal period remains relevant, since the conditions of feeding, maintenance and productive use in different agrofirms are organized differently. The development of timely measures, methods and means to normalize the metabolic status of highly productive cows in various physiological periods will allow for maximum economic efficiency in the dairy industry. Studying the causes and mechanisms of metabolic disorders at the systemic level will optimize the metabolic status of highly productive cows to ensure the fullest realization of their genetic productivity potential.

ния обмена веществ на системном уровне позволит оптимизировать метаболический статус высокопродуктивных коров для обеспечения наиболее полной реализации их генетического потенциала продуктивности.

Введение

Отечественная молочная отрасль находится на этапе внедрения современных технологий, предполагающих интенсивное производство высококачественной продукции, когда кардинально пересматриваются подходы к организации селекционно-генетической работы, методике кормопроизводства и кормления коров, санитарному обеспечению стандартизации молока и т.д. Соответствовать этим тенденциям можно только при условии инновационной научно-обоснованной ветеринарной лечебно-профилактической работы [1]. От состояния здоровья высокопродуктивных коров зависит рентабельность отрасли, так как только от здоровых коров можно получить достаточное количество продукции безопасной в биологическом отношении и полноценной в пищевом. Низкая интенсивность воспроизводства стада – одна из основных проблем современной молочной отрасли России. Пониженная репродуктивная способность коров молочного направления обусловлена акушерской патологией, вследствие ослабленного иммунитета, нарушением метаболизма и суставной патологией после родов. В ранний лактационный период животным не хватает питательных веществ, поступающих с кормом, что приводит к отрицательному энергетическому балансу, который компенсируется посредством мобилизации собственных ресурсов. В этих условиях вследствие ограниченной обеспеченности организма глюкозой основным источником энергии служит жировое депо. Катаболический характер обмена веществ в период ранней лактации приводит к изменению содержания метаболитов и метаболических гормонов в крови, которые влияют на фертильность животных [2]. Перенаправление основных метаболических потоков на нужды лактации вызывает недостаток энергетических и пластических ресурсов для поддержания других функций, в первую очередь воспроизводительной. В наиболее сложной ситуации оказываются коровы-первотелки, поскольку их рост требует дополнительных ресурсов. Для ускоренного восстановления репродуктивной функции коров после отела широко практикуются биостимуляторы. Альтернативным подходом к решению этой проблемы представляется использование метаболических средств в комплексе с дексаметазоном, которые оказывают модулирующее действие на иммунную, метаболическую и эндокринную системы животных. Основой борьбы с нарушениями обмена веществ является профилактика, которая представляет собой комплекс мер, направленных на устранение максимально возможного количества этиологических факторов, приводящих к нарушению внутреннего гомеостаза [3]. Уровень ветеринарной профилактической работы, диспансеризация и ряд планово-организационных мероприятий, направленных на оптимизацию технологических процессов кормления животных, проектно-конструкционных особенностей животноводческих комплексов позволит совершенствовать метаболический статус высокопродуктивных коров. Особенности высокой продуктивности коров, приводящие к нарушению обмена веществ, основываются на фармакологической коррекции совместными усилиями ветеринарной науки и практики, поэтому разработка современных метаболических средств открывает новые возможности в системе мер обеспечения здоровья животных[4].Своевременное и эффективное предупреждение метаболических нарушений у коров предотвратит развитие многих заболеваний, что позволит частично сократить биологическую, экологическую и качественную безопасность продуктов питания.

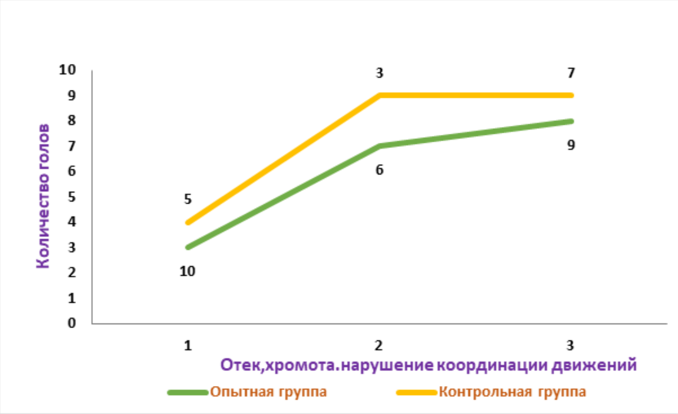


Рисунок 1. Степень суставной патологии у высокопродуктивных коров.
Figure 1. The degree of articular pathology in highly productive cows.

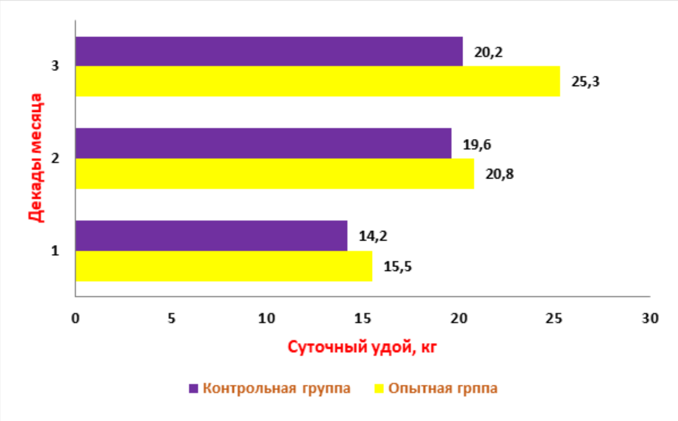


Рисунок 2. Молочная продуктивность коров
Figure 2. Dairy productivity of cows

Материалы и методы

Изучение влияния сукцинат содержащего йодинола в сочетании с дексаметазоном на коррекцию метаболизма, суставную патологию и молочную продуктивность коров в перинатальный период проводили в условиях лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий "Курского ФАНЦ" и молочного комплекса учхоза "Знаменское" Курского ГАУ в 2024 г. в период массового отёла. Для опыта по принципу аналогов были отобраны две группы коров (опытная и контрольная) черно-пёстрой породы, возраста 4–5лет по 13 голов после отёла и молочной продуктивностью 5800–6700 кг. Все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Опытной группе сукцинат содержащий йодинол в сочетании с дексаметазоном вводили безигольным методом в область пораженного сустава в дозе 10 мл. сразу после родов, при признаках артрита в первый и через интервал третий день, в зависимости от физиологического состояния коров. Вторая группа коров служила контролем.

У коров опытной и контрольной групп в первые часы после родов и через три дня отбирали кровь на биохимический анализ из ярёмной вены. Биохимические исследования крови проводили на автоматическом анализаторе BioChem FC-200. Оценка значимости различий между группами проводилась с помощью параметрического t-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05. От коров каждой группы кровь исследовалась на СОЭ, лейкоциты, эритроциты, при этом учитывали степень суставной патологии, молочную продуктивность и физическое состояние животных.

Результаты и обсуждение

Высокий спрос на молоко и молочную продукцию увеличивает физиологические нагрузки на высокопродуктивных коров, поэтому создаются предпосылки метаболического характера, для заболевания дистальных участков конечностей, сказывающихся на здоровье животных. Частота возникновения суставной патологии у высокопродуктивных коров и наносимый ущерб диктуют необходимость поиска новых эффективных и комплексных препаратов, профилактирующих и корректирующих эти заболевания, занимающих после маститов и эндометритов третье место. Болезни конечностей у коров тяжело поддаются лечению, в результате до 35% высокопродуктивных коров подлежат выбраковке [5-6]. Основные причины заболевания: травмы, растяжения, ушибы, разрыв связок, сильная нагрузка на суставы, вследствие, например, излишнего веса, нарушения обмена веществ, несбалансированного рациона по витаминам и минералам. Спровоцировать болезнь может естественный процесс старения, вторичные инфекции, несоблюдение санитарно-гигиенических норм содержания на крупных молочных комплексах [7-8]. Причиной возникновения заболеваний дистальных участков конечностей является нарушения рубцового пищеварения – ацидозы. Поэтому следует соблюдать все предписанные санитарной службой нормы содержания, обеспечивать животным нормированный рацион и достаточное пребывание на свежем воздухе. Было изучено влияние и дана оценка эффективности сукцинат содержащего йодинола в сочетании с дексаметазоном на показатели крови, купирование воспалительных процессов с локализацией в области суставов и молочную продуктивность коров. Янтарная кислота – это универсальный естественный метаболит, стимулятор и адаптоген, который оказывает антигипотоксическое, антистрессовое, антиоксидантное , нейтропное и цитопротекторное действие. Являясь звеном в цикле трикарбоновых кислот Кребса, обеспечивает энергию организма [9-10]. Йодинол является продуктом присоединения молекулярного йода к поливиниловому спирту, который в йодиноле пролангирует взаимодействие на ткани организма. Йодинол обладает бактерицидными свойствами, воздействия на микрофлору различной этиологии[11-12]. Дексаметазон – природный гормон, синтетический глюкокортикоид (ГКС), который предотвращает или подавляет воспаление и иммунные реакции при введении в фармакологических дозах. Оказывает противовоспалительное, противоаллергическое, иммунодепрессивное действие, повышает чувствительность бета-адренорецепторов к эндогенным катехоламинам. Взаимодействует со специфическими цитоплазматическими рецепторами (рецепторы для ГКС есть во всех тканях, особенно их много в печени) с образованием комплекса, индуцирующего образование белков (в т.ч. ферментов, регулирующих в клетках жизненно важные процессы).

Таблица 1. Биохимические показатели крови высокопродуктивных коров
Table 1. Biochemical blood parameters of highly productive cows

Показатель	Опытная группа		Контрольная группа*	
	до эксперимента	через 3 дня после эксперимента	до эксперимента	через 3дня после эксперимента
СОЭ, мм/ч	38,7±0,7	25,3±0,3	39,6±0,6	36,2±0,2
Лейкоциты,10/9/л	23,5±0,5	13,8±0,3	24,9±0,6	21,6±0,4
Эритроциты,10/12/л	33,3±0,8	28,7±0,7	32,9±0,9	32,2±0,9

Примечание: * – разница с контрольной группой на 3 день эксперимента достоверна при уровне значимости 0,05.

Таблица 2. Степень суставной патологии у высокопродуктивных коров
Table 2. The degree of articular pathology in highly productive cows

Показатели	Опытная группа п =13	Опытная группа после применения препарата	Контрольная группа п=13	Контрольная группа без применения лекарственных средств*
Отек	13	5	13	10
Хромота	8	3	9	6
Нарушение координации движений	11	7	10	9

*Оценка значимости различий между группами проведена с помощью параметрического t-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05.

Таблиц 3. Продуктивность коров
Table3. Cow productivity

Показатели	Опытная группа			Контрольная группа*		
	Дни эксперимента					
	1	3	5	1	3	5
Среднесут. удой, кг	15,5±1,5	20,8±2,3	25,3 ±3,0	14,2±1,4	19,6 ± 2,2	20,2±2,7

*Оценка значимости различий между группами проведена с помощью параметрического t-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05.

На молекулярном уровне несвязанные ГКС легко проникают через клеточные мембраны и связываются с высоким сродством со специфическими цитоплазматическими рецепторами. Это связывание вызывает ответ путем модификации транскрипции и в конечном итоге синтеза белка для достижения желаемого действия стероида. Эффекты ГКС включают ингибирование инфильтрации лейкоцитов в очаге воспаления, вмешательство в функцию медиаторов воспалительного ответа и подавление гуморальных иммунных ответов, вызывая уменьшение отека или рубцовой ткани и общее подавление иммунного ответа. Степень клинического эффекта обычно зависит от введенной дозы. Считается, что противовоспалительное действие ГКС связано в основном с опосредованным через липокортины подавлением активности фосфолипазы А2, ингибированием высвобождения арахидоновой кислоты и торможением образования ряда медиаторов воспаления, таких как ПГ и лейкотриен. Противовоспалительный эффект связан с угнетением высвобождения эозинофилами и тучными клетками медиаторов воспаления; индуцированием образования липокортинов и уменьшения количества тучных клеток, вырабатывающих гиалуроновую кислоту; с уменьшением проницаемости капилляров; стабилизацией клеточных мембран (особенно лизосомальных) и мембран органелл. Действует на все этапы воспалительного процесса: ингибирует синтез простагландинов (Pg) на уровне арахидоновой кислоты (липокортин угнетает фосфолипазу А2, подавляет либерацию арахидоновой кислоты и ингибирует биосинтез эндоперекисей, лейкотриенов, способствующих процессам воспаления, аллергии и др.), синтез "провоспалительных цитокинов" (интерлейкин 1, фактор некроза опухоли альфа и др.); повышает устойчивость клеточной мембраны к действию различных повреждающих факторов .

Дексаметазон в виде динатрия дигидрогенфосфата имеет быстрое начало, но короткую продолжительность действия по сравнению с менее растворимыми препаратами. Благодаря этому он подходит для лечения острых заболеваний, отвечающих на адренокортикальную стероидную терапию. Природные ГКС (гидрокортизон и кортизон), которые также обладают способностью задерживать натрий и хлор, применяются в качестве заместительной терапии при состояниях адренокортикальной недостаточности. Их синтетические аналоги, в т.ч. дексаметазон, в основном используются из-за их сильного противовоспалительного действия при заболеваниях многих систем и органов. ГКС оказывают выраженные и разнообразные метаболические эффекты. Кроме того, они изменяют иммунные реакции организма на различные раздражители. В равных противовоспалительных дозах у дексаметазона почти полностью отсутствует способность удерживать натрий, которой обладают гидрокортизон и его производные.Повышение уровня показателей крови СОЭ, лейкоцитов и эритроцитов свидетельствует о воспалительном процессе в организме высокопродуктивных коров опытной группы, но после введения препарата эти показатели значительно снизились по сравнению с контрольной группой: СОЭ на 13,4±0,4мм/ч, лейкоциты на 9,7±0,2 10/9/л, эритроциты на 4,6±0,1 10/12/л. В контрольной группой эти показатели снизились незначительно: СОЭ на 3,4±0,4мм/ч, лейкоциты на 3,3±0,2 10/9/л, эритроциты на 0,7±0,0 10/12/л. (табл. № 1).

Применение сукцинат содержащего йодинола в сочетании с дексаметазоном позволило снизить процент суставной патологии (таблица 2).

После применения медикаментозных средств снизилась степень суставной патологии (рисунок1).

Увеличить молочную продуктивность коров позволило применение сукцинат содержащим йодинолом в сочетании с дексаметазоном (таблица 3).

В связи с уменьшением воспалительного процесса и восстановлением двигательной функции конечностей произошло увеличение молочной продуктивности у коров опытной группы по отношению к контрольным животным на 5,1 ±0,3 литра (рисунок 2).

Заключение

Эффективное влияние сукцинат содержащего йодинола в сочетании с дексаметазоном позволило купировать воспалительные процессы с локализацией в области суставов, увеличить молочную продуктивность и корректировать физическое состояние высокопродуктивных коров в лактационный период.

Литература

1.Кирикович С. Чтобы уберечь высокоудойных коров от кетоза / С. Кирикович, Ю. Кирикович, А. Курепин // Животноводство России. - 2010. - № 9. - С. 25-26.
2.Кирилов М. П. Лактоэнергия для лактирующих коров / М. П. Кирилов, А. В. Головин, Ю. Кузнецов, С. Перцев // Комбикорма. - 2007. - № 2. - С. 60-61.
3. Крюков В. С. Управление кормлением коров в переходный период, путь к сохранению высокопродуктивного стада / В. С. Крюков, С. В. Зиновьев, И. Г. Мундяк // Эффективное животноводство. - 2010. - № 6. - С. 18.
4.Самохин В. Т. Этиология нарушения обмена веществ / В. Т. Самохин // Профилактика нарушения обмена микроэлементов у животных. - Дубровицы: ВИЖ, 2007. - С. 32-45.
5.Солдатов А. Нарушения обмена веществ у животных / А. Солдатов, А. Ратошный, Н. Курдова // Животноводство России. - 2009. - № 11. - С. 49-51.
6.Яковчик Н. С. Кормление и содержание высокопродуктивных коров / Н. С. Яковчик, А. М. Лапотко - Молодечно: Типография "Победа", 2005. - С.287.
7.Мищенко В.А., Мищенко А.В.,Яшин Р.В., Евграфова А.В., Никешина Т.Б. Метаболические заболевания крупного рогатого скота. Ветеринария сегодня. 2021.№ 3 (38).С.184-189.
8.Мищенко В.А., Мищенко А.В. Проблемы заболеваний дистальных участков конечностей у высокопродуктивных коров// Мат. Межд. НПК "Инфекционная патология животных", посвященные 50-летию ФГУ "ВНИИЗЖ" - Владимир, 2008.-С.155-163.
9.Евглевский А.А. Проблема энергетического метаболизма коров в условиях интенсивного липолиза и обоснование применения йодированного сукцината // Ветеринария и кормление -2023.-№4.-С.15-18.
10.Коваленко, А.Л., Янтарная кислота: фармакологическая активность и лекарственные формы / А.Л. Коваленко, Н.В. Белякова // Фармация. - 2000. - №5.-С.40-42.
11.Ширинский В. С., Казыгашева Е. В., Ширинский И. В. Воспаление и иммунитет: роль в патогенезе остеоартрита //Медицинская иммунология. - 2019. - Т. 21. - №. 1. - С. 39-48.
12.Краснослободцева,А.С.Апробация системы кормления высокопродуктивных коров с использованием селен- и йодсодержащих препаратов органической формы / А.С. Краснослободцева // Вестник ТГУ. - 2010. - Т. 15. - Вып. 1.- С. 135-137.

References

1.Kirikovich S. To protect high-yielding cows from ketosis / S. Kirikovich, Y. Kirikovich, A. Kurepin // Animal husbandry of Russia. - 2010. - No. 9. - pp. 25-26.
2. Kirilov M. P. Lactoenergy for lactating cows / M. P. Kirilov, A.V. Golovin, Yu. Kuznetsov, S. Pertsev // Compound feed. - 2007. - No. 2. - pp. 60-61.
3.Kryukov V. S. Cow feeding management in the transitional period, the way to preserve a highly productive herd / V. S. Kryukov, S. V. Zinoviev, I. G. Mundiak // Efficient animal husbandry. - 2010. - No. 6. - p. 18.
4.Samokhin V. T. Etiology of metabolic disorders / V. T. Samokhin // Prevention of metabolic disorders of trace elements in animals. Dubrovitsy: VISION, 2007. pp. 32-45.
5.Soldatov A. Metabolic disorders in animals / A. Soldatov, A. Ratoshny, N. Kurdova // Animal husbandry of Russia. - 2009. - No. 11. - pp. 49-51.
6. Yakovchik N. S. Feeding and maintenance of highly productive cows / N. S. Yakovchik, A.M. Lapotko - Molodechno: Pobeda Printing House, 2005. - p. 287.
7.Mishchenko V.A., Mishchenko A.V.,Yashin R.V., Evgrafova A.V., Nikeshina T.B. Metabolic diseases of cattle. Veterinary medicine today. 2021.No. 3 (38).pp.184-189.
8.Mishchenko V.A., Mishchenko A.V. Problems of diseases of the distal extremities in highly productive cows// Mat. Internals. NPC "Infectious pathology of animals", dedicated to the 50th anniversary of the FGU "VNIIZH" - Vladimir, 2008.-Pp.155-163.
9.Evgenevsky A.A. The problem of energy metabolism of cows under conditions of intensive lipolysis and the rationale for the use of iodized succinate // Veterinary medicine and feeding -2023.-No.4.-pp.15-18.
10.Kovalenko, A.L., Succinic acid: pharmacological activity and dosage forms / A.L. Kovalenko, N.V. Belyakova // Pharmacy. 2000. No. 5.pp.40-42.
11.Shirinsky V. S., Kazygasheva E. V., Shirinsky I. V. Inflammation and immunity: a role in the pathogenesis of osteoarthritis //Medical immunology. 2019. Vol. 21. No.1.pp.39-48.
12.Krasnoslobodtseva, A.S.Approbation of a feeding system for highly productive cows using selenium- and iodine-containing organic preparations / A.S. Krasnoslobodtseva // Bulletin of TSU, 2010, vol. 15, issue 1, pp. 135-137.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-12
УДК: 636.4.082

Коррекция микробиома цыплят-бройлеров

Зазимко М.А.

Зазимко М.А.[1], соискатель, malianocorp@mail.ru
Забашта Н.Н.[1,2], доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель ИЦ "Аргус"; профессор, заведующий кафедрой, n.zabashta@bk.ru
Головко Е.Н.[2], доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, martinija@yandex.ru
Лисовицкая Е.П.[1,2], кандидат технических наук, старший научный сотрудник; доцент кафедры, lisovickaya.ekaterina@mail.ru
Синельщикова И.А.[2], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ic.argus@mail.ru
[1]ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар
[2]ФГБНУ Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, г. Краснодар

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, питьевая добавка, рост, продуктивность, микробиоценоз слепых отростков.

Резюме. Исследования проведены с целью коррекции микробиоценоза слепых отростков тонкого кишечника у цыплят-бройлеров мясного кросса в сторону увеличения полезной микрофлоры, сокращения условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Цель достигнута путем введения в питьевую воду цыплятам-бройлерам кросса КОББ 500 жидкой кормовой добавки из гидролизата личинки мухи черная львинка (Hermetia illucens L.) в виде белково-минерально-витаминной смеси БВМС "Инновейшн-БАК". Применение питьевой добавки в дозе 0,5 л/т питьевой воды – до 21 дня и 1,0 л/т – с 22 по 37 день выращивания бройлеров привело к положительной коррекции микробиома слепых отростков птицы. При исследовании качественного и количественного состава микроорганизмов слепых отростков кишечника установлено существенное увеличение на несколько порядков (более, чем в 100 раз) количества лактобактерий и бифидобактерий у птицы из опытной группы. А количество условно-патогенных и патогенных бактерий существенно снизилось по сравнению с контролем. Уровень условно-патогенной микрофлоры E. coli, Enterococcus spp., Proteus spp., Candida spp., Fungi spp. снизился к 37 дневному возрасту, как в контроле, так и в опытной группе, соответственно, в 10 и 100; 1000 и 10000;10 и 10; 10 и 2; 15 и 1,5 раза. Патогенная микрофлора (Salmonella spp., Staphylococcus spp., Campylobacter spp., Enteropathogenic escherichia coli, Toxigenic clostridium spp., Bacteroides fragilis, Mycoplasma spp.), существенно снизилась, от нескольких десятков до отсутствия колонии образующих единиц, к 37 дню, по сравнению с 7 дневным возрастом, преимущественно в опытной группе. Добавка БВМС "Инновейшн-БАК" значительно улучшила микрофлору слепых отростков, оказала благоприятное влияние на здоровье, иммунитет птицы. Иммунный статус цыплят-бройлеров опытной группы оказался существенно выше за счет большего количества полезной нормофлоры, определяющей защиту организма, что обеспечивает устойчивость к заболеваниям и реализацию генетического потенциала кросса.

Для цитирования / For citation

Коррекция микробиома цыплят-бройлеров / Зазимко М.А., Забашта Н.Н., Головко Е.Н., Лисовицкая Е.П., Синельщикова И.А. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.60–63.
Correction of the microbiome of broiler chickens / Zazimko M.A., Zabashta N.N., Golovko E.N., Lisovitskaya E.P., Sinelshchikova I.A. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.60–63.

Correction of the microbiome of broiler chickens

[1]Zazimko M.A., [1,2]Zabashta N.N., [2]Golovko E.N., [1,2]Lisovitskaya E.P., [2]Sinelshchikova I.A.
[1]FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
[2]FSBSI Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

Key words: broiler chickens, drinking supplement, growth, productivity, microbiocenosis of blind appendages.

Abstract. The research was conducted in order to correct the microbiocenosis of the cecal appendages of the small intestine in meat-cross broiler chickens in the direction of increasing beneficial microflora, reducing opportunistic and pathogenic microorganisms. The goal was achieved by introducing a liquid feed additive from the hydrolysate of the larva of the black lion fly (Hermetia illucens L.) into the drinking water of broiler chickens of the COBB 500 cross in the form of a protein-mineral-vitamin mixture PMVM "Innovation BAK". The use of a drinking supplement in a dose of 0.5 liters / ton of drinking water ? up to 21 days and 1.0 liters / ton ? from 22 to 37 days of broiler rearing led to a positive correction of the microbiome of the blind appendages of poultry. The study of the qualitative and quantitative composition of microorganisms of the cecal appendages of the intestine revealed a significant increase by several orders of magnitude (more than 100 times) in the number of lactobacilli and bifidobacteria in poultry from the experimental group. In addition, the number of opportunistic and pathogenic bacteria decreased significantly compared to the control. The level of opportunistic microflora E. coli, Enterococcus spp., Proteus spp., Candida spp., Fungi spp. decreased by 37 days of age, both in the control and in the experimental group, respectively, by 10 and 100; 1000 and 10000; 10 and 10; 10 and 2; 15 and 1.5 times. Pathogenic microflora (Salmonella spp., Staphylococcus spp., Campylobacter spp., Enteropathogenic escherichia coli, Toxic clostridium spp., Bacteroides fragilis and Mycoplasma spp.) decreased significantly, from several dozen to the absence of colony-forming units, by day 37, compared with 7 days of age, mainly in the experimental group. The PMVM "Innovation BAK"supplement significantly improved the microflora of the blind processes, had a beneficial effect on the health and immunity of poultry. The immune status of the broiler chickens of the experimental group turned out to be significantly higher due to a greater amount of beneficial normoflora, which determines the body's defense, which ensures resistance to diseases and the realization of the genetic potential of the cross.

Введение

Для улучшения и стабильности физиологических процессов в организме цыплят и повышения иммунитета эффективным средством коррекции кишечной нормофлоры являются кормовые добавки, в том числе и продукты гидролиза личинок насекомых [9]. В литературе появляется все больше доказательных данных об альтернативном антибиотикам варианте функциональных продуктов из личинок насекомых, активизирующих иммунитет за счет коррекции микрофлоры пищеварительного тракта, ответственной за защитные функции организма птицы, поддерживающих нормальную работу эпителиального барьера в предотвращении повышенной проницаемости слизистой [8]. Микрофлора пристеночного слоя снижает проницаемость болезнетворных микроорганизмов через слизистую оболочку кишечника [10]. Отечественные и зарубежные исследователи описывают иммунопротекторное действие не только пробиотиков, но и продуктов переработки личинок Hermetia illucens L. через коррекцию микробиома в первую очередь, и во вторую - сообщают об альтернативных антибиотикам свойствах кормовых средствах из биомассы личинок [10]. Исследователи из штата Вирджиния установили, что "…микробиота кишечника важна для поддержания эпителиального барьера и, следовательно, играет ключевую роль в регулировании факторов окружающей среды, попадающих в организм…" [7]. Микробиом слепых отростков мясной птицы особенно многочислен и включает факультативно- анаэробные и анаэробные микроорганизмы: бифидобактерии, лактобациллы (L. salivarius, L. acidophilus, L. fermentum, L. bifidus, L. lactis и др.), стрептококки (Peptostreptococcus и др.), лактат ферментирующие бактерии (Propionibacterium raffinosaceum, Veillonella gazogenes, Propionibacterium acnes, Megasphaera elsdenii и др.), эубактерии, бактероиды (Bacteroides amylophilus, Bacteroides variabilis, Bacteroides fragilis и др.) и энтеробактерии [11]. Слепые отростки содержат более разнообразное, богатое и стабильное микробное сообщество, включая анаэробов. Авторами получены экспериментальные данные по составу бактерий в содержимом слепых отростков кишечника птицы. Это "…бактероиды, эубактерии, пептококки, молочнокислые бактерии, бифидобактерии, стрептококки, энтеробактерии, стафилококки, бациллы…" Также могут присутствовать патогенные бактерии из родов Campylobacter, Arcobacter, Shigella, Salmonella, Enterobacter [1]. Исследователями установлено, что в малых дозировках (3–7 %) добавление муки из личинок Hermetia illucens в рацион моногастричных положительно влияет на микробиоту кишечника и улучшает картину крови [2, 6]. Микробиологический анализ, проведенный исследователями, показал, что наличие муки из личинок насекомого в кормах увеличивало количество микроорганизмов родов Lactobacillus и Bifidobacterium в подвздошной и слепой кишке поросят и достоверно снижал количество патогенной микрофлоры. Определено, что наилучшие указанные показатели достигались при дозировке муки из личинок в кормах в количестве 2 % [12]. Лакто- и бифидобактерии синтезируют многие биологически активные вещества (органические кислоты, липиды, витамины, антибиотики, иммуномодуляторы и т.п.) и повышают неспецифическую резистентность организма-хозяина. В процессе их жизнедеятельности образуются витамины группы В и К, а также органические кислоты, способствующие лучшему всасыванию жиров, витаминов, железа и кальция, задерживанию размножения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Этими же авторами установлено, что кормление животных в подопытной группе диетой, содержащей 2 % муки из личинок Hermetia illucens, изменило метаболизм, иммунный статус и состояние кишечника поросят-отъемышей. В частности, определено, что высота ворсинок в тонкой кишке у поросят была выше в экспериментальной группе, чем в контрольной [12]. Добавление авторами муки из полножирных личинок черной львинки при уровне включения до 50 % от содержания животного белка поддерживает показатели роста и устойчивости иммунной системы и здоровья кишечника животных. Предположено, что данное обстоятельство связано с высоким содержанием в личинках Hermetia illucens жирных кислот со средней длиной цепи и хитина, которые имеют иммуностимулирующее действие [5]. Авторами оценивалось влияние включения в рацион для кормления 20-ти дневных поросят массой 6,1 ± 1,6 кг муки из личинок черной львинки в количестве 5 % и 10 % на состав муцина тонкого кишечника у поросят, а также на микробиоту слепой кишки и инфильтрацию слизистой оболочки иммунными клетками. Время эксперимента составляло 61 день. Оценка микробиоты слепой кишки с помощью ампликона 16S rRNA показало более высокое бета-разнообразие у поросят, получавших рационы кормов с биомассой личинок насекомого по сравнению с особями из контрольной группы. У животных из экспериментальной группы выявлено повышенное содержание микроорганизмов родов Blautia, Chlamydia, Coprococcus, Eubacterium, Prevotella, Roseburia, а также семейств Ruminococcaceae, Ruminococcus и Staphylococcus [3].

Целью исследований была коррекция микробиома цыплят-бройлеров в сельскохозяйственном хозяйстве. Для достижения цели к изучению были поставлены задачи: – провести коррекцию кишечного микробиоценоза у цыплят-бройлеров; – повысить полезную микробиоту; – сократить условно-патогенную и патогенную микрофлору путем введения цыплятам-бройлерам в питьевую воду гидролизата личинки Hermetia illucens L.

Методика исследований

Жидкая добавка, белково-минерально-витаминная смесь

Таблица 1. Химический состав БВМС «Инновейшн−БАК» из личинки мухи черная львинка *Hermetia illucens*, %
Table 1. Chemical composition of the BVMS «Innovation-BAK» from the larva of the black soldier fly Hermetia illucens, %

Наименование показателя	Содержание, %
Сухое вещество	63,3±1,22
Влага	36,70±1,22
Сырой протеин	46,55±1,13
Сырой жир	10,10±1,06
в том числе жирных кислот, %: пентадекановая	13,6±1,12
октадекадиеновая омега-6	8,03±1,09
цис-олеиновая омега-9	10,8 ±1,11
пальмитиновая	8,1±1,07
пальмитолеиновая	2,14±0,14
лауриновая	61,15±1,34
миристиновая	14,4±1,16
Зола	6,09±1,12
в том числе:	
натрий	0,46±0,05
калий	1,20±0,10
кальций	3,10±0,15
общий фосфор	1,18±0,20
железо	0,06±0,01
цинк	0,04±0,01
медь	0,02±0,01
марганец	0,008±0,002
Хитин	0,06±0,02
Хитозан	0,50±0,05
Витамины* в 100 г сухого вещества	
Токоферол, мг	32,0
Кобаламин, мкг	8,5
Рибофлавин, мг	8,2
Тиамин, мг	4,0
Ретинол, мкг	42,0
Холекальциферол, мкг/%	2,0

Прим.: * − данные ООО «НПО «ИННОВЕЙШН», г. Краснодар

БВМС "Инновейшн-БАК", – это непрозрачная суспензия с нейтральным запахом, коньячного цвета, растворимая в воде, без признаков недоброкачественного продукта. Она получена при кавитационном гидролизе личинок мухи черная львинка, подвергшихся ряду технологических процессов. При сравнении жидкой БВМС "Инновейшн-БАК" с известными отечественными и зарубежными сухими и жидкими добавками по химическому составу и способу введения бройлерам в рацион (в составе питьевой воды или комбикорм) она имеет следующие преимущества: а) содержание хитина в БВМС "Инновейшн?БАК" более, чем в 10 раз ниже за счет перехода хитина через деацетилирование в хитозан; б) содержание лауриновой кислоты с антибиотическими свойствами более, чем в 2 раза, выше, чем у аналогов; в) содержание АМП антимикробных пептидов), являющихся альтернативой антибиотикам (таблица 1).

В связи с тем, что в составе жидкой добавки "Инновейшн-БАК" содержатся пептиды-бактериоцины с высокой антимикробной активностью, мы решили вносить ее в питьевую воду для птицы в оптимальных микродозах, установленных в первом поисковом опыте (0,5 л/т питьевой воды – до 21 дня и 1,0 л/т – с 22 по 37 день выращивания цыплят-бройлеров). При оценке качественного и количественного состава микробиоты слепых отростков кишечника цыплят - бройлеров (Lactobacillus spp., Bifidobacterium spp., Streptococcus spp., Lactococcus spp., Bacteroidetes spp., Firmicutes spp., E. coli, Enterococcus spp., Proteus spp., Candida spp., Fungi spp., Salmonella spp., Staphylococcus spp., Campylobacter spp., Enteropathogenic escherichia coli, Toxigenic clostridium spp., Bacteroides fragilis, Mycoplasma spp.) пользовались стандартными методическими указаниями и рекомендациями. При статистической обработке опытных данных применяли стандартные биометрические методы с использованием программного модуля Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

В условиях КФХ "Папов Сафарбий Бахчериевич" (п. Кошехабль, Республика Адыгея, Россия) по схеме, отраженной в таблице 2, проведен опыт. В контрольной и опытной группах (по 5 голов цыплят-бройлеров из группы в возрасте 7 и 37 дней) исследовали микробиом слепых отростков кишечника цыплят-бройлеров после убоя. Было установлено, что введение в питьевую воду цыплят-бройлеров БВМС "Инновейшн-БАК" опытной группы повлекло существенное изменение качественного и количественного состава микробиома слепых отростков. (таблицы 3 и 4, рисунок 1).

В возрасте 37 дней количество колонии образующих единиц (КОЕ) полезной микрофлоры Lactobacillus spp., Bifidobacterium spp., Streptococcus spp., Lactococcus spp., Bacteroidetes spp. на 1 грамм содержимого слепых отростков как в контроле, так и в опытной группе, было достоверно больше по сравнению с 7 дневным возрастом, соответственно, в 100 и 1000, 100000 и 10000000, 1000 и 10000, 10 и 1000, 1000 и 10000 раз. А Firmicutes spp. было достоверно больше в 7 дней по сравнению в возрасте 37 дней в 10000 раз.

Уровень условно-патогенной микрофлоры E. coli, Enterococcus spp., Proteus spp., Candida spp., Fungi spp. снизился от 7 до 37 дневного возраста, как в контроле, так и в опытной группе, соответственно, в 10 и 100, 1000 и 10000,10 и 10, 10 и 2, 15 и 1,5 раза.

Патогенная микрофлора (Salmonella spp., Staphylococcus spp., Campylobacter spp., Enteropathogenic escherichia coli, Toxigenic clostridium spp., Bacteroides fragilis, Mycoplasma spp.), существенно снизилась, от нескольких десятков до отсутствия колонии образующих единиц, к 37 дню, по сравнению с 7 дневным возрастом, преимущественно в опытной группе.

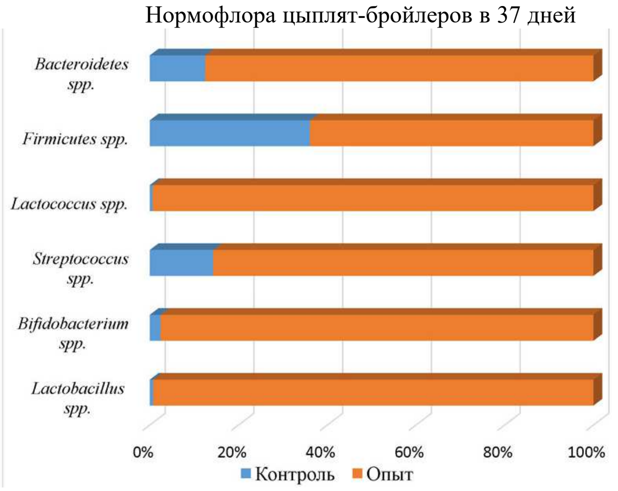


Рис. 1. Соотношение микрофлоры в слепых отростков контрольной и опытной групп в 37 дней, %
Fig. 1. The ratio of microflora in the blind processes of the control and experimental groups at 37 days, %

Изучение показателей микробиома показало, что у птицы из опытной группы количество лактобактерий и бифидобактерий было существенно, на несколько порядков, большим, а количество условно-патогенных и патогенных микроорганизмов существенно было меньшим, чем у бройлеров из контрольной группы. Введение в питьевую воду БВМС "Инновейшн-БАК" оказало положительный эффект на снижение содержания патогенов в слепых отростках кишечника.

Для сравнения, авторы установили, что "… наличие муки из личинок насекомого в кормах увеличивало количество микроорганизмов родов Lactobacillus и Bifidobacterium в подвздошной и слепой кишке поросят и достоверно снижало количество патогенной микрофлоры. Определено, что наилучшие указанные показатели достигались при дозировке муки из личинок в кормах в количестве 2 %" [4]. Другими исследователями выявлено, что кормление животных в подопытной группе диетой, содержащей 2 % муки из личинок Hermetia illucens, изменило метаболизм, иммунный статус и состояние кишечника поросят-отъемышей. В частности, определено, что высота ворсинок в тонкой кишке у поросят была выше в экспериментальной группе, чем в контрольной [12]. Мука из личинок черной львинки "…поддерживает показатели роста и устойчивости иммунной системы и здоровья кишечника животных" [5]. Отечественные и зарубежные исследователи описывают "…иммунопротекторное действие … продуктов переработки личинок Hermetia illucens L. через коррекцию микробиома в первую очередь, и во вторую - сообщают об альтернативных антибиотикам свойствах кормовых средствах из биомассы личинок" [10].

Заключение

Таким образом, иммунный статус цыплят-бройлеров опытной группы оказался существенно выше за счет большего количества полезной нормофлоры, определяющей защиту организма, что обеспечивает ус-

Таблица 2. Схема опыта на цыплятах-бройлерах КОББ 500, n=100
Table 2. Experimental design on broiler chickens COBB 500, n=100

Группа	Особенности водопоения		
	возрастной период, сутки		
	1–21	22–37	38–42
1– контрольная	ПК; питьевая вода	ПК; питьевая вода	ПК; питьевая вода
2 – опытная	ПК; 0,5 л «Инновейшн–БАК»/т питьевой воды	1,0 л «Инновейшн–БАК»/т питьевой воды	ПК; питьевая вода

Таблица 3. Возрастная динамика развития микробиома цыплят-бройлеров в контрольной группе, n=5
Table 3. Age dynamics of microbiome development in broiler chickens in the control group, n=5

Микробиом		Возраст, дней	
		7	37
Нормофлора		Количество микроорганизмов, КОЕ/г	
1	*Lactobacillus spp.*	$1,2*10^5$	$2,0*10^7$
2	*Bifidobacterium spp.*	$2,0*10^3$	$5,0*10^8$
3	*Streptococcus spp.*	$2,3*10^4$	$2,0*10^7$
4	*Lactococcus spp.*	$5,0*10^2$	$3,0*10^3$
5	*Firmicutes spp.*	$2,3*10^7$	$1,3*10^3$
6	*Bacteroidetes spp.*	$1,2*10^4$	$2,0*10^7$
Условно-патогенная микрофлора			
7	*Escherichia coli*	$1,3*10^7$	$2,4*10^6$
8	*Enterococcus spp.*	$3,2*10^7$	$3,6*10^4$
9	*Proteus spp.*	$4,5*10^2$	$3,0*10^3$
10	*Candida spp.*	2,0*10	$1,0*10^2$
11	*Fungi spp.*	2,4	3,5*10
Патогенная микрофлора			
12	*Salmonella sp.*	$1,5*10^2$	2,0
13	*Staphylococcus spp.*	$4,0*10^2$	$1,0*10^2$
14	*Campylobacter sp.*	$5,0*10^7$	$3,0*10^2$
15	*Enteropathogenic escherichia coli*	$2,0*10^5$	$2,0*10^4$
16	*Toxigenic clostridium spp.*	$2,0*10^2$	$4,0*10^4$
17	*Bacteroides fragilis*	$5,2*10^2$	$1,2*10^2$
18	*Mycoplasma sp.*	25,0	5,0

Прим.: разница достоверна между результатами по всем 18 компонентам микрофлоры в 7 и 37 дней: $p < 0,001$

Таблица 4. Возрастная динамика развития микробиома цыплят-бройлеров в опытной группе, n=5
Table 4. Age dynamics of microbiome development in broiler chickens in the experimental group, n=5

Микробиом		Возраст, дней	
		7	37
Нормофлора		Количество микроорганизмов, КОЕ/г	
1	*Lactobacillus spp.*	$5,0*10^6$	$2,6*10^9$
2	*Bifidobacterium spp.*	$5,0*10^3$	$2,0*10^{10}$
3	*Streptococcus spp.*	$2,3*10^4$	$1,2*10^8$
4	*Lactococcus spp.*	$5,0*10^2$	$4,5*10^5$
5	*Firmicutes spp.*	$2,3*10^7$	$2,3*10^3$
6	*Bacteroidetes spp.*	$1,2*10^4$	$1,4*10^8$
Условно-патогенная микрофлора			
7	*E. coli*	$4,3*10^6$	$1,2*10^4$
8	*Enterococcus spp.*	$3,2*10^6$	$3,6*10^2$
9	*Proteus spp.*	$1,5*10^2$	1,0*10
10	*Candida spp.*	10	5
11	*Fungi spp.*	1,5	0,0
Патогенная микрофлора			
12	*Salmonella spp.*	2,0	0,0
13	*Staphylococcus spp.*	2,7	1,0
14	*Campylobacter spp.*	$1,2*10^5$	10,0
15	*Enteropathogenic escherichia coli*	$2,4*10^2$	2,1
16	*Toxigenic clostridium spp.*	1,7	0,0
17	*Bacteroides fragilis*	$1,2*10^2$	1,4
18	*Mycoplasma spp.*	2,2*10	0,0

Прим.: разница достоверна между результатами по всем 18 компонентам микрофлоры в 7 и 37 дней: $p < 0,001$

тойчивость к заболеваниям и реализацию генетического потенциала кросса. Успешно проведена коррекция кишечного микробиоценоза в сторону увеличения полезной микробиоты и сокращения условно-патогенной и патогенной микрофлоры путем введения цыплятам-бройлерам в питьевую воду гидролизата личинки Hermetia illucens L. (БВМС "Инновейшн БАК") в дозе 0,5 л/т питьевой воды – до 21 дня и 1,0 л/т – с 22 по 37 день выращивания бройлеров.

Литература

1. Влияние пробиотиков на основе Saccharomyces sp. и Bacillus subtilis на бактериальное сообщество слепых отростков кишечника и продуктивность цыплят-бройлеров / Егорова Т.А. [и др.] // Сельскохозяйственная биология. - 2016. - 51(6). - С.891-902.
2. Шайхиев, И.Г. Использование личинок мухи Hermetia Illucens в рационах кормов для выращивания поросят и взрослых свиней / Шайхиев И.Г., Свергузова С.В., Сапронова Ж.А. // Sciences of Europe. - 2020. - №59. - С.12-19.
3. Yellow mealworm larvae (Tenebrio molitor) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology and histological findings / Biasato I. [et al.] // Poult. Sci. 2018; 97:540-548.
4. Effects of Hermetia Illucens supplementation on fecal score, blood profiles, immune response and small intestinal morphology in weaned pigs / Choi Y. [et al.] // Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. - 2020. - Vol. 21. - No.4. - P.392-399.
5. Crosbie, M. The evaluation of Black soldier fly larvae meal as a novel protein source in swine diets / Crosbie M. // A thesis for the degree of Master of science, University of Guelph, Ontario. - Canada, 2020. - 104 p.
6. Tagung Schweine- und Gefl?gelern?hrung / Gierus M., Kluth H., Bulang M., Kluge H. // Institut f?r Agrar- und Ern?hrungswissenschaften, Universit?t Halle- Wittenberg, Lutherstadt Wittenberg. - Germany, 2010. - P.140-142.
7. Leaky gut as a danger signal for autoimmune diseases / Mu Q. [et al.] / / Frontiers in immunology. - 2017. - Т.8. - С.598.
8. Inclusion of Hermetia illucens larvae or prepupae in an experimental extruded feed: process optimisation and impact on in vitro digestibility / Ottoboni M., Spranghers T., Pinotti L. [et al.] // Italian J. Animal Sci. 17(2), 418-427 (2017). DOI: 10.1080/1828051x.2017.1372698
9. Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stake-holders and citizens / Spranghers T., De Clercq P., De Smet S. [et al.] // Anim. Feed Sci. Tech. - 2015. - Vol.204. - P.72-87.
10. Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (Hermetia illucens L.) prepupae for weaned piglets / Spranghers T., Michiels J., Vrancx J. [et al.] // Anim. Feed Sci. Technol. - 2018;235:33-42.
11. Intestinal microbiota associated with differential feed conversion efficiency in chickens / Stanley D., Denman S.E., Hughes R.J. [et al.] // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 2012. - V.96. - P.1361-1369.
12. "Hermetia illucens larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs" / Yu M., Li Z., Chen W. [et al.] // Journal of Animal Science and Biotechnology. - 2019. - Vol.10. - No.50. DOI: https://doi.org/10.1186/s40104-019-0358-1.

References

1. The effect of probiotics based on Saccharomyces sp. and Bacillus subtilis on the bacterial community of the caecum and productivity of broiler chickens / Egorova T.A. [et al.] // Agricultural biology. - 2016. - 51(6). - P.891-902.
2. Shaikhiev, I.G. Use of Hermetia Illucens fly larvae in diets for growing piglets and adult pigs / Shaikhiev I.G., Sverguzova S.V., Sapronova Zh.A. // Sciences of Europe. - 2020. - No.59. - P.12-19.
3. Yellow mealworm larvae (Tenebrio molitor) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology and histological findings / Biasato I. [et al.] // Poult. Sci. 2018; 97:540-548.
4. Effects of Hermetia Illucens supplementation on fecal score, blood profiles, immune response and small intestinal morphology in weaned pigs / Choi Y. [et al.] // Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. - 2020. - Vol. 21. - No.4. - P.392-399.
5. Crosbie, M. The evaluation of Black soldier fly larvae meal as a novel protein source in swine diets / Crosbie M. // A thesis for the degree of Master of science, University of Guelph, Ontario. - Canada, 2020. - 104 p.
6. Tagung Schweine- und Gefl?gelern?hrung / Gierus M., Kluth H., Bulang M., Kluge H. // Institut f?r Agrar- und Ern?hrungswissenschaften, Universit?t Halle- Wittenberg, Lutherstadt Wittenberg. - Germany, 2010. - P.140-142.
7. Leaky gut as a danger signal for autoimmune diseases / Mu Q. [et al.] / / Frontiers in immunology. - 2017. - Т.8. - С.598.
8. Inclusion of Hermetia illucens larvae or prepupae in an experimental extruded feed: process optimisation and impact on in vitro digestibility / Ottoboni M., Spranghers T., Pinotti L. [et al.] // Italian J. Animal Sci. 17(2), 418-427 (2017). DOI: 10.1080/1828051x.2017.1372698
9. Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stake-holders and citizens / Spranghers T., De Clercq P., De Smet S. [et al.] // Anim. Feed Sci. Tech. - 2015. - Vol.204. - P.72-87.
10. Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (Hermetia illucens L.) prepupae for weaned piglets / Spranghers T., Michiels J., Vrancx J. [et al.] // Anim. Feed Sci. Technol. - 2018;235:33-42.
11. Intestinal microbiota associated with differential feed conversion efficiency in chickens / Stanley D., Denman S.E., Hughes R.J. [et al.] // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 2012. - V.96. - P.1361-1369.
12. "Hermetia illucens larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs" / Yu M., Li Z., Chen W. [et al.] // Journal of Animal Science and Biotechnology. - 2019. - Vol.10. - No.50. DOI: https://doi.org/10.1186/s40104-019-0358-1.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-13
УДК 619:579.841.93

Эпизоотологический процесс бруцеллеза, методы оценки иммунного ответа и значение лабораторной диагностики

Захарова О.И.

[1]**Захарова О.И.,** кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель, г. Якутск, evgeniycemenovic@mail.ru
[2]**Коколова Л.М.** доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заведующий лаборатории гельминтологии, г. Якутск, kokolova_lm@mail.ru
[2]**Гаврильева Л.Ю.** кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории гельминтологии, г. Якутск, agronii@mail.ru
[1]**Румянцева Т.Д.** старший научный сотрудник НИЧ, г. Якутск, tanya_rum@mail.ru
[1]**Федорова П.Н.** кандидат биологических наук, доцент, г. Якутск, nich@agatu.ru

[1]ФГБОУ ВО Арктический государственный аграрный университет, Якутск
[2]ФИЦ "Якутский научный центр СО РАН", Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова, Якутск

Ключевые слова: бруцеллез, животных, северный олень, собака, як, эпизоотический процесс, эпидемиология, человек.

Резюме. Возбудитель бруцеллеза сельскохозяйственных животных относится к роду Brucella, который в свою очередь подразделяется на 6 видов: Br. abortus, Br. melitensis, Br. suis, Br. canis, Br. ovis, Br. neotomae. Возбудителем бруцеллеза собак является один из штаммов бруцелл Brucella canis. Причиной проявления характерных для бруцеллеза симптомов служит преимущественное поражение определенных систем и органов – лимфатической, половой системы, опорно-двигательного аппарата, нервной системы, глаз инфекционное заболевание, вызываемое микроорганизмом Brucella canis и являющееся по многим параметрам схожим с бруцеллезом других видов животных и человека (который также может быть инфицирован этим видом бруцелл). Ранее бруцеллез собак диагностировался крайне редко, в настоящее же время болезнь получает все большее распространение, в том числе и в России, где первый случай бруцеллеза собак был зарегистрирован в 1994 году. В октябре 2023 года в Якутии впервые у трех собак породы кане-корсо был выявлен бруцеллез. В начале июня 2023 году опасную болезнь обнаружили уже у почти шести сотен собак и кошек: по данным Департамента ветеринарии Республики Саха (Якутия) 592 проб оказались положительными, а 126 – сомнительными. На конец июля 2023 г в республике насчитывалось 17 эпизоотических очагов этого заболевания: в Якутске – 14, Нюрбе – два, Верхневилюйске – один, заболевание выявили у щенят родившихся от инфицированной матерей. Бруцеллез северных оленей относится

Для цитирования / For citation

Эпизоотологический процесс бруцеллеза, методы оценки иммунного ответа и значение лабораторной диагностики / О.И. Захарова [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.64–68.
The epizootological process of brucellosis, methods for assessing the immune response and the importance of laboratory diagnostics/Zakharova O.I. [et. al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.64–68.

The epizootological process of brucellosis, methods for assessing the immune response and the importance of laboratory diagnostics

[1]**Zakharova O.I.,** [2]**Kokolova L.M.,** [2]**Gavrilyeva L.Yu.,** [1]**Rumyantseva T.D.,** [1]**Fedorova P.N.**
[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Arctic State Agrotechnological University" Faculty of Veterinary Medicine
[1]Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

Key words: brucellosis, animals, reindeer, dog, epizootic process, epidemiology, human

Abstract. The causative agent of brucellosis in farm animals belongs to the genus Brucella, which in turn is divided into 6 species: Br. abortus, Br. melitensis, Br. suis, Br. canis, Br. ovis, Br. neotomae. The causative agent of brucellosis in dogs is one of the strains of Brucella Brucella canis. The cause of the manifestation of symptoms characteristic of brucellosis is the predominant damage to certain systems and organs - the lymphatic, reproductive system, musculoskeletal system, nervous system, eyes, an infectious disease caused by the microorganism Brucella canis and is similar in many respects to brucellosis in other animal species and humans (who can also be infected with this type of brucella). Previously, canine brucellosis was diagnosed extremely rarely, but currently the disease is becoming more widespread, including in Russia, where the first case of canine brucellosis was registered in 1994. In October 2023, brucellosis was detected for the first time in three Cane Corso dogs in Yakutia. At the beginning of June 2023, the dangerous disease was already detected in almost six hundred dogs and cats: according to the Veterinary Department of the Republic of Sakha (Yakutia), 592 samples were positive, and 126 were questionable. At the end of July 2023, there were 17 epizootic foci of this disease in the republic: 14 in Yakutsk, two in Nyurba, one in Verkhnevilyuisk, the disease was detected in puppies born to infected mothers. Reindeer brucellosis is a natural focal nosological unit. The main source of brucellosis infection are sick animals, the transmission factor is calving sites, infected pastures, corrals. Infection occurs during the rutting and calving periods, during abortions, during uncontrolled exchange of transport deer and breeding bulls, when introducing replacement does into breeding herds and during contacts with wild deer.

к природно-очаговой нозологической единице. Главным источником инфекции бруцеллеза являются больные животные, фактор передачи – места отелов, инфицированные пастбища, корали. Инфицирование происходит в период гона и отела, при абортах, при бесконтрольном обмене транспортными оленями и быками-производителями, при вводе ремонтных важенок в маточные стада и при контактах с дикими оленями.

Введение

Бруцеллы – внутриклеточные микроорганизмы, практически не проявляют чувствительность к воздействию большинства антибактериальных средств, эта особенность и обуславливает неэффективное терапевтическое лечение. Бруцеллы могут инфицировать множество наземных и водных млекопитающих. В настоящее время род Brucella представлен 12 видами.

Поддержанию активности бруцеллезного эпизоотического процесса, длительному сохранению очагов заболевания способствует ряд факторов: не своевременное выявление источника возбудителя и его уничтожение, вовлечение новых групп восприимчивых животных в эпизоотический бруцеллезный процесс, прежде всего путем пополнения другими видами восприимчивых животных собак, коз, северных оленей, длительная нахождения больных собак в пунктах передержки, положительно реагирующих на бруцеллез северных оленей молодых важенок, контактный с дикими оленями и наличие природных очагов бруцеллеза [2, 9].

Инфицирование может происходить при непосредственном контакте зараженного и здорового животного, во время вязки, через мочу, кал и другие экскреты. При изучении эпизоотического состояния по бруцеллезу северных оленей и по анализу последние 20 лет отмечается, что число неблагополучных пунктов (административных районов) показывает тенденцию снижения в восьми улусах республики Булунский, Аллаиховский, Момский, Жиганский, Оленекский, Нижнеколымский, Кобяйский, Эвено-Бытантайский [3, 5]. Анализ эпизоотического состояния зонам: тундровой, лесотундровой, горно-таежный и таежный за 30 лет, показывает тундровая зона, занимающая северную часть республики, где сосредоточено более 41% домашних северных оленей благополучными по бруцеллезу являются только два улуса – Анабарский и Усть-Янский, в остальных районах зараженность оленей в неблагополучных хозяйствах составляет от 5,2 до 22%, в результате проводимых противобруцеллезных мероприятий количество зараженных в снизилось и составляет 0,6%. В лесотундровой и горно-таежной зонах зараженность оленей бруцеллезом варьирует от 0,1 до 2,2%, у оленей таежной зоны бруцеллез не был установлен [8, 9].

При этом заостряет внимание то, что в тундровой зоне в большинстве случаев заражение происходит при контакте на путях миграции диких северных оленей. Однако количество неблагополучных пунктов остается прежним, имеются десятки неблагополучных пунктов по бруцеллезу домашних северных оленей.

Заболевание бруцеллезом у людей возникает в результате их участия в эпизоотическом процессе. Основными источниками инфекции являются различные животные, включая мелкий и крупный рогатый скот, свиней, оленей, лошадей, а также домашних животных, таких как собаки и кошки. Механизмы и пути передачи возбудителя бруцеллеза разнообразны. Контактное заражение может произойти при уходе за инфицированными животными, их кормлении, а также при работе с продуктами и сырьем животного происхождения, такими как шерсть, кожа, кровь и плоды [4, 6]. Инфицирование также возможно через употребление молока, кисломолочных продуктов и мяса, которые не прошли достаточную термическую обработку. Обычно заболевание протекает в хронической форме, приводя к поражению суставов и снижению трудоспособности [1].

Цель данного исследования заключается в изучении современного состояния бруцеллеза у животных в Арктической части Якутии, а также в выявлении случаев заболевания бруцеллезом у собак.

Материалы и методы

Объект исследования. Бруцеллез (Brucellus) домашних животных.

В рамках исследования бруцеллеза у клинически больных и положительно реагирующих на серологические или аллергические тесты собак и северных оленей было проведено 25 проб с использованием различных серологических методик. В числе применяемых методов были роз-бенгал тест (РБТ), реакция непосредственной гемагглютинации (РНГА), иммуноферментный анализ (ИФА) с использованием набора COMPELIS Akit для диагностики бруцеллеза от компании "APHASCIENTIFIC", а также классический метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Проведение ПЦР-анализа осуществлялось в соответствии с инструкцией по диагностике бруцеллеза у животных, утвержденной Министерством сельского хозяйства РФ 29 сентября 2003 года (номер 13-15-02/0850). Роз-бенгал тест используется как экспресс-метод для диагностики бруцеллеза у собак, не иммунизированных противобруцеллезными вакцинами. Перед проведением реакции антиген и исследуемые сыворотки выдерживаются при комнатной температуре в течение 30–40 минут. Реакция осуществляется на чистых плитках с лунками при температуре не ниже 18°С. Для анализа в каждую лунку вносят 0,03 мл исследуемой сыворотки крови с помощью микропипетки, после чего добавляют 0,015 мл (одну каплю) антигена. В каждой лунке тщательно смешивают до получения однородной жидкости, распределяя ее при этом по всей поверхности лунки. Реакцию учитывают невооруженным глазом в течение 4 минут, при положительной реакции появляются хлопья агглютината розового цвета. В неблагополучных районах по бруцеллезу домашних оленей проведение совместно с ветеринарной службой комплекс хозяйственно-организационных и ветеринарно-санитарных и оздоровительных мероприятий, выявление положительно реагирующих животных. В приюте исследование безнадзорных животных на зараженность бруцеллезом.

Результаты и обсуждение

В настоящее время в Республике Саха (Якутия) имеется десять неблагополучных пунктов по бруцеллезу домашних северных оленей, установленные в прошлые годы. Исследования на бруцеллез у других животных – крупного рогатого скота, овец и коз в республике проводятся в обязательном порядке – в соответствии с утвержденным планом ветеринарных мероприятий. По данным республиканского Департамента ветеринарии, часто констатируется факт результатов исследований – отрицательный.

За последние десять лет при исследовании на бруцеллез зарегистрировано 26 неблагополучных пунктов по бруцеллезу северных оленей в 5 улусах республики. Оздоровлено в течение последние пять лет 9 неблагополучных пунктов. Эффективность и результативность оздоровления от данной болезни зависит, прежде всего, от взаимодействий всех структур имеющих отношения к оленеводству – сельскохозяйственные предприятия, органы местного самоуправления и ветеринарной службы на местах и прежде всего от самих оленеводческих хозяйств [5]. В неблагополучных районах по бруцеллезу домашних оленей ветеринарная служба проводит оздоровительные мероприятия с указанием конкретных мероприятий и сроков оздоровления. За последний год оздоровлено 2 неблагополучных пункта в оленеводческих стадах Кобяйского района [6].

Исследовано на бруцеллез 108 тысяч оленей, что составило 71,4 % от их общего поголовья оленей, из них выявлено положительно реагирующих 149 оленей, что составляет 0,1% от исследованного поголовья северных оленей. По сравнению с прошлыми годами, процент положительно реагирующих уменьшился на 10,2%. В неблагополучных стадах, исследование на бруцеллез северных оленей проведено у не подвергавшихся вакцинации голов. Взята проба от 25 оленей сыворотка крови на исследование по РНГА из 25 проб положительно реагировало 8 образцов, с титрами от 50 до 200 МЕ. В комплексе реакций агглютинации (РА) и реакций связывания комплемента (РСК) было получено 6 положительных проб: 4 с титрами от 50 до 100 МЕ по РА и 2 с титром 1:5 по РСК. Исследование сывороток крови с использованием иммуноферментного анализа (ИФА) также показало положительный результат для тех же 8 проб, с показателями оптической плотности в диапазоне от 1,362 до 2,063. Это свидетельствует о полном соответствии результатов ИФА с показаниями РНГА и диагностического комплекса РА + РСК, а также о большей диагностической чувствительности ИФА в выявлении антител к бруцеллезу.

Известно, что вакцины, основанные на штаммах B. abortus 19 или 82, имеют высокий уровень реактогенности для северных оленей и могут вызывать различные осложнения. При введении вакцины из штамма B. suis 245 подкожным способом наблюдались выраженные припухлости на месте инъекции, а температура тела через сутки повышалась до 40,5–40,8°С. В случае перорального введения вакцины, независимо от дозы, температура тела, общее состояние и аппетит животных не отличались от физиологической нормы, что указывает на более низкую реактогенность данного метода вакцинации.

Таким образом, установлено, что вакцина из штамма B. suis 245 при разных дозах и методах применения вызывает у привитых животных иммунитет схожий со штаммом B. abotrus 19. Сравнительное изучение иммуногенности вакцин из штаммов B. abortus 19, 82 и B. suis 245, при пониженных доз и разных способов введение (табл. 1) результаты проверки иммунитета показывают, что северные олени, привитые штаммом B. abortus 19 дозами 10 млрд.м.к п/к, 2 млрд.м.к. конъюнктивально, 50 млрд.м.к. per os, штаммом B. suis 245 дозами 25 млрд.м.к п/к, 2 млрд.м.к. конъюнктивально, 50 млрд.м.к. per os оказались устойчивы к экспериментальному заражению. Вместе с тем, в группе оленей, привитых вакциной из штамма B. abortus 82 дозами 10 млрд.м.к п/к, 2 млрд.м.к. конъюнктивальным методом, заразились по одному животному с индексом инфицированности соответственно 3,9 и 4,1 %, при вакцинации per os оказались устойчивы к заражению. В контрольной группе заразились все животные.

Исследование, проведенное на морских свинках с использованием вакцины из штамма B. suis 245, показало, что вакцина, введенная подкожно, конъюнктивально и перорально, создает стойкий иммунитет к экспериментальному заражению вирулентным штаммом B. melitensis 102 H. Пероральный метод иммунизации оказался предпочтительным, так как он решает проблему поствакцинальных антител, которые могут мешать диагностике. При пероральном введении вакцины культура бруцелл из штамма B. suis 245 не распространялась дальше лимфатических узлов головы и полностью элиминировалась через 10 дней после введения. Поствакцинальные агглютинирующие и комплементсвязывающие антитела выявлялись с более низкими титрами при пероральной иммунизации по сравнению с подкожным методом. Сроки появления и персистенции специфических антител (IgM и IgG) в сыворотке крови иммунизированных оленей зависели от дозы и метода введения вакцины. При подкожном введении антитела появлялись раньше, имели более высокий уровень и сохранялись до 4 месяцев,

Таблица 1. Результаты проверки иммунитета у северных оленей через 5 месяцев после вакцинации/
Tabl. 1. Results of immunity testing in reindeer 5 months after vaccination

№ гр.	Вакцина из штамма	Доза млрд.м.к.	Метод введения вакцины	Количество животных в группе	Заразилось животных	Индекс инфицированности %
1	*B. abortus* 19	10	подкожно	3	0	0
2		2	конъюнктивально	3	0	0
3		50	перорально	3	0	0
4	*B. abortus* 82	25	подкожно	3	1	3,9
5		2	конъюнктивально	3	1	4,1
6		50	перорально	3	0	0
7	*B. suis* 245	10	подкожно	3	0	0
8		2	конъюнктивально	3	0	0
9		50	перорально	3	0	0
10	Контроль			3	3	22,9

Таблица 2. Размеры воспалительного отека, привитых подкожно разными дозами вакцин из шт. *B. abortus* 82 и 75/79-АВ
Tabl. 2. Sizes of inflammatory edema in patients vaccinated subcutaneously with different doses of *B. abortus* 82 and 75/79-AB vaccines

После вакцинации (дни)	Размеры воспалительного отека при вакцинации *B.abortus* 82 (мм)			Размеры воспалительного отека при вакцинации *B.abortus* 75/79-АВ (мм)		
До вакцинации	0	0	0	0	0	0
	После иммунизации в дозе (млрд.м.к.)			После иммунизации в дозе (млрд.м.к.)		
	25	50	100	25	50	100
1	8,9±1,6	14,3±1,5	18,7±1,9	8,1±1,1	12,1±1,8	17,5±2,0
2	11,5±1,5	16,1±2,0	22,0±2,0	11,0±1,3	14,8±2,1	19,0±2,3
3	16,2±1,4	19,6±1,8	25,4±1,8	15,4±1,5	16,1±1,7	23,5±1,5
4	19,5±1,7	24,4±1,5	28,6±1,5	18,4±1,4	19,5±1,5	26,0±1,8
7	24,2±1,5	27,2±1,7	33,4±1,7	23,1±1,8	25,8±1,3	30,7±1,8
14	23,7±1,6	26,3±2,5	31,8±2,5	21,0±1,5	23,5±1,0	29,9±2,6

тогда как при пероральном введении антитела не удавалось выявить уже через месяц. В производственном опыте заражение животных проводили контактным методом, что наиболее точно отражает естественные условия заражения. Подопытные олени находились в неблагополучном по бруцеллезу стаде, за ними наблюдали, определяли местные реакции, измеряли температуру тела и исследовали гуморальный иммунный ответ на 15, 30, 75 и 310 сутки после иммунизации. У северных оленей, привитых вакцинами из штаммов B. abortus 19 и 82, а также B. suis 245, положительная реакция на РИД с ОПС антигеном не была отмечена. Иммунитет у привитых животных проверяли через 2,5 и 10 месяцев после иммунизации, и у всех иммунизированных животных не было зафиксировано прорыва иммунитета. В контрольной группе была установлена генерализованная инфекция у 2-х животных с индексом инфицированности 10,7. Таким образом, апробирование вакцины из штамма B. suis 245 в неблагополучном по бруцеллезу стаде северных оленей показало, что при подкожном введении она вызывает местную и общую реакцию организма, аналогичную таковой при иммунизации вакцинами из штаммов B. abortus 19 и 82. В то же время пероральный метод иммунизации позволяет избежать побочных явлений, таких как угнетение общего состояния, повышение температуры, хромота, тендовагиниты и артриты.

В исследовании, проведенном на 70 северных оленях разных половозрастных групп, были оценены реактогенные свойства вакцин из штаммов B. abortus 82 и 75/79-АВ после подкожного введения. Результаты учета состояния организма животных до начала эксперимента и местной реакции после вакцинации представлены в таблице 2. При введении вакцины из штамма B. abortus 82 титры антител составили 54,5, 72,9 и 60,0 МЕ, а для вакцины из штамма B. abortus 75/79-АВ – 54,5, 60,0 и 72,0 МЕ соответственно. На 7-й день наблюдения был зафиксирован значительный подъем титров антител, который составил от 23,0 до 32 МЕ, независимо от дозы и используемой вакцины. Пик агглютинирующих антител для обеих вакцин наблюдался на 15-й день после реиммунизации. Постепенное снижение уровня агглютинирующих антител в крови оленей было отмечено через 30 дней после вакцинации. К 180-му дню титры антител на вакцину из штамма B. abortus 82 составили 4,1, 8,3 и 13,6 МЕ, а на вакцину из штамма B. abortus 75/79-АВ – 4,3, 9,3 и 14,8 МЕ соответственно. Существенной разницы в титрах антител между двумя вакцинами не было отмечено. Таким образом, результаты исследования показывают, что обе вакцины вызывают схожий иммунный ответ у северных оленей, что подтверждается аналогичными титрами антител на протяжении наблюдаемого периода. Это свидетельствует о высокой эффективности обеих вакцин в формировании иммунного ответа против бруцеллеза.

В ходе исследования, проведенного на северных оленях, была оценена эффективность вакцины из штамма B. abortus 75/79-АВ. При введении первой дозы вакцины титры антител составили 14,0, 14,6 и 19,6 МЕ. К 360-му дню наблюдения в крови вакцинированных животных сохранялся низкий титр антител, равный 4,0–8,0 МЕ. Повторная реиммунизация обеими вакцинами проводилась в дозах 5, 10 и 25 миллиардов микробных клеток (м.к.). На 7-й день после реиммунизации наблюдался подъем титра антител, который варьировался от 0,4 до 6,0 МЕ, независимо от дозы и использованной вакцины. С 30-го дня, после достижения пиковых значений до 16,0 МЕ, отмечалось постепенное снижение уровня комплементсвязывающих антител, которое продолжалось до 90–180 дня ($P>0,05$). После повторной реиммунизации обеими вакцинами в дозах 10, 25 и 50 миллиардов м.к. на 7-й день также наблюдался подъем титра комплементсвязывающих антител. Наивысшие значения уровня комплементсвязывающих антител фиксировались на 15–30 сутки после реиммунизации в дозе 50 миллиардов м.к. и на 30–60 сутки после реиммунизации вакцинами в дозах 10–25 миллиардов м.к. С 90-го дня комплементсвязывающие антитела выявлялись в низких титрах на протяжении длительного времени. Таким образом, результаты исследования показывают, что динамика агглютинирующих и комплементсвязывающих антител находится в прямой зависимости от дозы вакцины. При этом не было отмечено существенной разницы в показателях антителогенеза между вакцинами из штаммов B. abortus 82 и B. abortus 75/79-АВ. Это свидетельствует о схожей эффективности обеих вакцин в формировании иммунного ответа у северных оленей.

В приюте для безнадзорных животных г. Якутска, проведен анализ сыворотки крови и 533 пробы от животных дали положительный результат, 126 – сомнительный, 77 – отрицательный. На сегодняшний день в Якутии Brucella canis зарегистрировано трех неблагополучных пункта в городах Якутск, Нюрба и Верхневилюйск, с 17 эпизоотическими очагами заболевания. Ранее бруцеллез собак не диагностировался, в настоящее имеет большее распространение, где первый случай бруцеллеза собак в России был зарегистрирован в 1994 году. В Якутии в октябре 2023 года у трех собак породы кане-корсо был выявлен бруцеллез. По данным Департамента ветеринарии Республики Саха (Якутия) в начале июня 2023 года бруцеллез обнаружили почти шести сотен собак и кошек: 592 проб оказались положительными, а 126 – сомнительными. На конец июля 2023 г в республике насчитывалось 17 эпизоотических очагов этого заболевания: в Якутске – 14, Нюрбе – два, Верхневилюйске – один, заболевание выявили у щенят родившихся от инфицированной матерей.

Постановка точного диагноза затрудняется тем, что в исследованиях на бруцеллез собак частыми являются ложноположительные результаты. Точным диагностическим методом является выделение возбудителя, в течение четырех месяцев после инфицирования животного, выделение возбудителя с большой долей на наличие заболевания. Серологические же исследования, как уже было сказано выше, не всегда являются точными, поэтому проведены по особой схеме (т.е. неоднократно). При проявлении симптомов, указывающих на патологию опорно-двигательного аппарата, необходимо было сделать рентгенологическое исследование, при наличии симптомов поражения глаз требовалось офтальмологическое исследование, но такой возможности исследования не было. По литературным данным симптомы бруцеллеза у собак, в первую очередь свидетельствуют о патологии системы воспроизводства. У сук отмечается бесплодие, также характерны аборты и рождение мертвых или нежизнеспособных плодов, возможна гибель щенков в раннем постнатальном периоде [11]. Инфицирование может происходить при непосредственном контакте зараженного и здорового животного, во время вязки, через слюну, мочу, кал и другие экскреты. Также наблюдается вертикальная передача заболевания – от матери к плодам.

Хронический бруцеллез представляет собой сложное заболевание, которое характеризуется разнообразием симптомов и их изменчивостью. Это может проявляться в частых обострениях и рецидивах, а также вовлечением в патологический процесс различных органов и систем. У пациентов с первично-хроническим и вторично-хроническим бруцеллезом часто наблюдаются симптомы интоксикации, такие как вегето-сосудистая дистония, астено-невротические расстройства, депрессия, болевой синдром и суставные боли. Среди наиболее распространенных симптомов можно выделить головные боли, которые могут иметь ноющий, распирающий или диффузный характер. Также пациенты могут испытывать головокружение при изменении положения тела и ощущение шума в голове [11]. Эти проявления могут значительно ухудшать качество жизни пациентов и требовать комплексного подхода к лечению. Хронический бруцеллез может продолжаться от 2 до 3 лет, а в случае повторного инфицирования его течение может затягиваться на значительно более длительный срок. Это подчеркивает важность ранней диагностики и адекватного лечения, а также необходимости мониторинга состояния здоровья пациентов, чтобы предотвратить развитие осложнений и улучшить прогноз заболевания.

Выводы

Необходимо соблюдать правила содержания домашних животных и все санитарно-гигиенические, ветеринарно-санитарные правила, не допускать самовыгула животных, профилактика бруцеллеза заключается своевременное выявление больных животных и неукоснительном соблюдении владельцами животных ветеринарных требований При иммунизации или двукратных реиммунизациях, динамика агглютинирующих и комплементсвязывающих антител находится в прямой зависимости от дозы ведение вакцины. Сравнительное изучение иммуногенности вакцин из штаммов B. abortus 19, 82 и B. suis 245 у северных оленей в Якутии, показали, устойчивость к экспериментальному заражению. Не допускается приобретение, купля-продажа и обмен животными без ветеринарного контроля. Ранее бруцеллез собак на территории Якутии не диагностировался, в настоящее в республике насчитывается 17 эпизоотических очагов.Заражение контактным путем происходит при уходе за больными бруцеллезом животными, их кормлении, а также при работе с продуктами и сырьем животного происхождения – шерсти, кожей, при употреблении молока, кисломолочных продуктов, мяса и мясных продуктов, полученных от больных бруцеллезом животных и не прошедших недостаточную термическую обработку. Заболевание человека может произойти при содержании в доме больной бруцеллезом собаки. Продукции животного происхождения должно реализоваться только после регистрации через Федеральную государственную информационную систему "Меркурий", что гарантированно обеспечивает безопасность. Основную роль в противоэпизоотических мероприятиях по борьбе с бруцеллезом играет своевременное выявление фактов и путей межвидовой миграции возбудителя и определение видовой принадлежности возбудителя современными методами исследования.

Литература

1. Беляков А.И. Материалы по изучению бруцеллеза яков в Киргизской ССР: автореф. дис. … канд. ветеринар. наук. Фрунзе, 1971. С. 5-7.
2. Винокуров Н. В., Слепцов Е. С. Изучение диагностической эффективности РНГА при бруцеллезе северных оленей / Н. В. Винокуров, Е.С. Слепцов // Ветеринария и кормление. - 2007. - № 6. - С. 35.
3. Винокуров Н. В., Слепцов Е. С. Изучение диагностической эффективности реакции непрямой гемагглютинации при бруцеллезе /Н. В. Винокуров, Е.С. Слепцов // Якутский мед. журн. - 2008. - № 4. - С. 72-73.
4. Винокуров Н. В., Лайшев К. А., Слепцов Е. С., Евграфов Г. Г. Реактогенные свойства и иммунологическая реактивность слабоагглютиногенных вакцин из штаммов B.aЬойш 75/79-АВ и 82 для северных оленей / Н. В. Винокуров, К. А. Лайшев, Е.С.Слепцов, Г.Г. Евграфов // Известия Санкт-Петербургского гос. аграрного университета. - 2014. - № 36. - С. 79-81.
5. Винокуров Н. В., Лайшев К. А., Слепцов Е. С., Евграфов Г. Г. К вопросу о бруцеллезе северных оленей в Республике Саха (Якутия) / Н. В. Винокуров, К. А. Лайшев, Е.С.Слепцов, Г.Г. Евграфов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2016. - № 1. - С. 54-58.
6. Слепцов Е. С., Винокуров Н. В., Искандаров М. И., Федоров В. И., Замьянов И. Д. Иммунопрофилактика бруцеллеза северных оленей с использованием противобруцеллезных вакцин в условиях Республики Саха (Якутия) : моногр. / Е. С. Слепцов, Н. В. Винокуров, М. И. Искандаров, В. И. Федоров, И. Д. Замьянов. Новосибирск, - 2016. - 108 с.
7. Курманова Г.М., Баратова Г.М., Акешова Н.А. Клиническая характеристика хронического бруцеллеза с тяжелыми полиочаговыми проявлениями./ Г.М.Курманова, Г.М.Баратова, Н.А. Акешова // Вестник КазНМУ. 2016. - №3 - с.36-45.
8. Слепцов Е. С., Винокуров Н. В., Устинцева Ю. Ю., Малышева И. А., Захарова О. И. Иммуногенность вакцин из штаммов B.abortus 19 и 82, B.suis 61 для северных оленей при различных методах введения / Е. С. Слепцов, Н. В. Винокуров, Ю. Ю.Устинцева, И. А.Малышева, О. И. Захарова // Аграрный вестник Урала. - 2011. - № 4. - С. 21-22.
9. Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Федоров В.И., Григорьев И.И., Захарова О.И. Эпизоотическое состояние по бруцеллезу северных оленей в Республике Саха (Якутия)/ Е.С. Слепцов, Н.В. Винокуров, В.И.Федоров, И.И. Григорьев, О.И. Захарова // Аграрный вестник Урала. - 2018 - №.8 (175). - с. 57-61.
10. Турсумбетов М.С., Чегиров С.Б., Кельдибекова З.С. Межвидовая миграция возбудителя бруцеллеза среди яков/ М.С. Турсумбетов, С.Б.Чегиров, З.С. Кельдибекова //Вестник КрасГАУ. 2021. № 3. С. 127-132.
11. Casallas J.C.G., Monsalve W.V., Villate S.C.A., Solano I.M.F. Acute liver failure complication of brucellosis infection: a case report and review of the literature. / J.C.G.Casallas, W.V.Monsalve, S.C.A.Villate, I.M.F.Solano //Journal of Medical Case Reports - 2018. - №12:62. - p.50 40.
12. Yagupsky P., Baron E. J. Laboratory exposures to brucellae and implications for bioterrorism./ P. Yagupsky, E.J. Baron // Emerging Infectious Diseases 2005; №11 (8): 1180-1185.
13. Doganay G.D., Doganay M. Brucella as a Potential Agent of Bioterrorism. / G.D.Doganay, M. Doganay //Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery - 2013 - №8 - p.27-33.

References

1. Belyakov A.I. Materials on the study of yak brucellosis in the Kyrgyz SSR: abstract of the dissertation. ... kand. Veterinarian. sciences. Frunze, 1971. pp. 5-7.
2. Vinokurov N. V., Sleptsov E. S. The study of the diagnostic effectiveness of RNAI in reindeer brucellosis / N. V. Vinokurov, E.S. Sleptsov // Veterinary medicine and feeding. - 2007. - No. 6. - p. 35.
3. Vinokurov N. V., Sleptsov E. S. The study of the diagnostic effectiveness of the indirect hemagglutination reaction in brucellosis /N. V. Vinokurov, E.S. Sleptsov // Yakut Medical Journal, 2008, No. 4, pp. 72-73.
4. Vinokurov N. V., Laishev K. A., Sleptsov E. S., Yevgrafov G. G. Reactogenic properties and immunological reactivity of weakly agglutinogenic vaccines from strains V.aYosh 75/79-AB and 82 for reindeer / N. V. Vinokurov, K. A. Laishev, E.S.Sleptsov, G.G. Yevgrafov // Izvestiya St. Petersburg State Agrarian University. - 2014. - No. 36. - pp. 79-81.
5. Vinokurov N. V., Laishev K. A., Sleptsov E. S., Evgrafov G. G. On the issue of reindeer brucellosis in the Republic of Sakha (Yakutia) / N. V. Vinokurov, K. A. Laishev, E.S.Sleptsov, G.G. Evgrafov // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. - 2016. - No. 1. - pp. 54-58.
6. Sleptsov E. S., Vinokurov N. V., Iskandarov M. I., Fedorov V. I., Zamyanov I. D. Immunoprophylaxis of reindeer brucellosis using brucellosis vaccines in the Republic of Sakha (Yakutia) : monograph / E. S. Sleptsov, N. V. Vinokurov, M. I. Iskandarov, V. I. Fedorov, I. D. Zamyanov. Novosibirsk, 2016. 108 p.
7. Kurmanova G.M., Baratova G.M., Akeshova N.A. Clinical characteristics of chronic brucellosis with severe polycocal manifestations./ G.M.Kurmanova, G.M.Baratova, N.A. Akeshova // Bulletin of KazNMU. 2016. No. 3- pp.36-45.
8. Sleptsov E. S., Vinokurov N. V., Ustintseva Yu. Y., and Malysheva. A., Zakharova O. I. In the immunogenicity of vaccines from strains abortus 19 and 82, B. suis 61 for reindeer with various methods of administration / E. S. Sleptsov, N. V. Vinokurov, Yu. Y.Ustintseva, I. A.Malysheva, O. I. Zakharova // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2011. - No. 4. - pp. 21-22.
9. Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Fedorov V.I., Grigoriev I.I., Zakharova O.I. The epizootic state of reindeer brucellosis in the Republic of Sakha (Yakutia) / E.S. Sleptsov, N.V. Vinokurov, V.I.Fedorov, I.I. Grigoriev, O.I. Zakharova // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2018 - No..8 (175). - pp. 57-61.
10. Tursumbetov M.S., Chegirov S.B., Keldibekova Z.S. Interspecific migration of the causative agent of brucellosis among yaks/ M.S. Tursumbetov, S.B.Chegirov, Z.S. Keldibekova //Bulletin of KrasGAU. 2021. No. 3. pp. 127-132.
11. Casallas J.K.G., Monsalve V.V., Villate S.S.A., Solano I.M.F. Acute liver failure complicated by brucellosis infection: a clinical case and a literature review. / J.K.G.Casallas, Montsalve V.V., Villate S.S.A., Solano I.M.F. // Journal of Clinical Medicine. Medical case reports - 2018. - №12:62. - pp. 50-40.
12. Yagupsky P., Baron E. J. Laboratory infection with brucella and consequences for bioterrorism./ P. Yagupsky, E.J. Baron // New infectious diseases 2005; №11 (8): 1180-1185.
13. Doganai G.D., Doganai M. Brucella as a potential agent of bioterrorism. / G.D.Doganai, M. Doganai //The latest patents for the discovery of anti-infective medicines - 2013 - No. 8 - pp.27-33.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-14
УДК 636.2.087.24

Морфо-биохимические исследования дрожжей Rhodotorula mucilaginosa

Колодина Е.Н.

Колодина Е.Н., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, kolodin77@mail.ru
Никанова Д.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, dap2189@gmail.ru
Довыденкова М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, majra_2005@list.ru
Артемьева О.А., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией, vijmikrob@mail.ru
Солина А.Ю., аспирант, vijmikrob@mail.ru
ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста", пос. Дубровицы.

Ключевые слова: микроорганизмы, каротиноиды, антагонистические свойства, пробиотики, биохимические и морфологические свойства.

Резюме. Исследования физиолого-биохимических признаков Rhodotorula mucilaginosa, дополняя сведения о метаболизме эукариотической клетки, способствуют отбору наиболее перспективных штаммов. Изучение тинкториальных и биохимических свойств дрожжей, выделенных из содержимого желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных и птицы, в этом аспекте, являлось целью наших исследований. В ходе исследования были отобраны 34 штамма, которые имели сходство с референсным штаммом Rhodotorula mucilaginosa CBS 316 из GenBank NCBI. Морфофизиологические параметры клеток дрожжевой популяции, являются одними из основных диагностических признаков. Длина клеток R mucilaginosa варьировалась от 1,501±0,034 (штамм №7) мкм до 3,069±0,100 (штамм №19) мкм, ширина от 1,231±0,049 (штамм №6) до 2,148±0,053 (штамм №16) мкм. Клетки дрожжей были субшаровидными или яйцевидными, без спор. Максимальную площадь клетки и коэффициент удлинения имел штамм R. mucilaginosa №19 – 4,062 мкм^2 и 1,821 соответственно. Штаммы 20; 13; 24 и 16 имели площадь клетки 4,121; 4,298; 4,364 и 4,714 мкм^2, при этом коэффициент удлиненности у них составлял 1,414; 1,520; 1,359; 1,301, что свидетельствует о том, что форма клеток у этих штаммов была более округлая. Минимальная площадь клеток отмечена у штамма №6 (1,786 мкм^2). Размножение происходило многосторонним или полярным почкованием. Все штаммы ассимилировали: глюкозу, декстрозу, маннозу, раффинозу, сахарозу, фруктозу, галактозу и утилизировали цитрат; 22 – сорбозу, 19 – инулин; 18 – глицерол; 17 – мелецитозу и салицил; 16 – трегалозу; 15 – мальтозу, ксилозу, L-арабинозу; 13 – D-арабинозу; 10 – целлобиозу; 9 – маннит и рамнозу; 5 – α-метил-D-глюкозид. Ни один штамм не ассимилировал лактозу. Штаммы № 27, 29 и 31 дали наибольшее количество положительных реакций. Штаммы, выделенные от диких форм (лоси) обладали разной ферментативной активнос-

Для цитирования / For citation

Колодина, Е.Н. Морфо-биохимические исследования дрожжей Rhodotorula mucilaginosa / Колодина Е.Н., Никанова Д.А., Довыденкова М.В., Артемьева О.А., Солина А.Ю. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.69–72.
Kolodina, E.N. Morpho-biochemical studies of yeast Rhodotorula mucilaginosa /, Kolodina E.N., Nikanova D.A., Dovydenkova M.V., Artemieva O.A., Solina A.Y. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.69–72.

Morpho-biochemical studies of yeast Rhodotorula mucilaginosa

Kolodina E.N., Nikanova D.A., Dovydenkova M.V., Artemieva O.A., Solina A.Y.
L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, p. Dubrovitsy.

Key words: microorganisms, carotenoids, antagonistic properties, probiotics, biochemical and morphological properties.

Abstract. Studies of the physiological and biochemical characteristics of Rhodotorula mucilaginosa, supplementing information on the metabolism of eukaryotic cells, contribute to the selection of the most promising strains. The study of the tinctorial and biochemical properties of yeast isolated from the contents of the gastrointestinal tract of farm animals and poultry, in this aspect, was the purpose of our research. During the study, 34 strains were selected that were similar to the reference strain Rhodotorula mucilaginosa CBS 316 from GenBank NCBI. Morphophysiological parameters of yeast population cells are one of the main diagnostic features. The length of R mucilaginosa cells ranged from 1,501±0.034 (strain No. 7) microns to 3,069±0.100 (strain No. 19) microns, width from 1,231±0.049 (strain No. 6) to 2,148±0.053 (strain No. 16) microns. The yeast cells were sub-spherical or ovoid, without spores. The maximum cell area and elongation coefficient were found in R. mucilaginosa strain No. 19 - 4,062 mm2 and 1,821, respectively. Strains 20; 13; 24 and 16 had a cell area of 4,121; 4,298; 4,364 and 4,714 mm2, while their elongation coefficient was 1,414; 1,520; 1,359; 1.301, which indicates that the cell shape of these strains was more rounded. The minimum cell area was found in strain No. 6 (1,786 mm^2). Reproduction took place by multilateral or polar budding. All strains were assimilated: glucose, dextrose, mannose, raffinose, sucrose, fructose, galactose and utilized citrate; 22 - sorbose, 19 - inulin; 18 - glycerol; 17 - melecytose and salicylate; 16 - trehalose; 15 - maltose, xylose, L-arabinose; 13 - D-arabinose; 10 - cellobiose; 9 - mannitol and rhamnose; 5 - α-methyl-D-glucoside. None of the strains assimilated lactose. Strains No. 27, 29 and 31 produced the highest number of positive reactions. The strains isolated from wild forms (moose) had different enzymatic activity. So, strain No. 22 gave 17 positive reactions, No. 10 - 14 reactions, and No. 6 - only 8.

тью. Так, штамм №22 дал 17 положительных реакций, №10 – 14 реакций, а № 6 только 8.

Введение

Основой полноценного кормления являются сбалансированные рационы по основным зоотехническим показателям. Но не менее важную роль играют макро- и микроэлементы, витамины, БАВ, добавки микробного происхождения, которые способствуют заложить основу здорового организма животных: устойчивого иммунного статуса, стрессоустойчивой микрофлоры кишечника [4].

Живые дрожжи в последнее время все более широко применяют в качестве кормовых добавок. Так например, сапрофитный микроорганизм Rhodotorula это род эукариотических микроорганизмов семейства Sporidiobolaceae (порядок Sporidiales, класс Microbotryomycetes, тип Basidiomycota) широко распространен в почве, море, животных и растениях [6]. Rhodotorula mucilaginosa обладает высокой питательной ценностью и пробиотическим действием, служит промышленным источником каротина и ферментов, способна вырабатывать биосурфактанты и ненасыщенные жирные кислоты [7, 10, 11]. Глюкан и маннан в клеточной стенке R. Mucilaginosa могут усиливать миграцию и фагоцитоз макрофагов и нейтрофилов, уменьшать воспалительные реакции кишечника, повышать резистентность животных, способствовать размножению полезных бактерий и конкурентно ингибировать колонизацию вредных бактерий. R. mucilaginosa продукты содержат много каротиноидов; предыдущие исследования показали, что каротиноиды полезны для здоровья человека и животных [9].

В исследованиях Ge Ye с соавторами в своих исследованиях использовали штамм Rhodotorula mucilaginosa, выделенный из прибрежных вод Южно-Китайского моря, для изучения его влияния на иммунную функцию и кишечную микробиоту мышей. Результаты этих исследований показали, что Rhodotorula mucilaginosa ZTHY2 может повышать показатели тимуса и селезёнки мышей, также повышать уровень сывороточных IgG, IgA. Длительное (30 дней) введение через зонд Rhodotorula mucilaginosa значительно усиливала фагоцитоз макрофагов у мышей и значительно повышала уровень TNF-α и INF-γ в сыворотке крови. Rhodotorula mucilaginosa ZTHY2 изменил структуру кишечной микробиоты мышей на уровне типа и рода, что привело к увеличению относительной численности Firmicutes и Lactobacillus и снижению относительной численности Bacteroidetes [8]. Также использование в качестве добавки твёрдофазный продукт ферментации Rhodotorula mucilaginosa улучшило качество яиц и микрофлору кишечника кур [12].

Дифференцированный подход к выбору культур обусловлен особенностями обмена клетки, которые, возможно, являются результатом их адаптации к первоначальному источнику обитания. Исследования физиолого-биохимических признаков Rhodotorula mucilaginosa, дополняя сведения о метаболизме эукариотической клетки, способствуют отбору наиболее перспективных штаммов. Изучение тинкториальных и биохимических свойств дрожжей, выделенных из содержимого желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных и птицы, в этом аспекте, являлось целью наших исследований.

Материалы и методы

Работа выполнена в условиях in vitro в лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

В ходе работы были выделены изоляты дрожжей из природных биотопов (из содержимого желудочно-кишечного тракта животных и птицы). Объектами для исследований служили 34 изолята дрожжей Rhodotorula mucilaginosa.

Дрожжевые клетки культивировали на декстрозном агаре Сабуро (HiMedia, Индия) и среде YPD в течение 24 часов при 30°C для оценки жизнеспособности. Тинкториальные свойства дрожжей исследовались путем окраски изолятов по Граму. Морфологические свойства и чистоту штаммов и изолятов проверяли под световым микроскопом "Nicon" при увеличении 100х16. Площадь клетки и коэффициент удлинения измеряли у непочкующихся клеток по длине и в поперечнике окуляр- и обьект-микрометром. Биохимические свойства определяли с использованием тест-систем HiMedia Laboratories Pvt. Limited (Индия) со специфическими сахарами (лактоза, ксилоза, мальтоза, фруктоза, декстроза, галактоза, трегалоза, мелибиоза, сахароза, L-арабиноза, манноза, инулин, глюконат натрия, глицерол, салицин, дульцит, инозитол, сорбитол, маннитол, адонит, арабитол, эритритол, альфа-метил-глюкозид, рамноза, целлобиоза, мелицитоза, альфа-метил-маннозид, ксилитол, ОНФГ (орто-нитрофенил-β-D-галактопиранозид), эскулин, D-арабиноза, цитрат, малонат, сорбоза).

Результаты и обсуждение

Из всех проб содержимого желудочно-кишечного тракта животных и птицы были выделены 310 колоний дрожжей, которые были идентифицированы на основании морфолого-биохимических реакций и методом молекулярного типирования на основе ПЦР. Предварительная классификация штаммов дрожжей по наличию бластоконидий, псевдогиф или того и другого была подтверждена по методике И.П. Бабьевой, В.И. Голубева [1]. Основной интерес представляли розовые дрожжи рода Rhodotorula spp. В ходе исследования были отобраны 34 штамма, которые имели сходство с референсным штаммом Rhodotorula mucilaginosa CBS 316 из GenBank NCBI.

Наибольшее количество штаммов (n=10) было выделено из слепого отдела кишечника кур, наименьшее (n=2) из толстого отдела кишечника свиней (рисунок 1).

По отношению к кислороду, изоляты являются факультативными анаэробами. Профиль поверхности колоний бугристый, края ровные, структура колоний однородная. Мицелий образующая способность остается неизменной, при аэробных и анаэробных условиях. Колонии имели круглую, гладкую форму с разным оттенком оранжевого цвета. Клетки могут синтезировать внутриклеточные масла и красные или желтые пигменты.

Морфофизиологические параметры клеток дрожжевой популяции, являющиеся диагностическими признаками, такие как форма, размер, ультраструктура клеток являются информативными для прогнозирования состояния дрожжевой популяции в технологическом и других процессах [6].

Известно, что чем более вытянута форма клетки, тем больше площадь ее поверхности и тем более высокой бродильной активностью она обладает. Способность менять форму клетки тесно связана с эластичностью клеточной стенки. У молодых клеток она более тонкая и эластичная, а старые клетки обычно характеризуются "репликативным старением", которое сопровождается образованием рубцов на клеточной стенке и ухудшением обмена веществ [2].

Размер клеток чаще всего характеризуют длинной и короткой осью, однако более объективно определять площадь эллипса (рисунок 2, 3).

Также для характеристики формы определяли коэффициент удлиненности (Ку) – отношение длинной оси к короткой (рисунок 3). Размеры дрожжевых клеток очень сильно варьируются, что связано с неоднородностью дрожжевой популяции. Размеры клеток зависят от штамма, возраста клеток, физиологического состояния и условий их культивирования. Количество мелких клеток в оптимальных усло-

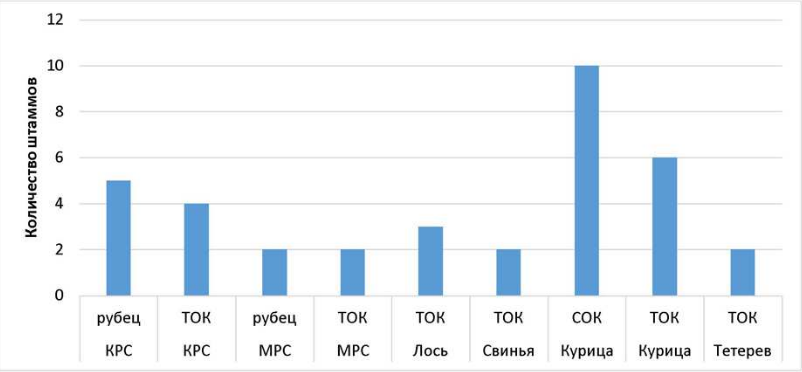


Рисунок 1. Распределение штаммов (n=34) *Rhodotorula mucilaginosa*, выделенных из отделов ЖКТ животных и птицы: КРС – крупный рогатый скор; МРС – мелкий рогатый скот; ТОК – толстый отдел кишечника; СОК – слепой отдел кишечника.
Figure 1. Distribution of strains (n=34) of Rhodotorula mucilaginosa isolated from the gastrointestinal tract of animals and poultry: KRS – cattle; MRS – small cattle; TOK – large intestine; SOK – caecum.

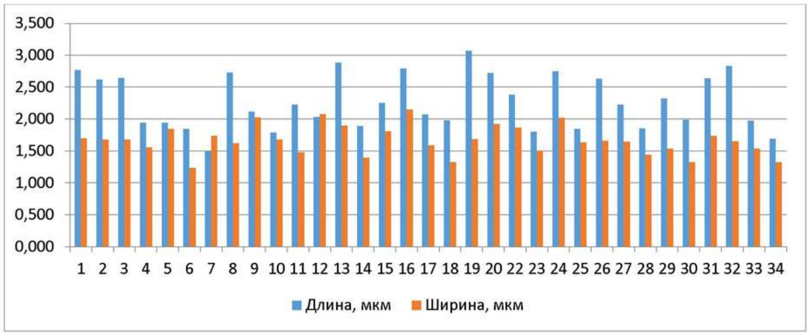


Рисунок 2. Морфологические характеристики клеток *R. Mucilaginosa*.
Figure 2. Morphological characteristics of *R. Mucilaginosa* cells.

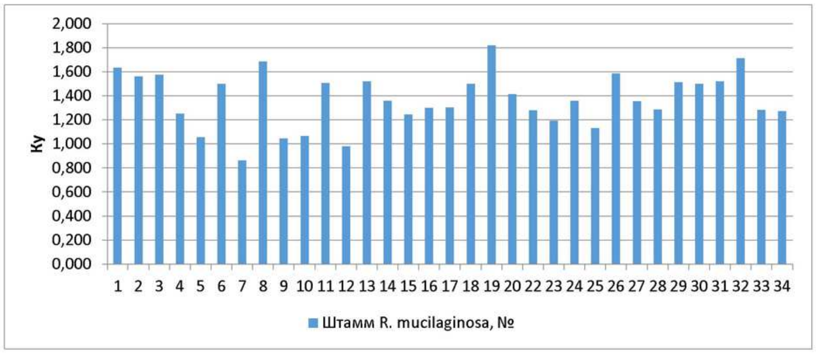


Рисунок 3. Морфологические характеристики клеток *R. mucilaginosa* и коэффициент удлиненности (Ку) дрожжевых клеток.
Figure 3. Morphological characteristics of *R. mucilaginosa* cells and elongation coefficient (Ky) of yeast cells.

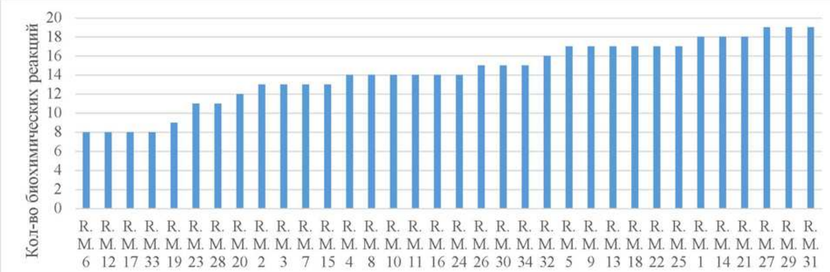


Рисунок 4. Распределение положительных биохимических реакций по выделенным штаммам дрожжей *R. mucilaginosa*.
Figure 4. Distribution of positive biochemical reactions by isolated strains of yeast *R. mucilaginosa*

виях культивирования не должно превышать 5–10% и лишь в конце процесса может достигать 15%. Увеличение числа мелких клеток в начале или середине процесса свидетельствует о нарушении технологии [5, 13].

Длина клеток R mucilaginosa варьировалась от 1,501±0,034 (штамм №7) мкм до 3,069±0,100 (штамм №19) мкм, ширина от 1,231±0,049 (штамм №6) до 2,148±0,053 (штамм №16) мкм. Клетки дрожжей были субшаровидными или яйцевидными, без спор. Максимальную площадь клетки и коэффициент удлинения имел штамм R. mucilaginosa №19 – 4,062 мкм^2 и 1,821 соответственно. Штаммы 20; 13; 24 и 16 имели площадь клетки 4,121; 4,298; 4,364 и 4,714 мкм^2, при этом коэффициент удлиненности у них составлял 1,414; 1,520; 1,359; 1,301, что свидетельствует о том, что форма клеток у этих штаммов была более округлая. Минимальная площадь клеток отмечена у штамма №6 (1,786 мкм^2). Размножение происходило многосторонним или полярным почкованием.

Жизнедеятельность дрожжей заключается в процессах питания, дыхания, роста и размножения. Одновременно с этими процессами идет синтез вторичных метаболитов, которые представляют большой интерес. По типу питания дрожжи относятся к гетеротрофным организмам, усваивающим углерод из органических соединений.

Углерод используется для синтеза клеточных компонентов, дыхания и образования вторичных метаболитов. Видовая диагностика дрожжевых грибов осуществляется главным образом на основании различий между ними по способности усваивать углеродистые и азотистые соединения [3]. По биохимическим реакциям можно определить эффективность ассимиляции дрожжами различных субстратов для идентификации и выбора оптимальной питательной среды для культивирования.

Важными физиологическими признаками R. mucilaginosa являются неспособность ассимилировать нитрат и d-глюкуронат, что было выявлено у всех 34 штаммов. Все штаммы ассимилировали: глюкозу, декстрозу, маннозу, раффинозу, сахарозу, фруктозу, галактозу и утилизировали цитрат; 22 – сорбозу, 19 – инулин; 18 – глицерол; 17 – мелецитозу и салицил; 16 – трегалозу; 15 – мальтозу, ксилозу, L-арабинозу; 13 – D-арабинозу; 10 – целлобиозу; 9 – маннит и рамнозу; 5 – α-метил-D-глюкозид. Ни один штамм не ассимилировал лактозу. Штаммы № 27, 29 и 31 дали наибольшее количество положительных реакций. Штамм 27 был выделен из толстого отдела кишечника кур, 29 и 31 из толстого отдела кишечника и рубца мелкого рогатого скота соответственно. Штаммы, выделенные от диких форм (лоси) обладали разной ферментативной активностью. Так, штамм №22 дал 17 положительных реакций, №10 – 14 реакций, а № 6 только 8.

Заключение

Проведенные тесты морфо-биохимического анализа позволяют отделить R. mucilaginosa от обычных представителей Sporidiobolales, таких как R. dairenensis, R. colostri и Rhodosporidium babjevae, а также часто встречающихся представителей Cystobasidiomycetes, таких как R. minuta и R. sloffiae. Изученный нами физиологический профиль R. mucilaginosa по биохимическим тестам имеет 41% переменных результатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 23-16-00167.

Литература.

1.Бабьева И. П. Методы выделения и идентификации дрожжей / И. П. Бабьева, В. И. Голубев. - М.: Пищевая промышленность, 1979. - 120 с.

2.Бабьева И.П. Биология дрожжей / И.П. Бабьева, И.Ю. Чернов. - М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. - 239 с. - EDN QKNOYH.

3.Голубев В.И. Новый вид Rhodotorula ассимилирующий миоинозит / В.И. Голубев // Микология и фитопатология. - Том 44. - №4. - 2010. - С. 310-314. - EDN OITEOZ.

4.Комарова О.Н. Взаимосвязь стресса, иммунитета и кишечной микробиоты / О.Н. Комарова, А.И. Хавкин // Педиатрическая фармакология. - 2020. - №17 (1). - С. 18-24. doi: 10.15690/pf.v17i1.2078

5.Крикунова Л.Н. Влияние янтарной кислоты на метаболизм дрожжей Saccharomyces cerevisiae / Л.Н. Крикунова, С.М. Рябова, В.А. Песчанская, Л.М. Урусова // Пиво и напитки. - 2015. - № 1. - С. 36-38. - EDN TKQKDV.

6.Кузнецова Т.А. Морфометрическое исследование клеток дрожжей Saccharomyces cerevisiae как метод оценки их физиологического состояния / Т.А. Кузнецова, О.Б. Иванченко // Научный журнал НАУ ИТМО Серия "Процессы и аппараты пищевых производств". - 2020. - № 1. - С. 39-46. - EDN UBTKRT.

7.Gan H.M. Whole genome sequencing of Rhodotorula mucilaginosa isolated from the chewing stick (Distemonanthus benthamianus): insights into Rhodotorula phylogeny, mitogenome dynamics and carotenoid biosynthesis / H.M. Gan, B.N. Thomas, N.T. Cavanaugh, G.H. Morales, A.N. Mayers, M.A. Savka, A.O. Hudson // Peer J. - 2017. - №14; 5. - P. 4030. doi: 10.7717/peerj.4030.

8.Ge Ye. Effects of Rhodotorula mucilaginosa on the Immune Function and Gut Microbiota of Mice / Ge Ye, H. Kaisen, X. Weitian, X. Chunhou, Y. Qiucheng, L. Ying // Front. Fungal Biol. - 2021. №2. - P. 705696. doi: 10.3389/ffunb.2021.705696

9.Hu P. Isolation, Identification, and Function of Rhodotorula mucilaginosa TZR2014 and Its Effects on the Growth and Health of Weaned Piglets / P. Hu, J. Mao, Y. Zeng, Z. Sun, H. Deng, C. Chen, W. Sun, Z. Tang // Front. Microbiol. - 2022. - №13. - P. 922136. doi: 10.3389/fmicb.2022.922136

10.Kawahara H. Stabilization of astaxanthin by a novel biosurfactant produced by Rhodotorula mucilaginosa KUGPP-1 / H. Kawahara, A. Hirai, T. Minabe, H. Obata // Biocontrol Sci. - 2013.- №18(1). - P. 21-8. doi: 10.4265/bio.18.21

11.Deligios M. C. Draft Genome Sequence of Rhodotorula mucilaginosa, an Emergent Opportunistic Pathogen / M. C. Deligios, M. I Fraumene. A. Abbondio, Mannazzu, M. F. Tanca Addis, S. Uzzau // Genome Announcements. - 2015. - № 3(2). - P. 1-2. doi:10.1128/genomeA.00201-15

12.Sun J. Effects of Rhodotorula mucilaginosa fermentation product on the laying performance, egg quality jejunal mucosal morphology and intestinal microbiota of hens / J. Sun, M. Li, Z. Tang, X .Zhang, J. Chen, Z. Sun // J. Appl. Microbiol. - 2020. №28 (1). - P.54-64. doi: 10.1111/jam.14467

13.Swicilo A. Cross-stress resistance in Saccharomyces cerevisiae yeast-new insight into an old phenomenon / A. Swicilo // Cell Stress Chaperones. - 2016. - №21 (2). - P. 187-200. doi:10.1007/s12192-016-0667-7

References

1.Babyeva I. P. Methods of yeast isolation and identification / I. P. Babyeva, V. I. Golubev. - M.: Food industry, 1979. - 120 p.

2.Babyeva I.P. Biology of yeast / I.P. Babyeva, I.Y. Chernov. - M.: T-in scientific publishing house. KMK, 2004. - 239 p.

3.Golubev V.I. A new species of Rhodotorula assimilating myoinositis / V.I. Golubev // Mycology and Phytopathology. - Tom 44. - №4. - 2010. - Pp. 310-314. - EDN OITEOZ.

4.Komarova O.N. Interrelation of stress, immunity and intestinal microbiota / O.N. Komarova, A.I. Khavkin // Pediatric pharmacology. - 2020. - №17 (1). - Pp. 18-24. doi: 10.15690/pf.v17i1.2078

5.Krikunova L.N. The effect of succinic acid on the metabolism of yeast Saccharomyces cerevisiae / L.N. Krikunova, S.M. Ryabova, V.A. Peschanskaya, L.M. Urusova // Beer and beverages. - 2015. - No. 1. - pp. 36-38. - EDN TKQKDV.

6.Kuznetsova T.A. Morphometric study of yeast Saccharomyces cerevisiae cells as a method for assessing their physiological state / T.A. Kuznetsova, O.B. Ivanchenko // Scientific journal of NAU ITMO Series "Processes and devices of food production". - 2020. - No. 1. - pp. 39-46. - EDN UBTKRT.

7.Gan H.M. Whole genome sequencing of Rhodotorula mucilaginosa isolated from the chewing stick (Distemonanthus benthamianus): insights into Rhodotorula phylogeny, mitogenome dynamics and carotenoid biosynthesis / H.M. Gan, B.N. Thomas, N.T. Cavanaugh, G.H. Morales, A.N. Mayers, M.A. Savka, A.O. Hudson // Peer J. - 2017. - №14;5. - P.4030. doi: 10.7717/peerj.4030.

8.Ge Ye. Effects of Rhodotorula mucilaginosa on the Immune Function and Gut Microbiota of Mice / Ge Ye, H. Kaisen, X. Weitian, X. Chunhou, Y. Qiucheng, L. Ying // Front. Fungal Biol. - 2021. №2. - P. 705696. doi: 10.3389/ffunb.2021.705696

9.Hu P. Isolation, Identification, and Function of Rhodotorula mucilaginosa TZR2014 and Its Effects on the Growth and Health of Weaned Piglets / P. Hu, J. Mao, Y. Zeng, Z. Sun, H. Deng, C. Chen, W. Sun, Z. Tang // Front. Microbiol. - 2022. - №13. - P. 922136. doi: 10.3389/fmicb.2022.922136

10.Kawahara H. Stabilization of astaxanthin by a novel biosurfactant produced by Rhodotorula mucilaginosa KUGPP-1 / H. Kawahara, A. Hirai, T. Minabe, H. Obata // Biocontrol Sci. - 2013.- №18(1). - P. 21-8. doi: 10.4265/bio.18.21

11.Deligios M. C. Draft Genome Sequence of Rhodotorula mucilaginosa, an Emergent Opportunistic Pathogen / M. C. Deligios, M. I Fraumene. A. Abbondio, Mannazzu, M. F. Tanca Addis, S. Uzzau // Genome Announcements. - 2015. - № 3(2). - P. 1-2. doi:10.1128/genomeA.00201-15

12.Sun J. Effects of Rhodotorula mucilaginosa fermentation product on the laying performance, egg quality jejunal mucosal morphology and intestinal microbiota of hens / J. Sun, M. Li, Z. Tang, X .Zhang, J. Chen, Z. Sun // J. Appl. Microbiol. - 2020. №28 (1). - P.54-64. doi: 10.1111/jam.14467

13.Swicilo A. Cross-stress resistance in Saccharomyces cerevisiae yeast-new insight into an old phenomenon / A. Swicilo // Cell Stress Chaperones. - 2016. - №21 (2). - P. 187-200. doi:10.1007/s12192-016-0667-7

Пресс-релиз/ Press-release

Развитие аграрной науки обсудили на Петербургском международном юридическом форуме

Статс-секретарь - заместитель Министра сельского хозяйства Максим Увайдов принял участие в сессии "Стратегическое планирование и управление наукой: нормативное измерение", где обсуждались перспективы развития законодательства а сфере науки и научно-технической деятельности. Мероприятие прошло на площадке XIII Петербургского международного юридического форума.

Современный агропромышленный комплекс является одной из самых высокотехнологичных отраслей экономики. Его развитию способствовала большая работа, в частности в сфере нормативного регулирования. Для создания и внедрения конкурентоспособных отечественных технологий в АПК в 2017 году Правительство России утвердило первую Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства.

В этом году запущен нацпроект "Технологическое обеспечение продовольственной безопасности", направленный на достижение ключевых национальных целей развития, обозначенных Президентом. Он охватывает такие направления, как развитие селекции и генетики, биотехнологий, производства ветпрепаратов, сельхозтехники и оборудования, а также кадровое обеспечение отрасли.

Замглавы Минсельхоза отметил необходимость закрепления в федеральном законодательстве правоотношений между участниками партнерства, которые в настоящее время проходят этап трансформации. По его словам, этому способствовало повышение конкурентоспособности отечественных сельскохозяйственных товаров, в частности семян.

По материалам пресс-службы Минсельхоза РФ

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-15
УДК 619; 576; 579.62

Гистологические изменения в органах поросят при сальмонеллезе, балантидиозе и их ассоциативном течении

Миронова Л.П.

[1,2]**Миронова Л.П.,** доктор ветеринарных наук; профессор кафедры терапии и пропедевтики, mironova_lp@mail.ru
[1]**Миронова А.А.,** доктор ветеринарных наук; гл. научный сотрудник, aa_mironova@mail.ru
[1]Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный Ростовский аграрный научный центр, г.Новочеркасск
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", п. Персиановский

Ключевые слова: поросята, сальмонеллез, балантидиоз, ассоциативное течение, микроморфологические изменения, гематоксилинэозин.

Резюме. При современном уровне ведения животноводства на передний план вышла проблема ассоциативных инфекции, которые в настоящее время составляют солидную часть среди болезней инфекционной природы. Заболевания, обусловленные смешанной инфекцией, клинически протекают тяжелее, длительнее, на их фоне чаще возникают различные осложнения. Смешанные инфекции не всегда наблюдаются в манифестной форме. Они могут давать большое разнообразие клинических симптомов, что создает трудности в клиническом изучении инфекционной патологии. У молодняка свиней часто регистрируется бактериально-протозойная ассоциация сальмонеллеза и балантидиоза. Несмотря на то, что сальмонеллез и балантидиоз в ассоциации у свиней встречаются нередко, многие аспекты этого смешанного заболевания, изучены недостаточно. В своем исследовании мы задались целью – изучить микроморфологические изменения у поросят при сальмонеллезе, балантидиозе и их ассоциативном течении.

С целью изучения патоморфологических изменений нами было вскрыто 30 трупов поросят в возрасте 45–60 дней. Был отобран материал (сердце, лёгкие, печень с желчным пузырём, селезёнку, головной мозг, почки, кишечник, мезентериальные лимфатические узлы), подготовлены гистосрезы толщиной 6–8 мкм, которые окрашивали гематоксилинэозином, исследовали и фотографировали с помощью микроскопа МБИ-15 при разной степени увеличения.

Histological changes in the organs of piglets with salmonellosis, balantidosis and their associative course

[1,2]**Mironova L.P.**, [1]**Mironova A.A.**
[1]North Caucasus Zonal Research Veterinary Institute - Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Scientific Center, Novocherkassk
[2]Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Don State Agrari-an University", Persianovsky

Key words: piglets, salmonellosis, balantidiosis, associative course, micro-morphological changes, hematoxylin and eosin.

Abstract. With the current level of animal husbandry, the problem of asso-ciative infections has come to the forefront, which currently constitute a significant part of infectious diseases. Diseases caused by mixed infections are clinically more severe, longer lasting, and various complications often occur against their back-ground. Mixed infections are not always observed in a manifest form. They can give a wide variety of clinical symptoms, which creates difficulties in the clinical study of infectious pathology. In young pigs, bacterial-protozoal association of salmonellosis and balantidiosis is often recorded. Despite the fact that salmonellosis and balantidiosis in association in pigs are often encountered, many aspects of this mixed disease have not been sufficiently studied. In our study, we set ourselves the goal of studying micromorphological changes in piglets with salmonellosis, balan-tidiosis and their associative course. In order to study pathomorphological changes, we dissected 30 piglets aged 45-60 days. The material was collected (heart, lungs, liver with gall bladder, spleen, brain, kidneys, intestines, mesenteric lymph nodes), histosections 6-8 ?m thick were prepared, stained with hematoxylin and eosin, ex-amined and photographed using an MBI-15 microscope at different magnifications. The following predominant histological changes were established: 1) in salmonel-losis and the associative course of salmonellosis and balantidial infection: acute ca-tarrhal enterocolitis; acute diphthyretic colitis; fatty degeneration of hepatocytes; dry miliary areactive necrosis and granulomas in the liver, kidneys, myocardium, spleen; acute catarrhal bronchopneumonia; alveolar emphysema; intracapillary glomerulonephritis, alterative splenitis, acute serous lymphadenitis; granular degen-eration of hepatocytes, renal epithelium, myocardial fibers, congestive hyperemia and cerebral edema; however, with an associative course, all changes are recorded more often; 2) with balantidiosis: acute catarrhal enterocolitis; acute croupous coli-tis; granular degeneration of hepatocytes, renal tubular epithelium, myocardial fi-bers; hyperplasia of the lymph nodes; eosinophilia.

Для цитирования / For citation

Гистологические изменения в органах поросят при сальмонеллезе, балантидиозе и их ассоциативном течении / Миронова Л.П., Миронова А.А. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.73–77.
Histological changes in the organs of piglets with salmonellosis, balantidiosis and their associative course / Mironova L.P., Mironova A.A. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.73–77.

Установлены следующие преобладающие гистологические изменения: 1) при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза: острый катаральный энтероколит; острый дифтиретический колит; жировая дистрофия гепатоцитов; сухие милиарные ареактивные некрозы и гранулемы в печени, почках, миокарде, селезенке; острая катаральная бронхопневмония; альвеолярная эмфизема; интракапиллярный гломерулонефрит, альтеративный спленит, острый серозный лимфаденит; зернистая дистрофия гепатоцитов, почечного эпителия, волокон миокарда, застойная гиперемия и отек головного мозга; однако, при ассоциативном течении все изменения регистрируются чаще; 2) при балантидиозе: острый катаральный энтероколит; острый крупозный колит; зернистая дистрофия гепатоцитов, эпителия канальцев почек, волокон миокарда; гиперплазия лимфатических узлов; эозинофилия.

Введение

Сальмонеллы – это биологически прогрессирующая группа микроорганизмов, в которой и по сей день происходит интенсивное видообразование. К настоящему времени от человека и животных выделено более 2500 серовариантов бактерий рода Salmonellae, большая часть которых являются патогенными [1]. Резервуаром сальмонелл в природе и источником возбудителя инфекции являются домашние и дикие животные. Повсеместно поражаемость сальмонеллами домашних животных очень велика и постоянно растет [12]. В последние три десятилетия резко возросла роль сальмонеллёзной инфекции в инфраструктуре инфекционной кишечной патологии человека, что обусловлено увеличением инфицированности сальмонеллами домашних животных – пищевых ресурсов человека [13].

Балантидиоз – протозойная инфекция, протекающая с признаками общей интоксикации и язвенно-геморрагического колита. Вспышки балантидиоза чаще возникают в южных регионах, однако спорадические случаи заболевания также регистрируются в сельских районах с развитым свиноводством [10].

Возбудители болезни у всеядных Balantidium coli и Balantidium suis, могут длительное время находиться в кишечнике животных, не оказывая своего патогенного действия [6, 7]. При ослаблении местной резистентности тканей, например, при воспалительных процессах, микротравмах балантидии внедряются в глубокие слои слизистой оболочки, вызывая в ней крупозный воспалительный процесс, вызванный быстрым размножением паразитов, сопровождающимся выработкой агрессивных токсинов и всасыванием их в кровь [5]. Продукты воспаления поврежденной слизистой оболочки также наряду с токсинами проникают в кровь и вызывают общую интоксикацию организма, являющуюся причиной дистрофических процессов в паренхиматозных органах, головном мозге, что может завершиться летальным исходом [9, 11].

При современном уровне ведения животноводства на передний план вышла проблема ассоциативных или смешанных инфекции, которые в настоящее время составляют солидную часть среди болезней инфекционной природы. Смешанные инфекции – явление постоянное и установление другого заболевания следует рассматривать как естественную ассоциацию с предшествующим паразитоносительством с учетом возможного его обострения [4].

Заболевания, обусловленные смешанной инфекцией, клинически протекают тяжелее, длительнее, на их фоне чаще возникают различные осложнения. Смешанные инфекции не всегда наблюдаются в манифестной форме. Они могут давать большое разнообразие клинических симптомов, что создает трудности в клиническом изучении инфекционной патологии. Смешанную инфекцию можно характеризовать как сложный процесс взаимодействия между двумя или более патогенными агентами и организмом хозяина [8]. Несмотря на то, что сальмонеллез и балантидиоз в ассоциации у свиней встречаются нередко, многие аспекты этого смешанного заболевания, изучены недостаточно.

Целью этого исследования было изучить микроморфологические изменения у поросят при сальмонеллезе, балантидиозе и их ассоциативном течении.

Материалы и методы исследований

С целью изучения патоморфологических изменений мы вскрыли 30 трупов поросят в возрасте 45–60 дней. Вскрытие трупов, описание патологоанатомических процессов, отбор патологоанатомического материала для гистологического исследования проводили по общепринятым методикам: сердце, лёгкие, печень с желчным пузырём, селезёнку, головной мозг, почки, кишечник, мезентериальные лимфатические узлы. Материал фиксировали в 10 %-ном растворе нейтрального формалина, осуществляли проводку в спиртах нарастающей концентрации, изготавливали парафиновые гистосрезы толщиной 6–8 мкм, которые окрашивали гематоксилинэозином, исследовали и фотографировали с помощью микроскопа МБИ-15 при разной степени увеличения [2, 3].

Результаты исследований и обсуждение

Застойная гиперемия и отек слизистой оболочки кишечника были зарегистрированы в гистосрезах у всех поросят при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза; при балантидиозе – в 1,7 раза реже, при сальмонеллезе в 1,25 раза. Независимо от нозологической формы у всех животных верхние отделы ворсинок тонкого отдела кишечника разрушены, эпителиальные клетки вакуолизированы, набухшие, часть их слущена и находится в составе

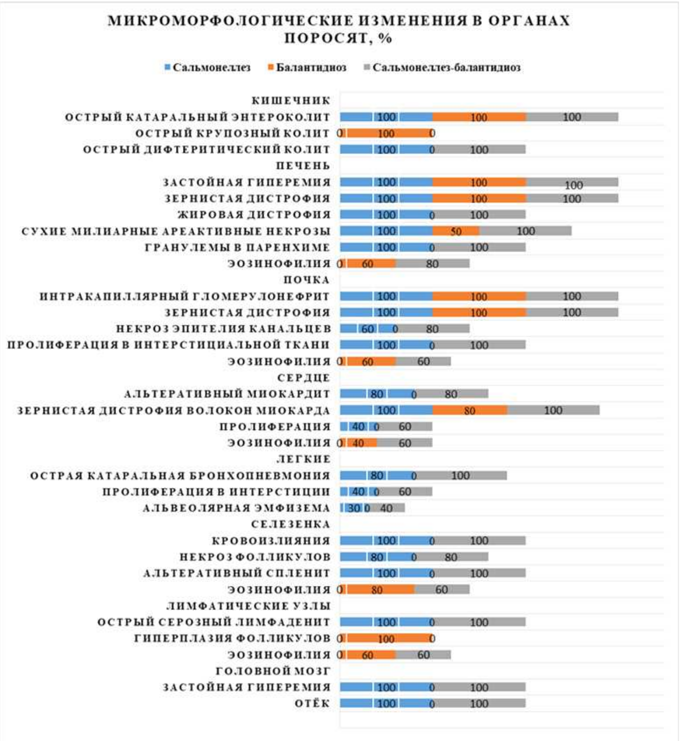


Рисунок 1. Микроморфологические изменения в органах поросят при саль-монеллезе, балантидиозе и ассоциативном их течении (%)

Figure 1. Micromorphological changes in the organs of piglets with salmonellosis, balantidiosis and their associative course (%)

катарального экссудата – десквамация эпителия; часть железистого эпителия нижних отделов ворсинок неравномерно окрашена, с набухшими бледно окрашенными ядрами, не имеющими четких границ, в некоторых клетках ядра отсутствуют – зернистая дистрофия и некроз эпителия.

В стенке тонкого отдела кишечника у всех исследованных животных найдены участки пролиферации: в толстом отделе у половины – при сальмонеллезе и ассоциации сальмонеллез – балантидиоз и у всех – при балантидиозе. Описанные гистологические изменения в слизистой оболочке кишечника соответствуют острому катаральному энтериту и острому катаральному колиту.

В слизистой оболочке и подслизистом слое толстого отдела кишечника при всех нозологических формах обнаруживаются гиперемия и кровоизлияния; фибрин находится во всех гистосрезах толстого отдела кишечника при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза – дифтеритический колит. При балантидиозе фибрин располагается поверхностно на слизистой оболочке, не проникая вглубь ее – крупозный колит.

Застойная гиперемия найдена при исследовании печени (рис. 2,3) у всех животных независимо от заболевания. Также у всех поросят независимо от нозологической формы установлена зернистая дистрофия гепатоцитов – они окрашены неравномерно, светлее нормы, с набухшими более светлыми ядрами. У всех поросят с сальмонеллезом и ассоциативным течением сальмонеллеза и балантидиоза балочная структура органа нарушена; гепатоциты, располагающиеся, в основном, вокруг центральных вен, иногда на площади всей дольки сильно увеличены в размерах, округлой формы, со смещёнными к периферии уплощенными ядрами и неокрашенной центральной частью (перстневидные клетки) – жировая дистрофия.

В гистосрезах всех животных, больных сальмонеллезом и ассоциативным течением сальмонеллеза и балантидиоза, в паренхиме находится множество сухих милиарных ареактивных некрозов – мелких бесструктурных чётко ограниченных участков, окрашенных светлее окружающих тканей.

У всех поросят, больных сальмонеллезом, и при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза, в паренхиме печени находятся клеточные гранулемы из эпителиоидных и лимфоидных клеток; в большинстве гистосрезов при балантидиозе и при ассоциации сальмонеллез – балантидиоз вокруг триад находятся клеточные скопления с боль-

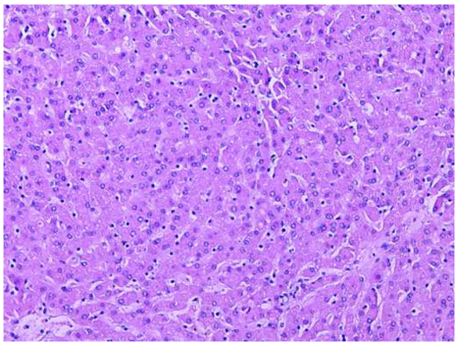


Рисунок 2. Микрофото х200. Окр. гематоксилинэозин. Печень при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Нарушение балочной структуры, зернистая и жировая дистрофия гепатоцитов.
Figure 2. Microphotograph x200. Encircled hematoxylineosin. Liver in associative course of salmonellosis and balantidiosis. Violation of beam structure, granular and fatty degeneration of hepatocytes.

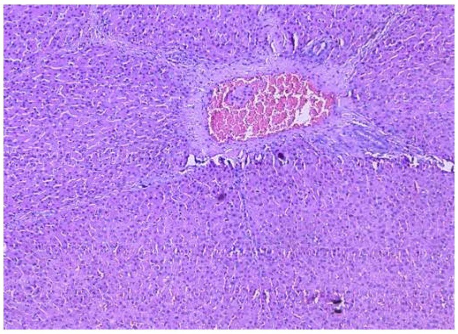


Рисунок 3. Микрофото х100. Окр. гематоксилин-эозин. Печень при ассоциа-тивном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Гиперемия, зернистая и жиро-вая дистрофия гепатоцитов.
Figure 3. Microphotograph x100. Hematoxylineosin. Liver in the associative course of salmonellosis and balantidiosis. Hyperemia, granular and fatty degeneration of hepatocytes.

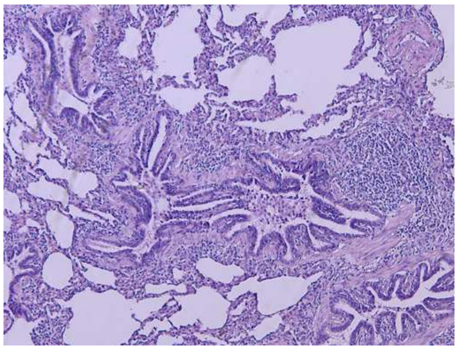


Рисунок 4. Микрофото х100. Окр. гематоксилинэозин. Легкое при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Катаральная бронхопневмония.
Figure 4. Microphotograph x100. Hematoxylineosin. Lung with associated salmonellosis and balantidiosis. Catarrhal bronchopneumonia.

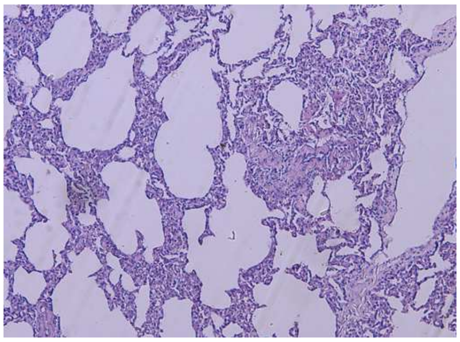


Рисунок 5. Микрофото х100. Окр. гематоксилинэозин. Легкое при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Альвеолярная эмфизема, фиброз межальвеолярных перегородок, ателектазы.
Figure 5. Microphotograph x100. Hematoxylin and eosin. Lung with associated salmonellosis and balantidiasis. Alveolar emphysema, fibrosis of the interalveolar septa, atelectasis.

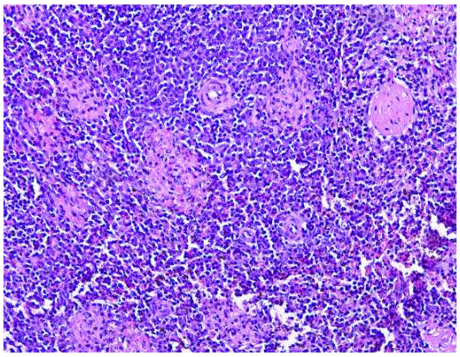


Рисунок 6. Микрофото х200. Окр. гематоксилинэозин. Селезенка при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Гиалиноз стенок сосудов; большое количество эозинофилов в белой пульпе.
Figure 6. Microphotograph x200. Encircled hematoxylin and eosin. Spleen in associative course of salmonellosis and balantidiosis. Hyalinosis of vessel walls; large number of eosinophils in white pulp.

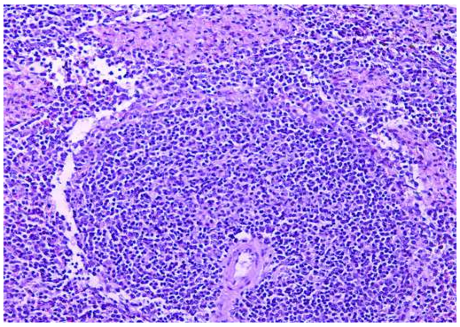


Рисунок 7. Микрофото х200. Окр. гематоксилинэозин. Селезенка при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Гиперемия, гиалиноз стенок сосудов; паравaскулярные лимфоидные инфильтраты, большое количество эозинофилов.
Figure 7. Microphotograph x200. Encircled hematoxylin and eosin. Spleen in the associative course of salmonellosis and balantidiosis. Hyperemia, hyalinosis of the vessel walls; paravascular lymphoid infiltrates, a large number of eosinophils.

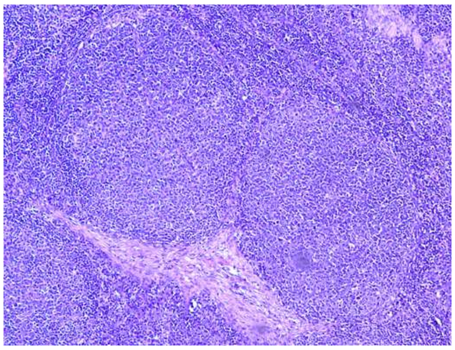


Рисунок 8. Микрофото х200. Окр. гематоксилинэозин. Лимфатический узел при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Фолликулы белой пульпы с активными центрами размножения.
Figure 8. Microphotograph x200. Encircled hematoxylin and eosin. Lymph node in associative course of salmonellosis and balantidiosis. Follicles of white pulp with active centers of reproduction.

шим количеством эозинофилов – эозинофилия.

У половины поросят при сальмонеллезе, у всех – при балантидиозе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза сосудистая часть почечных клубочков увеличена в объёме, имеет большое количество клеточных элементов, расстояние между сосудистой частью клубочков и капсулой Шумлянского-Боумена сильно уменьшено или не просматривается визуально – интракапиллярный гломерулонефрит.

Независимо от нозологической формы у всех животных почечные канальцы увеличены в размерах, набухшие; окраска эпителиальных клеток неравномерная, ядра нечетко контурированы – зернистая дистрофия.

У большинства поросят при сальмонеллезе и при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза многие ядра в состоянии пикноза – уплотнены, сморщены, интенсивно окрашены, другие в состоянии мелко – или крупноглыбчатого рексиса коагуляционный некроз.

У всех поросят, больных сальмонеллезом и ассоциативным течением сальмонеллеза и балантидиоза, кровеносные сосуды интерстициальной ткани гиперемированы. У всех поросят, больных сальмонеллезом, и при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза, в интерстициальной ткани вокруг клубочков и канальцев видны скопления из эпителиоидных и лимфоидных клеток – пролиферация; эозинофилы в гистосрезах обнаружены у большинства животных при балантидиозе и сальмонеллез-балантидиозной ассоциации.

Признаки альтеративного миокардита установлены у 80,0 % поросят, больных сальмонеллезом и ассоциативным течением сальмонеллеза и балантидиоза: гиперемия, кровоизлияния, отек межмышечной интерстициальной ткани.

У всех поросят при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза, большинства – при балантидиозе установлена зернистая дистрофия волокон миокарда: они набухшие, неравномерно окрашены, с нечёткими ядрами.

Клеточные гранулемы из лимфоидных и эпителиоидных клеток в виде узелков – пролиферация найдены в миокарде в гистосрезах поросят при сальмонеллезе и при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. У большинства поросят при балантидиозе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза в миокарде найдены эозинофилы.

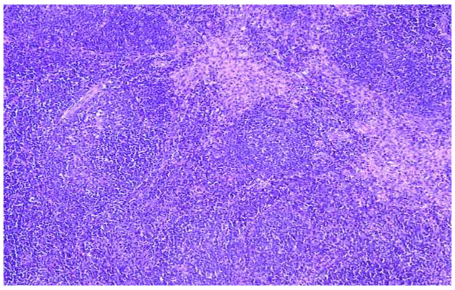


Рисунок 9. Микрофото х100. Окр. гематоксилинэозин. Лимфатический узел при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Отек, гиперемия, гиперплазия лимфоидной ткани, обилие эозинофилов в строме.
Figure 9. Microphotograph x100. Encircled hematoxylin and eosin. Lymph node in the associative course of salmonellosis and balantidiosis. Edema, hyperemia, hyperplasia of lymphoid tissue, abundance of eosinophils in the stroma.

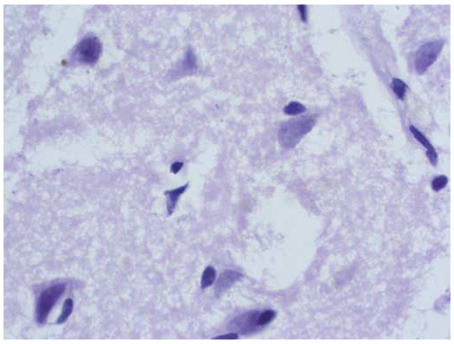


Рисунок 10. Микрофото х400. Окр. гематоксилинэозин. Головной мозг при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Отек, микрокисты и периваскулярные отеки.
Figure 10. Microphotograph x400. Encircled hematoxylineosin. Brain in associative course of salmonellosis and balantidiosis. Edema, microcysts and perivascular edema.

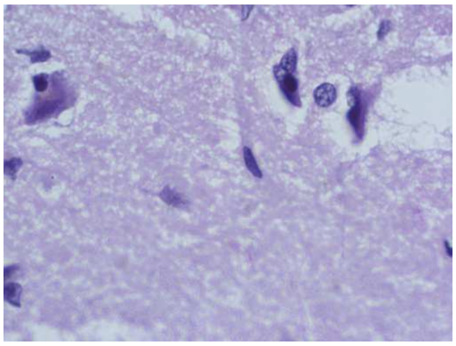


Рисунок 11. Микрофото х400. Окр. гематоксилинэозин. Головной мозг при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза. Перицеллюлярные отеки.
Figure 11. Microphotograph x400. Hematoxylineosin. Brain in associative course of salmonellosis and balantidiosis. Pericellular edema.

У всех поросят при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза и у большинства при сальмонеллезе обнаружены признаки острой катаральной бронхопневмонии: просветы большинства альвеол и части бронхиол заполнены содержимым розоватого цвета с большим количеством клеток слущенного эпителия; кровеносные сосуды интерстициальной ткани и капилляры альвеолярных стенок гиперемированы (рис.4, 5). В части гистопрепаратов от животных при сальмонеллезе, и при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза вокруг бронхов видны участки пролиферации в виде скопления клеточных элементов, преимущественно из эпителиоидных и лимфоидных клеток.

У животных, больных сальмонеллезом, и при ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза встречаются участки альвеолярной эмфиземы: стенки альвеол истончены, просветы их расширены, стенки части альвеол разорваны с образованием бесформенных полостей.

У всех поросят при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза в паренхиме селезёнки (рис. 6, 7) и полостях околотрабекулярных синусов видны кровоизлияния. Во всех полях зрения обнаруживается большое количество эозинофилов – эозинофилия. У большинства животных при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза фолликулярная ткань селезенки разрежена, отдельные фолликулы в состоянии некроза. У всех животных при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза кровеносные сосуды органа расширены, переполнены кровью, пространства между структурными элементами увеличены, заполнены бесструктурной окрашивающейся в бледнорозовый цвет массой – застойная гиперемия и отек. У всех животных при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза совокупность перечисленных гистологических изменений указывает на альтеративный спленит.

Мезентериальные лимфатические узлы (рис. 8, 9). У всех животных при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза по совокупности изменений: застойная гиперемия, отек, кровоизлияния установлен острый серозный лимфаденит. У всех животных при балантидиозе фолликулы белой пульпы увеличены в размерах за счет размножения лимфоидных клеток – гиперплазия. Во всех полях зрения обнаруживается большое количество эозинофилов – эозинофилия.

Головной мозг (рис.10, 11). В гистосрезах головного мозга у всех животных при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза обнаружены расширенные, переполненные кровью сосуды – застойная гиперемия; вокруг нервных клеток, кровеносных сосудов видны зоны просветления, соответствующие скоплению отёчной жидкости – перицеллюлярные и периваскулярные отёки – застойная гиперемия и отек головного мозга.

Таким образом, установлены следующие преобладающие гистологические изменения у поросят 45–60-дневного возраста: 1) при сальмонеллезе и ассоциативном течении сальмонеллеза и балантидиоза: острый катаральный энтероколит; острый дифтеритический колит; жировая дистрофия гепатоцитов; сухие милиарные ареактивные некрозы и гранулемы в печени, почках, миокарде, селезенке; острая катаральная бронхопневмония; альвеолярная эмфизема; интракапиллярный гломерулонефрит, альтеративный спленит, острый серозный лимфаденит; зернистая дистрофия гепатоцитов, почечного эпителия, волокон миокарда, застойная гиперемия и отек головного мозга; однако, при ассоциативном течении все изменения регистрируются чаще; 2) при балантидиозе: острый катаральный энтероколит; острый крупозный колит; зернистая дистрофия гепатоцитов, эпителия канальцев почек, волокон миокарда; гиперплазия лимфатических узлов; эозинофилия.

Литература

1.Бухарин, О.В., Сальмонеллы и сальмонеллёзы / О.В. Бухарин, Ю.Д. Каган, А.Л. Бурмистрова // Екатеринбург - 2000. - 256 с.
2.Воронянский, В.П. Методические указания по вскрытию трупов животных. 2 и 3 части / В.П. Воронянский // Персиановка - 1982. - 121с.
3.Воронянский, В.П. Методические указания по вскрытию трупов животных. Часть 1 / В.П. Воронянский // Персиановка - 1983. - 62 с.
4.Джупина, С.И. Эпизоотический процесс и его контроль при факторных инфекционных болезнях // Российский Университет Дружбы Народов. - г. Москва. - 2002. - 70 С.
5. Карпенко, И.Г. Балантидиоз свиней / И.Г. Карпенко // М.: Россельхозиздат, 1974. - 65 с.
6.Манжос, А.Ф. Биологические особенности и практическая значимость балантидиев в патологии молодняка свиней на Украине / 7.А.Ф. Манжос, В.С. Сумцов, Н.М. Лапшин // Кишечные простейшие. - Вильнюс, 1982. - С.83-86.
7. Манжос, А.Ф. Балантидиоз свиней и современные методы борьбы с ним / А.Ф. Манжос // Ветеринария. - 1983. - 6. - С.37-40.
8. Миронова, Л.П. Патологическая анатомия: составление патологоанатомического и нозологического диагноза: практикум / Л.П. Миронова, А.А. Миронова, М.Н. Обухов // Персиановский - Донской ГАУ. - 2023. - 210 с.
9. Пауликас, В.Ю. Микрофлора кишечника и энтеропаразитарная патология / В.Ю. Пауликас, Л.К. Грубляускас, Г.В. Вайкуте, В.И. Шаркунас // Научные достижения микробиологов - нар. Хозяйству. - Вильнюс, 1988. - Ч.2. - С.154-156.
10. Плаксин, В.И. Патоморфология и некоторые вопросы патогенеза балантидиоза свиней: Автореф. канд. дисс. / В.И. Плаксин - Витебск, 1968. - 29 с.
11. Рочкене, А. Некоторые биологические особенности балантидиев / А. Рочкене // Кишечные простейшие. - Вильнюс, 1982. - С.116-120.
12. Gomez, T.M. Foodborne salmonellosis / T.M. Gomez, Y. Motarjemi, S. Miyagava // World. Health. Stat. Q. 1997. - V. 50, N1-2. - P. 81-89.
13. Ryan, M.J. Outbreaks of infections intestinal diseases in residential institutions in England and Wales 1992-1994 / M.J. Ryan., P.G. Wall, G.K. Adak // J. Infect. - 1997. - V. 34, N 1. - P. 49-54.

References

1. Bukharin, O.V., Salmonella and salmonellosis / O.V. Bukharin, Yu.D. Kagan, A.L. Burmistrova // Yekaterinburg - 2000. - 256 p.
2. Voronyansky, V.P. Guidelines for autopsy of animal corpses. Parts 2 and 3 / V.P. Voronyansky // Persianovka - 1982. - 121 p.
3. Voronyansky, V.P. Guidelines for autopsy of animal corpses. Part 1 / V.P. Voronyansky // Persianovka - 1983. - 62 p.
4. Dzhupina, S.I. Epizootic process and its control in factor infectious diseases // Peoples' Friendship University of Russia. - Moscow. - 2002. - 70 P.
5. Karpenko, I.G. Balantidiasis of pigs / I.G. Karpenko // M.: Rosselkhozizdat, 1974. - 65 p.
6. Manzhos, A.F. Biological features and practical significance of balantidia in the pathology of young pigs in Ukraine / 7.A.F. Manzhos, V.S. Sumtsov, N.M. Lapshin // Intestinal protozoa. - Vilnius, 1982. - P.83-86.
7. Manzhos, A.F. Balantidiasis of pigs and modern methods of control / A.F. Manzhos // Veterinary science. - 1983. - 6. - P.37-40.
8. Mironova, L.P. Pathological anatomy: drawing up a pathological anatomical and nosological diagnosis: practical training / L.P. Mironova, A.A. Mironova, M.N. Obukhov // Persianovsky - Donskoy SAU. - 2023. - 210 p.
9. Paulikas, V.Yu. Intestinal microflora and enteroparasitic pathology / V.Yu. Paulikas, L.K. Grublyauskas, G.V. Vaikute, V.I. Sharkunas // Scientific achievements of microbiologists - people's economy. - Vilnius, 1988. - Part 2. - P.154-156.
10. Plaksin, V.I. Pathomorphology and some issues of pathogenesis of swine balantidial infection: Abstract of Cand. Diss. / V.I. Plaksin - Vitebsk, 1968. - 29 p.
11. Rochkene, A. Some biological characteristics of balantidia / A. Rochkene // Intestinal protozoa. - Vilnius, 1982. - P.116-120.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-16
УДК: 636.2.085.52:633.17

Использование силосной массы зернового сорго в кормлении дойных коров

Пилипенко А.В.

[1]**Пилипенко А.В.,** аспирант кафедры частной зоотехнии, alexsey.pilipenko@yandex.ru
[1]**Востроилов А.В.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой частной зоотехнии, kaftchz@veterin.vsau.ru
[2]**Сафонов В.А.,** доктор биологических наук, главный научный сотрудник, safrus2003@mail.ru
[3]**Большаков А.З.,** кандидат юридических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, vniisorgo@yandex.ru

[1]Воронежские государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж
[2]Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии
[3]Всероссийский научно-исследовательский институт сорго и сои "Славянское поле", Ростов-на-Дону

Ключевые слова: крупно рогатый скот, силос, зерновое сорго, новотельные животные

Резюме. В научной статье рассмотрены результаты использования в рационе дойных коров силоса из зеленной массы зернового сорго заменив традиционный силос из зеленной массы кукурузы. Эксперимент был проведен в 2023 году в условиях ООО "Речица" Ливенского района Орловской области. Для проведения научно-хозяйственного опыта был произведен посев зернового сорго, из зеленой массы которого в последствии готовили силос. Также было сформировано две группы из новотельных животных методом пар-аналогов. Изучено влияния включение в рацион силоса из зеленной массы зернового сорго на уровень молочной продуктивности и качественные показатели молока в период раздоя. Замена традиционного силоса из зеленной массы кукурузы на силос из зеленой массы зернового сорго способствует увеличению уровня молочной продуктивности, в первый месяц лактации в опытной группе средний уровень продуктивности на 192,38 килограмм больше чем в контрольной группе, во второй месяц лактации, разница составила 52,65 килограмм молока, за третий месяц лактации разница составила 82,81 килограмма. За первые сто дней лактации в опытной группе средний уровень продуктивности на 322 килограмма больше. Изменения коснулись и качественных показателей молока, в первый месяц лактации в опытной группе среднее содержание жира и белка было выше чем у контрольной группы соответственно на 0,01% и 0,03%, во второй месяц лактации разница среднего содержания жира и белка сохранялась, в третий месяц лактации содержание жира и белка было больше на 0,06% и 0,05%, чем в контрольной группе. Следует отметить четко выраженную ежемесячную тенденцию увеличения содержание жира в молоке у обеих групп, тогда как стабильный рост содержания белка в молоке наблюдался лишь у опытной группы. Стабильный рост уровня молочной так же наблюдался только у контрольной группы.

Для цитирования / For citation

Использование силосной массы зернового сорго в кормлении дойных коров, Пилипенко А.В. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.78–81.
Use of grain sorghum silage in feeding dairy cows/A.V. Pilipenko, [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.78–81.

Grain sorghum silage as a feed component for dairy cows

[1]**A.V. Pilipenko,** [1]**A.V. Vostroilov,**
[2]**V.A. Safonov,** [3]**A.Z. Bolshakov**
[1]Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia
[2]FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy", Voronezh, Russia
[3]The All-Russian Scientific Research Institute of Sorghum and Soybeans "Slavyanskoe Polye", Rostov-on-Don, Russia

Key words: cattle, silage, grain sorghum, fresh cows.

Abstract. This article presents the results of incorporating silage made from the green mass of grain sorghum into the diet of lactating cows, replacing the traditional corn-based silage. The experiment, performed in 2023 at LLC "Rechitsa" in the Livensky district of the Oryol region, Russia, involved seeding grain sorghum and preparing silage from its green mass. Two groups of recently calved cows were formed using the pair-analogue method for the scientific and economic experiment. The study investigated the effect of including silage made from the green mass of grain sorghum in the diet on milk productivity and quality during the early lactation period. Replacing traditional corn-based silage with sorghum-based silage led to an increase in milk productivity. In the first month of lactation, the experimental group produced an average of 192.38 kg more milk than the control group. In the second month, the difference was 52.65 kg, and in the third month, it amounted to 82.81 kilograms. Over the first hundred days of lactation, the experimental group exhibited an average productivity increase of 322 kg. These changes also positively impacted milk quality indicators. In the first month of lactation, the average fat and protein content in the experimental group was higher by 0.01% and 0.03%, respectively, compared to the control group. This difference in fat and protein content persisted in the second month. In the third month, the fat and protein content in the experimental group increased by 0.06% and 0.05%, respectively, compared to the control group. A clear monthly trend of increased fat content in the milk was observed in both groups. However, a consistent increase in protein content was noted only in the experimental group. Additionally, a steady increase in milk productivity was observed only in the experimental group.

Введение

Одним из основных продуктов питания для человека является молоко – ценный пищевой продукт, содержащий более 100 питательных веществ. Увеличение валового производства молока и молочных продуктов – одна из ключевых задач в стратегии развития агропромышленного комплекса. Решением данной проблемы во многом зависит от уровня молочной продуктивности животных [1].

В настоящее время одной из важнейших задач, стоящих перед агропромышленными комплексами Российской Федерации, является увеличение объёма производства молока. К 2030 году объем производства должен увеличиться до 39 миллионов тонн. [2]

Решить поставленную задачу позволит наращивания генетически ценного поголовья и улучшения качества кормов и кормления. Наращивание генетически ценного поголовья классическими методами селекции – достаточно трудоёмкий и долгий процесс. Генотипирование позволяет ускорить селекционный процесс и спрогнозировать продуктивность будущего поголовья, получить животных желаемого генотипа. Однако реализация генетического потенциала на 60–65% зависит от уровня кормления и качества скармливаемых кормов [3,4,5,6].

Одним их факторов, сдерживающих развитие молочного скотоводства, является проблема обеспечения организма животных необходимым количество питательных веществ. Часто, повышение продуктивности животных приводит к возрастанию потребностей в микроэлеметнах и питательных веществах, особенно в периоды повышенной потребности в различных веществах, таких как беременность, рост и развитие, болезнь и восстановление организма [7,8].

Важно предоставить животных качественный корм, богатый различными веществами, особенно протеином. Протеин – один из основных и самых дорогих компонентов рационов для высокопродуктивных коров [9,10,11].

Крупный рогатый скот относится к жвачным животным и основным кормом для их являются объемистые корма: силос, сенаж. Традиционно силос и сенаж заготавливают из кукурузы, но из-за аномально жаркого лета её урожайность снижается и агрохолдинги вынуждены увеличивать посевы данной культуры, что сказывается на себестоимости готовой продукции. Для решения этих задач необходимо включать новые кормовые культуры в кормовой севооборот. Сорго, как культура пришедшая из Африки, устойчива к экстремально засушливым условиям и при этом не уступает в питательности местным видам идущим на силос, в связи с чем его часто используют в качестве кормовой базы животных [12,13].

В статистике ФАО сорго занимает пятое место в мире из-за ее высокой экономической важности. Лидером по производству сорго является американский континент, производящий около 38,8% от общего мирового производства. Второе место занимает африканский континент – 38,1% от общего количества. Азиатский континент производит 18,8%, на океанию приходится 3%. Лишь 1,3% от общего производства сорго приходится на европейский континент [14].

Зерновое сорго можно использовать вместо кукурузы для производства:

– объемистых кормов (силос), из всего стебля растения по технологии силоса из кукурузы;

– концентрированных кормов из зерна сорго (корнаж), так же как из зерна кукурузы [15,16,17].

Цель исследования – оценка продуктивных показателей коров при использовании сорго для силосования вместо зеленой массы кукурузы, применение которого обусловлено устойчивостью и гарантированной урожайностью в условиях экстремальной засухи.

Рисунок 1. Динамика молочной продуктивности коров на раздое, кг.
Figure 1. Dynamics of milk productivity of cows during milking, kg

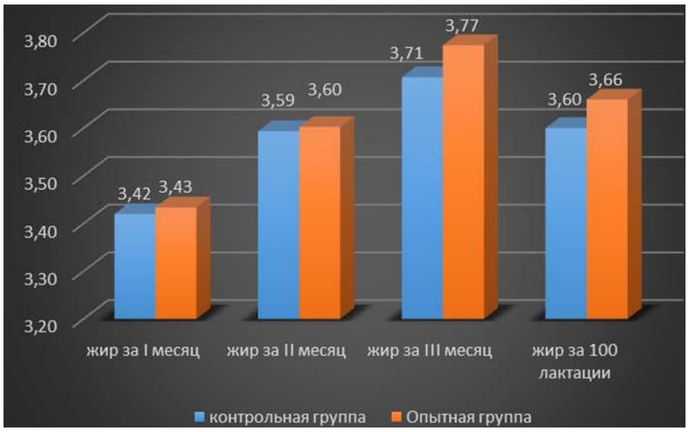


Рисунок 2. Динамика содержания жира в период раздоя, %.
Figure 2. Dynamics of fat content during the milking period, %.

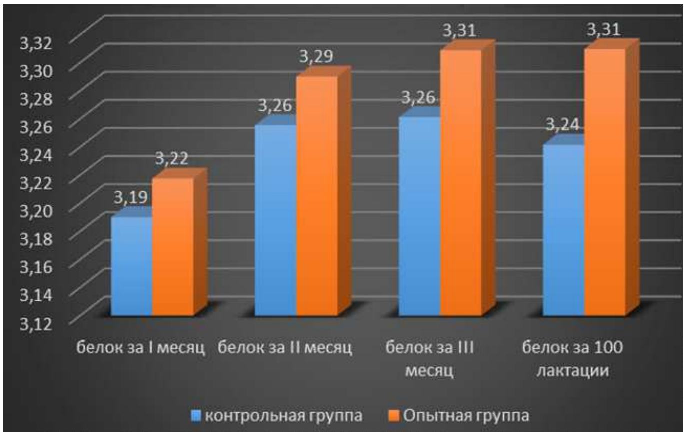


Рисунок 3. Динамика содержание белка в период раздоя, %.
Figure 3. Dynamics of protein content during the milking period, %

Материалы и методы

Для проведения опыта в ООО "Речица" (Орловскя область Ливенский район) в 2023 году был произведен посев зернового сорго, из зеленой массы которого в последствии готовили силос, для сравнения использовали классический силос из кукурузной массы. Для оценки показателей животных при изменении вида силоса было сформировано 2 группы новотельных коров, по 15 голов в каждой.

В состав рациона для контрольной группы входил традиционный силос. В опытной группе вместо традиционного силоса в рацион был включен силос из зеленой массы зернового сорго.

Проведенные исследования силосной массы из кукурузы и зернового сорго показали, что силос из зернового сорго значительно превосходит силос из зеленой массы кукурузы по таким показателям как: "сырой" протеин, "сырая" клетчатка, "сырая" зола, массовой доли молочной кислоты в общем количестве кислот. Общая энергетическая ценность силосной массы кукурузы составило 4,1 Мдж, силосной массы сорго – 5,1 Мдж, при содержании переваримого протеина соответственно 5,6 г. и 13,3 г.

Результаты и обсуждение

На основе полученных данных в первые три месяца лактации, и в целом за первые 100 дней раздоя сравнивали показатели молочной продуктивности животных, содержание жира и белка в молоке между исследуемыми группами.

Анализ уровня молочной продуктивности за первый месяц лактации позволяет констатировать более высокий уровень молочной продуктивности коров опытной группы. Их удой составил 963,5 ± 109,5 килограмм молока, тогда как животные контрольной группы имели удой 771,1 ± 138,6 килограмма, что выше, чем в контрольной группе на 192,38 килограмма. За второй месяц лактации преимущество опытной группы над контрольной в удое составил 52,65 килограмма, а за третий месяц на 82,81 килограмма. В целом, за первые сто дней раздоя от животных опытной группы надоено в среднем 3400,63 килограмма, что на 322 килограмма больше, чем в контрольной группе. Необходимо также отметить, что у животных опытной группы в течение первых трех месяцев лактации наблюдался стабильный рост уровня молочной продуктивности, в то время как у новотелей контрольной группы уровень молочной продуктивности был максимален во второй месяц лактации, а за третий месяц произошло некоторое снижение молочной продуктивности.

Анализ динамики содержания жира в молоке коров показало различия между группами. Животные опытной группы за первый месяц лактации имели содержание жира в молоке 3,43 ± 0,25%, за второй месяц 3,60 ± 0,23% и за третий месяц 3,73 ± 0,18%. Животные контрольной группы уступали по данному показателю в первый и второй месяц лактации на 0,01%, а в третий месяц лактации на 0,06%. За сто дней лактации среднее содержание жира в молоке коров опытной группы составило 3,66%, контрольной – 3,60%. Следует отметить четко выраженную ежемесячную тенденцию увеличения содержание жира в молоке. Так у животных контрольной группы содержание жира увеличилось с 3,42 до 3,71% или на 0,29%, у животных опытной группы с 3,43 до 3,77% или на 0,34%.

При анализе динамики содержания белка в молоке преимущество так же сохранилось за животными опытной группы. За первый месяц лактации содержание белка в молоке коров контрольной группы 3,19 ± 0,14%, что ниже опытной группы на 0,03%, такой же процент был отмечен и во второй месяц. За третий месяц преимущество опытной группы над контрольной составило 0,05%. У животных контрольной группы за первые три месяца лактации содержание белка в молоке выросло с 3,19 до 3,26%, у животных опытной группы с 3,22 до 3,31%. Таким образом в опытной группе рост содержания белка в молоке составил 0,07% и в опытной группе – 0,09%. При чем в контрольной группе за второй и третий месяц лактации изменений в содержании белка в молоке не наблюдалось, он сохранился на уровне 3,26%, тогда как у животных опытной группы в течение первых трех месяцев наблюдался стабильный рост содержания белка в молоке. В целом, за первые сто дней раздоя коров содержание белка в молоке коров контрольной группы составило 3,24% в опытной – 3,31%.

Заключение

Результаты проведенного научно-хозяйственного опыта свидетельствуют, что использование в рационе коров на раздое силоса из зернового сорго, взамен силосной массы из кукурузы способствует росту уровню молочной продуктивности, содержанию жира и белка в молоке.

Литература

1. Шапошникова Ю. В. и др. Ветеринарно-санитарные аспекты качества молока-сырья в рамках ВТО //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2013. - №. 4. - С. 165-167.
2. Амерханов, Х. А. Роль и место животноводства в обеспечении продовольственной безопасности России / Х. А. Амерханов // Молочное и мясное скотоводство. - 2024. - № 4. - С. 3-6. - DOI 10.33943/MMS.2024.65.11.001. - EDN GTAKVS.
3. Лукинов, Н. Ю. Пути повышения племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота голштинской породы / Н. Ю. Лукинов, А. В. Востроилов, Е. С. Артемов // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1(1). - С. 64-70. - EDN MPOURS. Влияние типов кормления на продуктивные качества животных казахской белоголовой породы / Е. Г. Насамбаев, А. Б. Ахметалиева, А. Е. Нугманова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. - 2020. - Т. 103, № 4. - С. 150-159. - DOI 10.33284/2658-3135-103-4-150. - EDN QZHHNT.
4. Алтухова, В. В. Современные методы оценки генетического потенциала крупного рогатого скота / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10-11 июня 2024 года. - Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. - С. 11-12. - EDN HUYJXN.
5. Сафонов В. А. Гемоморфологические сдвиги у коров в разные периоды репродукции //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2008. - №. 5. - С. 64-67.
6. Шабунин С., Нежданов А. Системное решение проблемы сохранения воспроизводительной способности и продуктивного долголетия молочного скота //Ветеринария сельскохозяйственных животных. - 2014. - №. 8. - С. 3-13.
7. Нежданов А. Г. и др. Система оценки и реабилитации ранних нарушений физиологических функций репродукции животных // Международный вестник ветеринарии. - 2008. - №. 3. - С. 13-15.
8. Сафонов В. А. О метаболическом профиле высокопродуктивных коров при беременности и бесплодии //Сельскохозяйственная биология. - 2008. - Т. 4. - С. 64-67.
9. Шурыгина, А. И. Чем восполнить недостаток протеина в рационах высокопродуктивных коров? / А. И. Шурыгина // Молочное и мясное скотоводство. - 2014. - № 2. - С. 15-16. - EDN RYYNWT.
10. Зоотехническая оценка силоса из сорго/ Дуборезов В. М., Суслова И. В., Бойко И. И. и [др.] // Теоретический и научно-практический журнал № 1(29) - ФГБОУ ВО "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина", 2021. - 56-57 с. - ISSN: 2500-1906
11. Зоотехническая оценка силоса из сорго/ Дуборезов В. М., Суслова И. В., Бойко И. И. и [др.] // Теоретический и научно-практический журнал № 1(29) - ФГБОУ ВО "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина", 2021. - 56-57 с. - ISSN: 2500-1906.
12. Пилипенко, А. В. Перспективы использования сорго в кормлении крупного рогатого скота / А. В. Пилипенко, А. В. Востроилов // Современные проблемы и достижения ветеринарной морфологии и патологии в сохранении здоровья животных : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова Сулеймана Мухитдиновича, Воронеж, 01 января - 31 2024 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. - С. 191-193. - EDN KMPEGL.
13. Урожайность кукурузы и сорго на силос в зависимости от предшественника на черноземах южных Оренбургского/ Кафтан Ю.

В., Скороходов В. Ю., Митрофанов Д. В. и [др.]// Животноводство и кормопроизводство, 2013 - 123-125 с. - ISSN: 2658-3135

14. Пилипенко, А. В. Сорго как одна из перспективных культур для получения силосных культур / А. В. Пилипенко, А. В. Востроилов / / Современные проблемы и достижения ветеринарной морфологии и патологии в сохранении здоровья животных : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова Сулеймана Мухитдиновича, Воронеж, 01 января - 31 2024 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. - С. 189-191. - EDN RTXEVM.

15. Седукова, Г. В. Питательная ценность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы в Юго-Восточной части Беларуси / Г. В. Седукова, Н. В. Кристова, С. Л. Подоляк // Земледелие и селекция в Беларуси. - 2022. - № 58. - С. 249-255. - EDN CZRVEN.

16. Сепиханов, А. Г. Сахарное сорго в полевом кормопроизводстве Дагестана / А. Г. Сепиханов, Б. И. Казбеков, Н. У. Исмаилова // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса Юга России : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 70- летию Победы и 40- летию инженерного факультета, Махачкала, 23-25 марта 2015 года / Министерство образования и науки РФ; Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова. - Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2015. - С. 185-189. - EDN WJEXJH.

17. Вертикова, Е. А. Перспективы внедрения новых сортов сахарного сорго в условиях импортозамещения / Е. А. Вертикова, Е. В. Морозов, Е. С. Литвинова // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию создания кафедры "Землеустройство и кадастры" и 70-летию со дня рождения основателя кафедры, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Туктарова Б.И., Саратов, 16-18 сентября 2015 года. - Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2015. - С. 427-430. - EDN VMVUVJ.

References

1. Shaposhnikova Yu. V. et al. Veterinary and sanitary aspects of the quality of raw milk within the framework of the WTO // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. - 2013. - No. 4. - P. 165-167.

2. Amerhanov, Kh. A. The role and place of animal husbandry in ensuring food security of Russia / Kh. A. Amerhanov // Dairy and meat cattle breeding. - 2024. - No. 4. - P. 3-6. - DOI 10.33943/MMS.2024.65.11.001. - EDN GTAKVS.

3. Lukinov, N. Yu. Ways to improve the breeding and productive qualities of Holstein cattle / N. Yu. Lukinov, A. V. Vostroilov, E. S. Artemov // Agrogen of the Voronezh State Agrarian University. - 2023. - No. 1 (1). - P. 64-70. - EDN MPOURS. The influence of feeding types on the productive qualities of Kazakh White-headed animals / E. G. Nasambayev, A. B. Akhmetalieva, A. E. Nugmanova [et al.] // Animal husbandry and forage production. - 2020. - Vol. 103, No. 4. - P. 150-159. - DOI 10.33284/ 2658-3135-103-4-150. - EDN QZHHNT.

4. Altukhova, V. V. Modern methods for assessing the genetic potential of cattle / V. V. Altukhova, A. V. Vostroylov // Challenges and innovative solutions in agricultural science: Proceedings of the XXVIII International Scientific and Production Conference, Maisky, June 10-11, 2024. - May: FGBOU VO Belgorod SAU, 2024. - P. 11-12. - EDN HUYJXN.

5. Safonov V. A. Hemomorphological shifts in cows in different periods of reproduction // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 2008. - No. 5. - P. 64-67.

6. Shabunin S., Nezhdanov A. Systemic solution to the problem of maintaining reproductive capacity and productive longevity of dairy cattle // Veterinary science of agricultural animals. - 2014. - No. 8. - P. 3-13.

7. Nezhdanov A. G. et al. System of assessment and rehabilitation of early violations of physiological functions of animal reproduction // International Bulletin of Veterinary Medicine. - 2008. - No. 3. - P. 13-15.

8. Safonov V. A. On the metabolic profile of highly productive cows during pregnancy and infertility // Agricultural Biology. - 2008. - V. 4. - P. 64-67.

9. Shurygina, A. I. How to compensate for the lack of protein in the diets of highly productive cows? / A. I. Shurygina // Dairy and beef cattle breeding. - 2014. - No. 2. - P. 15-16. - EDN RYYNWT.

10. Zootechnical assessment of sorghum silage / Duborezov V. M., Suslova I. V., Boyko I. I. and [al.] // Theoretical and scientific-practical journal No. 1 (29) - FSBEI HE "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", 2021. - 56-57 p. - ISSN: 2500-1906

11. Zootechnical evaluation of sorghum silage / Duborezov V. M., Suslova I. V., Boyko I. I. and [al.] // Theoretical and scientific-practical journal No. 1 (29) - FSBEI HE "Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin", 2021. - 56-57 p. - ISSN: 2500-1906.

12. Pilipenko, A. V. Prospects for the use of sorghum in cattle feeding / A. V. Pilipenko, A. V. Vostroylov // Modern problems and achievements of veterinary morphology and pathology in maintaining animal health: Materials of the national scientific and practical conference dedicated to the anniversary of Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation Suleimanov Suleiman Mukhitdinovich, Voronezh, January 01 - 31 2024. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2024. - P. 191-193. - EDN KMPEGL.

13. Yield of corn and sorghum for silage depending on the predecessor on southern chernozems of the Orenburg region / Kaftan Yu. V., Skorokhodov V. Yu., Mitrofanov D. V. and [al.] // Animal husbandry and forage production, 2013 - 123-125 p. - ISSN: 2658-3135

14. Pilipenko, A. V. Sorghum as one of the promising crops for obtaining silage crops / A. V. Pilipenko, A. V. Vostroilov // Modern problems and achievements of veterinary morphology and pathology in maintaining animal health: Proceedings of the national scientific and practical conference dedicated to the anniversary of Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation Suleimanov Suleiman Mukhitdinovich, Voronezh, January 01 - 31, 2024. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2024. - P. 189-191. - EDN RTXEVM.

15. Sedukova, G. V. Nutritional value of green mass of sugar sorghum, sorghum-sudan hybrid, sudan grass in the south-eastern part of Belarus / G. V. Sedukova, N. V. Kristova, S. L. Podolyak // Agriculture and breeding in Belarus. - 2022. - No. 58. - P. 249-255. - EDN CZRVEN.

16. Sepikhanov, A. G. Sweet sorghum in field forage production in Dagestan / A. G. Sepikhanov, B. I. Kazbekov, N. U. Ismailova // Problems and prospects for the development of the agro-industrial complex of the South of Russia: collection of scientific papers of the International scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Victory and the 40th anniversary of the engineering faculty, Makhachkala, March 23-25, 2015 / Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov. - Makhachkala: Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov, 2015. - P. 185-189. - EDN WJEXJH

17. Vertikova, E. A. Prospects for the introduction of new varieties of sweet sorghum in the context of import substitution / E. A. Vertikova, E. V. Morozov, E. S. Litvinova // Collection of articles from the international scientific and practical conference dedicated to the 15th anniversary of the establishment of the Department of Land Management and Cadastre and the 70th anniversary of the birth of the founder of the department, Doctor of Agricultural Sciences, Professor B. I. Tuktarov, Saratov, September 16-18, 2015. - Saratov: OOO "Center for Social Agroinnovations SSAU", 2015. - P. 427-430. - EDN VMVUVJ.

Пресс-релиз/ Press-release

Развитие овцеводства обсудили на выставке в Дагестане

Заместитель Министра сельского хозяйства Максим Боровой посетил XXV Российскую выставку племенных овец и коз, которая прошла в Каспийске. На площадке мероприятия участники традиционно обменялись опытом достижения в сфере племенного дела. На выставке были представлены более 400 животных из 65 ведущих племенных хозяйств по разведению овец и коз из 12 регионов.

В рамках деловой программы состоялось пленарное заседание, посвященное развитию овцеводства России. Эта подотрасль имеет значительные резервы для роста. Сегодня ее ключевой задачей является увеличение общего поголовья высокопродуктивных животных не только для обеспечения внутренних потребностей страны, но и укрепления экспортного потенциала.

Максим Боровой отметил, что Минсельхоз уделяет большое внимание развитию овцеводства. Для дальнейшего увеличения объема производства МРС предусмотрена широкая линейка мер государственной поддержки. При этом в целях обеспечения индивидуального учета поголовья и прослеживаемости произведенной продукции с 2026 года планируется предоставление господдержки только при регистрации животных в компоненте "Хорриот" ФГИС "ВетИС".

По материалам пресс-службы Минсельхоза РФ

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-17
УДК: 636.5: 611.73

Сравнительная характеристика скелетных мышц пищевого значения у цыплят-бройлеров

Позябин С.В.

Позябин С.В., доктор ветеринарных наук, профессор, ректор академии, заведующий кафедрой ветеринарной хирургии, jippo77@mail.ru
Степанишин В.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова. stepanishin.victor@yandex.ru
Борхунова Е.Н., доктор биологических наук, заведующий кафедрой анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова, borhunova@mail.ru
Кузнецова М.А., ассистент кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова, kuznetsova_mva@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина", г. Москва

Ключевые слова: бройлеры, скелетные мышцы, гистологическое исследование, электронная микроскопия

Резюме. Представлены результаты исследования особенностей строения четырехглавой мышцы бедра и поверхностной грудной мышцы у цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток. Методами световой и трансмиссионной электронной микроскопии и микроморфметрии изучены особенности внутренней структуры мышц, а также ультраструктурных характеристик митохондриальной сети и миофибриллярного аппарата мышечных волокон у бройлеров кроссов Смена-9, Кобб-500 и Росс-380, содержавшихся на стандартном рационе, с целью выявления сходства или отличий строения мышц у цыплят бройлеров отечественного и зарубежных кроссов. Показано, что по гистологическим, ультраструктурным и морфометрическим критериям образцы Смены-9 не имеют существенных отличий от образцов кроссов Росс-308 и Кобб-500, при этом обнаруживают большее сходство по гистологическим критериям с кроссом Кобб-500. По усредненным ультраструктурным критериям, отражающим активность метаболизма в мышечных волокнах, кроссы не имеют отличий. У всех кроссов признаки большей морфологической зрелости имеет поверхностная грудная мышца.

Для цитирования / For citation

Сравнительная характеристика скелетных мышц пищевого значения у цыплят-бройлеров / Позябин С.В. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.82–87.
Comparative characteristics of skeletal muscles of nutritional value in broiler chickens / Pozyabin S.V.,[et. al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.82–87.

Comparative characteristics of skeletal muscles of nutritional value in broiler chickens

Pozyabin S.V., Stepanishin V.V.,
Borhunova E.N., Kuznetsova M.A.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA named after K.I. Skryabin", Moscow

Key words: broilers, skeletal muscles, histological examination, electron microscopy

Abstract. The results of a study of the structural features of the quadriceps femoris and superficial pectoral muscles in broiler chickens aged 35 days are presented. Using light and transmission electron microscopy and micromorphometry, the features of the internal structure of muscles, as well as the ultrastructural characteristics of the mitochondrial network and myofibrillary apparatus of muscle fibers in Smena-9, Cobb-500 and Ross-380 broilers kept on a standard diet, were studied in order to identify similarities or differences in muscle structure in broiler chickens of domestic and foreign crosses. It is shown that according to histological, ultrastructural and morphometric criteria, the Shift-9 samples do not differ significantly from the samples of the Ross-308 and Cobb-500 crosses, while they show greater similarity in histological criteria with the Cobb-500 cross. According to the average ultrastructural criteria reflecting the metabolic activity in muscle fibers, the crosses have no differences. In all crosses, the superficial pectoral muscle shows signs of greater morphological maturity.

Введение

Изучение морфологических и структурных особенностей органов и тканей, используемых в ветеринарно-санитарной экспертизе мяса и оценке качества продукции, открывает новые горизонты для исследований в области селекции бройлеров [5, 6, 7, 14, 15, 16]. При этом морфологические показатели скелетных мышц пищевого значения, в частности, поверхностной грудной и четырехглавой мышц бедра, могут явиться важным критерием оценки получаемой мясной продукции. Такие показатели, как диаметр мышечных волокон и плотность расположения их в пучках, соотношение мышечных волокон и соединительнотканного компонента в структуре мышцы, содержание адипоцитов в эндомизии, перимизии и эпимизии, несомненно, отражают не только морфологическую зрелость мышцы, но и потребительские характеристики сырья и качество мясной продукции. Указанные параметры определяют не только визуальные и текстурные свойства продукта (цвет, плотность, сочность), но и его гастрономические качества, включая нежность, вкусовой профиль и питательную ценность [2]. В современных условиях особую актуальность приобретает исследование морфофункциональных особенностей мышечного аппарата птиц, что обусловлено возрастающими требованиями рынка к экологической безопасности и стандартам качества продукции птицеводства. Параллельно стратегической задачей агропромышленного комплекса России выступает сокращение импортной зависимости через развитие отечественной генетики, обеспечение рынка племенным материалом локальной селекции и последующий экспорт мяса, полученного от российских бройлерных линий [1, 2, 3, 4, 8, 11]. Анализ существующих исследований демонстрирует значительный объём данных по гистологическим характеристикам внутренних органов и продуктивным показателям бройлеров, включая применение кормовых добавок. Однако остаётся нерешённой проблема сравнительной оценки архитектоники мышечной ткани у популярных мясных кроссов, что создаёт пробел в фундаментальных знаниях [9, 11, 12, 13, 17].

Указанные факторы определяют научно-практическую значимость изучения морфологических особенностей скелетной мускулатуры у перспективных бройлерных гибридов. Решение этой задачи способно оказать комплексный эффект на экономику, обеспечив ветеринарных экспертов инструментарием для оценки сырья, а селекционеров – данными для разработки конкурентоспособных отечественных линий. Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования служило проведение сравнительного анализа микроструктурной организации и морфометрических показателей поверхностной грудной мышцы (ПГМ) и четырехглавой мышц бедра (ЧМБ) у цыплят-бройлеров кроссов Кобб-500, Росс-308 и Смена-9.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора А.Ф. Климова в ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина. В качестве объектов исследования были выбраны цыплята-бройлеры кроссов Кобб-500, Росс-308 и Смена-9, содержавшиеся в клетках в виварии в стандартных условиях. Возраст исследуемых птиц составлял 35 суток (n=120). Все группы были размещены в идентичных условиях микроклимата, с одинаковыми плотностью посадки, условиями кормления и поения, которые соответствовали нормам ФНЦ "ВНИТИП" РАН (2013) и инструкциям по выращиванию этих кроссов. Птицы получали полноценный комбикорм в соответствии с этапом их роста. Для гистологических исследований отбирали поверхностную грудную мышцу сразу после убоя, фиксируя ее в 10%-м растворе нейтрального формалина на 24 часа. После промывки образцы обезвоживали в растворе "Изопреп" и заливали в парафин по стандартной методике. Гистологические срезы толщиной 4–5 мкм готовили на микротоме LEICA RM 2235, окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизон и изучали с помощью микроскопов Microscreen и Jenamed-2, оснащенных системой цифровой визуализации и программой анализа изображений ImageScope 4.0 для микрофотосъемки. Цифровые данные анализировались программой Statistica 8.1 (Statsoft), а для выявления статистически значимых различий в количественных характеристиках мышц применялся критерий Краскела-Уоллеса с уровнем значимости $p \leq 0,05$.

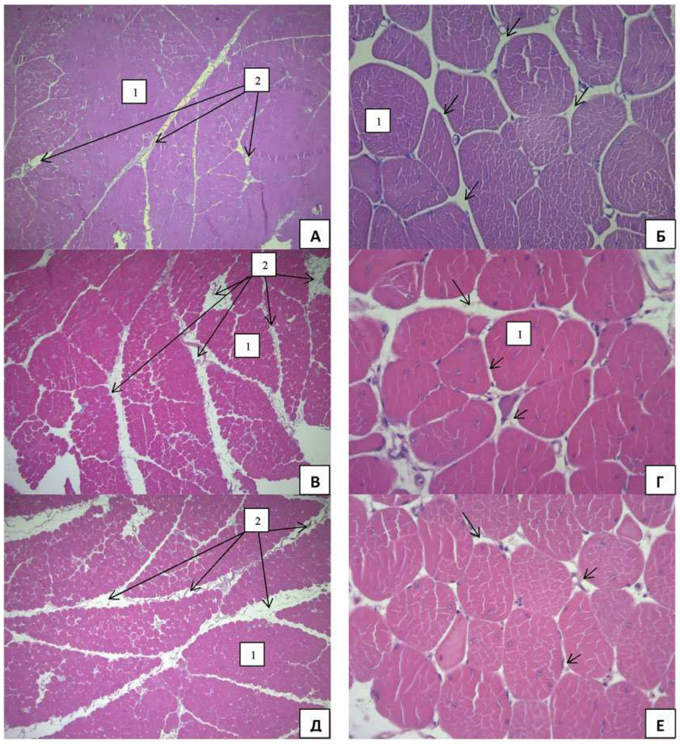


Рис. 1. Микроструктура поверхностной грудной мышцы цыплят-бройлеров мясных кроссов (возраст 35 суток). Поперечные срезы.
Fig. 1. Superficial pectoral muscle microstructure of broiler chickens of meat crosses (age 35 days). Cross sections.
А, Б - Смена-9, В, Г - Росс-308, Д, Е - Кобб-500. А, В, Д - общий вид: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы плотно, перимизий (2) хорошо выражен. Гематоксилин и эозин, х40. Б, Г, Е - среди пучков мышечных волокон (1) виден хорошо развитый перимизий (2), который содержит белую жировую ткань. Мышечные волокна имеют разный диаметр, миофибриллы в них расположены плотно, эндомизий (показан стрелками) тонкий. Гематоксилин и эозин, х400.

Для исследования методом трансмиссионной электронной микроскопии образцы мышц размером 2 мм^3 фиксировали 2,5-% раствором глутарового альдегида на фосфатном буфере (pH 7,4), дофиксировали в 1-% растворе тетраоксида

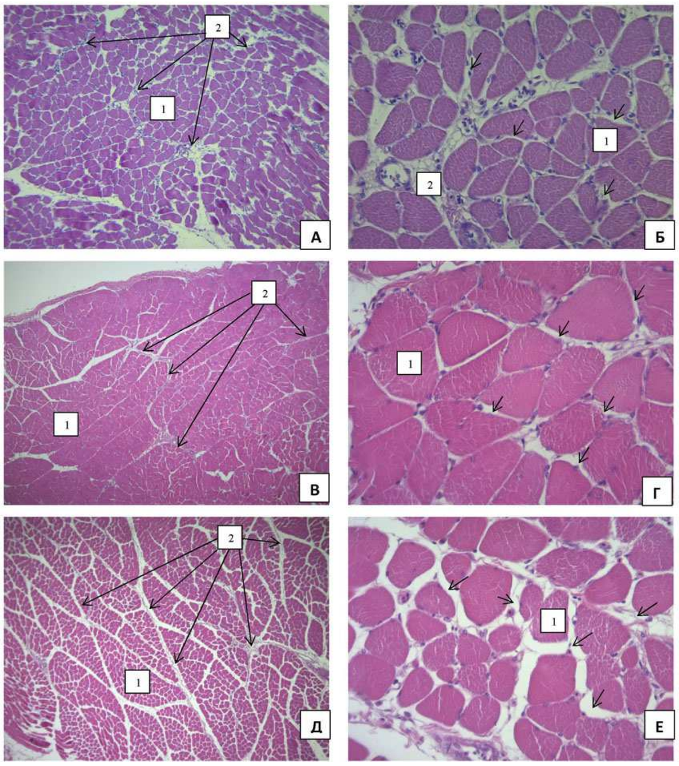


Рис. 2. Микроструктура четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров мясных кроссов (возраст 35 суток). Поперечные срезы.
Fig. 2. Quadriceps muscle microstructure of broiler chickens of meat crosses (age 35 days). Cross sections.
А - Смена-9, общий вид: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы рыхло, эндомизий и перимизий (2) хорошо развиты. Б - тот же препарат при большом увеличении: в структуре пучка преобладают мышечные волокна (1) среднего диаметра, эндомизий (стрелки) хорошо выражен, в перимизии (2) видна белая жировая ткань. В - Росс-308, общий вид: пучки мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы плотно, перимизий (2) имеет умеренное развитие. Г - тот же препарат при большом увеличении: в структуре пучка преобладают мышечные волокна (1) большого диаметра, эндомизий (стрелки) тонкий. Д - Кобб-500, общий вид: мышечные волокна в структуре пучков 1 порядка (1) упакованы рыхло, перимизий (2) развит сильнее, чем у других кроссов. Гематоксилин и эозин, х40. Е - тот же препарат при большом увеличении: в структуре пучков преобладают мышечные волокна (1) среднего диаметра, эндомизий хорошо развит (стрелки). Гематоксилин и эозин, А, В, Д - х40, Б, Г, Е - х400.

осмия (O_sO_4), обезвоживали в этаноле по общепринятой схеме, в процессе обезвоживания контрастировали 1-% уранилацетатом на 70-% этаноле и проводили заливку в смесь эпон-аралдит по стандартной методике. Ультратонкие срезы получали на ультратоме LKB-III (LKB Produkter, Швеция), контрастировали цитратом свинца по Рейнольдсу и просматривали в просвечивающем электронном микроскопе JEM-100CX (JEOL, Япония). Фотофиксация препаратов на увеличении ×14000 (площадь поля зрения 100 мкм^2) осуществлялась с помощью камеры Gatan ES500W Erlangshen (Model 782), (Gatan Inc., США). Полученные снимки с увеличением использовались для проведения морфометрического исследования толщины и плотности расположения миофибрилл, определения плотности расположения, размера и количества митохондрий. Исследование проводили с помощью программного комплекса Fiji, построенного на базе программы ImageJ v2 с соответствующими плагинами. Измерения проводили в микрометрах после предварительной геометрической калибровки по оцифрованной при том же увеличении шкале. Статистическую обработку результатов выполняли в программе GraphPad Prism v8.41 (США). Для выявления нормальности распределения использовали тест Д'Агостино-Пирсона. При нормальном распределении использовали t-тест Стьюдента для парного сравнения и тест Тьюки для сравнения трёх и более групп. Различия групп исследования с контрольной оценивали с помощью теста Даннета. При ненормальном распределении использовали тест Манна-Уитни для парного сравнения и тест Данна для сравнения трёх и более групп. Статистически значимыми считали различия при уровне статистической значимости (α) или вероятности ошибки отклонения от нулевой гипотезы или ниже 5% ($p < 0,05$). При построении графиков изображали арифметическое среднее и стандартное отклонение. Силу различий обозначали следующим образом: "*" соответствует $p < 0,05$; "**" – $p < 0,005$; "***" – $p < 0,0005$. Работа проведена на базе лаборатории Патологии клетки НИИ морфологии человека им. ак. А.П. Авцына РНЦХ им. ак. Б.В. Петровского.

Результаты исследований и их обсуждение

Гистологические исследования показали, что мышцы цыплят-бройлеров изучаемых кроссов имеют типичное строение, присущее скелетной мускулатуре. Как в ПГМ, так и в ЧМБ среди мышечных волокон преобладали красные, среди которых определялись волокна большого, среднего и малого размера. Учитывая возраст цыплят (35 суток) и очевидную незавершенность ростовых процессов в их организме, надо полагать, что размерные характеристики больших волокон приближаются к финальным значениям (мышечные волокна близки к морфологически зрелому состоянию), детерминированным генетически, а средние и малые мышечные волокна являются растущими. Мышечные волокна объединены в пучки 1 и 2 порядков, которые разделены эндомизием и перимизием, а снаружи мышца окружена эпимизием, которые являются соединительнотканным компонентом мышцы и сформированы рыхлой соединительной тканью, содержащей сосуды и нервные стволики. В перимизии и эпимизии в том или ином количестве могут находиться адипоциты.

При сравнительной оценке структурных и морфометрических характеристик поверхностной грудной мышцы установлено, что у представителей всех кроссов Смена-9, Росс-308 и Кобб-500 она характеризуется плотной упаковкой пучков мышечных волокон первого порядка и преобладанием мышечных волокон большой площади в структуре пучка (Рис.1, Табл. 1). Плотность расположения волокон в пучке определяется небольшой толщиной эндомизия (Табл. 1). При этом толщина перимизия неодинакова. Так, кросс Смена-9 характеризуется умеренным развитием перимизия, который формирует прослойки равномерной толщины, содержащие единичные адипоциты. В то же время у кроссов Росс-308 и Кобб-500 перимизий образует прослойки различной толщи-

Таблица 1. Характеристика поверхностной грудной мышцы 35-ти суточных цыплят-бройлеров кроссов Смена-9, Росс-308 и Кобб-500 по морфометрическим критериям
Table 1. Characteristics of the superficial pectoral muscle of 35-day-old broiler chickens of the Smena-9, Ross-308 and Cobb-500 crosses according to morphometric criteria

Показатель	Кроссы		
	Смена-9	Росс-308	Кобб-500
Площадь мышечных волокон, мкм^2			
большие	3084,33±79,99	2861,90±52,67*	2169,83±54,21*
средние	1249,93±25,71	1244,80±27,25	802,27±24,45*
малые	418,00±29,15	492,57±24,54*	366,80±16,86*
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм^2	67 400±1324	64 600±2312	62 500±2423
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм^2	344 000±12458	375 000±10567	225 000±15400*
Толщина эндомизия, мкм	5,8±0,9	5,9±1,3	4,8±1,5
Толщина перимизия, мкм	41,2±3,5	31,2±4,8 50,1±5,6 101,4±8,3*	20,7±2,1 56,8±4,5 96,5± 5,7*
Кол-во гемо-капилляров в поле зрения при x400	11±1	17±1*	11±1
Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	88:12	80:20*	87:13

* статистически значимые отличия кроссов «Росс-308» и «Кобб-500» от кросса «Смена-9», (p≤0,05)

Таблица 2. Соотношение мышечных волокон разного диаметра в поверхностной грудной мышце у 35-ти суточных цыплят-бройлеров кроссов Смена-9, Росс-308 и Кобб-500 (в поле зрения при x400, %), n=200
Table 2. The ratio of muscle fibers of different diameters in the superficial pectoral muscle in 35-day-old broiler chickens of crosses Smena-9, Ross-308 and Cobb-500 (in the field of view at x400, %), n=200

Мышечные волокна, % в поле зрения при x400	Кроссы		
	Смена-9	Росс-308	Кобб-500
Большие	67,5	70,9	71,1
Средние	21,7	15,5	18,5
Малые	10,8	13,6	10,4

ны (табл.1), в том числе и достаточно мощные, в них нередко содержится белая жировая ткань, из-за чего расположение пучков второго порядка отличается большей рыхлостью по сравнению с кроссом Смена-9. При этом соотношение "мышечная ткань:соединительная ткань" на площади среза (в%) имело близкие значения в образцах, полученных от птиц кроссов Смена-9 и Кобб-500 (88:12 и 87:13, соответственно) и указывало на большую плотность расположения мышечных волокон в пучках по сравнению с образцами, полученными от кросса Росс-308, где это соотношение достоверно отличалось и составляло 80:20 (Табл.1).

При определении площади мышечных волокон обнаружено следующее. В ПГМ кросса Смена-9 показатель площади больших и малых волокон достоверно превышает аналогичный показатель у кроссов Росс-308 и Кобб-500. По показателю площади мышечных волокон среднего диаметра Смена-9 уступает образцам Росс-308, но превосходит образцы, полученные из ПГМ Кобб-500, которые имеют достоверно меньшую площадь по сравнению с кроссами Смена-9 и Росс-308. По показателю площади мышечных волокон 1 порядка различия не выявлены, тогда как площадь мышечных волокон 2 порядка в образцах кросса Кобб-500 достоверно меньше, чем в материале кроссов Смена-9 и Росс-308 (Табл.1). Степень васкуляризации мышц была высокой, при этом количество гемокапилляров в образцах мышц, полученных от птиц кросса Росс-308, превышало таковое в образцах мышц, полученных от цыплят кроссов Смена-9 и Кобб-500.

При оценке процентного соотношения мышечных волокон большого, среднего и малого диаметра в структуре пучка у представителей разных кроссов также установлена одинаковая закономерность (Табл. 2). Во всех случаях преобладали волокна большого диаметра, количество малых волокон было минимальным, а волокна среднего диаметра занимали промежуточное положение. Это указывает на преобладание механизмов гипертрофического роста над гиперплазией и свидетельствует о том, что структура мышцы близка к морфологической зрелости, хотя ростовые процессы в ней еще не завершены (об этом свидетельствует наличие мышечных волокон малой площади). При этом у кросса Смена-9 волокон большого диаметра было на 2% меньше, чем у кроссов Росс-308 и Кобб-500, а волокон среднего диаметра – несколько больше, чем у этих кроссов (на 3,5% по сравнению с Росс-308 и на 3,2% по сравнению с Кобб-500), то есть показатели различались статистически недостоверно.

При светооптическом изучении препаратов четырехглавой мышцы бедра было показано, что у представителей

Таблица 3. Характеристика четырехглавой мышцы бедра 35-ти суточных цыплят-бройлеров кроссов Смена-9, Росс-308 и Кобб-500 по морфометрическим критериям
Table 3. Characteristics of the quadriceps femoral muscle of 35-day-old broiler chickens of the Smena-9, Ross-308 and Cobb-500 crosses according to morphometric criteria

Показатель	Группа		
	Смена-9	Росс-308	Кобб-500
Площадь мышечных волокон, мкм^2			
большие	1160,00±21,59	2464,67±39,15*	1344,27±19,82
средние	714,60±22,93	1231,43±36,84*	755,40±14,09
малые	137,37±7,84	582,40±27,31*	221,27±6,13
Площадь пучков мышечных волокон 1 порядка, мкм^2	35600±4560	75500±3254*	25500±2137
Площадь пучков мышечных волокон 2 порядка, мкм^2	158 000±4675	385 000±12 540*	215 000±5328
Толщина эндомизия, мкм	6,2±1,3	5,2±1,1	7,4±1,4*
Толщина перимизия, мкм	49,3±3,2	34,1±3,8 54,6±4,6*	58,4±5,8*
Кол-во гемо-капилляров в поле зрения при х400	17,5±1,5	16±2	17±3
Соотношение мышечная ткань: соединительная ткань на площади среза, %	82:18	80:20*	79:21*

* статистически значимые отличия кроссов «Росс-308» и «Кобб-500» от кросса «Смена-9», (p≤0,05)

Таблица 4. Соотношение мышечных волокон разного диаметра в четырехглавой мышце бедра у 35-ти суточных цыплят-бройлеров кроссов Смена-9, Росс-308 и Кобб-500 (в поле зрения при х400, %)
Table 4. The ratio of muscle fibers of different diameters in the quadriceps femoris in 35-day-old broiler chickens of crosses Smena-9, Ross-308 and Cobb-500 (in the field of view at x400, %)

Мышечные волокна, % в поле зрения при х400	Кроссы кур и значения показателя		
	Смена-9 n=200	Росс-308 n=200	Кобб-500 n=200
Большие	20,9	24,8*	21,8
Средние	67,8	62,7*	67,4
Малые	11,3	12,5	10,8

* статистически значимые отличия кроссов «Росс-308» и «Кобб-500» от кросса «Смена-9», (p≤0,05)

Таблица 5. Результаты микроморфометрических исследований скелетных мышц бройлеров кроссов Смена-9 Кобб-500 и Росс-380.
Table 5. The results of micromorphometric studies of skeletal muscles of broilers of crosses Smena-9 Cobb-500 and Ross-380.

Кросс	Средняя площадь митохондрий в поле зрения, мкм^2	Среднее кол-во митохондрий в поле зрения, шт	Средняя площадь митохондрии, мкм^2	Средняя плотность миофибрилл на 100 мкм^2, шт	Средняя толщина миофибрилл, мкм
Смена-9	1,710±0,322	3,65±0,32	0,476±0,117	10,99±0,31	0,977±0,032
Кобб-500	1,402±0,197	4,61±0,76	0,357±,036	11,87±0,53	0,859±0,032
Росс-308	2,801±0,652	6,75±0,81 **	0,404±0,06	11,49±0,76	0,817±0,041**

Примечание: *(P≤0,05); **(P≤0,005); ***(P≤0,0005) – в сравнении с показателями животных кросса Смена 9.

кроссов Смена-9 и Кобб-500 она отличается более рыхлым расположением мышечных волокон в структуре пучков, по сравнению с поверхностной грудной мышцей, что связано с лучшим развитием соединительнотканного компонента (Рис. 2, Табл. 3). Примечательно, что эндомизий несколько толще, чем в ПГМ. Перимизий в образцах кросса Смена-9 имеет равномерную ширину, в то время как в образцах мышцы кросса Кобб-500 он формирует прослойки неодинаковой толщины, в том числе и весьма мощные, содержащие адипоциты. В образцах, полученных от цыплят кросса Росс-308, напротив, выявлена плотная упаковка мышечных пучков в структуре пучков 1 порядка, напоминающая таковую в поверхностной грудной мышце. Это связано с небольшой толщиной эндомизия, при этом перимизий был представлен хорошо развитыми прослойками (Рис. 2, Табл. 3). Образцы ЧМБ изученных кроссов не различаются между собой по количеству гемокапилляров и имеют высокую степень васкуляризации, которая в образцах кроссов Смена-9 и Кобб-500 превышает таковую в ПГМ, а у кросса Росс-308 соответствует ей (Табл. 3).

Неодинаковая степень развития соединительнотканного компонента мышц, выявленная при гистологическом исследовании, подтвердилась при определении соотношения площадей мышечных волокон и соединительной ткани в структуре мышцы на площади среза (Табл. 3): так, у кросса Росс-308 оно идентично таковому в ПГМ и составляет 80:20. В образцах мышц кросса Смена-9 и Кобб-500 этот показатель составляет 82:18 и 79:21, соответственно, с некоторым сдвигом в пользу соединительной ткани по сравнению с поверхностной грудной мышцей у этих же кроссов птиц. Это отражает более рыхлую структуру ЧМБ у данных кроссов, что может быть связано с меньшей степенью ее морфологической зрелости. При этом наибольшее представительство мышечных волокон также, как в ПГМ, обнаружено в образцах кросса Смена-9.

При изучении размерных характеристик мышечных волокон показано, что у цыплят кроссов Смена-9 и Кобб-500 их площадь отличается от показателей, выявленных в ПГМ и достоверно уступает им, в то время как отличия площадей мышечных волокон в ЧМБ кросса Росс-308 сходны с показателями ПГМ (Табл.3). Следует отметить, что по показателю площади мышечных волокон большого среднего и малого диаметра, а также площади пучков мышечных волокон 1 и 2 порядков образцы ЧМБ кросса Росс-308 превосходят сравниваемые кроссы.

При этом соотношение мышечных волокон разного диаметра (в %) в пучке мышечных волокон у цыплят бройлеров всех кроссов идентично и отличается от закономерности, выявленной в ПГМ. Так, в структуре мышцы преобладают мышечные волокна средней площади, второе место по количественному представительству занимают волокна большой площади и минимальным является представительство волокон малой площади (Табл. 4). Это может свидетельствовать о меньшей морфологической зрелости ЧМБ и отставанием темпов роста за счет механизмов гипертрофии от ПГМ. При этом у кросса Росс-308 в структуре пучка наблюдается больше, по сравнению с другими изучаемыми кроссами, мышечных волокон большого диаметра (на 3,9% по сравнению со Сменой-9 и на 3% – по сравнению с Кобб-500). На этом фоне у кроссов Смена-9 и Кобб-500 в структуре пучка наблюдается на 5% больше, по сравнению с кроссом Росс-308, представительство мышечных волокон среднего диаметра.

Для дополнения результатов гистологических исследований проведено изучение ультраструктуры мышечных волокон.

Исследования, проведенные методом трансмиссионной электронной микроскопии, показали, что, несмотря на выявленные гистологические особенности строения поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра, ультраструктурные характеристики их мышечных волокон не имеют существенных отличий (Рис. 3). Мышечные волокна характеризуются значительным развитием митохондриальной сети и наличием большого количества межфибиллярных митохондрий, а также плотным расположением миофибрилл в саркоплазме, что удачно сочетается с гистологической картиной, отражающей течение ростовых процессов.

Результаты микроморфометрии ультраструктур поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра кур исследуемых кроссов показали отсутствие между их усредненными показателями значительных различий. Достоверное отличие от показателей кур кросса Смена 9 наблюдалось лишь в двух параметрах мышц кур кросса Росс. Так, у особей данного кросса выше среднее число межфибриллярных митохондрий в поле зрения, однако ниже средняя толщина миофибрилл (Табл. 5).

Заключение

Сравнительное изучение образцов поверхностная грудная мышца и четырехглава мышца бедра, полученных от 35-суточных цыплят отечественного кросса Смена-9 и импортных кроссов Росс-308 и Кобб-500, выращенных в стандартных условиях на основном рационе, позволяет сделать следующие заключения. По гистологическим, ультраструктурным и морфометрическим критериям образцы Смены-9 не имеют существенных отличий от образцов кроссов Росс-308 и Кобб-500. При этом большее сходство по гистологическим критериям образцы Смены-9 обнаруживают с кроссом Кобб-500, а по ультраструктурным – с кроссом Росс-308. В поверхностной грудной мышце и четырехглавой мышце бедра кроссов Смена-9 и Кобб-500 признаки асинхронного роста этих мышц выражены в большей степени, чем у кросса Росс-308, при

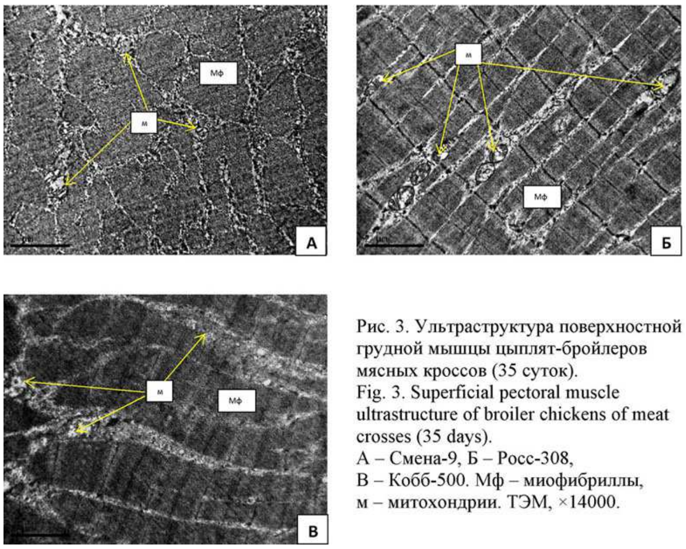


Рис. 3. Ультраструктура поверхностной грудной мышцы цыплят-бройлеров мясных кроссов (35 суток).
Fig. 3. Superficial pectoral muscle ultrastructure of broiler chickens of meat crosses (35 days).
А – Смена-9, Б – Росс-308,
В – Кобб-500. Мф – миофибриллы,
м – митохондрии. ТЭМ, ×14000.

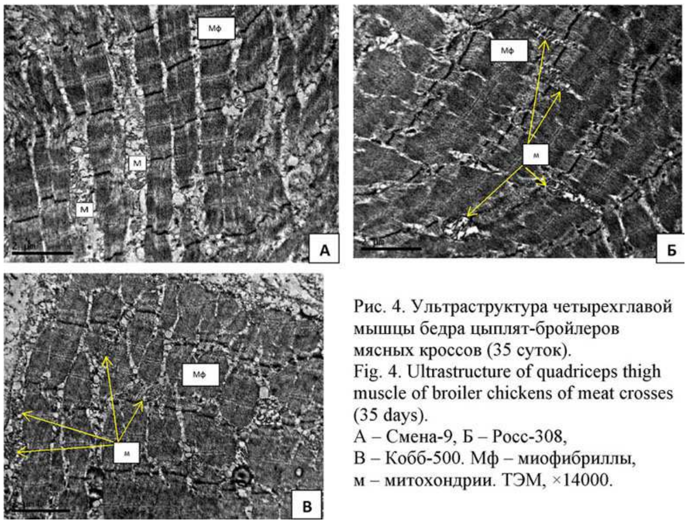


Рис. 4. Ультраструктура четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров мясных кроссов (35 суток).
Fig. 4. Ultrastructure of quadriceps thigh muscle of broiler chickens of meat crosses (35 days).
А – Смена-9, Б – Росс-308,
В – Кобб-500. Мф – миофибриллы,
м – митохондрии. ТЭМ, ×14000.

этом к 35-м суткам признаки большей морфологической зрелости имеет поверхностная грудная мышца. Поверхностная грудная мышца во всех случаях отличается большей морфологической зрелостью по сравнению с четырехглавой мышцей бедра. По гистологическим критериям, в частности, площади мышечных волокон, соотношению площадей мышечной и соединительной тканей ПГМ всех трех кроссов близки. Следует отметить, что в соединительнотканном компоненте поверхностной грудной мышцы у всех кроссов наблюдается рыхлая соединительная ткань, в которой встречаются лишь отдельные адипоциты, что может быть морфологическим коррелятом диетических свойств мяса. Для четырехглавой мышцы бедра всех исследованных кроссов характерна рыхлая структура, что связано с большим содержанием соединительнотканного компонента, в котором присутствует белая жировая ткань; это может соответствовать большей калорийности мяса. При этом у бройлеров всех кроссов в обеих мышцах значительно выражены ультраструктурные признаки активного метаболизма, протекающего в мышечных волокнах. Таким образом, по морфологическим критериям, отражающим активность роста и степень морфологической зрелости поверхностной грудной мышцы и четырехглавой мышцы бедра, цыплята-бройлеры кросса Смена-9 35-суточного возраста не уступает возрастным аналогам кроссов Росс-308 и Кобб-500.

Благодарности: выражаем благодарность за консультативную помощь Д.А. Арешидзе, канд. биол. наук, заведующему лабораторией Патологии клетки НИИ морфологии человека им. ак. А.П. Авцына РНЦХ им. ак. Б.В. Петровского и М.А. Козловой, к.б.н., старшему научному сотруднику лаборатории патологии клетки, заведующей группой электронной микроскопии Референс-центра инфекционной и вирусной онкопатологии НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына ФГБНУ "РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского".

Литература

1.Авельцов, Д. Ю. Рынок мяса и мясной продукции: состояние и перспективы в России и мире / Д. Ю. Авельцов // Птица и птицепродукты. - 2022. - № 1. - С. 19-20. - EDN HPRWZJ.

2.Буяров, А. В. Производство и переработка продукции птицеводства в современных экономических условиях: тренды и инновации / А. В. Буяров, В. С. Буяров, И. В. Комоликова // Вестник аграрной науки. - 2023. - № 3(102). - С. 133-143. - DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.3.133. - EDN KDKCPH.

3.Белугин А. Ю., Белугина Т. А. Оценка национальной продовольственной безопасности при экспортной ориентации сельского хозяйства России // АПК: Экономика, управление. - 2021. - №. 3. - С. 13-19.

4.Гончаров, В. Д. Современное состояние животноводства России / В. Д. Гончаров, С. Г. Сальников // Инвестиции в России. - 2023. - № 5(340). - С. 18-30. - EDN KYAXLP.

5.Борхунова Е. Н. Особенности микроорганизации поверхностной грудной мышцы у кур мясного и яичного направлений продуктивности / Е. Н. Борхунова, Г. В. Кондратов, В. В. Степанишин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология, 2020. - № 12. - С. 29-35. - DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202012004.

6.Кондратов, Г. В. Особенности строения скелетных мышц у кур Смена-8 и Андалузская голубая в отдельные сроки постэмбрионального онтогенеза / Г. В. Кондратов, В. В. Степанишин, С. Г. Кумиров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология, 2021. - № 4. - С. 6-15. - DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212106.

7.Кондратов, Г. В. Особенности структурного оформления поверхностной грудной мышцы у кур породы орловская ситцевая в эмбриогенезе / Г. В. Кондратов, В. В. Степанишин, С. Г. Кумиров // Ветеринарная морфология и патология, 2023. - № 1. - С. 24-30. - EDN: OGYBYH.

8.Мкртчян, М. В. Об импортозамещении на рынке мяса птица в России / М. В. Мкртчян, О. В. Титова // Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. - 2022. - Т. 17, № 4. - С. 1827-1832. - EDN OGSLKY.

9.Степанишин, В. В. Морфологическая характеристика поверхностной грудной мышцы цыплят-бройлеров кросса "Смена-9" при различных рационах кормления / В. В. Степанишин, Е. Н. Борхунова, Г. В. Кондратов [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2023. - № 12. - С. 81-90. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202312110. - EDN KPKUUB.

10.Никитченко, В. Е. Закономерности постэмбрионального развития мясных кур (обзор) / В. Е. Никитченко, Д. В. Никитченко, Ж. В. Емануйлова [и др.] // Птицеводство. - 2023. - № 5. - С. 53-59. - DOI 10.33845/0033-3239-2023-72-5-53-59. - EDN JAVXBN.

11.Подобед Л. И., Основы кормления сельскохозяйственной птицы с применением кормовых добавок, альтернативных антибиотикам / И. И. Кочиш, И. Н. Никонов, Ю. Е. Кузнецов. - Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2019. - 302 с. - ISBN 978-5-6041818-2-9. - EDN BYZDSB.

12.Степанишин, В. В. Особенности строения четырехглавой мышцы бедра цыплят-бройлеров кросса "Смена-9" при различных рационах кормления / В. В. Степанишин, Е. Н. Борхунова, С. В. Позябин [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2023. - № 12-2(121). - С. 18-30. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202312202. - EDN KPHLWY.

13.Стрельникова, И. И. Эффективность применения фитобиотиков в птицеводстве / И. И. Стрельникова, Н. А. Кислицына // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. - 2020. - Т. 6. - №4(24). - С. 433-445.

14.Фисинин, В.И. Наращиваем производство мяса и яйца / В. И. Фисинин // Животноводство России. - 2022. - № S3. - С. 2-4.

15.Aristov, A.V. A way to increase the implementation of the bioresourse potential of animals and birds / A.V. Aristov, L.A. Esaulova // VI International Conference on Agriproducts processing and farming. - 2020. - P. 422.

16.Gauthier, G.F. Cytological studies of fiber types in skeletal muscle / G.F. Gauthier, H.A. Padycyla // Ibid. - 1966. - Vol. 28. - N. 2. - P. 333-354.

17.Luxey, M., Development of the chick wing and leg neuromuscular systems and their plasticity in response to changes in digit numbers / M. Luxey, B. Berki, W. Heusermann, S. Fischer, P. Tschopp // (2020) Developmental Biology, 458 (2), pp. 133-140.

References

1. Aveltsov, D. Y. The market of meat and meat products: state and prospects in Russia and the world / D. Y. Aveltsov // Poultry and poultry products. - 2022. - No. 1. - pp. 19-20. - EDN HPRWZJ.

2. Buyarov, A.V. Production and processing of poultry products in modern economic conditions: trends and innovations / A.V. Buyarov, V. S. Buyarov, I. V. Komolikova // Bulletin of Agrarian Science. - 2023. - № 3(102). - Pp. 133-143. - DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.3.133. - REGISTRATION number KDKCPH.

3. Belugin A. Yu., Belugina T. A. Assessment of national food security in the context of export orientation of agriculture in Russia // Agroindustrial complex: Economics, management. - 2021. - No. 3. - pp. 13-19.

4. Goncharov, V. D. The current state of animal husbandry in Russia / V. D. Goncharov, S. G. Salnikov // Investments in Russia. - 2023. - № 5(340). - Pp. 18-30. - EDN KYASLP.

5. Borkhunova E. N., Kondratov G. V., Stepanishin V. V. Features of microorganisms of the superficial pectoral muscle in chickens of meat and egg production / E. N. Borkhunova, Kondratov G. V., Stepanishin V. V. // Veterinary Medicine, Animal Science and Biotechnology, 2020. - No. 12. - pp. 29-35. - DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202012004.

6. Kondratov, G. V. Features of skeletal muscle structure in Smena-8 and Andalusian blue chickens in certain periods of postembryonic ontogenesis / G. V. Kondratov, V. V. Stepanishin, S. G. Kumirov // Veterinary Medicine, Animal Science and Biotechnology, 2021. - No. 4. - pp. 6-15. - DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212106.

7. Kondratov, G. V. Features of the structural design of the superficial pectoral muscle in Oryol calico chickens in embryogenesis / G. V. Kondratov, V. V. Stepanishin, S. G. Kumirov // Veterinary Morphology and Pathology, 2023. - No. 1. - pp. 24-30. - ED.: OGIBYKH.

8. Mkrtchyan, M. V. On import substitution in the poultry meat market in Russia / M. V. Mkrtchyan, O. V. Titova // Health is the basis of human potential: problems and solutions. - 2022. - Vol. 17, No. 4. - PP. 1827-1832. - EDN OGSKY.

9. Stepanishin, V. V. Morphological characteristics of the superficial pectoral muscle of broiler chickens of the Smena-9 cross with various feeding rations / V. V. Stepanishin, E. N. Borkhunova, G. V. Kondratov [et al.] // Veterinary medicine, zootechny and biotechnology. - 2023. - No. 12. - pp. 81-90. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202312110. - KPKUUB EMAIL address.

10. Nikitchenko, V. E. Patterns of postembryonic development of meat chickens (review) / V. E. Nikitchenko, D. V. Nikitchenko, Zh. V. Emanuilova [et al.] // Poultry farming. - 2023. - No. 5. - pp. 53-59. - DOI 10.33845/0033-3239-2023-72-5-53-59. - E-MAIL JAVXBN.

11. Podobed L. I., Fundamentals of feeding poultry with the use of feed additives alternative to antibiotics / I. I. Kochish, I. N. Nikonov, Yu. E. Kuznetsov. - St. Petersburg : St. Petersburg State University Publishing House, 2019. - 302 p. - ISBN 978-5-6041818-2-9. - ed. BYZDSB.

12. Stepanishin V. V., Borkhunova E. N., Pozyabin S. V. Structural features of the quadriceps femoral muscle of broiler chickens of the Smena-9 cross with various feeding rations // Veterinary medicine, zootechny and biotechnology. - 2023. - № 12-2(121). - Pp. 18-30. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202312202. - ED. KPHLWY.

13. Strelnikova, I. I. The effectiveness of the use of phytobiotics in poultry farming / I. I. Strelnikova, N. A. Kislitsyna // Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences. - 2020. - T. 6. - №4(24). - Pp. 433-445.

14. Fisinin, V.I. We are increasing the production of meat and eggs / V. I. Fisinin // Animal husbandry of Russia. - 2022. - № S3. - pp. 2-4.

15. Aristov, A.V. A way to increase the efficiency of realizing the bioresource potential of animals and birds / A.V. Aristov, L.A. Esaulova // VI International Conference on Processing Agricultural Products and Agriculture. 2020. - p. 422.

16. Gauthier, G.F. Cytological studies of fiber types in skeletal muscles / G.F. Gauthier, H.A. Paditsila // In the same place. - 1966. - Volume 28. - N. 2. - pp. 333-354.

17. Laxi, M. Development of the neuromuscular system of wings and legs of chickens and their plasticity in response to changes in the number of digits / M. Laxi, B. Berki, V. Heuzerman, S. Fischer, P. Chopp // (2020) Developmental Biology, 458 (2), pp. 133-140.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-18
УДК 57.089.32; 636.92

Факторы, оказывающие влияние на искусственное осеменение крольчих

Попов Д.В.

Попов Д.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, popov.bio@gmail.com
Исакова Д.Д., аспирант, daryaoleg@mail.ru
Косовский Г.Ю., доктор биологических наук, член-корр. РАН, главный научный сотрудник, директор, niipzk@mail.ru
ФГБНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева, Московская область, п. Родники.

Ключевые слова: искусственное осеменение, кролик, лютеинизирующий гормон, кисспептин, индукция овуляции

Резюме. Наше исследование направлено на изучение факторов, оказывающих влияние на эффективность искусственного осеменения (ИО) крольчих. Основными задачами при этом являлась оценка свежеполученного, охлажденного и отогретого после замораживания семени кроликов; проведение процедуры ИО свежеполученным, охлажденным и отогретым семенем; ИО крольчих свежеполученным семенем с использованием различных гормональных препаратов для индукции овуляции и анализом уровня лютеинезирующего гормона (ЛГ), а также проведение ИО свежеполученным семенем на 3-й и 12-й дни после окрола. Выявлено, что при хранении эякулятов кроликов в условиях при температуре 4 ^{0}С через 48 часов значительно снижается относительное количество подвижных сперматозоидов (до 35–50%), что является пороговым значением данного критерия при оценке функциональности семени. При глубокой заморозке семени после его отогревания распределение подвижных сперматозоидов тип а + b составило: калифорнийская (КФ) – 56,4%, белый великан (БВ) – 55,7%, советская шиншилла (СШ) – 56,3%, что свидетельствовало о сохранении функциональности семени кроликов. При использовании охлажденного семени при ИО в сравнении с естественным спариванием (ЕС) у пород БВ и СШ отмечалась статистически значимая разница (p<0,05), а у породы КФ – p<0,01; показатели уровня ЛГ группы 1 – 1,45± 0,11 мМЕ (сурфагон), в сравнении с показателями группы 2 (хорионический гормон человека) – 1,81±0,10; группы 3 (кисспептин-10) – 1,89±0,08 и группы с ЕС 1,83±0,16 имели статистическую значимость p<0,001; показатели окролов в группе 1 (сурфагон) 3,63±2,39 и группе 2 (хорулон) 4,50±2,29 крольчонка в среднем на самку в сравнении с группой 4 (ЕС) 7,88±2,75 имели статистическую значимость p<0,001; в группах с ≥6 крольчат в гнезде разница в результатах ИО и ЕС на 3-й и 12-й день была статистически значима p<0,05.

Для цитирования / For citation

Попов Д.В. Факторы, оказывающие влияние на искусственное осеменение крольчих / Попов Д.В., Исакова Д.Д., Косовский Г.Ю. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.88–93.
Popov D.V. Factors influencing artificial insemination in rabbits / Popov D.V., Isakova D.D., Kosovsky G.Yu. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.88–93.

Factors influencing artificial insemination in rabbits

Popov D.V., Kosovsky G.Yu., Isakova D.D.
FSBSI Scientific Research Institute of Fur-Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding n.a. V.A. Afanas'ev, Moscow region, Rodniki

Keywords: artificial insemination, rabbit, luteinizing hormone, kisspeptin, ovulation induction

Abstract. Our study was aimed at studying the factors influencing the effectiveness of artificial insemination (AI) in rabbits. The main tasks in this case were the assessment of freshly obtained, cooled and warmed rabbit semen after freezing; carrying out the procedure of AI with freshly obtained, cooled and warmed semen; AI of rabbits with freshly obtained seed using various hormonal preparations for ovulation induction and analysis of the level of luteinizing hormone (LH), as well as conducting AI with freshly obtained semen on 3rd and 12th days after kindling. It was found that when rabbit ejaculates were stored at t 4 °C after 48 hours, the relative number of motile spermatozoa significantly decreased (up to 35-50%), which is the threshold value of this criterion in assessing the functionality of the semen; when the semen was deep frozen after thawing, the distribution of motile spermatozoa type a + b was: California (CF) 56.4%, White Giant (WG) 55.7%, Soviet Chinchilla (SC) 56.3%, which indicated the preservation of the functionality of rabbit semen; when using chilled semen in AI compared with natural mating (NM), WG and SC breeds showed a statistically significant difference (p<0.05), and in the CF breed p<0.01; the LH levels of group 1 are 1.45± 0.11 mME (surfagon), compared with those of group 2 (human chorionic hormone) - 1.81±0.10; group 3 (kisspeptin-10) - 1.89±0.08 and group C - 1.83±0.16 had a statistical significance of p<0.001; the litter size in group 1 (surfagon) was 3.63±2.39 and in group 2 (chorulon) 4.50±2.29 kits per doe on average compared with group 4 (NM) 7.88±2.75 had a statistical significance of p<0.001; in groups with ≥6 kits in the nest, the difference in the results of AI and NM on the 3rd and 12th days, p<0.05 was statistically significant.

Введение

В кролиководстве воспроизводство поголовья является не только источником племенных ресурсов, но и основным показателем продуктивности. При правильном и технологичном подходе, как с использованием классического спаривания, так и с применением репродуктивных биотехнологий (искусственное осеменение (ИО)) от одной крольчихи в год можно получать до 30 крольчат [1]. В то же время, применение ИО, особенно при шедовом содержании кроликов не всегда дает результаты, эквивалентные или превосходящие при естественном спаривании. По данным ученых НИИ пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева при применении технологии искусственного осеменения кроликов в производственных условиях оплодотворяемость самок в зимне-весенний период составляла

80–90%, в летне-осенний – 65–75% [2]. Наступление репродуктивного успеха при ИО крольчих зависит от многочисленных и разнообразных факторов, которые можно разделить на физиологические, технологические и эколого-географические, особенно при шедовом содержании.

Физиологические факторы относятся как к самкам, так и к самцам. Результаты и выводы многочисленных исследований, направленных на изучение факторов, влияющих на исход ИО кроликов, иногда противоречивы и не всегда воспроизводимы при аналогичных и отличающихся условиях. Одним из спорных вопросов остается период проведения процедуры ИО. Считается, что при естественном спаривании крольчиха может принять самца уже в первый день после окрола, в то же время установлено, что отрицательный энергетический баланс может оказывать негативное влияние на наступление репродуктивного успеха [3].

С целью исключения влияния отрицательного энергетического баланса, и для того, чтобы самка, особенно первородящая, полностью восстанавливала энергию тела, некоторые исследователи рекомендуют продление сухостойного периода [4]. Несмотря на то, что крольчих можно спаривать сразу после окрола и они могут быть одновременно лактирующими и беременными, их репродуктивная эффективность значительно варьируется в зависимости от многих физиологических и паратипических факторов [5]. В то же время период осеменения крольчих после окролов должен представлять собой компромисс между потребностью самки в восстановлении энергии после родов и экономической потребностью в получении необходимого количества потомства. При этом было установлено, что оптимальным временем для осеменения крольчих будет 11–12-й день после окролов [1].

Наступление репродуктивного успеха во многом зависит от гормонального статуса самки. У кроликов большая часть потерь плодов (66%) происходит на 8–17-й день беременности [6]. У млекопитающих в предимплантационный период ранние развивающиеся эмбрионы синтезируют различные гормоны, такие как хорионический гонадотропин у человека (ХГЧ), ХГ у лошадей, эстрадиол у свиней, интерферон ι у крупного рогатого скота и гонадотропиноподобное вещество у кролика [7]. Таким образом, эмбрионы сигнализируют об их присутствии и оказывают эндокринное действие, поддерживая функцию желтого тела предотвращая его лютеолиз и, тем самым, повышая высвобождение и уровень прогестерона во время беременности [7]. Кроме того, происходит паракринное воздействие на эндометрий, влияя на децидуализацию, ангиогенез, иммуномодуляцию и ремоделирование эндометрия, подготавливая его к имплантации эмбриона [8].

Известно, что у крольчих овуляция посткоитальная, и при проведении процедуры ИО для её индукции требуется гормональное воздействие, которое осуществляется путем инъекции препаратов, содержащих различные гонадотропины. Были проведены ряд исследований, направленных на выявление наиболее оптимальных препаратов для индукции овуляции у крольчих, а также время и способ их введения. Установлено, что введение препарата Сурфагон при ИО крольчих обеспечивало более высокий репродуктивный успех по сравнению с препаратами Фертагил и Рецептал [1]. Также были проведены исследования по эффективности нескольких гормональных протоколов для индукции овуляции у кроликов перед искусственным осеменением, с использованием таких гонадотропинов, как сывороточный гонадотропин жеребых лошадей (ГСЖК), гонадотропный рилизинг-гормон (ГнРг) и ХГЧ. Было установлено, что введение ГСЖК (≥ 50 МЕ) увеличивало частоту овуляции [9]. При этом, в работе других исследователей было показано эффективное влияние однократного введения ГнРГ, ХГЧ или на 7-й день после осеменения (первый день имплантации эмбрионов у кроликов), на активность яичников, концентрацию прогестерона, имплантацию эмбрионов и исходы сукрольности крольчих [10].

В научной литературе встречаются публикации о влиянии различных кисспептинов на репродуктивную функцию животных. Кисспептины представляют собой семейство пептидов, кодируемых геном KISS1 и передача сигналов кисспептином играет решающую роль в репродукции. У грызунов нейроны кисспептина в дугообразном ядре (Arc)

Таблица 2. Анализ осеменения самок кроликов различных пород
Table 2. Analysis of insemination of female rabbits of various breeds

№ п/п	Свежеполученное семя	Охлажденное семя 48 часов хранения t-4°C	Отогретое после заморозки семя	Естественное спаривание
	(n=5)	(n=5)	(n=5)	(n=5)
Показатели самок породы КФ, количество родившихся крольчат				
1	3	1	3	6
2	0	0	4	5
3	4	3	2	4
4	5	5	0	4
5	2	0	3	7
Средн.	2,80±1,72	1,80±1,94**	2,40±1,36	5,20±1,17**
Показатели самок породы БВ, количество родившихся крольчат				
1	0	2	3	4
2	4	1	4	6
3	0	4	3	6
4	3	0	1	7
5	4	2	2	4
Средн.	2,20±1,83	1,80±1,33*	2,60±1,02	5,40±1,20*
Показатели самок породы СШ, количество родившихся крольчат				
1	2	0	2	5
2	1	2	5	6
3	2	3	3	4
4	5	1	1	6
5	3	4	0	5
Средн.	2,60±1,36	2,00±1,41*	2,20±1,72	5,20±0,75*

*p<0,05; **p<0,01

Таблица 1. Показатели семени самцов различных пород домашнего кролика
Table 1. Semen indicators of males of various breeds of domestic rabbit

Порода самца	Концентрация сперматозоидов	Распределение сперматозоидов по типам движения %											
		Свежеполученное семя				Хранившееся 48 часов при 4°C				Отогретое после заморозки семя			
	млн/мл	a+b	a	b	c	a+b	a	b	c	a+b	a	b	c
КФ	87,7	79,4	46,7	32,7	20,6	38,8	16,4	22,4	61,2	56,4	39,3	17,1	43,6
БВ	95,4	84,7	53,5	31,2	15,3	30,7	8,8	21,9	69,3	55,7	32,8	22,9	44,3
СШ	110,3	89,3	89,3	0	10,7	33,6	11,2	22,4	66,4	56,3	38,7	17,6	43,7

обеспечивают тонизирующий импульс нейронам гонадотропин-рилизинг-гормона (ГнРГ), которые, в свою очередь, поддерживают секрецию базального лютеинезирующего гормона (ЛГ) [11]. Кисспептин имеет большое значение для нейроэндокринной регуляции секреции гонадотропин рилизинг гормона (ГнРГ). Кисспептинергические нейроны в настоящее время признаны центральными регуляторами, ответственными за передачу гомеостатической информации ГнРГ нейронам. Способность кисспептина потенцировать секрецию ГнРГ позволила задать новый вектор исследованиям в области репродуктивной биологии. Гидрофобный белок, кисспептин содержит 145 аминокислотных остатков, в результате расщепления он может распадаться на относительно короткие формы пептидов: кисспептин 54, 14, 13, 10 [12]. KISS1 влияет на выделение гонадотропин-рилизинг-гормона (ГнРГ), который стимулирует экспрессию ЛГ и ФСГ, выделяемых аденогипофизом. Далее они стимулируют выброс половых гормонов, эстрогена и тестостерона. KISS1 был признан одним из самых мощных стимуляторов секреции ЛГ [13].

Успех программы искусственного осеменения кроликов во многом зависит от здоровья самцов и характеристик их эякулятов. По полученным данным, на качество семени могут оказывать влияние факторы: сезонное воздействие на либидо, объем и частота полученных эякулятов, подвижность и жизнеспособность сперматозоидов, наличие в эякулятах аномальных форм сперматозоидов, поэтому при применении ИО обязательно нужно проводить оценку полученного семени [14].

К технологическим факторам, влияющим на результаты ИО, можно отнести состояние семени, использованного для осеменения: свежеполученное, охлажденное или отогретое после криоконсервации [15].

Окружающая среда также оказывает влияние на результаты процедуры ИО у кроликов. Имеются данные о воздействии высокой температуры окружающей среды. Считается, что тепловой стресс является одним из основных факторов, который приводит к нарушению физиологических и репродуктивных функций кроликов [16]. При высокой температуре окружающей среды у кроликов наблюдались нарушения в обмене веществ, энергетическом, водном, минеральном и гормональном балансе [17]. Высокая температура окружающей среды негативно влияет на стадии роста и созревания фолликулов и ооцитов [18]. Кроме того, при высокой температуре окружающей среды увеличивается количество активных форм кислорода (АФК), что приводит к неудаче имплантации, фрагментации эмбриона и нарушению плацентации, что способствует снижению репродуктивных и продуктивных показателей летом [19].

Однако, несмотря на большое количество проведенных исследований по воспроизводству кроликов, отдельные технологические этапы искусственного осеменения требуют дополнительного изучения. Цель настоящего исследования – изучить факторы, оказывающие влияние на эффективность искусственного осеменения крольчих.

Материалы и методы

Для исследования отбирали самок породы советская шиншилла (СШ), белый великан (БВ), калифорнийская (КФ). В каждую группу для проведения процедуры ИО включали не менее 5 голов.

Для исследования, задачей которого являлось оценить эффективность ИО свежеполученным, охлажденным и отогретым после замораживания семени самцов кроликов формировали опытные и контрольные группы крольчих (n=5), состоящих из половозрелых и ранее кролившихся самок по принципу пар аналогов, следующих пород: калифорнийская, белый великан, советская шиншилла.

Для исследования показателе семени и проведения процедур искусственного осеменения получали эякуляты самцов, ранее участвовавших в воспроизводстве следующих пород: калифорнийская, белый великан, советская шиншилла. Семя для ИО получали на искусственную вагину. В качестве разбавителя использовали коммерческую среду для ИО кроликов "Galap" IMV TECHNOLOGIES GROUP позволяющую хранить семя кроликов при 4 ^{0}C до 72 часов.

Концентрацию сперматозоидов (млн/мл) определяли методом фотометрии на приборе SDM-1 (Minitube, Германия). Компьютер-

Таблица 3. Показатели уровней ЛГ в крови крольчих и результаты окролов при применении разных индукторов овуляции
Table 3. Indicators of LH levels in the blood of rabbits and the results of examinations with the use of various ovulation inducers

	Процедура, индуктор овуляции															
	ИО, Сурфагон (ГнРГ)				ИО, Хорулон (ХГЧ)				ИО, Кисспептин-10				Естественное спаривание (ЕС)			
	Группа 1 (n=8)				Группа 2 (n=8)				Группа 3 (n=8)				Группа 4 (n=8)			
	Количество	Уровень ЛГ (мМЕ), часов, до или после ИО			Количество	Уровень ЛГ (мМЕ), часов, до или после ИО			Количество	Уровень ЛГ (мМЕ), часов, до или после ИО			Количество	Уровень ЛГ (мМЕ), часов, до или после ЕС		
	крольчат	1	1 после	5	крольчат	1	1 после	5	крольчат	1	1 после	5	крольчат	1	1 после	5
		до		после		до		после		до		после		до		после
1	0	0,87	1,3	1,2	5	0,95	1,7	1,6	5	1	1,8	1,7	7	1	1,8	2
2	5	0,99	1,3	1,3	3	1,12	1,9	1,9	8	0,97	1,9	1,6	11	1	1,6	1,7
3	7	0,91	1,4	1,2	4	0,97	1,8	1,7	9	0,99	1,9	1,7	3	0,99	1,9	1,9
4	3	0,91	1,5	1,4	7	0,99	1,75	1,5	8	0,99	2	1,5	12	0,98	1,8	1,7
5	4	1,11	1,6	1,7	0	1,09	1,85	1,6	4	1	1,8	1,6	8	0,99	1,7	1,8
6	0	0,94	1,4	1,5	5	0,99	2	1,8	7	1	1,9	1,5	8	1,1	1,7	1,6
7	6	1,1	1,6	1,4	4	0,99	1,67	1,5	0	1	2	1,8	5	1	2,1	1,7
8	4	0,97	1,5	1,6	8	1,1	1,8	1,7	6	1	1,8	1,7	9	1	2	1,9
	3.63± 2.39*	0,95± 0,08	1,45± 0,11*	1,41± 0,17	4,50± 2,29*	1,03± 0,06	1,81± 0,10*	1,66± 0,13	5,88± 2,71	0,99± 0,01	1,89± 0,08*	1,64± 0,10	7,88± 2,75*	1,01± 0,04	1,83± 0,16*	1,79± 0,13

$p<0{,}001$

ный анализ проводили на системе ISAS (ISAS – Integrated Semen Analysis System, Испания). Качество семени оценивали по типам движения спермиев и их процентному распределению в эякуляте: подвижные с быстрым поступательным движением – тип a; подвижные с медленным поступательным движением – тип b; подвижные с непоступательным движением (колебательное, маятникообразное, манежное) и неподвижные – тип c. Криоконсервировали семя по методике, представленной в исследовании [20].

Отогревание проводили в водяной бане в течение 30 с при 37°C.

Функциональность семени после криоконсервации и отогревания определяли по следующим показателям:

– с нормальной подвижностью – 35–50% (группы а + в);
– с поступательным быстрым движением (группа а) – 25% и более;
– с поступательным медленным движением (группа в) – 25% и менее;
– с маятникообразным движением и неподвижных (c+d) – 50% и менее.

Для изучения эффективности индукции овуляции различными гормональными препаратами и анализа уровней лютеинезирующего гормона были сформированы 4 группы (n=8) половозрелых, раннее кролившихся крольчих породы калифорнийская. Исследуемые группы формировали по принципу пар аналогов.

Для индукции овуляции крольчихам-реципиентам вводили гормональные препараты: Сурфагон (ГнРг) в дозе – 0,1 мл в/м; Хорулон (ХГЧ) в дозе – 120 МЕ в/м; и Кисспептин 10 в дозе – 2 мкг/кг п/к.

Уровень ЛГ исследовали методом иммуноферментного анализа (ИФА). Кровь для исследования отбирали у крольчих из ушной вены в пробирки с фактором свертывания за 1 час перед процедурой ИО или спаривания и после введения экзогенных факторов для индукции овуляции через 1 и 5 часов.

В качестве контроля брали результаты окролов и показателей уровня ЛГ самок при естественном спаривании.

Для исследования, направленного на определение оптимального времени для осеменения окролившейся самки, нами были сформированы группы крольчих по 7 голов в каждой с количеством крольчат в гнезде ≥6 и ≤5. Процедуры ИО и ЕС крольчих проводили на 3-й и 12-й день после окролов.

Полученные результаты обрабатывали статистическими методами с использованием t-критерия Стьюдента.

Таблица 4. Результаты искусственного осеменения и естественного спаривания крольчих на 3 и 12 день после окрола
Table 4. Results of artificial insemination and natural mating of rabbits on days 3 and 12 after birth

№ п/п	Процедура ИО		Естественное спаривание	
	3 день после окрола (n=7)	12 день после окрола (n=7)	3 день после окрола (n=7)	12 день после окрола (n=7)
Самки количество крольчат ≤5				
1	3	7	3	6
2	2	6	0	5
3	0	5	4	7
4	5	6	5	9
5	4	0	3	8
6	0	8	4	11
7	6	7	6	7
в средн.	2.86±2,17	5.57±2,44	3.57±1,76	7.57±1,84
Самки количество крольчат ≥6				
1	4	7	4	5
2	0	5	5	6
3	4	4	5	7
4	5	3	4	8
5	0	5	3	9
6	3	6	2	6
7	0	0	3	6
в средн.	2.29*±2,05	4.29*±2,12	3.71±1,03	6.71±1,28

*p<0,05

Результаты исследования

Показатели семени самцов пород калифорнийская (КФ), белый великан (БВ) и советская шиншилла (СШ), которое получали с целью проведения искусственного осеменения самок представлены в таблице №1 и рисунках 1–3. Все полученные эякуляты имели концентрацию сперматозоидов от 92,7 млн/мл до 104,3 млн/мл. Показатели распределения сперматозоидов по типам движения в свежеполученных эякулятах имели высокие характеристики фертильности. У самца породы калифорнийская сумма относительного количества функциональных сперматозоидов (тип a и b) составила 79,4%, у породы белый великан 84,7% и у советской шиншиллы 104,3%. При хранении эякулятов в условиях при t 4 ^{0}C уже через 48 часов отмечено значительное снижение относительного количества подвижных сперматозоидов, и их сумма составила менее 35–50%, что являлось пороговым критерием для оценки функциональности семени. В тоже время при оценке замороженного семени после его отогревания, в образцах, взятых от каждой породы, распределение подвижных сперматозоидов тип a + b составило: КФ – 56,4%, у самца БВ – 55,7% и у самца СШ – 56,3%, что свидетельствовало о сохранении функциональности семени кроликов после глубокой заморозки.

Для оценки эффективности искусственного осеменения крольчих свежеполученным (СС), охлаждённым и хранившимся 48 часов при t 4 ^{0}C (ОС) и отогретым после замораживания (ЗОС) семенем были сформированы группы самок (по принципу пар аналогов), состоящие из 5 голов каждая, следующих пород: калифорнийская, белый великан и советская шиншилла. В качестве контроля применяли метод естественного спаривания. Все крольчихи опытных и контрольных групп были половозрелые и ранее кролившиеся. Результаты, полученные при ИО, представлены в таблице №2.

В группах, где для процедуры ИО использовали СС в среднем на самку, было получено крольчат КФ–2,80±1,72; БВ – 2,20±1,83; СШ–2,60±1,36. При использовании ОС у самок породы КФ в среднем было получено 1,80±1,94; БВ – 1,80±1,94 и СШ – 2,0±1,41. При использовании ЗОС было получено у породы КФ – 2,40±1,36; у БВ – 2,60±1,02 и у СШ – 2,20±1,72 крольчонка в среднем на 1 самку. В тоже время при естественном спаривании данный показатель для породы КФ составил 5,20±1,17; для породы БВ 5,40±1,20 и для породы СШ 5,20±0,75. При этом между данными ОС в сравнении с ЕС у пород БВ и СШ отмечалась статистически значимая разница (p<0,05), а у породы КФ сравнение результатов при сравнении результатов ИО охлажденным семенем и результатов естественного спаривания показало статистическую значимость при p<0,01. Таким образом, можно предположить, что продолжительность хранения семени кроликов при t 4 ^{0}C более 48 часов снижало его функциональную активность, что оказывало влияние на результаты искусственного осеменения крольчих.

Для изучения эффективности применения различных гормональных препаратов с целью индукции овуляции у крольчих при проведении ИО были сформированы 3 группы самок кроликов по 8 голов в каждой. Для индукции овуляции применяли препараты: группа 1 – сурфагон 0,1 мл в/м; группа 2 ХГЧ –100 МЕ в/м и группа 3 кисспепин-10 – 2 мкг п/к. Для контроля сформировали группу 4, также состоящую из 8 голов которых подвергали естественному спариванию. Кровь для исследования уровня ЛГ брали из ушной вены в пробирки с фактором свертывания за 1 час до ИО или ЕС и через 1 час и 5 часов после данных процедур. Результаты окролов и уровней ЛГ представлены в таблице № 3. Как видно из представленных данных изначальный (базальный) уровень ЛГ у крольчих по группам был практически одинаковым и в среднем составил: группа 1 – 0,95± 0,08 мМЕ; группа 2 – 1,03±0,06 мМЕ; группа 3 – 0,99±0,01 мМЕ; группа 4 – 1,01±0,04 мМЕ. После проведения ИО и ЕС через 1 час в крови самок уровень ЛГ повысился и при этом показатели группы 1 1,45± 0,11 мМЕ, где в качестве индуктора вводили сурфагон, в сравнении с показателями группы 2 (ХГЧ) – 1,81±0,10; группы 3 (кисспептин-10) – 1,89±0,08 и группы с естественным спариванием 1,83±0,16 имели статистическую значимость при p<0,001. При этом показатели окролов в группе 1 (3,63±2,39) и группе 2 (4,50±2,29) крольчонка в среднем на самку в сравнении с группой 4 ЕС 7,88±2,75 крольчонка в среднем на голову отмечалась статистическая значимость p<0,001. Таким образом, можно сказать, что выбор препарата для индукции овуляции оказывал влияние на уровень ЛГ в крови самок, что являлось фактором эффективности процедуры искусственного осеменения.

При интенсивном способе ведения хозяйства в кролиководстве самок подвергают спариванию или процедуре ИО как можно раньше после окрола. Для выяснения оптимального выбора времени для осеменения окролившейся самки нами были проведены процедуры ИО и ЕС крольчих на 3-й и 12-й день после окролов, при этом были сформированы группы самок (n=7) с количеством крольчат в гнезде ≥6 и ≤5. Полученные результаты представлены в таблице №4.

Как видно из представленных данных, самки при ИО и ЕС на третий день после окрола с количеством крольчат ≥5 имели самые низкие показатели и по группам ≤5 крольчат в гнезде имели при ИО – 2,86±2,17 и при ЕС – 3,57±1,76, а по группе ≥6 крольчат в гнезде при ИО – 2,29±2,05 и при ЕС – 3,71±1,03 крольчонка в среднем на самку. При проведении данных процедур на 12-й день после окрола в группах

Рисунок 1 - Концентрация сперматозоидов в семени самца породы калифорнийская
Figure 1 - Concentration of spermatozoa in the semen of the Californian buck

Рисунок 2. Концентрация сперматозоидов в семени самца породы белый великан
Figure 2. Concentration of spermatozoa in the semen of the White giant buck

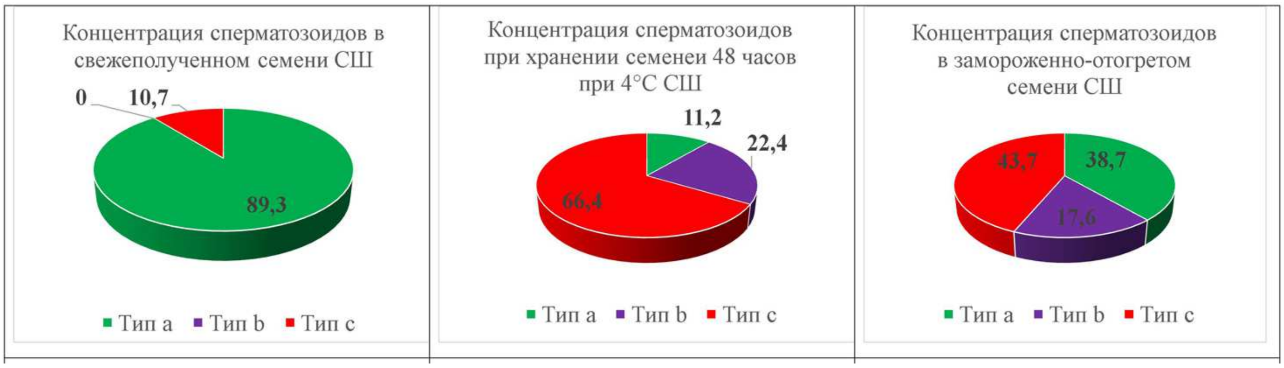


Рисунок 3. Концентрация сперматозоидов в семени самца породы советская шиншила
Figure 3. Sperm concentration in the semen of the Soviet Chinchilla buck

≤5 крольчат в гнезде было получено при ИО – 5.57±2,44 и при ЕС – 7.57±1,84, а по группах ≥6 крольчат в гнезде при ИО – 4.29±2,12и при ЕС – 6.71±1,28 крольчонка в среднем на самку. При этом в группах с ≥6 крольчат в гнезде разница в результатах ИО и ЕС на 3-й и 12-й день была статистически значима $p<0,05$.

Ранее некоторыми исследователями было показано, что при осеменении лактирующих самок результаты обычно хуже, чем при осеменении нелактирующих [21]. Кроме того отмечалось, что лактирующие самки, которые выкармливают большие пометы (>8 детенышей), также показывают хуже показатели окролов, чем те, которые выкармливают меньшее количество крольчат [22]. Также многими авторами отмечалось, что крольчихи эффективнее спариваются (обычно около 90%) в день окрола, при этом к 4-му дню наблюдалось снижение репродуктивного успеха (54,3%), повышение на 11-й день (88,7%), и возвращается к наивысшему уровню после отъема [23]. Полученные нами результаты перекликаются с представленными данными и свидетельствуют, что сроки осеменения после окрола, а также количество крольчат в гнезде оказывают влияние на эффективность осеменения крольчих и при применении процедуры ИО при реализации программ по воспроизводству кроликов с уплотнёнными окролами лучше брать крольчих с небольшим количеством крольчат в помете.

Заключение

Таким образом, наши исследования выявили, что на эффективность процедуры ИО крольчих оказывают влияние – состояние, способ и продолжительность хранения семени, уровень лютеинезирущего гормона в крови самок через час после ИО и выбор препарата, обеспечивающего его индукцию и содержание в крови, а также период, прошедший после окрола, и количество крольчат в гнезде.

При хранении эякулятов самцов кролика в условиях при t 4 ^{0}С через 48 часов отмечено значительное снижение относительного количества подвижных сперматозоидов менее 35–50%, что является пороговым критерием для оценки функциональности семени. При оценке замороженного семени после его отогревания, в образцах, взятых от каждой породы, распределение подвижных сперматозоидов тип a + b составило: КФ – 56,4%, у самца БВ – 55,7% и у самца СШ – 56,3%, что свидетельствовало о сохранении функциональности семени кроликов после глубокой заморозки. При использовании охлажденного семени кролика в сравнении с естественным спариванием у пород БВ и СШ отмечалась статистически значимая разница ($p<0,05$), а у породы КФ $p<0,01$.

Показатели уровней ЛГ группы 1 1,45± 0,11 мМЕ, где в качестве индуктора вводили сурфагон, в сравнении с показателями группы 2 (ХГЧ) – 1,81±0,10; группы 3 (кисспептин-10) – 1,89±0,08 и группы с естественным спариванием 1,83±0,16 имели статистическую значимость $p<0,001$. Показатели окролов в группе 1 (сурфагон) – 3,63±2,39 и группе 2 (хорулон) – 4,50±2,29 крольчонка в среднем на самку в сравнении с группой 4 (естественное спаривание) (7,88±2,75 крольчонка) имели статистическую значимость $p<0,001$. В результатах искусственного осеменения и естественного спаривания на 3-й и 12-й день в группах с количеством крольчат в гнезде ≥6 отмечалась статистически значима разница $p<0,05$. Выявленные факторы, оказывающие влияние на эффективность процедуры искусственного осеменения крольчих, предлагается учитывать для повышения репродуктивного успеха.

Литература

1.Косовский, Г.Ю. Кролиководство / Косовский Г.Ю., Тинаев Н.И., Балакирев Н.А., Глазко В.И. // М. - ООО "Московский Двор". - 2023. - С.352.

2.Андреева, В.С. Апробация искусственного осеменения кроликов / / Науч.тр. НИИПЗК, т.26. - 1981. - С. 122-128.

3.Rebollar PG, P?rez-Cabal MA, Pereda N, et al. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. Livest Sci. 2009;121:227-233.

4.Marongiu ML, Gulinati A, Bomboi G, et al. Lengthening of the remating interval improves body condition and reproduction efficiency of lactating rabbit does. Ital J Anim Sci. 2009;8:822.

5.Theau-Clement M. Preparation of the rabbit doe to insemination: A review. World Rabbit Sci. 2007;5:61-80.

6.Santacreu MA, Moce ML, Climent A, Blasco A. Divergent selection for uterine ca- pacity in rabbits. II. Correlated response in litter size and its components estimated with a cryopreserved control population J Anim Sci. 2005;83:2303-2307.

7.Khan-Dawood FS, Dawood MY. Chorionic gonadotropin receptors and immunoreactive chorionic gonadotropin in implantation of the rabbit blastocyst Am J Obstet Gynecol. 1984;148:359-365.

8.Srisuparp S, Strakova Z, Fazleabas AT. The role of chorionic gonadotropin (CG) in blastocyst implantation Arch Med Res.2001;32:627-634.

9.Mehaisen, GMK, Vicente JS, Lavara R, Viudes-de-Castro MP. Effect of eCG dose and ovulation induction treatments on embryo recovery and in vitro development post-vitrification in two selected lines of rabbit does. Animal Reproduction Science. 2005;90:175-184.

10.Hashem NM, Aboul-Ezz ZR.Effects of a single administration of different gonadotropins on day 7 post-insemination on pregnancy outcomes of rabbit does. Theriogenology. 2018;105.

11.Navarro VM, Gottsch ML, Chavkin C, Okamura H, Clifton DK, Steiner RA. Regulation of gonadotropin-releasing hormone secretion by kisspeptin/ dynorphin/neurokinin B neurons in the arcuate nucleus of the mouse. The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience. 2009;29(38):11859 - 11866.

12.Чернуха, Г.Е. Кисспептин и репродуктивная система / Чернуха Г.Е, Табеева Г.И., Гусев Д.В., Шмаков Р.Г. // Доктор.Ру. - 2017. - № 3 (132). - С.73-78.

13.Lee JH, Miele ME, Hicks DJ. KiSS-1, a novel human malignant melanoma metastasis-suppressor gene. J. Natl. Cancer Inst. 1996;88: 1731-7.

14. Oseni SO, Lukefahr SD. Rabbit production in low-input systems in Africa: situation, knowledge and perspectives - A review. World Rabbit Sci. 2014;22:147-160.

15. Morrell JM. Artificial insemination in rabbits. The British veterinary journal. 1995;151(5):477-488. https://doi.org/10.1016/s0007-1935(05)80022-3.

16. El-Ratel IT., Abdel-Khalek AE, Gabr SA, Hammad ME, El-Morsy HI. Influence of allicin administration on reproductive efficiency, immunity and lipid peroxidation of rabbit does under high ambient temperature. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2020;104:539-548. https://doi.org/10.1111/jpn.13316

17. Ondruska L, Rafay J, Okab AB, Ayoub MA, Al-Haidary AA, Samara EM, Parkanyi V, Chrastinova L, Jurcik R, Massanyi P, Lukac N, Supuka P. Influence of elevated ambient temperature upon some physiological measurements of New Zealand White rabbits. Veterinarni Medicina. 2011;56:180-186. https://doi.org/10.17221/3150-VETMED

18. Boni R. Heat stress, a serious threat to reproductive function in animals and humans. Molecular Reproduction and Development. 2019;86:1307-132. doi: https://doi.org/10.1002/mrd.23123.

19. El-Ratel IT, Gabr AA. Effect of spirulina and vitamin e on reproduction and in vitro embryo production in heat-stressed rabbits. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2019;22:545-553.

20. Abdelnour SA, Hassan MAE, El-Ratel IT, Essawi WM, El-Raghi AA, Lu Y, Sheiha AM. Effect of addition of l-carnitine to cryopreservation extender on rabbit post-thaw semen parameters, antioxidant capacity, mitochondrial function, apoptosis and ultrastructure changes. Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene. 2022;57(8): 902-911. https://doi.org/10.1111/rda.14139

21. Alabiso M, Bonanno A, Alicata ML, Leto G, Todaro M. 1996. Productivity of rabbit does subjected to artificial insemination and natural mating. In Proc.: 6th World Rabbit Congress, 9-12 July, Toulouse, France. 1996;2:29-35.

22. Rodriguez de Lara R. et Fallas LM. Environmental factors and physiological factors influencing kindling rates and litter size at birth in artificially inseminated doe rabbits. World Rabbit Sci. 1999; 7:191-196.

23. Fortun-Lamothe L, Bolet G. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. INRA Productions Animales. 1995;8:49-56.

References

1. Kosovsky GYu, Tinaev NI, Balakirev NA, Glazko VI. Krolikovodstvo [Rabbit breeding]. Moskovskiy dvor. 2023:352.

2. Andreeva VS. Aprobaciya iskusstvennogo osemeneniya krolikov [Testing artificial insemination of rabbits]. Nauchniy trud NIIPZK. 1981;26:122-128.

12. Chernuha GE, Tabeeva GI, Gusev DV, Shmakov RG. Kisspeptin i reproduktivnaya systema [Kisspeptin and the reproductive system]. Doctor.ru. 2017;3(132):73-78.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-19
УДК 636.085:577.17

Региональные особенности элементного гомеостаза коров молочного направления продуктивности

Сизова Е.А.

Сизова Е.А., доктор биологических наук, руководитель отдела физиологии, биохимии и морфологии животных, главный научный сотрудник sizova.l78@yandex.ru
Маршинская О.В., кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, m.olja2013@yandex.ru
Казакова Т.В., кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, vaisvais13@mail.ru
Яушева Е.В., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, vasilena56@mail.ru
ФГБНУ "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН"

Ключевые слова: молочный скот, биогеохимия, химические элементы, токсичные элементы, волос

Резюме: Проблема оценки кормовой обеспеченности потребности в химических элементах сельскохозяйственных животных является актуальной, что особенно важно при понимании особенностей региональной биогеохимии. Изучение данного вопроса может помочь в эффективной адаптации минерального питания к реальным физиологическим потребностям крупного рогатого скота для достижения их максимальной продуктивности и здоровья в конкретных фоновых условиях территории. Целью данной работы было изучение содержания химических элементов в волосе и сыворотке крови крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, находящегося на пастбищном содержании и территориально принадлежащего двум различным регионам Российской Федерации (Оренбургская область и Республика Саха). Определение содержания элементов в образцах сыворотки крови проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Результаты исследования показали более высокий уровень практически всех изучаемых химических элементов (Mg, Co, Cr, Cu, Mn, Se, Zn, Cd, Al, As, Pb) в образцах волоса животных из Оренбургской области относительно животных из Республики Саха. В сыворотке крови коров из Оренбургской области был более высокий уровень токсичных химических элементов на фоне более низких значений ряда эссенциальных элементов (Ca, K, Mg, Na, P, Co, Cu, I, Mn, Zn). В ходе исследования было выявлено, что более высокий уровень токсичных химических элементов в волосе коров связан с более низкой концентрацией ряда эссенциальных элементов в сыворотке крови (выявлены статистически значимые отрицательные корреляции). Таким образом, проведённое изучение минерального состава волоса и крови коров молочного направления продуктивности показало, что особенности биогеохимической провинции являются одним из определяющих факторов элементного гомеостаза, что наглядно демонстрирует необходимость установления региональных норм для кормления и оценки минерального обмена у крупнорогатого скота.

Для цитирования / For citation

Сизова Е.А., Маршинская О.В., Казакова Т.В., Яушева Е.В. Региональные особенности элементного гомеостаза коров молочного направления продуктивности // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.94–97.

Sizova E.A., Marshinskaia O.V., Kazakova T.V., Yausheva E.V. The regional characteristics of the elemental homeostasis in dairy cows // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.94–97.

The regional characteristics of the elemental homeostasis in dairy cows

Sizova E.A., Marshinskaia O.V.,
Kazakova T.V., Yausheva E.V.
"Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences", Orenburg

Key words: dairy cattle, biogeochemistry, chemical elements, toxic elements, hair

Abstract: The issue of assessing the nutritional adequacy of the need for chemical elements in agricultural animals is particularly relevant, especially in understanding the characteristics of regional biogeochemistry. Studying this topic can assist in effectively adapting mineral nutrition to the actual physiological needs of cattle in order to achieve their maximum productivity and health in the specific background conditions of a region. The aim of this study was to analyze the content of chemical elements in the hair and blood serum of dairy cattle that are pasture-fed and belong to two different regions of the Russian Federation (Orenburg Oblast and the Sakha Republic). The determination of element concentration in blood serum samples was conducted using inductively coupled plasma mass spectrometry. The results of the study revealed a higher level of almost all examined chemical elements (Mg, Co, Cr, Cu, Mn, Se, Zn, Cd, Al, As, Pb) in the hair samples of animals from Orenburg Oblast compared to those from the Sakha Republic. In the blood serum of cows from Orenburg Oblast, there was a higher level of toxic chemical elements, alongside lower values of several essential elements (Ca, K, Mg, Na, P, Co, Cu, I, Mn, Zn). During the study, it was found that the higher levels of toxic chemical elements in the hair of cows were associated with a lower concentration of several essential elements in the blood serum (statistically significant negative correlations were identified). Thus, the analysis of the mineral composition of the hair and blood of dairy cattle demonstrated that the characteristics of the biogeochemical province are one of the determining factors in elemental homeostasis, highlighting the necessity of establishing regional norms for feeding and assessing mineral metabolism in cattle.

Введение

Макро- и микроэлементы принадлежат к числу незаменимых пищевых нутриентов, адекватное поступление которых в организм крупного рогатого скота является необходимым условием обеспечения не только их здоровья и продуктивности, но также важным фактором получения экологически безопасных и питательно ценных продуктов питания [1]. В интенсивных системах разведения скота, чтобы поддерживать высокий уровень производства, питание животных становится очень специализированным и почти полностью основывается на концентрированных кормах [2]. С одной стороны, использование концентрированных кормов, обогащённых минералами, позволило практически полностью исключить клинические случаи дефицитов микроэлементов у крупного рогатого скота [1]. С другой стороны, значительная часть минералов, которые дают скоту, выводится с мочой и фекалиями или накапливается в организме, и эта доля увеличивается по мере того, как избыток химических элементов в рационе превышает потребность в них [3-5]. Высокие темпы обогащения кормов для скота микроэлементами, помимо того, что представляют опасность для окружающей среды, могут стать потенциальным риском, как для самих животных, так и для потребителей животноводческой продукции [6-9]. Однако в последние годы, возможно, в ответ на обеспокоенность этическими, медицинскими и экологическими проблемами, связанными с интенсивными методами ведения сельского хозяйства активно развиваются производственные системы, в которых использование минеральных добавок запрещено или, по крайней мере, ограничено [10].

В данном аспекте, традиционная полуэкстенсивная система разведения становится весьма актуальной. Такая производственная система предусматривает использование пастбищ с весны до осени, в течение которых животные питаются свежим кормом, а зимой содержатся в помещениях и питаются сеном, полученным с этих же земель. Известно, что молоко и молочные продукты, получаемые от таких коров, обладают улучшенными свойствами, повышенной питательной ценностью и хорошо сбалансированным химическим составом [11, 12]. Однако данная система неизбежно приводит к сильной зависимости от территории, на которой выращиваются животные, в отношении эссенциальных и токсичных химических элементов. Это связано с тем, что именно пища и питьевая вода являются основным промежуточным звеном в поступлении макро- и микроэлементов в организм из окружающей среды, что в значительной степени определяет состояние минерального обмена [13]. Проблема установления связи между химическим составом окружающей среды и состоянием живых организмов является крайне актуальной, и в значительной степени определяется биогеохимическими особенностями территории [14]. Таким образом, складывается ситуация, когда необходима более эффективная адаптация минеральной добавки к реальным физиологическим потребностям животного вне зависимости от типа производственной системы. Существует ограниченное число работ, изучающих минеральный обмен крупного рогатого скота с учётом их территориальной принадлежности к определенному региону. Однако такие исследования демонстрируют значительный потенциал: детальное изучение данного аспекта может не только расширить фундаментальные знания в области биоэлементологии и ветеринарии, но и способствовать созданию более эффективных методов кормления и управления здоровьем, что в свою очередь повлияет на продуктивные характеристики сельскохозяйственных животных и качество получаемой продукции [7, 15, 16].

В связи с этим, целью данной работы было изучение содержания химических элементов в волосе и крови крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, территориально принадлежащего двум различным регионам Российской Федерации (Оренбургская область и Республика Саха).

Материалы и методы

Объектом исследования были коровы молочного направления продуктивности (n=50), находящиеся на пастбищном содержании. В зависимости от территориального расположения хозяйств были сформированы следующие группы: 1 группа – Оренбургская область (n=25, чёрно-пёстрая порода) и 2 группа – Республика Саха (n=25, холмогорская порода). В каждую группу входили клинически здоровые коровы с одинаковой стадией лактации (второй месяц лактации), возрастом 4–6 лет и живой массой 500–600 кг.

В качестве биосубстратов для изучения элементного статуса использовали образцы волоса и крови животных. Волос был отобран в соответствии с ранее разработанным методом – не менее 0,4 грамм с верхней части холки животного [17]. Образцы крови были взяты из хвостовой вены в вакуумные пробирки с последующим отделением сыворотки крови. Аналитические исследования проводились в Центре коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН (г. Оренбург). Определение содержания элементов в образцах сыворотки крови проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с использованием масс-спектрометра Agilent 7900 ICP-MS.

Обработку полученных данных проводили при помощи методов вариационной статистики с применением статистического пакета STATISTICA 10 (StatSoft Inc., США). Проверку соответствия полученных данных нормальному закону распределения проводили при помощи критерия Шапиро-Уилка. Гипотеза о принадлежности данных нормальному распределению отклонена во всех случаях с вероятностью 95 %, что обосновало применение непараметрических процедур обработки статистических совокупностей (U-критерий Манна-Уитни). Полученные данные представ-

Таблица 1. Содержание химических элементов в волосе коров молочного направления продуктивности, разделённых в зависимости от территориального расположения хозяйства, мкг/г

Table 1. Content of chemical elements in the hair of dairy cows, divided by the territorial location of the farm, μg/g

Элемент	Группы	
	1 группа (Оренбургская область)	2 группа (Республика Саха)
Макроэлементы		
Ca	3 493 (1 937-4 247)	2 101 (1 453-3 914)
K	2 092 (1 585-2 485)	1 609 (902-2 340)
Mg	757 (617-953)*	409 (312-647)
Na	666 (518-1 012)	622 (377-872)
P	214 (191-234)	243 (209-311)
Эссенциальные элементы		
Co	0,312 (0,264-0,414)**	0,111 (0,093-0,185)
Cr	1,75 (1,28-2,21)**	0,55 (0,27-0,85)
Fe	695 (535-1 073)**	202 (153-348)
Cu	8,35 (7,78-9,01)**	4,82 (4,19-5,63)
I	0,657 (0,478-0,915)	0,858 (0,790-1,037)
Mn	29,6 (25-42,7)*	15,6 (14,3-26,3)
Se	0,54 (0,42-0,66)**	0,15 (0,13-0,23)
Zn	173 (137-213)**	88 (70-108)
Токсичные элементы		
Cd	0,0219 (0,0183-0,0357)**	0,009 (0,005-0,013)
Al	388 (254-557)**	123,9 (89,4-188,4)
As	0,215 (0,176-0,279)**	0,057 (0,044-0,078)
Sn	0,021 (0,014-0,033)	0,022 (0,009-0,029)
Hg	0,0049 (0,0025-0,0105)	0,0065 (0,0012-0,0161)
Pb	0,84 (0,48-1,73)**	0,12 (0,10-0,22)

Примечание: *, ** – статистически значимая разница между 1 и 2 группами при $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$

лены в виде медианы (Me) и 25–75-го квартилей (Q25-Q75). Взаимосвязи между параметрами оценивали при помощи метода ранговых корреляций Спирмена. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (p), при этом критическим уровнем значимости принимали $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Первым этапом исследования была оценка валового содержания макро- и микроэлементов в образцах волос. Эффективность метода заключается в том, что волос позволяет определить длительное воздействие химических элементов, особенно тяжёлых металлов, благодаря хелатирующей способности сульфгидрильной группы (-SH) в цистеине, а также неинвазивным отбором проб [18]. Выбор исследуемых территорий обусловлен их значительным расстоянием друг от друга, а также тем, что северные регионы России, в частности Республика Саха, в рамках оценки минерального обмена изучены гораздо менее детально [14]. Более высокие уровни практически всех изучаемых химических элементов в волосе отмечались у коров из Оренбургской области относительно коров из Республики Саха: Cu на 72,2 %, Mg на 85 %, Mn на 91 %, Zn на 96,5 %, Cd на 133 %, Co на 181 %, Al на 215,4 %, Cr на 218 %, Se на 260 %, Pb на 300 %, As на 330 % (табл. 1).

Анализ волоса пасущихся животных также интересен тем, что ряд исследований доказывают возможность использования волоса, как биоиндикатора, который может эффективно указывать на наличие загрязняющих веществ в окружающей среде на определённой территории [19-21].

Таблица 2. Содержание химических элементов в волосе коров молочного направления продуктивности, разделённых в зависимости от территориального расположения хозяйства, мкг/мл
Table 2. Content of chemical elements in the hair of dairy cows, divided by the territorial location of the farm, μg/ml

Элемент	Группы	
	1 группа (Оренбургская область)	2 группа (Республика Саха)
Макроэлементы		
Ca	70,8 (69,5-73,9)**	109,4 (101,4-119,2)
K	160 (153-170)**	313 (303-331)
Mg	19,2 (18,4-21,1)**	27,8 (26-33,5)
Na	3 379 (3 314-3 418)**	3 819 (3 747-4 175)
P	83,2 (70,1-90,8)**	144,2 (140,5-169,9)
Эссенциальные элементы		
Co	0,0005 (0,0004-0,0006)**	0,0012 (0,0010-0,0014)
Cr	0,0053 (0,005-0,0056)**	0,0012 (0,0009-0,0017)
Fe	1,22 (1,14-1,42)	1,48 (1,18-1,55)
Cu	0,47 (0,42-0,53)*	0,56 (0,50-0,62)
I	0,027 (0,025-0,031)**	0,049 (0,042-0,052)
Mn	0,0021 (0,0017-0,0024)**	0,0075 (0,0054-0,0092)
Se	0,03 (0,027-0,031)	0,031 (0,027-0,036)
Zn	0,552 (0,498-0,579)**	1,05 (0,87-1,33)
Токсичные элементы		
Cd	0,000024 (0,000021-0,000075)	0,00005 (0,00003-0,000095)
Al	0,021 (0,020-0,024)	0,020 (0,015-0,024)
As	0,0019 (0,0018-0,002)**	0,0012 (0,0007-0,0014)
Sn	0,00024 (0,00014-0,00032)**	0,0002 (0,0001-0,0003)
Hg	0,0002 (0,0001-0,0003)**	0,0005 (0,0003-0,0006)
Pb	0,00038 (0,0003-0,0008)**	0,0001 (0,00008-0,0003)
Примечание: *, ** – статистически значимая разница между 1 и 2 группами при $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$		

Наблюдаемое накопление ряда тяжелых металлов в волосе коров из Оренбургской области связано с тем, что в регионе активно развита топливная промышленность, черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая отрасли. На территории Оренбургской области находится крупнейшее в России газоконденсатное месторождение. В связи с этим закономерно, что основными загрязняющими веществами являются соединения тяжёлых металлов [22, 23].

Однако результаты определения концентрации химических элементов в волосе даже при одинаковых условиях могут не совпадать с результатами, полученными в крови [24]. Это связано с тем, что гомеостатические механизмы долгое время поддерживают показатели крови в стабильном состоянии, несмотря на эндо- и экзогенные факторы влияния. Поэтому следующим этапом исследования была оценка уровня химических элементов в сыворотке крови коров (табл. 2).

Как и в случае с волосом, у животных из Оренбургской области наблюдалось статистически значимо более высокое содержание токсичных химических элементов в сыворотке крови относительно коров из Республики Саха: As на 58,3 % и Pb на 280 %. Исключение составил только уровень Hg, который был более низким (на 60 %). Стоит отметить, что более высокий уровень Hg характерен для северных регионов России [14]. Однако совершенно противоположенные результаты получились по содержанию остальных макро- и микроэлементов. Наблюдалось статистически значимо более низкие значения Na на 11,5 %, Cu на 16 %, Mg на 31 %, Ca на 35,7 %, P на 42,3 %, I на 44,8 %, Zn на 47,4 %, K на 48,8 %, Mn на 72 %, Co на 95,8 %. Исключение составил только Cr, уровень которого был более высоким (на 341 %).

Важной особенностью функционирования химических элементов в организме является их взаимодействие друг с другом посредством антагонистических и синергетических эффектов. Нарушение баланса одного элемента может привести к нарушению гомеостаза других химических элементов, что показывает актуальность комплексного изучения микроэлементного статуса организма. Обнаруженное изменение ряда химических элементов в волосе и крови дало основание к проведению корреляционного анализа (рис. 1).

В ходе исследования было выявлено, что более высокий уровень токсичных химических элементов в волосе коров был связан с более низким уровнем ряда эссенциальных элементов в сыворотке крови. Об этом свидетельствуют значимые отрицательные корреляции. Полученные данные можно объяснить антагонистическим взаимодействием токсичных элементов с эссенциальными. Результатом подобных эффектов является вытеснение металлов из активных центров белков с последующей утратой их биологической активности. А также тем, что токсичные металлы препятствуют нормальной биодоступности микроэлементов, конкурируя с ними в процессе всасывания в кишечнике [25]. Таким образом, состояние метаболической нагрузки токсичными элементами нарушает в организме работу систем усвоения, абсорбции, транспорта и выведения химических элементов [26].

В силу того, что в исследовании использовались две породы крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (чёрно-пестрая и холмогорская), важно отметить тот факт, что существует ряд исследований подтверждающих, что отсутствует существенная разница в уровне химических элементов в сыворотке крови в зависимости от породы. Однако, при оценке уровня химических элементов в мышцах и молоке в зависимости от породы могут быть весомые различия [27, 28].

Заключение

Результаты исследования показали более высокий уровень практически всех изучаемых химических элементов (Mg, Co, Cr, Cu, Mn, Se, Zn, Cd, Al, As, Pb) в образцах волоса животных из Оренбургской области относительно животных из Республики Саха. В сыворотке крови коров из Оренбургской области был более высокий уровень токсичных химических элементов на фоне более низких значений ряда эссенциальных элементов (Ca, K, Mg, Na, P, Co, Cu, I, Mn, Zn). В ходе исследования было выявлено, что более высокий уровень токсичных химических элементов в волосе коров связан с более низкой концентрацией ряда эссенциальных элементов в сыворотке крови (выявлены статистически значимые отрицательные корреляции). Таким образом, проведённое изучение минерального состава волоса и крови коров молочного направления продуктивности показало, что особенности биогеохимической провинции являются одним из определяющих факторов элементного гомеостаза, что наглядно демонстрирует необходимость установления региональных норм для кормления и оценки минерального обмена у крупнорогатого скота.

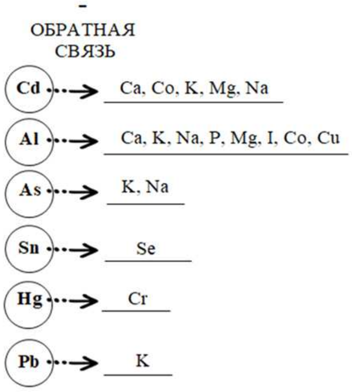


Рисунок 1. Взаимосвязь содержания токсичных химических элементов в волосе с эссенциальными микроэлементами в крови коров молочного направления продуктивности

Figure 1. Relationship between the content of toxic chemical elements in the hair and essential microelements in the blood of dairy cows

Примечание: при $r > 0,3$; $p < 0,05$

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ 2025-0001).

Литература

1. Lopez-Alonso M. Trace minerals and livestock: not too much not too little. ISRN Vet Sci. 2012;2012:704825. DOI: 10.5402/2012/704825.
2. Pugliese M., Biondi V., Passantino A., Licitra F., Alibrandi A., Zanghi A., Conte F., Marino G. Welfare assessment in intensive and semi-intensive dairy cattle management system in Sicily. Anim Sci J. 2021;92(1):e13546. DOI: 10.1111/asj.13546.
3. Sheppard S.C., Sanipelli B. Trace elements in feed, manure, and manured soils. J Environ Qual. 2012;41(6):1846-1856. DOI: 10.2134/jeq2012.0133.
4. McCaughern J.H., Mackenzie A.M., Bleach E.C.L., Sinclair L.A. Overfeeding copper during rearing affects the liver function and fertility of replacement dairy heifers. Vet Rec. 2024;195(2):e4397. DOI: 10.1002/vetr.4397.
5. Wagner J.J., Edwards-Callaway L.N., Engle T.E. Vitamins and Trace Minerals in Ruminants: Confinement Feedlot. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2023;39(3):505-516. DOI: 10.1016/j.cvfa.2023.06.005.
6. Leeman W.R., Van Den Berg K.J., Houben G.F. Transfer of chemicals from feed to animal products: The use of transfer factors in risk assessment. Food Addit Contam. 2007;24(1):1-13. DOI: 10.1080/02652030600815512.
7. Zhou X., Qu X., Zhao S., Wang J., Li S., Zheng N. Analysis of 22 Elements in Milk, Feed, and Water of Dairy Cow, Goat, and Buffalo from Different Regions of China. Biol Trace Elem Res. 2017;176(1):120-129. DOI: 10.1007/s12011-016-0819-8.
8. Wu Y., Zhang H., Liu G., Zhang J., Wang J., Yu Y., Lu S. Concentrations and health risk assessment of trace elements in animal-derived food in southern China. Chemosphere. 2016;144:564-70. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2015.09.005.
9. Lopez-Alonso M., Miranda M.. Copper Supplementation, A Challenge in Cattle. Animals (Basel). 2020;10(10):1890. DOI: 10.3390/ani10101890.
10. Rodriguez-Bermudez R., Miranda M., Baudracco J., Fouz R., Pereira V., Lopez-Alonso M. Breeding for organic dairy farming: what types of cows are needed? J Dairy Res. 2019;86(1):3-12. DOI: 10.1017/S0022029919000141.
11. Moscovici Joubran A., Pierce K.M., Garvey N., Shalloo L., O'Callaghan T.F. Invited review: A 2020 perspective on pasture-based dairy systems and products. J Dairy Sci. 2021;104(7):7364-7382. DOI: 10.3168/jds.2020-19776.
12. Butler G., Stergiadis S., Chatzidimitriou E., Franceschin E., Davis H.R., Leifert C., Steinshamn H. Differing responses in milk composition from introducing rapeseed and naked oats to conventional and organic dairy diets. Sci Rep. 2019;9(1):8115. DOI: 10.1038/s41598-019-44567-8.
13. Draghi S., Fehri N.E., Ates F., Ozsobac N.P., Tarhan D., Bilgic B., Dokuzeylul B., Yaramis C.P., Ercan A.M., Or M.E., Cagnardi P., Brecchia G., Curone G., Di Cesare F. Use of Hair as Matrix for Trace Elements Biomonitoring in Cattle and Roe Deer Sharing Pastures in Northern Italy. Animals (Basel). 2024;14(15):2209. DOI: 10.3390/ani14152209.
14. Горбачев, А.Л. Некоторые проблемы биогеохимии северных территорий России / А.Л. Горбачев // Микроэлементы в медицине. - 2018. - № 19(4). - С. 3-9.
15. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows. Folia Biol (Krakow). 2014;62(3):163-9.
16. Zwierzchowski G., Ametaj B.N. Minerals and Heavy Metals in the Whole Raw Milk of Dairy Cows from Different Management Systems and Countries of Origin: A Meta-Analytical Study. J Agric Food Chem. 20185;66(26):6877-6888. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b00904.
17. Miroshnikov S., Kharlamov A., Zavyalov O., Frolov A., Bolodurina I., Arapova O., Duskaev G. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile. Pakistan Journal of Nutrition. 2015;14(9):632-636. DOI: https://doi.org/10.3923/pjn.2015.632.636.
18. Perillo L., Arfuso F., Piccione G., Dara S., Tropia E., Cascone G., Licitra F., Monteverde V. Quantification of Some Heavy Metals in Hair of Dairy Cows Housed in Different Areas from Sicily as a Bioindicator of Environmental Exposure - A Preliminary Study. Animals. 2021;11:2268. DOI: 10.3390/ani11082268.
19. Draghi S., Agradi S., Riva F., Tarhan D., Bilgi? B., Dokuzeylul B., Ercan A.M., Or M.E., Brecchia G., Vigo D., Arioli F., Di Cesare F., Curone G. Roe Deer (Capreolus capreolus) Hair as a Bioindicator for the Environmental Presence of Toxic and Trace Elements. Toxics. 2023;11(1):49. DOI: 10.3390/toxics11010049.
20. Perillo L., Arfuso F., Piccione G., Dara S., Tropia E., Cascone G., Licitra F., Monteverde V. Quantification of Some Heavy Metals in Hair of Dairy Cows Housed in Different Areas from Sicily as a Bioindicator of Environmental Exposure-A Preliminary Study. Animals (Basel). 2021;11(8):2268. DOI: 10.3390/ani11082268.
21. Linhares D., Garcia P., Pimentel A., Gaspar D., Rodrigues A.D.S. Using cattle hair to assess exposure to essential trace elements in volcanic soils. J Trace Elem Med Biol. 2024;81:127345. DOI: 10.1016/j.jtemb.2023.127345.
22. Голинская, Л.В. Тяжёлые металлы в водных экосистемах Оренбургской области как потенциальные источники снижения качества здоровья населения региона / Л.В. Голинская, Г.Н. Соловых, М.М. Павлова // ЗНиСО. - 2014. - №7(256). - С. 40-42.
23. Сальникова, Е.В. Тяжелые металлы в цепи "Корм-животное-человек" на примере Оренбургской области / Е.В. Сальникова, А.М. Мирошников, Е.А. Осипова, И.Р. Кудакаев, Д.С. Жоров, А.С. Кустова // Вестник ОГУ. - 2013. - №6(155).
24. Rivlin R.S. Misuse of hair analysis for nutritional assessment. Am J Med. 1983;75(3):489-93. DOI: 10.1016/0002-9343(83)90355-8.
25. Bridges C.C., Zalups R.K. Molecular and ionic mimicry and the ransport of toxic metals. Toxicology and Applied Pharmacology. 2005;204(3):274-308.
26. Miroshnikov S., Notova S., Kazakova T., Marshinskaia O. The total accumulation of heavy metals in body in connection with the dairy productivity of cows. Environ Sci Pollut Res Int. 2021;28(36):49852-49863. DOI: 10.1007/s11356-021-14198-6.
27. Miranda M., Gutierrez B., Benedito J.L., Blanco-Penedo .I, Garcia-Vaquero M., Lopez-Alonso M. Influence of breed on blood and tissue copper status in growing and finishing steers fed diets supplemented with copper. Arch Anim Nutr. 2010;64(2):98-110. DOI: 10.1080/17450390903461576.
28. Pereira V., Carbajales P., Lopez-Alonso M., Miranda M. Trace Element Concentrations in Beef Cattle Related to the Breed Aptitude. Biol Trace Elem Res. 2018;186(1):135-142. DOI: 10.1007/s12011-018-1276-3.

References

14. Gorbachev, A.L. Some problems of biogeochemistry of the northern territories of Russia / A.L. Gorbachev // Trace Elements in Medicine. - 2018. - № 19(4). - P. 3-9.
22. Golinskaya, L.V. Heavy metals in aquatic ecosystems of the orenburg region as potential sources of reduction in the health of the region's population / L.V. Golinskaya, G.N. Solovih, M.M. Pavlova // Public Health and Life Environment. - 2014. - №7(256). - P. 40-42.
23. Salnikova, E.V. Тяжелые металлы в цепи "Корм-животное-человек" на примере Оренбургской области / E.V. Salnikova, A.M. Miroshnikov, E.A. Osipova, I.R. Kudakaev, D.S. Zhorov, A.S. Kustova / / Vestnik OGU. - 2013. - №6(155).

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-20
УДК 593.17: [599.6/.73]

Региональные особенности эндобионтных инфузорий у диких копытных животных Якутии

Слепцов Е.С.

Слепцов Е.С., д.в.н., главный научный сотрудник лаборатории оленеводства и традиционных отраслей, г. Якутск, evgeniycemenovic@mail.ru
Алферов И.В., к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения лошадей, г. Якутск, ivan.alferov@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук" – Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, г. Якутск

Ключевые слова: эндобионтные инфузории, симбиотическая фауна, северный олень, косуля, снежный баран

Резюме: В статье представлен комплексный анализ эндобионтных инфузорий, обнаруженных в желудочно-кишечном тракте копытных, обитающих в северных регионах. У северного оленя выявлено 14 видов инфузорий, относящихся к шести родам (Entodinium, Diplodinium, Eudiplodinium, Ostracodinium, Epidinium, Dasytricha). В стадных популяциях (Оймяконский улус) зарегистрировано 11 видов, тогда как у одиночных особей (Усть-Майский улус) – только 9. Доминирующими видами являются Entodinium exiguum (15,1%) и Epidinium ecaudatum (16,7%), тогда как редкие виды, такие как Entodinium quadricuspis quadricuspis (3,6%), Eudiplodinium dilobum (3,5%) и Dasytricha ruminantium (8,42%), встречаются с меньшей частотой. Морфометрический анализ показал, что у представителей рода Epidinium из Оймяконского улуса наблюдается более вытянутая форма, что, вероятно, связано с адаптацией к перевариванию лишайников. У изюбря (Амгинский улус) обнаружено четыре вида инфузорий, распределённых по трём родам, включая Entodinium furca monolobum, Entodinium anteronucleatum, Epidinium ecaudatum и Eudiplodinium maggii.

У косули в зимний период отмечено крайне низкое видовое разнообразие – всего два вида рода Entodinium (Entodinium dubardi и Entodinium exiguum). Ограниченное количество видов может быть связано с малочисленностью групп животных и переходом на древесные корма, что способствует утрате симбионтов и повышению зимней смертности. У снежного барана выявлено 12 видов инфузорий, принадлежащих к пяти родам (Entodinium, Eudiplodinium, Polyplastron, Metadinium, Ophryoscolex). При этом популяционные различия между улусами значительны: в Оймяконском улусе обнаружено 7 видов (2 рода), а в Эвено-Бытантайском – 11 видов (5 родов). Высокий коэффициент сходства (Kj-m = 0,64; Ics = 77,7%) подтверждает общность симбиотической фауны между популяциями. Особый интерес представляют три вида Eudiplodinium, не соответствующие ранее описанным, что требует дополнительного изучения. У кабарги (Эвено-Бытантайский улус) впервые описа-

Для цитирования / For citation

Региональные особенности эндобионтных инфузорий у диких копытных животных Якутии / Слепцов Е.С., Алфёров И.В. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.98–102.
Regional Features of Endobiont Ciliates in Wild Ungulates of Yakutia/ Sleptsov E.S., Alferov I.V. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.98–102.

Regional Features of Endobiont Ciliates in Wild Ungulates of Yakutia

Slepsov E.S., Alferov I.V.
Yakut Scientific Research Institute of Agriculture

Key words: endobiont infusoria, symbiotic fauna, reindeer, roe deer, snow sheep.

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of endobiotic ciliates found in the gastrointestinal tract of ungulates inhabiting northern regions. In reindeer (Rangifer tarandus), 14 ciliate species belonging to six genera (Entodinium, Diplodinium, Eudiplodinium, Ostracodinium, Epidinium, Dasytricha) were identified. Herd populations (Oymyakonsky ulus) harbored 11 species, while solitary individuals (Ust-Maysky ulus) exhibited only 9 species. The dominant species were Entodinium exiguum (15.1%) and Epidinium ecaudatum (16.7%), while rare species such as Entodinium quadricuspis quadricuspis (3.6%), Eudiplodinium dilobum (3.5%), and Dasytricha ruminantium (8.42%) occurred at lower frequencies. Morphometric analysis revealed that Epidinium specimens from the Oymyakonsky ulus displayed an elongated morphology, likely an adaptation to lichen digestion. In Siberian wapiti (Cervus elaphus xanthopygus) from the Amginsky ulus, four ciliate species from three genera were detected, including Entodinium furca monolobum, Entodinium anteronucleatum, Epidinium ecaudatum, and Eudiplodinium maggii. Roe deer (Capreolus pygargus) showed extremely low species diversity during winter - only two Entodinium species (Entodinium dubardi and Entodinium exiguum). This limited diversity may result from small group sizes and a dietary shift to woody vegetation, potentially leading to symbiont loss and increased winter mortality. Snow sheep (Ovis nivicola) hosted 12 ciliate species from five genera (Entodinium, Eudiplodinium, Polyplastron, Metadinium, Ophryoscolex). Significant inter- ulus differences were observed: Oymyakonsky populations contained 7 species (2 genera), while Eveno-Bytantaysky populations had 11 species (5 genera). High similarity coefficients (Kj-m = 0.64; Ics = 77.7%) confirmed shared symbiotic fauna between populations. Of particular interest were three Eudiplodinium species that did not match previous descriptions, warranting further investigation. In Siberian musk deer (Moschus moschiferus) from the Eveno-Bytantaysky ulus, we describe for the first time a symbiotic fauna comprising just two species - Entodinium simplex and Epidinium gigas. The low species diversity, combined with anthropogenic factors (regulated hunting and pasture reduction), indicates human activity significantly impacts both population dynamics and symbiont composition in this species. These findings highlight the crucial role of climatic and ecological factors in shaping endobiotic ciliate communities in northern ungulate ecosystems.

на симбиотическая фауна, представленная всего двумя видами – Entodinium simplex и Epidinium gigas. Низкое видовое разнообразие, наряду с антропогенными факторами (регулируемая охота и сокращение пастбищ), свидетельствует о влиянии хозяйственной деятельности на популяционную динамику и состав симбионтов у этого вида. Полученные результаты подчёркивают важную роль климатических и экологических факторов в формировании сообществ эндобионтных инфузорий у копытных северных экосистем.

Введение

Исследования эндобионтных ресничных инфузорий, обитающих в рубце жвачных животных, открывают перед нами удивительный мир симбиотических отношений, где эти простейшие играют ключевую роль в переваривании растительной пищи, особенно богатой клетчаткой. Эти микроорганизмы, живущие в желудочно-кишечном тракте диких копытных, таких как лось (Alces alces), дикий северный олень (Rangifer tarandus), косуля (Capreolus capreolus), снежный баран (Ovis nivicola) и сибирская косуля (Capreolus pygargus) – они обладают способностью адаптироваться к суровым условиям обитания, сезонным изменениям рациона и особенностям поведения животных. В Якутии, регионе с экстремально холодным климатом, эти инфузории, вероятно, помогают животным переваривать низкокачественные зимние корма, такие как лишайники и древесные ветви, поддерживая их выживание в условиях стресса.

Сезонные изменения, такие как переход от летних трав к зимним грубым кормам, вероятно, влияют на состав и численность инфузорий, с увеличением видов, таких как Entodinium и Epidinium, в холодные месяцы для обработки повышенного содержания клетчатки. Хакманн и др. (2024) подчёркивает, что методы культивирования инфузорий из рубца крупного рогатого скота позволяют изучать их метаболическую активность, включая ферментацию клетчатки [1].

Kim, G с соавторами (2025) провели исследование которое показало что инокуляция инфузорий в условиях, свободных от фауны, влияет на ферментацию, включая увеличение производства бутирата, что связано с деградацией целлюлозы [2]. Эти работы подчёркивают, что инфузории, такие как Entodinium и Epidinium, становятся доминирующими в зимние месяцы, когда рацион включает больше грубых кормов.

Поведенческие адаптации животных, такие как избирательная пастьба зимой, также, формирует сообщества инфузорий, оптимизируя экстракцию питательных веществ в экстремальных условиях. Сравнительные исследования, включая данные по тропическим регионам (Африка) [3], показывает, что в холодных климатах, таких как Якутия, разнообразие инфузорий, вероятно, выше, что связано с рационом животных и экологическим стрессом. Факторы, влияющие на их разнообразие и численность, включают температуру, качество питания, генетику хозяина и паттерны пастьбы.

В данной статье мы рассмотрим результаты изучения разнообразия фауны эндобионтных инфузорий у этих видов в Якутии, сравним их с данными из других регионов и проанализируем факторы, влияющие на видовое богатство и численность этих простейших.

Материалы и методы исследований

Сбор образцов проводился методом забора проб содержимого всех отделов желудка жвачных и толстого отдела кишечника у моногастричных животных. Пробы помещались в стерилизованные емкости объёмом 10 мл с 10%-ным раствором формалина.

При отборе средней пробы содержимого преджелудков и кишечника мы стремились сохранить истинную картину исследуемого материала в целом. Для получения репрезентативной средней пробы мы брали всё содержимое пищеварительного органа, тщательно перемешивали его и только затем отбирали среднюю часть. Такой принцип был использован при отборе проб у диких животных, убитых в ходе планового отстрела.

Определение видового состава симбиофауны проводилось с применением индекса Чекановского-Сьеренсена на фиксированном материале с использованием специальных определителей: Догеля В. А. (1929), Корниловой О. А. (2003, 2010) [4-7]. Для изучения морфологии инфузорий применялись методы окрашивания метиловым зелёным и раствором Люголя. Измерения инфузорий проводились на микроскопе с окулярным микрометром. Морфометрию выполняли в случайных выборках не менее 30 экземпляров каждого вида. Численность инфузорий определялась методом "калиброванной капли" по методике Корниловой О. А. Сравнение видового состава эндобионтных инфузорий проводилось по коэффициенту сходства Жаккара-Малышева (Kj-m) и индексу общности фауны Чекановского-Сьеренсена (Ics).

Результаты исследований

Лось (Alces alces), один из самых крупных представителей копытных в северных экосистемах. Проведённые исследования показали, что видовое разнообразие эндобионтных инфузорий у лося существенно зависит от времени года и состава рациона. В зимний период, когда лось переходит на питание преимущественно веточными кормами – почками, ветками кустарников и древесных растений [8], – в его рубце было выявлено четыре вида инфузорий: Entodinium exiguum, Epidinium ecaudatum ecaudatum, Epidinium ecaudatum cattaneoni и Metadinium minorum. Эти виды относятся к трём родам: Entodinium, Epidinium и Diplodinium. Такое преобладание грубых кормов, вероятно, связано с присутствием в них веществ, таких как танины или лигнин, которые негативно влияют на жизнедеятельность инфузорий, ограничивая их видовое разнообразие. Однако с наступлением лета картина меняется: основой рациона становятся сочные травянистые растения, и в рубце лося обнаруживается уже шесть видов инфузорий, представляющих четыре рода – Entodinium, Epidinium, Metadinium и Diplodinium. Увеличение видового разнообразия в этот период объясняется многообразием потребляемых растений, включая разные части трав, кустарников и кустарничков. Среди инфузорий выделяются крупные представители родов Metadinium и Epidinium, тогда как наибольшая численность характерна для родов Entodinium и Epidinium. Они позволяют лосю эффективно усваивать низкокалорийные корма с высоким содержанием клетчатки [9].

Интересный аспект связан с половым поведением лося. У крупного взрослого самца, добытого в ноябре в разгар гона, предположительно возрастом 9–10 лет, желудочно-кишечный тракт оказался практически пустым. При этом никаких признаков заболеваний или поражения паразитами-гельминтами выявлено не было. Вероятнее всего, это указывает на временную потерю аппетита, вызванную физиологическими изменениями во время полового гона – явление, которое мы наблюдали и у домашних баранов, полностью отказывающихся от еды в этот период. В пробах от этого лося были обнаружены лишь единичные инфузории, которые из–за сильной деформации не поддались идентификации. Сравнение с данными из других регионов, где у лосей выявлено до 15 видов инфузорий [10, 11], показывает, что в Якутии разнообразие симбиофауны у этого вида значительно ниже – всего 6 видов. Это говорит о высокой приспособленности лосей к суровым условиям длительного зимнего периода, когда они вынуждены питаться скудными и малопитательными кормами, такими как грубостебельчатые ветки и почки. Экстремальные климатические условия Якутии, с температурами, опускающимися до -50°C, и коротким вегетационным периодом, ограничивают доступность питательных трав, вынуждая лосей адаптироваться к грубым кормам, что, в свою очередь, формирует уникальную, но менее разнообразную симбиофауну.

Переходя к дикому северному оленю, обитающему в Якутии, мы видим более сложную картину. Всего у этого вида идентифицировано 14 видов эндобионтных инфузорий, относящихся к шести родам. Исследования проводились в двух улусах – Оймяконском и Усть-Майском, отличающихся природно-климатическими условиями и плотностью популяций. В Оймяконском улусе, где олени образуют стада от нескольких десятков до сотен особей, было обнаружено 11 видов инфузорий из шести родов: Entodinium, Diplodinium, Eudiplodinium, Ostracodinium, Epidinium и Dasitricha. В Усть-Майском улусе, где в начале августа наблюдались лишь одиночные особи или небольшие группы по 2–3 оленя, идентифицировано 9 видов из четырёх родов: Entodinium, Diplodinium, Eudiplodinium и Epidinium. Общими для обеих популяций оказались шесть видов из четырёх родов. Наиболее часто встречались Entodinium exiguum (15,1%) и Epidinium ecaudatum (16,7%), тогда как виды Entodinium guadricuspis guadricuspis (3,6%) и Eudiplodinium dilobum (3,5%) были редкими. Интересно, что вид Dasytricha ruminantium с частотой встречаемости 8,42% был обнаружен только в Усть-Майском улусе, преимущественно в рубце, в отличие от домашних животных, где он чаще встречается в сетке и книжке. Коэффициент сходства Жаккара-Малышева (Kj-m = 0,43) и индекс общности Чекановского-Сьеренсена (Ics = 60%) указывают на умеренное видовое сходство между популяциями, что может быть связано с различиями в образе жизни: одиночный в Усть-Майском улусе и стадный в Оймяконском. Морфометрический анализ показал, что инфузории рода Epidinium из Оймяконского улуса отличаются более вытянутой формой тела, что, возможно, связано с адаптацией к перевариванию лишайников, составляющих значительную часть рациона оленей в этом регионе.

У других копытных Якутии картина разнообразия инфузорий также варьируется. У изюбра, обитающего в Амгинском улусе, в пробе, взятой в декабре, выявлено 4 вида инфузорий из трёх родов: Entodinium fursa monolobum, Entodinium anteronucleatum, Epidinium ecaudatum и Eudiplodinium maggii. Это первое описание симбиофауны данного вида в регионе, и исследования будут продолжены для уточнения количественного состава. У косули в зимних пробах зафиксировано минимальное разнообразие – всего два вида, Entodinium dubardi и Entodinium exiguum, оба из рода Entodinium. Это значительно меньше, чем в Омской области (10 видов) или Челябинской (27 видов), где фауна инфузорий включает офриосколециды и изотрихиды [12]. Ранее в Якутии у косули также находили только Entodinium dubardi [13], что позволяет считать этот вид основным эндобионтом для косуль как европейских, так и сибирских. Низкое разнообразие может быть связано с малой численностью групп (2–3 особи) в зимний период и переходом на древесные корма, что, возможно, привело к утрате видового богатства симбиофауны и стало одной из причин высокой смертности косуль зимой. Сравнение с домашними овцами, у которых в зимний период выявлено до 8 видов инфузорий, подчёркивает, что у диких косуль адаптация к древесным кормам могла привести к эволюционной редукции симбиофауны. У снежного барана обнаружено 12 видов инфузорий из пяти родов: Entodinium, Eudiplodinium, Polyplastron, Metadinium и Ophryoscolex. Различия между популяциями из Оймяконского (7 видов, 2 рода) и Эвено-Бытантайского (11 видов, 5 родов) улусов подтверждаются высоким сходством: Kj-m = 0,64, Ics = 77,7%. В пробах были найдены три вида из рода Eudiplodinium, не соответствующие ранее описанным, что требует дальнейшего изучения.

Особое внимание было уделено наблюдениям за снежным бараном в горных районах Оймяконского улуса, где было зафиксировано стадо численностью 40–45 особей. Визуальный анализ показал, что это были преимущественно самки с ягнятами текущего года. Такая высокая плотность стада и тесное взаимодействие между взрослыми животными и молодняком способствуют эффективной передаче симбиофауны. Ягнята, находясь в постоянном контакте не только с матерями, но также со сверстниками и другими членами стада, вероятно, получают разнообразный набор эндобионтных инфузорий, что может объяснять относительно высокое видовое разнообразие симбионтов у данного вида. Литературные данные подтверждают, что подобное социальное поведение характерно для снежных баранов, при этом самцы обычно формируют отдельные группы и не контактируют с маточными стадами [14]. В отличие от этого, в Усть-Майском улусе были замечены небольшие группы снежных баранов, состоящие из четырёх особей. Несмотря на меньшую численность, такая стадность всё равно обеспечивает передачу симбиофауны, что, вероятно, поддерживает разнообразие инфузорий в этих популяциях. Эти наблюдения подчёркивают влияние социального поведения на состав симбиотической фауны у снежного барана.

У кабарги из Эвено-Бытантайского улуса выявлено всего два вида – Entodinium simple и Epidinium gigas из двух родов, что также является первым описанием её симбиофауны. Антропогенные факторы, такие как регулируемая охота и сокращение пастбищ из-за хозяйственной деятельности, могут дополнительно влиять на численность популяций и, косвенно, на разнообразие их симбионтов, что особенно актуально для редких видов, таких как кабарга.

Для наглядного обобщения видового разнообразия эндобионтных инфузорий у копытных Якутии приведена таблица 1, которая показывает различия в количестве видов и составе родов для каждого вида.

Для сравнения нами были проанализированы исследования из других регионов, что позволило выявить влияние экологических условий на формирование симбиотической фауны. Особый интерес представляют данные из высокогорных районов Тибета (Китай), где Li и соавторы (2023) проводили комплексное исследование микробного разнообразия в рубце коз и овец. Авторы выявили существенные межвидовые различия: у коз было обнаружено значительно большее разнообразие протистов, включая представителей рода Metadinium, по сравнению с овцами. Эти различия исследователи связывают с особенностями кормового поведения животных и высотной зональностью пастбищ, что приводит к формированию специфических микробных сообществ у каждого вида [15]. Не менее показательные результаты были получены в исследованиях, проведенных в условиях умеренного климата Турции. В своей работе G?relli и G??men (2010) выявили до 12 видов инфузорий у домашних коз, что выше, чем у лося в Якутии (6 видов), но ниже, чем в высокогорном Тибете, указывая на промежуточное влияние умеренного климата и смешанного рациона на симбиофауну [16]. Особенно наглядно эти различия проявляются при сравнении с экстремальными условиями Якутии, где зимой наблюдается абсолютное доминирование узкоспециализированных видов инфузорий (преимущественно родов Entodinium и Epidinium), что является прямым следствием ограниченного набора доступных кормов и необходимости адаптации к холодовому стрессу. Работа Хакманна и коллег (2024) где они сосредоточились на методах культивирования ресничных инфузорий из рубца крупного рогатого скота, подчёркивая их разнообразие и роль в метаболизме [1]. Хотя исследование больше методологическое, оно показывает высокое видовое богатство в умеренном климате, где рацион включает больше травяных кормов, что отличается от суровых условий Якутии, где инфузории адаптированы к перевариванию грубых кормов. Сходные выводы сделаны Cedrola et al. (2017), где тропический климат и обилие пастбищ способствуют высокому разнообразию инфузорий, что создает резкий контраст с условиями Якутии, где ограниченный зимний рацион из грубых кормов существенно снижает видовое богатство симбионтов [17].

В Португалии исследовательская группа (Indugu et al., 2019) провела комплексный анализ взаимосвязей между количественным составом ресничных инфузорий в рубце ягнят и профилем жирных кислот. Авторы выявили существенные вариации в структуре инфузорных сообществ, в большинстве своем представители рода Entodinium, которые напрямую коррелировали с рационом животных [18]. Это исследование подчёркивает влияние рациона на разнообразие симбиотической фауны, что находит параллели в условиях Якутии. Однако в Якутии данная зависимость проявляется более выраженно из-за сезонного дефицита кормов, приводящего к значительному сокращению видового разнообразия эндобионтов в зимний период. В Польше Кишидаёва и др. (2021) провели анализ популяции ресничных инфузорий у свободноживущего европейского зубра (Bison bonasus), выявив 12 родов и 28 видов, с доминированием Entodinium и Epidinium [19]. Полученные данные несут определенное сходство с якутскими популяциями копытных, но с большим разнообразием, что связано с более мягким климатом и доступностью кормов.

Яркий контраст с якутскими условиями представляют данные по Новой Зеландии, где Imai et al. (1999) описали более высокое разнообразие инфузорий (до 10 видов) у благородного оленя, что напрямую связано с мягким климатом и доступностью травяных кормов круглый год, подчёркивая влияние экологических факторов на симбиофауну [20]. Эти наблюдения убедительно подтверждают тезис о том, что благоприятные климатические условия и стабильная кормовая база способствуют формированию более богатых и разнообразных инфузорных сообществ по сравнению с экстремальными условиями Якутии.

Индугу и др. (2024) исследовали влияние ресничных инфузорий на метановые выбросы у крупного рогатого скота, отмечая их высокое разнообразие в тропических условиях, где рацион включает обилие сочных травяных кормов [21], что принципиально отличается от Якутии по климату и рациону.

Из проведенного анализа следует, что разнообразие сообществ эндобионтных инфузорий находятся в прямой зависимости от комплекса экологических факторов, среди которых ключевое значение имеют: климатические условия, качественный и количественный состав кормовой базы, продолжительность и выраженность сезонных изменений.

Факторы, влияющие на разнообразие инфузорий, многообразны. Сезонные изменения рациона играют ключевую роль: зимой грубые корма снижают видовое разнообразие, тогда как летом разнотравье его увеличивает. Плотность популяций и поведение животных также важны: одиночный образ жизни, как у оленей Усть-Майского улуса, коррелирует с меньшим числом видов, в отличие от стадного образа жизни в Оймяконском улусе. Передача симбионтов от матери к детёнышу в ранний постнатальный период, вероятно, формирует фауну молодняка. У диких копытных этот процесс может быть усилен длительным молочным периодом и контактом со сверстниками в стадах. Например, у домашних северных оленей передача инфузорий от матери к телёнку происходит в течение первых недель жизни, что обеспечивает сходство симбиофауны с взрослым поголовьем уже к двухмесячному возрасту.

Будущие исследования могут включать генетический анализ инфузорий для уточнения их видовой принадлежности, а также изучение их роли в метаболизме животных, особенно в условиях экстремального климата Якутии, где симбионты могут влиять на энергетический баланс хозяев.

Симбиотическая фауна диких копытных Якутии высоко адаптивна к суровым условиям. Лось и северный олень обладают умеренным разнообразием инфузорий, приспособленным к грубым кормам, тогда как у косули и кабарги оно минимально. Сравнение с другими регионами подчёркивает влияние климата и рациона: в умеренных и тропических зонах разнообразие выше за счёт доступности трав, тогда как в Якутии преобладают грубые корма. Эти различия отражают влияние экологии, питания и поведения животных, а дальнейшие исследования помогут глубже понять эти взаимосвязи.

Литература

1.Timothy J. Hackmann, Arup Sen, Jeffrey L. Firkins,Culture techniques for ciliate protozoa from the rumen: Recent advances and persistent challenges,Anaerobe,Volume 87,2024,102865,ISSN 1075-9964
2.Kim, G.; Lee, W.; Park, T. Preliminary Study on the Impact of Ruminal Ciliate Inoculation in Fauna-Free Conditions on the Ruminal Fermentation and Ciliate-Prokaryote Association In Vitro. Fermentation 2025, 11, 28. https://doi.org/10.3390/fermentation11010028
3.Foissner, W. Global soil ciliate (Protozoa, Ciliophora) diversity: a probability-based approach using large sample collections from Africa, Australia and Antarctica. Biodiversity and Conservation 6, 1627-1638 (1997).

Таблица 1. Сравнение видового разнообразия инфузорий у копытных Якутии
Table 1. Comparison of ciliate species diversity in ungulates of Yakutia

Вид животного	Кол-во видов	Роды инфузорий	Основные виды инфузорий
Лось	6 (лето), 4 (зима)	*Entodinium, Epidinium, Metadinium, Diplodinium*	*Entodinium exiguum, Epidinium ecaudatum*
Северный олень	14	*Entodinium, Diplodinium, Eudiplodinium, Ostracodinium, Epidinium, Dasitricha*	*Entodinium exiguum* (15,1%), *Epidinium ecaudatum* (16,7%)
Изюбрь	5	*Entodinium, Epidinium, Eudiplodinium*	*Entodinium fursa monolobum, Eudiplodinium maggii*
Косуля	2	*Entodinium*	*Entodinium dubardi, Entodinium exiguum*
Снежный баран	12	*Entodinium, Eudiplodinium, Polyplastron, Metadinium, Ophryoscolex*	*Eudiplodinium*
Кабарга	2	*Entodinium, Epidinium*	*Entodinium simple, Epidinium gigas*

4.Догель, В. А. Простейшие - Protozoa. Малоресничные инфузории - Infusoria Oligotricha. Сем. Ophryoscolecidae. Определитель по фауне СССР. [Текст] / В. А. Догель. - Л.: АН СССР, 1929. - 96 с.

5.Корнилова О.А. Эндобионтные инфузории млекопитающих // Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А.И. Герцена. Выпуск 6 // СПб: ТЕССА, 2006. С. 21-78.

6.Корнилова О.А. Определитель инфузорий, обитающих в пищеварительном тракте млекопитающих. Сборник научных трудов кафедры зоологии РГПУ им. А.И. Герцена. Выпуск 10 // СПб: ТЕССА, 2010. С. 59-94.

7.Dehority B.A. Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Ciliate Protozoa, CRC Press, Boca Raton, FL.27. 1993. 128 гр.

8.Степанова В. В. Литофагиальная активность лося (Alces alces L., 1758, Cervidae, Artiodactyla) в Центральной Якутии / В. В. Степанова, А. В. Аргунов, Р. А. Кириллин, И. М. Охлопков // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - № 6. - С. 544. - EDN XIBMXH.

9.Dehority, B. A. (1974). Rumen Ciliate Fauna of Alaskan Moose (Alces americana), Musk-Ox(Ovibos moschatus)and Dall Mountain Sheep(Ovis dalli)*. The Journal of Protozoology, 21(1), 26-32. doi:10.1111/j.1550-7408.1974.tb03612.

10.Корчагина, Т. А. Эндобионтные инфузории лося (Alces alces L., 1758) северных районов Омской обл : специальность 03.00.08 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Корчагина Татьяна Александровна. - Тюмень, 2006. - 140 с. - EDN QECPIJ.

11.Корчагина, Т. А. Количественная характеристика сообществ эндобионтных инфузорий отделов желудка лося (alces alces L., 1758) / Т. А. Корчагина, С. Ф. Лихачев // Актуальные проблемы биологии и методики её преподавания в школе и в вузе: Материалы III Международной научно-практической заочной конференции, Омск, 30 апреля - 05 2015 года / Научные редакторы: Е.Н. Арбузова, Е.Я. Белецкая. - Омск: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Омский государственный педагогический университет", 2015. - С. 19-23. - EDN TYLVTZ.

12.Лихачев, С. Ф. Морфологические и физиологические особенности эндобионтных инфузорий пищеварительного тракта косули сибирской / С. Ф. Лихачев, Л. Г. Баймакова, А. А. Коплик // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. - 2010. - № 10. - С. 325-332. - EDN MWGFRH.

13.Корнилова О. А. Эндобионтные инфузории из рубца косули сибирской Capreolus pygargus / О. А. Корнилова, Л. В. Чистякова, И. В. Середкин, И. П. Грабарник // Паразитология. - 2021. - Т. 55, № 6. - С. 465-475. - DOI 10.31857/S0031184721060028. - EDN PWAEXR.

14.Geist, Valerius. Mountain Sheep; a Study in Behavior and Evolution. University of Chicago Press, 1971.

15.Li L, Qu L, Li T. The effects of Selenohomolanthionine supplementation on the rumen eukaryotic diversity of Shaanbei white cashmere wether goats. Sci Rep. 2023 Aug 12;13(1):13134. doi: 10.1038/s41598-023-39953-2. PMID: 37573461; PMCID: PMC10423290.

16.Gurelli, G., & Gucmen, B. (2010). "Rumen ciliate fauna (Ciliophora, Protista) of Turkish domestic goats (Capra hircus L.): The case of Izmir Province." Turkish Journal of Zoology, 34(2), 153-160.

17.Gurelli, G., & Gucmen, B. (2010). "Rumen ciliate fauna (Ciliophora, Protista) of Turkish domestic goats (Capra hircus L.): The case of Izmir Province." Turkish Journal of Zoology, 34(2), 153-160.

18.Francisco AE, Santos-Silva JM, V Portugal AP, Alves SP, B Bessa RJ. Relationship between rumen ciliate protozoa and biohydrogenation fatty acid profile in rumen and meat of lambs. PLoS One. 2019 Sep 6;14(9):e0221996. doi: 10.1371/journal.pone.0221996. PMID: 31490993; PMCID: PMC6730912.

19.Kisidayova S, Durkaj D, Mihalikova K, Varadyova Z, Puchalska J, Szumacher-Strabel M, Cieslak A, Gizejewski Z. Rumen Ciliated Protozoa of the Free-Living European Bison (Bison bonasus, Linnaeus). Front Microbiol. 2021 Jun 28;12:658448. doi: 10.3389/fmicb.2021.658448. PMID: 34262537; PMCID: PMC8273303.

20.Imai, S., et al. (1999). "Rumen ciliate protozoal fauna of the red deer (Cervus elaphus) in New Zealand." New Zealand Veterinary Journal, 47(5), 179-182.

21.Indugu N, Narayan K, Stefenoni HA, Hennessy ML, Vecchiarelli B, Bender JS, Shah R, Dai G, Garapati S, Yarish C, Welchez SC, R?is?nen SE, Wasson D, Lage C, Melgar A, Hristov AN, Pitta DW. Microbiome-informed study of the mechanistic basis of methane inhibition by Asparagopsis taxiformis in dairy cattle. mBio. 2024 Aug 14;15(8):e0078224. doi: 10.1128/mbio.00782-24. Epub 2024 Jul 2. PMID: 38953639; PMCID: PMC11323727.

References

4. Dogel`, V. A. Prostejshie - Protozoa. Maloresnichny`e infuzorii - Infusoria Oligotricha. Sem. Ophryoscolecidae. Opredelitel` po faune SSSR. [Tekst] / V. A. Dogel`. - L.: AN SSSR, 1929. - 96 s.

5. Kornilova O.A. E`ndobiontny`e infuzorii mlekopitayushhix // Funkcional`naya morfologiya, e`kologiya i zhiznenny`e cikly` zhivotny`x. Sbornik nauchny`x trudov kafedry` zoologii RGPU im. A.I. Gercena. Vy`pusk 6 // SPb: TESSA, 2006. S. 21-78.

6. Kornilova O.A. Opredelitel` infuzorij, obitayushhix v pishhevaritel`nom trakte mlekopitayushhix. Sbornik nauchny`x trudov kafedry` zoologii RGPU im. A.I. Gercena. Vy`pusk 10 // SPb: TESSA, 2010. S. 59-94.

8. Stepanova V. V. Litofagial`naya aktivnost` losya (Alces alces L., 1758, Cervidae, Artiodactyla) v Central`noj Yakutii / V. V. Stepanova, A. V. Argunov, R. A. Kirillin, I. M. Oxlopkov // Sovremenny`e problemy` nauki i obrazovaniya. - 2016. - № 6. - S. 544. - EDN XIBMXH.

10. Korchagina, T. A. E`ndobiontny`e infuzorii losya (Alces alces L., 1758) severny`x rajonov Omskoj obl : special`nost` 03.00.08 : dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskix nauk / Korchagina Tat`yana Aleksandrovna. - Tyumen`, 2006. - 140 s. - EDN QECPIJ.

11. Korchagina, T. A. Kolichestvennaya xarakteristika soobshhestv e`ndobiontny`x infuzorij otdelov zheludka losya (alces alces L., 1758) / T. A. Korchagina, S. F. Lixachev // Aktual`ny`e problemy` biologii i metodiki eyo prepodavaniya v shkole i v vuze: Materialy` III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj zaochnoj konferencii, Omsk, 30 aprelya - 05 2015 goda / Nauchny`e redaktory`: E.N. Arbuzova, E.Ya. Beleczkaya. - Omsk: federal`noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego professional`nogo obrazovaniya "Omskij gosudarstvenny`j pedagogicheskij universitet", 2015. - S. 19-23. - EDN TYLVTZ.

12. Lixachev, S. F. Morfologicheskie i fiziologicheskie osobennosti e`ndobiontny`x infuzorij pishhevaritel`nogo trakta kosuli sibirskoj / S. F. Lixachev, L. G. Bajmakova, A. A. Koplik // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. - 2010. - № 10. - S. 325-332. - EDN MWGFRH.

13. Kornilova O. A. E`ndobiontny`e infuzorii iz rubcza kosuli sibirskoj Capreolus pygargus / O. A. Kornilova, L. V. Chistyakova, I. V. Seredkin, I. P. Grabarnik // Parazitologiya. - 2021. - T. 55, № 6. - S. 465-475. - DOI 10.31857/S0031184721060028. - EDN PWAEXR.

Пресс-релиз/ Press-release

В России растет производство ветеринарных препаратов

За последние годы отечественные биофармацевтические предприятия существенно нарастили выпуск ветеринарных препаратов и расширили ассортимент продукции. Этому способствовала разработка новых высокотехнологичных вакцин и лекарств, а также модернизация производств. В прошлом году в России выпустили 32,4 млрд доз иммунобиологических лекарственных препаратов для ветеринарии. Это на 73% больше, чем в 2023 году. В I квартале этого года объем производства вакцин составил 6,3 млрд доз.

Против особо опасных и основных экономически значимых заболеваний животных (бешенство, сибирская язва, бруцеллез, лептоспироз и т.д.) в нашей стране используются отечественные вакцины - Минсельхоз ежегодно закупает и поставляет в регионы порядка 73 наименований.

Российские компании активно замещают импортные ветпрепараты и наращивают внутреннее производство как для сельскохозяйственных, так и для домашних животных. По данным Россельхознадзора, в I квартале 2025 года выпуск вакцин против бешенства для собак и кошек увеличился на 26,4% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. На 1 апреля в государственных ветеринарных службах регионов было 3,3 млн доз вакцин для профилактической и вынужденной иммунизации собак и кошек от этого заболевания.

По материалам пресс-службы Минсельхоза РФ

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-21
УДК 619:618. 14:636.2

Анализ встречаемости мастита у крупного рогатого скота и оценка эффективности проводимой терапии

Столбова О.А.

Столбова О.А., доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедры, stolbovaoa@gausz.ru
Куртеков В.А., кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры, kurtekovva@gausz.ru
Щелокова В.А., аспирант кафедры, schelokova.va.s24@ibvm.gausz.ru
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", г. Тюмень

Ключевые слова: животноводство, крупный рогатый скот, молочное скотоводство, черно-пестрая порода, молочная железа, клинический мастит, субклинический мастит, диагностика, терапия

Резюме. Мастит – воспаление молочной железы – остается одной из ключевых проблем молочного скотоводства, требующей комплексного подхода для минимизации его последствий. Цель исследования – изучить заболеваемость коров маститом в условиях молочного комплекса и провести анализ схем терапии. Работа выполнялась в условиях кафедры незаразных болезней ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья" и на базе Учхоза ГАУ Северного Зауралья в период январь-февраль 2022 года. В качестве объекта исследования служили коровы черно-пестрой голштинизированной породы. За период исследования пробы молока отобраны у 440 животных. Из них выявлено с заболеванием маститом 60 коров, что составляет 13,6% от всего поголовья. Клиническая форма мастита подтверждена у 10 коров (16,6%), субклиническая – у 50 (83,3%). Исследована частота поражения четвертей вымени. Так, среди больных клинической формой мастита, поражение 1 доли вымени и поражение 4 долей встречалось одинаково часто. При субклиническом мастите поражение 1 доли вымени встречалось у 38 (76,0%) животных, поражение 2 долей – у 12 (24,0%) животных. Проведена терапия больных животных маститом. По окончании терапии при проведении экспресс-теста у больных с субклинической формой мастита отрицательный результат был получен в 82,0% случаев, у больных с клинической формой мастита – в 80,0%. При проведении клинического исследования остаточные признаки патологии наблюдали у 10,0% животных. Предложенные схемы терапии клинической и субклинической форм мастита позволили вернуть животных к физиологической продуктивности без повторных рецидивов.

Для цитирования / For citation

Анализ встречаемости мастита у крупного рогатого скота и оценка эффективности проводимой терапии /Столбова О.А., Куртеков В.А., Щелокова В.А. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.103–105.

Analysis of the occurrence of mastitis in cattle and evaluation of the effectiveness of therapy / Stolbova O.A., Kurtekov V.A., Shchelokova V.A. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.103–105.

Analysis of the occurrence of mastitis in cattle and evaluation of the effectiveness of therapy

Stolbova O.A., Kurtekov V.A., Shchelokova V.A.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State Agrarian University of the Northern Trans-Urals", Tyumen

Key words: animal husbandry, cattle, dairy cattle, black-and-white breed, mammary gland, clinical mastitis, subclinical mastitis, diagnosis, therapy

Abstract. Mastitis – an inflammation of the breast, remains one of the key problems of dairy farming, requiring an integrated approach to minimize its consequences. The aim of the study was to study the incidence of mastitis in cows in the dairy complex and to analyze treatment regimens. The work was carried out in the conditions of the Department of Non-communicable Diseases of the State Agrarian University of the Northern Urals and on the basis of the Uchkhoz of the State Agrarian University of the Northern Urals in the period January-February 2022. The cows of the black-and-white Holstein breed served as the object of the study. During the study period, milk samples were taken from 440 animals. Of these, 60 cows were identified with mastitis, which is 13.6% of the total livestock. The clinical form of mastitis was confirmed in 10 cows (16.6%), and the subclinical form was confirmed in 50 cows (83.3%). The frequency of udder quarters lesions was investigated. Thus, among patients with a clinical form of mastitis, lesions of the 1st lobe of the udder and lesions of the 4th lobe were equally common. In subclinical mastitis, damage to the 1st lobe of the udder occurred in 38 (76.0%) animals, damage to the 2nd lobe in 12 (24.0%) animals. The treatment of sick animals with mastitis was performed. At the end of therapy, during an express test in patients with a subclinical form of mastitis, a negative result was obtained in 82.0% of cases, in patients with a clinical form of mastitis – in 80.0%. During the clinical study, residual signs of pathology were observed in 10.0% of the animals. The proposed treatment regimens for clinical and subclinical forms of mastitis allowed the animals to return to physiological productivity without repeated relapses.

Введение

Молочное скотоводство играет ключевую роль в агропромышленном комплексе Российской Федерации, обеспечивая население основными продуктами питания, такими как молоко и молочная продукция [,3,4,5,9]. В последние годы молочная отрасль России активно модернизируется, что открывает перспективы для увеличения объемов производства и повышения его качества. Однако молочное скотоводство сталкивается с рядом проблем, среди которых особо выделяются заболевания животных, снижающие продуктивность и качество продукции. Одной из наиболее распространенных и экономически значимых проблем является мастит. Данное заболевание не только приводит к снижению удоев, ухудшению качества молока и увеличению расходов на лечение животных, но и несет потенциальную угрозу для здоровья человека, повышая риск заражения молочной продукции патогенной микрофлорой [2,6,8,14].

Мастит – воспаление молочной железы, возникающее под влиянием негативных факторов окружающей среды. Развитие воспаления и его клинические проявления определяются множеством факторов, основными из которых считают уровень резистентности организма, в частности реактивность тканей молочной железы, а также тип, количество и вирулентность микроорганизмов вымени [7,8,10,11,13]. Заболевание сопровождается изменениями в структуре молочной железы, снижением продуктивности и качества молочной продукции [4,8,12]. В связи с этим разработка эффективных методов профилактики и терапии мастита имеет ключевое значение для устойчивого развития молочной отрасли, повышения качества продукции и защиты здоровья животных и человека.

Цель исследования – изучить заболеваемость коров маститом в условиях молочного комплекса и провести анализ схем терапии.

Материалы и методы исследований

Работа выполнялась в условиях кафедры незаразных болезней ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья" и на базе Учхоза ГАУ Северного Зауралья в период 2022 года. В качестве объекта исследования служили коровы черно-пестрой голштинизированной породы. За период исследования пробы молока отобраны у 440 животных. Все животные получали сбалансированный по зоотехническим нормам рацион, соответствующий их физиологическому состоянию и уровню продуктивности. В хозяйстве используется привязная система содержания, доение производят 2 раза в сутки. Для исследования отбирали секрет молочной железы от здоровых животных и животных, демонстрирующих признаки патологии. В условиях хозяйства диагностика субклинического мастита проводилась с использованием тест-системы "Кенотест" и контрольных пластинок ПМК-2. В углубление пластины сдаивают 1–2 струйки молока, добавляют 2 мл реагента и перемешивают путем вращения пластины в горизонтальной плоскости в течение 10–15 секунд (рис. 1).

– отрицательная реакция – смесь остается жидкой, гель не содержится (-) (original photo)

– сомнительная реакция – легкий прозрачный гель, смесь имеет оранжевые и бордовые включения (±).

Рис. 1. Определение количества соматических клеток в молоке с помощью экспресс-теста (фото оригинал)
Fig. 1. Determination of somatic cells in milk by express test

Рис. 2. Отек и гиперемия вымени при мастите (фото оригинал)
Fig. 2. Edema and hyperemia with udder mastitis

– положительная реакция – четко выраженный гель, сгусток, прилипающий к стенке пластинки (+). Постановку диагноза "клинический мастит", помимо использования экспресс-теста, проводили по общепринятой методике клинического исследования. Осмотр животных проводили в состоянии покоя при дневном освещении. При осмотре вымени обращали внимание на наличие отека, гиперемии, повреждений кожи, трещин сосков (рис.2). Пальпацией определяли наличие уплотнений, болезненности, местной гипертермии. При пробном сдаивании первых порций молока исследовали физические свойства молока (цвет, консистенция, наличие примесей, хлопьев, слизи).

Результаты собственных исследований

За период выполнения научной работы нами было обследовано 440 коров. Из них выявлено с заболеванием маститом 60 коров, что составляет 13,6% от всего поголовья. Клиническая форма мастита подтверждена у 10 коров (16,6%), субклиническая – у 50 (83,3%) (рис. 3).

Исследована частота поражения четвертей вымени. Так, среди больных клинической формой мастита, поражение 1 доли вымени и поражение 4 долей встречалось одинаково часто. При субклиническом мастите поражение 1 доли вымени встречалось у 38 (76%) животных, поражение 2 долей – у 12 (24%) животных (рис 4.).

Проведена терапия заболевших животных. Лечебные мероприятия проводили по следующим схемам (таблица 1).

Длительность терапии составила 7 дней, на 8-й день провели оценку результатов. На 8-й день лечения при проведении экспресс-теста у больных с субклинической формой мастита отрицательный результат был получен в 82,0% случаев, у больных с клинической формой мастита – в 80,0%. При проведении клинического исследования остаточные признаки патологии наблюдали у 10,0% животных.

Заключение

Проблема маститов в данном хозяйстве остается актуальной. Мастит остается одной из наиболее распространенных патологий молочной железы, значительно влияющей на продуктивность животных и экономическую эффективность фермерских хозяйств. Эффективность терапии во многом зависит от своевременной диагностики и выбора адекватных методов лечения. Используемые нами схемы терапии мастита позволили вернуть животных к нормальной продуктивности, на 8-й день терапии клиническое выздоровление наблюдали у 80,0% животных.

Особое внимание должно уделяться интегративному подходу, включающему как лечебные, так и профилактические меры, направленные на улучшение условий содержания и кормления животных. Полученные результаты подчеркива-

Таблица 1. Схема терапии / Table 1. Scheme of therapy

Препарат (название, доза, способ применения)	Субклинический мастит	Клинический мастит
«Анкопен П» по 1 шприцу-дозатору в пораженные четверти вымени 1 раз в день в течение 3 дней		+
«Кетовет 100» внутримышечно в дозе 12 мл 1 раз в день в течение 3 дней	+	+
«Габивит-Se» внутримышечно в дозе 20 мл двукратно с интервалом 7 дней		+
«Травматин» внутримышечно в дозе 6 мл 1 раз в день в течение 5 дней	+	
Антисептик-стимулятор Дорогова АСД-2 внутрь в дозе 20 мл 1 раз в день в течение 3 дней	+	

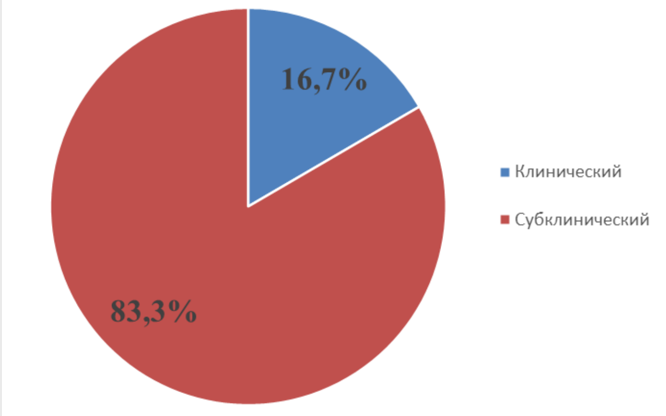


Рис. 3. Встречаемость клинического и субклинического мастита в хозяйстве за период исследования, %
Fig. 3. Occurrence of clinical and subclinical mastitis on the farm during the study period, %

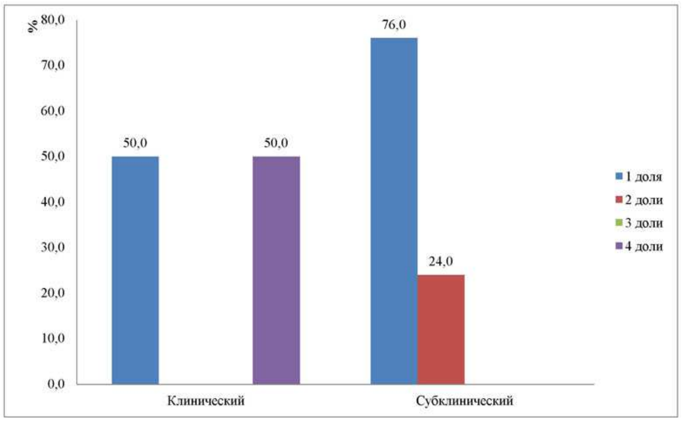


Рис. 4. Частота поражения долей вымени, %
Fig. 4. Frequency of udder quarters disease, %

ют важность дальнейших исследований, направленных на разработку более эффективных методов диагностики, терапии и профилактики мастита, а также внедрению инновационных технологий, способствующих повышению устойчивости животных к данному заболеванию.

Литература

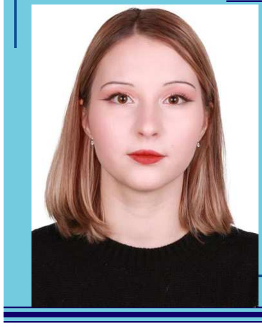
1. Вандаева, С. Б. Серозный мастит у коров: распространенность и эффективность разных схем лечения / С. Б. Вандаева, А. С. Димова // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 27 февраля 2023 года. - Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2023. - С. 1022-1025.
2. Козлова, С. В. К вопросу об этиологической структуре субклинического мастита продуктивных животных / С. В. Козлова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 9. - С. 148-152.
3. Коновалова, А. А. Анализ схемы лечения субклинического мастита у коров / А. А. Коновалова, Л. Н. Скосырских // Успехи молодежной науки агропромышленном комплексе: Сборник трудов LIX Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 30 ноября 2022 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. - С. 59-70.
4. Куртеков, В. А. Влияние маститов на качество молочной продукции / В. А. Куртеков, В. А. Щелокова // Современные проблемы паразитарной патологии и иммунологии: Сборник трудов всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.З. Ямова, Тюмень, 09 февраля 2023 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. - С. 142-146.
5. Лечение коров, больных послеродовым эндометритом и маститом / А. Ю. Алиев, М. З. Магомедов, С. Ш. Кабардиев, С. А. Айгубова // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 6. - С. 9-12. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-6-2. - EDN PUBIUT.
6. Мирончик, С. В. Современные тенденции в лечении коров, больных маститом / С. В. Мирончик, Н. В. Бабаянц // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. - 2021. - № 24-2. - С. 277-285. - EDN IUIDNM.
7. Млтыхян, В. Х. Распространенность клинического мастита коров в хозяйствах Ростовской области / В. Х. Млтыхян // Современные научные исследования: теория, методология, практика: Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции, Уфа, 22 июня 2021 года. - Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. - С. 7-10.
8. Молоко как показатель здоровья крупного рогатого скота в условиях интенсивного животноводства / Л. А. Глазунова, О. А. Столбова, Ю. В. Глазунов [и др.] // АПК: инновационные технологии. - 2022. - № 3. - С. 43-51.
9. Мониторинг состояния здоровья крупного рогатого скота в условиях интенсивного животноводства / О. А. Столбова, Ю. В. Глазунов, А. А. Никонов [и др.] // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 4. - С. 95-99. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-4-20. - EDN DMLDJT.
10. Никитина, М. В. Изучение этиологических факторов мастита крупного рогатого скота / М. В. Никитина, О. А. Столбова, Л. Н. Скосырских // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2019. - № 5(79). - С. 197-200.
11. Никитина, М. В. Лечебно-профилактические мероприятия при мастите крупного рогатого скота / М. В. Никитина, О. А. Столбова, Л. Н. Скосырских // Молочнохозяйственный вестник. - 2019. - № 3(35). - С. 31-39.
12. Разработка новых химиопрепаратов для лечения коров при маститах / А. В. Коваленко, К. Н. Кононенко, Л. Н. Фетисов [и др.] // Ветеринария и кормление. - 2020. - № 6. - С. 26-28. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-7. - EDN DBGKMJ.
13. Эффективность применения препарата "АММ" при профилактике послеродового мастита у коров / Н. В. Пасько, В. И. Зимников, Н. Т. Климов [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. - 2021. - Т. 57, № 2. - С. 53-56. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-53-56. - EDN LMDDMM.
14. Abebe R. Incidence rate, risk factors, and bacterial causes of clinical mastitis on dairy farms in Hawassa City, southern Ethiopia /R. Abebe // Scientific Reports. - 2023. - Т. 13. - №. 1. - С. 10945.

References

1. Vandaeva, S. B. Serous mastitis in cows: prevalence and effectiveness of different treatment regimens/S. B. Vandaeva, A. S. Dimova//Theory and practice of modern agrarian science: Collection of the VI national (all-Russian) scientific conference with international participation, Novosibirsk, February 27, 2023. - Novosibirsk: TC NGAU "Golden Ear," 2023. - S. 1022-1025.
2. Kozlova, S.V. On the etiological structure of subclinical mastitis of productive animals/S.V. Kozlova//Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2018. - № 9. - S. 148-152.
3. Konovalova, A. A. Analysis of the treatment regimen for subclinical mastitis in cows/A. A. Konovalov, L. N. Skosyrsky//Successes of youth science in the agro-industrial complex: Collection of works of the LIX Student Scientific and Practical Conference, Tyumen, November 30, 2022. - Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2022. - S. 59-70.
4. Kurtekov, V. A. The influence of mastitis on the quality of dairy products/V. A. Kurtekov, V. A. Shchelokov//Modern problems of parasitic pathology and immunology: Collection of works of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of academician V.Z. Yamova, Tyumen, February 09, 2023. - Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2023. - S. 142-146.
5. Treatment of cows with postpartum endometritis and mastitis/A. Yu. Aliyev, M. Z. Magomedov, S. Sh. Kabardiev, S. A. Aigubova//Veterinary Medicine and Feeding. - 2024. - № 6. - S. 9-12. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-6-2. - EDN PUBIUT.
6. Mironchik, S.V. Modern trends in the treatment of cows with mastitis/S.V. Mironchik, N.V. Babayants//Actual problems of intensive development of animal husbandry. - 2021. - № 24-2. - S. 277-285. - EDN IUIDNM.
7. Mltykhyan, V. Kh. Prevalence of clinical mastitis of cows in the tufts of the Rostov region/V. Kh. Mltykhyan//Modern scientific research: theory, methodology, practice: Collection of scientific articles based on the materials of the V International Scientific and Practical Conference, Ufa, June 22, 2021. - Ufa: Limited Liability Company "Scientific and Publishing Center" Bulletin of Science, "2021. - S. 7-10.
8. Milk as an indicator of cattle health in conditions of intensive animal husbandry/L. A. Glazunov, O. A. Stolbova, Yu. V. Glazunov [et al.]//APK: innovative technologies. - 2022. - № 3. - S. 43-51.
9. Monitoring the health status of cattle in conditions of intensive animal husbandry/O. A. Stolbova, Yu. V. Glazunov, A. A. Nikonov [et al.]//Veterinary medicine and feeding. - 2024. - № 4. - S. 95-99. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-4-20. - EDN DMLDJT.
10. Nikitina, M.V. Study of etiological factors of cattle mastitis/M.V. Nikitin, O.A. Stolbova, L.N. Skosyrskikh//Izvestia of the Orenburg State Agrarian University. - 2019. - № 5(79). - S. 197-200.
11. Nikitina, M.V. Medical and preventive measures for cattle mastitis/M.V. Nikitina, O. A. Stolbova, L. N. Skosyrskikh//Dairy Bulletin. - 2019. - № 3(35). - S. 31-39.
12. Development of new chemopreparations for the treatment of cows with mastitis/A. V. Kovalenko, K. N. Kononenko, L. N. Fetisov [et al.]//Veterinary medicine and feeding. - 2020. - № 6. - S. 26-28. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-7. - EDN DBGKMJ.
13. The effectiveness of the use of the drug "AMM" in the prevention of postpartum mastitis in cows/N.V. Pasko, V.I. Zimnikov, N.T. Klimov [et al.]/ /Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine. - 2021. - T. 57, NO. 2. - S. 53-56. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-53-56. - EDN LMDDMM.
14. Abebe R. et al. Incidence rate, risk factors, and bacterial causes of clinical mastitis on dairy farms in Hawassa City, southern Ethiopia //Scientific Reports. - 2023. - T. 13. - №. 1. - S. 10945.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-22
УДК 579.62:636.6:619:579.61

Анализ резистентности штаммов лактобацилл к противомикробным препаратам



Фабрикантова Е.А.

Фабрикантова Е.А., микробиолог, el@novokchenova.ru
Мандрыка Е.Д., микробиолог, mandryka.ekaterina@yandex.ru
Шастин П.Н., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, shastin.pasha@yandex.ru
Лаишевцев А.И., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией, a.laishevtsev@gmail.com
Бондарев А.Я., аспирант, kaminoaya24@gmail.com
ФГБНУ "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук", г. Москва

Ключевые слова: лактобактерии, антибиотикорезистентность, пробиотики, мониторинг, Lactobacillus, биобезопасность

Резюме. Антибиотикорезистентность штаммов микроорганизмов имеют важное значение для экологии, ветеринарии, медицины, пищевой промышленности. Эти данные позволяют определить потенциальные риски и разработать стратегии их минимизации. Подбор эффективных и безопасных штаммов лактобацилл для производства пробиотиков имеет критическое значение. Коллектив авторов провел исследование антибиотикорезистентности штаммов лактобацилл Lactobacillus fermentum B-1038, Lactobacillus helveticus B-1039, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B-1042 перспективных для изготовления пробиотических препаратов. В своей работе работе руководствовались общепринятыми нормативно-правовыми документами. В исследований были использованы такие антибактериальные препараты, как амоксиклав (30 мкг), амоксициллин (25 мкг), ампициллин (25 мкг), азитромицин (15 мкг), кларитромицин (15 мкг), клиндамицин (2 мкг), окситетрациклин (30 мкг), пиперациллин (100 мкг), пристиномицин (15 мкг), рифампицин (15 мкг), тетрациклин (30 мкг), тилозин (15 мкг), хлортетрациклин (30 мкг), цефпиром (30 мкг), эритромицин (15 мкг), бацитрацин (10 мкг), бензилпенициллин (10 мкг), дорипенем (10), левофлоксацин (5 мкг), линкомицин (10 мкг), олеандомицин (15 мкг), спектиномицин (100 мкг), спирамицин (30 мкг), сульфадиазин (100 мкг), фузидиевая кислота (30 мкг), цефаклор (30 мкг), цефепим (30 мкг), цефотаксим (30 мкг), цефтриаксон (30 мкг), энрофлоксацин (10 мкг), азтреонам (30 мкг), ванкомицин (30 мкг), гентамицин (10 мкг), норфлоксацин (10 мкг), канамицин (30 мкг), офлоксацин (5 мкг), пефлоксацин (5 мкг), полимиксин-Б (50 мкг), стрептомицин (25 мкг), сульфафуразол (300 мкг), фосфомицин (50 мкг), цефалексин (30 мкг), цефиксим (5 мкг), цефоперазон (75 мкг), ципрофлоксацин (5 мкг), цефалотин (30 мкг). В результате проведенных исследований установлена полирезистентность штаммов лактобацилл к цефалотину, цефиксиму, сульфафуразолу, азтреонаму.

Для цитирования / For citation

Анализ резистентности штаммов лактобацилл к противомикробным препаратам / Фабрикантова Е.А. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.106–108.

Analysis of resistance of lactobacilli strains to antimicrobial drugs / Fabrikantova E.A. [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.06–108.

Analysis of resistance of lactobacilli strains to antimicrobial drugs

Fabrikantova E.A., Mandryka E.D., Shastin P.N., Laishevtsev A.I., Bondarev A.Ya.
Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow

Key words: lactobacilli, antibioticresistance, probiotics, monitoring, Lactobacillus, biosafety.

Abstract.Antibiotic resistance of microbial strains is important for ecology, veterinary medicine, medicine, and the food industry. This data allows us to identify potential risks and develop strategies to minimize them. The selection of effective and safe strains of lactobacilli for the production of probiotics is of critical importance. A team of authors conducted a study of the antibiotic resistance of Lactobacillus strains Lactobacillus fermentum B-1038, Lactobacillus helveticus B-1039, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B-1042 is promising for the manufacture of probiotic drugs. In their work, they were guided by generally accepted regulatory documents. The research used such antibacterial drugs as amoxiclav (30 mcg), amoxicillin (25 mcg), ampicillin (25 mcg), azithromycin (15 mcg), clarithromycin (15 mcg), clindamycin (2 mcg), oxytetracycline (30 mcg), piperacillin (100 mcg), pristinomycin (15 mcg), rifampicin (15 mcg), tetracycline (30 mcg), tylosin (15 mcg), chlortetracycline (30 mcg), cefpir (30 mcg), erythromycin (15 mcg), bacitracin (10 mcg), benzylpenicillin (10 mcg), doripenem (10), levofloxacin (5 mcg), lincomycin (10 mcg), oleandomycin (15 mcg), spectinomycin (100 mcg), spiramycin (30 mcg), sulfadiazine (100 mcg), fusidic acid (30 mcg), cefaclor (30 mcg), cefepime (30 mcg), cefotaxime (30 mcg), ceftriaxone (30 mcg), enrofloxacin (10 mcg), aztreonam (30 mcg), vancomycin (30 mcg), gentamicin (10 mcg), norfloxacin (10 mcg), kanamycin (30 mcg), ofloxacin (5 mcg), pefloxacin (5 mcg), polymyxin-B (50 mcg), streptomycin (25 mcg), sulfafurazole (300 mcg), fosfomycin (50 mcg), cephalexin (30 mcg), cefixime (5 mcg), cefoperazone (75 mcg), ciprofloxacin (5 mcg), cephalotin (30 mcg). As a result of the conducted studies, the polyresistance of lactobacillus strains to cephalotin, cefixime, sulfafurazole, and aztreonam was established.

Введение

Патогенные микроорганизмы представляют потенциальную угрозу для сельского хозяйства и пищевой промышленности. Загрязнение пищевых продуктов патогенными микроорганизмами может произойти на производственных уровнях в любой точке технологической цепочки. Обычные методы, которые включают антибиотики, дезинфицирующие средства и физические методы, часто используются в качестве стратегий борьбы с микробами. Из-за некоторых условий, таких как возникновение резистентности, низкая эффективность, высокая стоимость и вредное воздействие на продукты питания, здоровье и окружающую среду, многие страны приняли законы и правила, ограничивающие их использование. Для преодоления этих проблем срочно необходим экологически чистый и экономически эффективный альтернативный подход [1]. Пробиотики – это живые микроорганизмы, которые при употреблении в достаточных количествах приносят пользу здоровью хозяина, обеспечивая питательные свойства и защиту от патогенов. С точки зрения пищевой микробиологии, использование пробиотиков у животных приводит к снижению зоонозных патогенов в желудочно-кишечном тракте у животных, что предотвращает передачу этих патогенов через пищу [2,3]. Поэтому пробиотики были предложены в качестве альтернативного противомикробного средства для защиты от патогенных микроорганизмов для улучшения здоровья и безопасности пищевых продуктов. Рост потребления антибиотиков в мире увеличивается многократно из года в год. С 2000 по 2015 года мировое потребление антибиотиков увеличилось на 65%, с 21,1 млрд суточных доз, до 34,8 млрд. доз и к 2030 году достигнет 128 млрд суточных доз [5,7,8]. Несмотря на многочисленные исследования, показывающие широкое неблагоприятное воздействие антибиотиков на организмы, долгий риск их воздействия неизвестен, а молекулярные и клеточные механизмы токсичности антибиотиков остаются до конца не ясными. Исследования последних лет также показали, что простое воздействие антибиотиков может иметь негативные последствия, как на организм, который подвергся воздействию, так и на будущее потомство. В одной из работ авторов показано, что длительное воздействие антибиотиков на потомство рыб Danio в концентрации, с которыми дикие особи встречаются в природе, способно менее противостоять бактериальным инфекциям и в целом имеет более слабую иммунную систему, чем их родительское поколение. Исследования также показали, что самцы так называемых ложных скорпионов (Cordylochernes scorpioides) имеют худшее качество спермы, когда их "отцы" подвергались воздействию хлортетрациклина – количество жизнеспособных сперматозоидов упало на 25% [4,5,6].

Изучение устойчивости к различным антимикробным препаратам является важным фактором в разработки механизмов и методов контроля резистентности к антимикробным агентам. Проблема устойчивости микроорганизмов корнями уходит в сложные отношения между самими микроорганизмами. В основе механизма распространения генов антибиотикорезистентности между бактериями лежит обмен плазмидами и конъюгативными транспозонами [8,9].

Целью данной работы является определение антибиотикорезистентности штаммов лактобацилл к современным антибактериальным препаратам.

Таблица 1. Результаты определения чувствительности лактобактерий к антимикробным препаратам (мм)
Table 1. Results of determining the sensitivity of lactobacilli to antimicrobial drugs (mm)

Антимикробный препарат с указанием концентрации в диске	Lactobacillus fermentum B-1038	Lactobacillus helveticus B-1039	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B-1042
Амоксиклав (30)	25	27	30
Амоксициллин (25)	23	28	27
Ампициллин (25)	28	28	25
Азитромицин (15)	30	29	30
Кларитромицин (15)	23	30	40
Клиндамицин (2)	25	28	28
Окситетрациклин (30)	22	30	24
Пиперациллин (100)	25	31	32
Пристиномицин (15)	26	25	26
Рифампицин (15)	24	20	31
Тетрациклин (30)	21	36	34
Тилозин (15)	22	24	30
Хлортетрациклин (30)	22	30	35
Цефпиром (30)	25	24	≤10
Эритромицин (15)	24	23	≤10
Бацитрацин (10)	20	36	≤10
Бензилпенициллин (10)	16	16	20
Дорипенем (10)	15	26	≤10
Левофлоксацин (5)	11	≤10	20
Линкомицин (10)	15	26	23
Олеандомицин (15)	20	31	23
Спектиномицин (100)	17	20	16
Спирамицин (30)	18	25	26
Сульфадиазин (100)	13	≤10	≤10
Фузидиевая кислота (30)	12	22	16
Цефаклор (30)	12	18	12
Цефепим (30)	14	17	≤10
Цефотаксим (30)	13	16	13
Цефтриаксон (30)	14	21	25
Энрофлоксацин (10)	11	14	24
Азтреонам (30)	≤10	≤10	≤10
Ванкомицин (30)	≤10	20	≤10
Гентамицин (10)	≤10	16	14
Норфлоксацин (10)	≤10	12	≤10
Канамицин (30)	≤10	18	16
Офлоксацин (5)	≤10	22	17
Пефлоксацин (5)	≤10	22	17
Полимиксину-Б (50)	≤10	18	≤10
Стрептомицин (25)	≤10	30	15
Сульфафуразол (300)	≤10	≤10	≤10
Фосфомицин (50)	≤10	18	≤10
Цефалексин (30)	≤10	30	15
Цефиксим (5)	≤10	≤10	≤10
Цефоперазон (75)	≤10	17	≤10
Цефалотин (30)	≤10	≤10	≤10
Ципрофлоксацин (5)	≤10	23	23

*Чувствительный штамм – зеленый, промежуточная чувствительность – желтый, резистентный штамм – красный.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук" на базе лаборатории диагностики и контроля антибиотикорезистентности возбудителей наиболее клинически значимых инфекционных болезней животных, в рамках государственного задания FGUG-2025-0003.

В работе были использованы штаммы Lactobacillus fermentum B-1038, Lactobacillus helveticus B-1039, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B-1042. Исследуемые штаммы депонированы в Российской коллекции патогенных и вакцинных штаммов микроорганизмов-возбудителей инфекционных болезней животных Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук". Для определения антибиотикорезистентности были использованы такие препараты как: амоксиклав (30 мкг), амоксициллин (25 мкг), ампициллин (25 мкг), азитромицин (15 мкг), кларитромицин (15 мкг), клиндамицин (2 мкг), окситетрациклин (30 мкг), пиперациллин (100 мкг), пристиномицин (15 мкг), рифампицин (15 мкг), тетрациклин (30 мкг), тилозин (15 мкг), хлортетрациклин (30 мкг), цефпиром (30 мкг), эритромицин (15 мкг), бацитрацин (10 мкг), бензилпенициллин (10 мкг), дорипенем (10), левофлоксацин (5 мкг), линкомицин (10 мкг), олеандомицин (15 мкг), спектиномицин (100 мкг), спирамицин (30 мкг), сульфадиазин (100 мкг), фузидиевая кислота (30 мкг), цефаклор (30 мкг), цефепим (30 мкг), цефотаксим (30 мкг), цефтриаксон (30 мкг), энрофлоксацин (10 мкг), азтреонам (30 мкг), ванкомицин (30 мкг), гентамицин (10 мкг), норфлоксацин (10 мкг), канамицин (30 мкг), офлоксацин (5 мкг), пефлоксацин (5 мкг), полимиксин-Б (50 мкг), стрептомицин (25 мкг), сульфафуразол (300 мкг), фосфомицин (50 мкг), цефалексин (30 мкг), цефиксим (5 мкг), цефоперазон (75 мкг), ципрофлоксацин (5 мкг), цефалотин (30 мкг). Чувствительность к антибиотикам определяли диско-диффузионным методом в соответствии с методическими указаниями 4.2.1890-04 и Методическими указаниями 2.3.2.2789-10 по санитарно-эпидемиологической оценке, безопасности и функционального потенциала пробиотических микроорганизмов, используемых для производства пищевых продуктов. Проведение исследования состояло из следующих этапов: – приготовление питательных сред (агар MRS для лактобактерий, бульон MRS для лактобактерий, сердечно-мозговой бульон, триптон-соевый бульон, мясо-пептонный агар, Мюллера-Хинтона агар, производства HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.);

– приготовление суспензии исследуемых микроорганизмов;

– инокуляция;

– наложение дисков;

– инкубация;

– учёт и интерпретация результатов.

При определении антибиотикорезистентности готовили стандартный инокулюм, с концентрацией 1,5x10^8 КОЕ/мл., при визуальной оценке соответствует стандарту мутности 0,5 по МакФарланду.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены результаты зоны ингибиции роста в мм и категории чувствительности лактобактерий. Как видно из полученных данных штаммы лактобактерий были абсолютно резистентные к цефалотину, цефиксиму, сульфафуразолу, азтреонаму. Lactobacillus helveticus B-1039 и Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B-1042 были резистентны к сульфадиазину; Lactobacillus fermentum B-1038 и Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus B-1042 резистентны к ванкомицину, норфлоксацину, полимиксину-Б, фосфомицину, цефоперазону; Lactobacillus fermentum B-1038 был также резистентнен к ципрофлоксацину, стрептомицину, пефлоксацину, офлаксацину, канамицину, гентамицину.

Заключение

Мониторинговые исследования определения антибиотикорезистентности лактобактерий имеют важное значение для определения их безопасности при использовании в качестве пробиотиков, для предотвращения передачи генов резистентности другим микроорганизмам через горизонтальный перенос. Полученные нами данные говорят о наличии комбинированной устойчивости лактобацилл азтреонаму, сульфафуразолу, цефиксиму, цефалотину. Полученные результаты имеют значение для ветеринарии, пищевой промышленности, медицины, экологии.

Работа выполнена в рамках утвержденного государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации проект FGUG-2025-0003.

Литература

1.Antibiotic Chlortetracycline Causes Transgenerational Immunosuppression via NF-кB. / Qiu, W. [et al.] // Environmental Science & Technology. - 2022. - 56(7), - P. 4251-4261. https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07343.

2.Antibiotic use in early childhood and the development of asthma / Wickens K. [et al.] Clin. Exp. Allergy. - 1999. - 29. - P. 766-771.

3.Early exposure to infections and antibiotics and the incidence of allergic disease: A birth cohort study with the West Midlands General Practice Research Database / McKeever T.M. et al. // J. Allergy Clin. Immun. - 2002. - 109. - P. 43-50.

4.Immunomodulatory Effects of Macrolide Antibiotics - Part 1: Biological Mechanisms / Altenburg J. et al. // Respiration. - 2011. - 81. - P. 67-74.

5.Оценка уровня антибиотикорезистентности изолятов энтерококков выделенных от сельскохозяйственной птицы / П. Н. Шастин [и др.] // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 5. - С. 90-93. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-22. - EDN ENTQKV.

6.Эндолизины - перспективный метод борьбы с антибиотико-резистентными микроорганизмами / А. И. Лаишевцев, П. Н. Шастин, А. В. Супова [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2023. - № 10. - С. 84-95. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202310010. - EDN WLQPPH.

7.Доклиническое изучение эффективности и безопасности пробиотических штаммов Lactobacillus spp. для профилактики инфекционных заболеваний желудочнокишечного тракта, в том числе ассоциированных с постковидным синдромом / А. И. Лаишевцев [и др.] // Бактериология. - 2023. - Т. 8, № 3. - С. 7-15. - DOI 10.20953/2500-1027-2023-3-7-15. - EDN NGEZDJ.

8.Супотницкий, М. В. Механизмы развития резистентности к антибиотикам у бактерий / Супотницкий М. В. // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. - 2011. - №. 2 (42). - С. 4-13.

9.Antibiotic sensitivity pattern of indigenous lactobacilli isolated from curd and human milk samples / Sharma C. et al. //3 Biotech. - 2017. - Т. 7. - №. 1. - С. 1-14.

References

5. Assessment of the level of antibiotic resistance of enterococcal isolates isolated from poultry / P. N. Shastin [et al.] // Veterinaria i kormlenie. - 2024. - No. 5. - pp. 90-93. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-22. - PUBLISHING HOUSE ENTQKV.

6. Endolysins - a promising method of combating antibiotic-resistant microorganisms / A. I. Laishevtsev, P. N. Shastin, A.V. Supova [et al.] / / Veterinary medicine, animal science and biotechnology. - 2023. - No. 10. - pp. 84-95. - DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202310010. - Editor's note.

7. Preclinical study of the efficacy and safety of probiotic strains of Lactobacillus spp. for the prevention of infectious diseases of the gastrointestinal tract, including those associated with postcovoid syndrome / A. I. Laishevtsev [et al.] // Bacteriology. - 2023. - Vol. 8, No. 3. - pp. 7-15. - DOI 10.20953/2500-1027-2023-3-7-15. - EDN NGEZDJ.

8. Supotnitsky, M. V. Mechanisms of development of antibiotic resistance in bacteria / Supotnitsky M. V. // Biologics. Prevention, diagnosis, and treatment. - 2011. - №. 2 (42). - Pp. 4-13.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-23
УДК 618:619

Сравнительная эффективность способов лечения послеродового эндометрита у собак

Чекрышева В.В.

Чекрышева В.В., доктор ветеринарных наук, директор
veterinar1987@mail.ru
Ларин А.Д., аспирант
СКЗНИВИ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, г. Новочеркасск, Ростовское шоссе, дом 0.

Ключевые слова: животные, воспаление, эндометрит, собаки, воспаление эндометрия, самки, матка.

Резюме. В данной статье приведены данные исследований собак с диагнозом "Эндометрит" в течение трех лет на территории города Новочеркасск в ветеринарной клинике "Панацея" и ветеринарной клинике Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского ветеринарного института – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный Ростовский аграрный научный центр" и сравнительный анализ способов терапии данной патологии. Исследованию было подвергнуто 14 собак. В ходе проведения исследований было исследовано два способа терапии послеродового эндометрита. В первой опытной группе в составе комплексной терапии использовали препараты: Амоксициллин 15%, Этамзилат, Гемобаланс, Аскорбиновая кислота, Оксилат, изотонический раствор Натрия хлорида. Во второй опытной группе животных применяли следующие лекарственные средства для терапии послеродового эндометрита: Цефтриаксон, раствор Стерофундина, раствор Метрогила, Окситоцин, Витам, Транексам. По результатам проведенной терапии дана сравнительная оценка эффективности способов лечения. Установлено, что ни один из предложенных способов терапии эндометрита у собак не обладает достаточной эффективностью. После проведенного курса терапии в первой опытной группе выздоровело 14, 28 % собак (1 животное), а 85,71 % животных было направлено на операцию гистервариоэктомия. Во второй опытной группе из 7 подвергнутых исследованию собак выздоровело 2 животных (28,57 %), а 5 животных (71,42 %) было направлено для хирургического решения патологии. При этом необходимо учитывать факт отдаленных последствий патологического процесса, а также рецидивов заболевания. Необходимо дальнейшее наблюдение за животными, а именно ультразвуковое исследование с интервалом две недели в течение трех месяцев, а также обязательное ультразвуковое исследование после каждой течки.

Для цитирования / For citation

Сравнительная эффективность способов лечения послеродового эндометрита у собак/ Чекрышева В.В., Ларин А.Д. // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.109–111.
Comparative effectiveness of methods for treating postpartum endometritis in dogs / Chekrysheva V.V., Larin A.A. // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.109–111.

Comparative effectiveness of methods for treating postpartum endometritis in dogs

Chekrysheva V.V., Larin A.D.
SKZNIVI - branch of FGBNU FRANTS, Novocherkassk

Key words: animals, inflammation, endometritis, dogs, inflammation of the endometrium, females, uterus.

Abstract. This article presents the data of studies of dogs diagnosed with "Endometritis" for three years in the city of Novocherkassk in the veterinary clinic "Panatseya" and the veterinary clinic of the North Caucasus Zonal Research Veterinary Institute - a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Scientific Center" and a comparative analysis of the methods of therapy for this pathology. The study was conducted on 14 dogs. During the research, two methods of therapy for postpartum endometritis were examined. In the first experimental group, the following drugs were used as part of complex therapy: Amoxicillin 15%, Etamsylate, Hemobalance, Ascorbic acid, Oxylate, isotonic sodium chloride solution. In the second experimental group of animals, the following drugs were used for the therapy of postpartum endometritis: Ceftriaxone, Sterofundin solution, Metrogil solution, Oxytocin, Vitam, Tranexam. Based on the results of the therapy, a comparative assessment of the effectiveness of treatment methods is given. It has been established that none of the proposed methods of treating endometritis in dogs is sufficiently effective. After the course of therapy, 14.28% of dogs (1 animal) recovered in the first experimental group, and 85.71% of animals were sent for hysterovariectomy surgery. In the second experimental group, out of 7 dogs examined, 2 animals recovered (28.57%), and 5 animals (71.42%) were sent for surgical treatment of the pathology. It is necessary to take into account the fact of remote consequences of the pathological process, as well as relapses of the disease. Further observation of animals is necessary, namely, ultrasound examination at intervals of two weeks for three months, as well as mandatory ultrasound examination after each estrus.

Введение

На сегодняшний день часто встречаемой патологией у сук являются заболевания органов половой системы. Главной опасностью послеродового периода является риск появления инфекционно-воспалительных заболеваний и как следствие – бесплодие [2,5]. Болезни репродуктивной системы мелких домашних животных в различных регионах России составляют 12–20% от общего числа заболеваний. Эндометрит является одним из наиболее часто встречающихся акушерско-гинекологических заболеваний животных. Высокая частота, нередкие рецидивы, трудности диагностики и лечения, высокая летальность при тяжелом течении эндометрита, обусловливают актуальность этой проблемы в современной ветеринарии [2]. Вопрос об этиологической роли микроорганизмов в возникновении эндометритов у плотоядных до конца не изучен. Ряд авторов полагают, что в патогенезе эндометрита микрофлора существенной роли не играет, а первичным фактором является дисфункция гипоталамо-гипофизарной системы и яичников

[4]. Поиск эффективных препаратов и способов терапии эндометрита у собак остается актуальной задачей для ветеринарного сообщества, так как в ряде случаев терапевтические схемы лечения не результативны [1,3]. Опираясь на данный факт большинство действующих врачей придерживаются мнения, что лучшим методом лечения послеродового эндометрита у сук является – овариогистерэктомия [4,6]. Данная операция влечет за собой метаболические нарушения, потерю воспроизводительной функции самки и риск гибели животного во время оперативного вмешательства.

В связи с этим возникает необходимость в разработке новых средств и способов лечения, с большей статистической процентностью выздоровления собак с данной патологией. При выполнении данных исследований, мы определили **цель** – провести сравнительную оценку эффективности способов лечения послеродового эндометрита у собак.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводились на базе ветеринарной клиники "Панацея" г. Новочеркасск, а также в ветеринарной клинике Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского ветеринарного института – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный Ростовский аграрный научный центр" в течение 2023–2025 гг. Объектами исследований служили собаки в послеродовый период в возрасте от 1,5 до 6 лет весом 15–45 кг с предположительным диагнозом "послеродовый эндометрит". В ходе проведения исследования все животные были разделены на две опытные группы по семь собак в каждой.

Первую опытную группу лечили путем использования препарата Амоксициллин 15 % внутримышечно в дозе 1 мл на 10 кг веса животного трехкратно с интервалом 48 часов. Одновременно с этим внутривенно капельно вводили изотонический раствор натрия хлорида из расчета 10 мл на 1 кг массы тела животного один раз в сутки в течение 5 дней. Также внутримышечно вводили Этамзилат из расчета 15 мг на кг веса животного в течение 3 дней. Для предотвращения развития признаков анемии использовали препарат Гемобаланс внутримышечно в дозировке 1 мл/животное дважды с интервалом 48 часов. Дополнительно вводили внутривенно капельно Аскорбиновую кислоту из расчета 25 мг/кг ежедневно во время проведения инфузии в течение 5 дней. Схему терапии дополняли использованием препарата Оксилат подкожно в дозе 1 мл на 30 кг массы тела животного ежедневно в течение 5 дней.

Для второй опытной группы была подобрана следующая схема лечения: Цефтриаксон внутривенно капельно из расчета 25 мг/кг веса животного ежедневно в течение 7 дней; раствор Стерофундина – внутривенно капельно из расчета 20 мл/г/сутки, а также раствор Метрогила из расчета 25 мг на 1 кг массы животного внутривенно капельно 1 раз в сутки в течение пяти дней. Также использовали для терапии препарат Окситоцин из расчета 5 МЕ/животное в течение 3 дней внутримышечно. Дополнительно подкожно вводили препарат Витам в дозе 3 мл/10 кг массы тела собаки ежедневно в течение 5 дней. В качестве гемостатического средства использовали препарат Транексам внутривенно медленно из расчета 10 мг/кг веса один раз в сутки в течение 3 дней. С целью контроля состояния эндометрия у исследуемых сук проводили ультразвуковую диагностику на третий и шестой дни терапии.

Результаты исследований

Исследования по оценке эффективности способов лечения послеродового эндометрита у собак проводились в период 2023–2025 гг. в г. Новочеркасск. В ходе проводимых исследований использовали два способа лечения послеродового эндометрита у собак.

В первой опытной группе в составе комплексной терапии использовали препараты: Амоксициллин 15%, Этамзилат, Гемобаланс, Аскорбиновая кислота, Оксилат, изотонический раствор Натрия хлорида.

Амоксициллин 15% является полусинтетическим антибиотиком пенициллинового ряда. Механизм его действия заключается в нарушении синтеза клеточной стенки бактерии путем ингибирования ферментов транспептидазы и карбоксипептидазы, что приводит к нарушению осмотического баланса и разрушению бактерии.

Амоксициллин обладает широким спектром бактерицидного действия в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, таких как Actynomyces spp., Bacillus antracis, Clostridium spp., Corynebacterium spp., Erysipelothrix rhusiopathiae, Listeria monocytogenes, Staphylococcus spp., Streptococcus spp., Actinobacillus spp., Escherichia coli, Salmonella spp., Fusobacterium spp., Haemophilus spp., Moraxella spp., Pasteurella spp., Proteus mirabilis, Leptospira spp. Препарат используется для лечения бактериальных инфекций дыхательных путей, мочеполовой системы, заболеваний кожи и мягких тканей, вызванных микроорганизмами, чувствительными к амоксициллину.

Препарат Этамзилат использовался в качестве гемостатического средства, которое оказывает также ангиопротекторное и проагрегантное действие. Стимулирует образование тромбоцитов и их выход из костного мозга. Гемостатическому действию, обусловленному активацией формирования тромбопластина в месте повреждения мелких сосудов и снижением образования в эндотелии сосудов простациклина PgI2, способствует повышению адгезии и агрегации тромбоцитов, что, в конечном счете, приводит к остановке или уменьшению кровоточивости. Увеличивает скорость образования первичного тромба и усиливает его ретракцию, практически не влияет на концентрацию фибриногена и протромбиновое время. Обладая антигиалуронидазной активностью и стабилизируя аскорбиновую кислоту, препятствует разрушению и способствует образованию в стенке капилляров мукополисахаридов с большой молекулярной массой, повышает резистентность капилляров, снижает их хрупкость, нормализует проницаемость при патологических процессах. Уменьшает выход жидкости и диапедез форменных элементов крови из сосудистого русла, улучшает микроциркуляцию. Не оказывает сосудосуживающего действия. Восстанавливает патологически измененное время кровотечения. Этамзилат используется для профилактики и остановки кровотечений, также оказывает влияние на вторичные кровотечения на фоне тромбоцитопении и тромбоцитопатии, гипокоагуляции.

Препарат Гемобаланс содержит комплекс биологически активных веществ, благодаря которым оптимизирует обменные процессы в организме (белковый, витаминный и

Таблица 1. Терапевтическая эффективность способов лечения эндометрита у собак.
Table 1. Therapeutic efficacy of treatment methods for endometritis in dogs.

Группа животных	Подвергнуто лечению собак	Число дней лечения	Число дней наблюдения	Выздоровело животных		Направлено на операцию	
				голов	%	голов	%
1 опытн. группа	7	5	7	1	14,28	6	85,71
2 опытн. группа	7	5	7	2	28,57	5	71,42

минеральный). Компоненты препарата участвуют в кроветворных процессах, стимулируют гемопоэз, нормализуют формулу крови, повышают бактерицидную и липотропную активность сыворотки крови, восстанавливают функцию печени, оказывают иммуномодулирующее действие, являются источником энергетического обмена в клетке. Назначают всем видам домашних и сельскохозяйственных животных, а также птице для стимуляции обмена веществ, профилактики и лечения заболеваний, вызванных недостатком витаминов и микроэлементов, анемии различной этиологии, кровотечения и кровопотери. Гемобаланс используют в составе комплексного лечения болезней различной этиологии, для лечения ослабленных и истощенных животных.

Аскорбиновую кислоту назначали в качестве антиоксидантного средства используемого в период реконвалисценции после длительных тяжелых заболеваний.

Препарат Оксилат использовали в качестве общетонизирующего средства, адаптогена. Применяют животным для профилактики и лечения послеродового эндометрита и других воспалительных заболеваний матки бактериальной этиологии.

Изотонический раствор натрия хлорида использовали так как он оказывает дезинтоксикационное и регидратирующее действие. Восполняет дефицит натрия при различных патологических состояниях организма и временно увеличивает объем жидкости, циркулирующей в сосудах.

Во второй опытной группе животных применяли следующие лекарственные средства для терапии послеродового эндометрита: Цефтриаксон, раствор Стерофундина, раствор Метрогила, Окситоцин, Витам, Транексам.

Цетриаксон – полусинтетический цефалоспориновый антибиотик III поколения широкого спектра действия. Цефтриаксон активен в отношении грамотрицательных аэробных микроорганизмов: Enterobacter aerogenes, Enterobacter cloacae, Escherichia coli, Haemophilus influenzae (в т.ч. штаммы, устойчивые к ампициллину), Haemophilus parainfluenzae, Klebsiella spp. (в т.ч. Klebsiella pneumoniae), Neisseria gonorrhoeae (в т.ч. штаммы, образующие и необразующие пенициллиназу), Neisseria meningitidis, Proteus mirabilis, Proteus vulgaris, Morganella morganii, Serratia marcescens, Citrobacter freundii, Citrobacter diversus, Providencia spp., Salmonella spp., Shigella spp., Acinetobacter calcoaceticus. Ряд штаммов вышеперечисленных микроорганизмов, которые проявляют устойчивость к другим антибиотикам, таким как пенициллины, цефалоспорины, аминогликозиды, чувствительны к цефтриаксону.

Раствор Стерофундина является изотоническим раствором электролитов с концентрацией электролитов, адаптированной к концентрации электролитов плазмы крови. Он применяется для коррекции потери внеклеточной жидкости (т.е. потери воды и электролитов в соразмерных количествах). Введение раствора направлено на восстановление и поддержание осмотического статуса во внеклеточном и внутриклеточном пространстве. Содержание анионов является сбалансированной комбинацией, которая устраняет метаболический ацидоз.

В качестве анетипротозойного и антимикробного средства использовали раствор Метрогила. Данный препарат активен в отношении Trichomonas vaginalis, Entamoeba histolytica, Gardnerella vaginalis, Giardiai ntestinalis, Lamblia spp., а также облигатных анаэробов Bacteroides spp. (в т.ч. Bacteroides fragilis, Bacteroides distasonis, Bacteroides ovatus, Bacteroides thetaiotaomicron, Bacteroides vulgatus), Fusobacterium spp., Veillonella spp., Prevolella spp. (Prevotella bivia, Prevotella buccae, Prevotella disiens) и некоторых грамположительных микроорганизмов (Eubacterium spp., Clostridium spp., Peptococcus spp., Peptostreptococcus spp).

Препарат Окситоцин – синтетическое гормональное средство, по фармакологическому действию подобное эндогенному окситоцину. Оказывает стимулирующее действие на гладкую мускулатуру матки, повышает сократительную активность миометрия.

Препарат Витам используется для профилактики и лечения гиповитаминозов и нарушений белкового обмена сельскохозяйственных и домашних животных.

Препарат Транексам – антифибринолитическое средство. Транексамовая кислота обладает местным и системным гемостатическим действием при кровотечениях, связанных с повышением фибринолиза. Также транексамовая кислота за счет подавления образования кининов и других активных пептидов, участвующих в аллергических и воспалительных реакциях, обладает противоаллергическим и противовоспалительным действием.

В результате проведенных исследований по изучению эффективности предложенных способов терапии послеродового эндометрита у собак поучили следующие результаты (таблица 1).

Анализируя данные таблицы 1 можно сделать вывод, что ни один из предложенных способов терапии эндометрита у собак не обладает достаточной эффективностью. После проведенного курса терапии в первой опытной группе выздоровело 14, 28 % собак (1 животное), а 85,71 % животных было направлено на операцию гистервариоэктомия. Во второй опытной группе из 7 подвергнутых исследованию собак выздоровело 2 животных (28,57 %), а 5 животных (71,42 %) было направлено для хирургического решения патологии. При этом необходимо учитывать факт отдаленных последствий патологического процесса, а также рецидивов заболевания. Необходимо дальнейшее наблюдение за животными, а именно ультразвуковое исследование с интервалом две недели в течение трех месяцев, а также обязательное ультразвуковое исследование после каждой течки.

Литература

1. Понятов М. П. Лечение эндометрита у собак / М. П. Понятов // всероссийская научно-практическая конференция. Молодежная наука. Том часть 2 Пермь, 2021 - С. 128-130.
2. Дюльгер Г. П. Лекарственные препараты, применяемые в ветеринарном акушерстве, гинекологии и андрологии животных : учебное пособие для вузов / Г. П. Дюльгер, В. И. Трухачев, С. В. Акчурин. - Санкт- Петербург : Лань, 2023 - 568 с.
3. Анализ заболеваемости собак эндометритом в городе Новочеркасск / Н. О. Юмина, И. А. Родин, В. В. Чекрышева // Ветеринария Северного Кавказа. - 2021 - № 1 С. 56-59.
4. Ефимов А. А. Послеродовой эндометрит у собак / А. А. Ефимов // Вестник молодежной науки Алтайского ГАУ. - 2021 - №1. - С. 267-270.
5. Кармалиев Р. С. Ветеринарная фармакология : учебное пособие / Р. С. Кармалиев. - Уральск : ЗКАТУ им. Жангир хана, 2016 - 264 с.
6. Маркова М. В. Ультразвуковая диагностика болезней мелких домашних животных : учебное пособие / М. В. Маркова, В. П. Дорофеева. - Омск : Омский ГАУ, 2023 - 95 с.

Literature

1. Ponyatov M. P. Treatment of endometritis in dogs / M. P. Ponyatov / / All-Russian scientific and practical conference. Youth science. Volume part 2 Perm, 2021 - P. 128-130.
2. Dyulger G. P. Medicines used in veterinary obstetrics, gynecology and andrology of animals: a textbook for universities / G. P. Dyulger, V. I. Trukhachev, S. V. Akchurin. - St. Petersburg: Lan, 2023 - 568 p.
3. Analysis of the incidence of endometritis in dogs in the city of Novocherkassk / N. O. Yumina, I. A. Rodin, V. V. Chekrysheva // Veterinary science of the North Caucasus. - 2021 - No. 1 P. 56-59.
4. Efimov A. A. Postpartum endometritis in dogs / A. A. Efimov // Bulletin of youth science of Altai State Agrarian University. - 2021 - No. 1. - P. 267-270.
5. Karmaliev R. S. Veterinary pharmacology: a tutorial / R. S. Karmaliev. - Uralsk: ZKATU named after Zhangir Khan, 2016 - 264 p.
6. Markova M. V. Ultrasound diagnostics of diseases of small domestic animals: a tutorial / M. V. Markova, V. P. Dorofeeva. - Omsk: Omsk State Agrarian University, 2023 - 95 p.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-3-24
УДК: 579.62:579.832/.833:619:636.6

Клостридиозный профиль птицы

Шастин П.Н.

Шастин П.Н., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, shastin.pasha@yandex.ru
Супова А.В., научный сотрудник, supova.nastya@yandex.ru
Лаишевцев А.И., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией, a.laishevtsev@gmail.com
Хабарова А.В., младший научный сотрудник, xabarova.alla97@mail.ru
Фабрикантова Е.А., микробиолог, el@novokchenova.ru

ФГБНУ Федеральный научный центр Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Москва

Ключевые слова: клостридии, анаэробы, антибиотикорезистентность, мониторинг, антибиотики, птица, биобезопасность, патогенность, токсигенность

Резюме. Заболевания, обусловленные возбудителями клостридиозов имеет как эпизоотологическое, так и эпидемиологическое значение. Целью работы было проведение определение структуры циркулирующих изолятов клостридии птиц с ряда регионов России, с определение антибиотикорезистентности, патогенных и токсигенных свойств, мест локализации. В данной работе коллектив авторов представил результаты исследовании проведенных в период 2022–2024 гг. по микробиологическим исследованиям материала от птицы с различных регионов России, а именно семейства Clostridiaceae. В период проведенной работы было происследовано 2754 образцов патологоанатомического и секционного материала рутинными микробиологическими методами с применением времяпролетной масс-спектрометрии Maldi-Tof (Bruker Daltonik Maldi Biotyper, Германия). Для определения антибактериальной чувствительности использовались широко применяемые группы препаратов в птицеводстве (макролидов, пенициллинов полипептидов, гликопептидов, аминогликозидов, линкозамидов, фторхинолонов, тетрациклинов, ансамицинов, сульфаниламидов, цефалоспоринов, производные фосфоновой кислоты). Получено в период исследовании (n) 282 изолята клостридии: Clostridium perfringens 87, Clostridium tertium 68, Clostridium sporogenes 60, Paraclostridium bifermentans 36, Clostridium butyricum 13, Clostridium novyi 7, Clostridium paraputrificum 6, Clostridium cadaveris 6, Clostridium cochlearium 4,

Clostridious profile of birds

Shastin P.N., Supova A.V., Laishevtsev A.I., Khabarova A.V., Fabrikantova E.A.

FSBSI FSC VIEV RAS, Moscow, Russia

Key words: clostridia, anaerobes, antibiotic resistance, monitoring, antibiotics, poultry, biosafety, pathogenicity, toxigenicity

Abstract. Diseases caused by the causative agents of clostridiosis have both epizootological and epidemiological significance. The aim of the work was to determine the structure of circulating bird clostridia isolates from a number of regions of Russia, with the determination of antibiotic resistance, pathogenic and toxigenic properties, and localization sites. In this paper, the team of authors presented the results of research conducted in the period 2022-2024. According to microbiological studies, she studied various plant species of Russia from birds, including the Clostridiaceae family. At the beginning of the first work, 2,754 treatments of pathological, anatomical and sectional material were performed using routine microbiological methods using high-speed mass spectrometry Maldi-Tof (Bruker Daltonik Maldi Biotyper, Germany). To determine antibacterial sensitivity, widely used groups of drugs in poultry farming were used (macrolides, penicillins, polypeptides, glycopeptides, aminoglycosides, lincosamides, fluoroquinolones, tetracyclines, ansamycins, sulfonamides, cephalosporins, phosphonic acid derivatives). A total of (n) 282 of five species were studied: Clostridium perfringens 87, Clostridium tertium 68, Clostridium sporogenes 60, Paraclostridium bifermentans 36, Clostridium butyricum 13, Clostridium novii 7, Clostridium paraputrificum 6, Clostridium cadaveris 6, Clostridium cochlearium 4, Clostridium spp. 4. Established locations of various clostridia species in birds. Pathogenic associations were identified in 42 representatives of Clostridium perfringens. Among the full members of the family were 21 representatives of Clostridium perfringens and 7 representatives of Clostridium novyi. For the first time, it was established that the pathogens of Clostridium perfringens are antibiotics (n=87). 78.2% of the strains were most sensitive to amoxicillin, 64.4% to benzylpenicillin, and tylosin - 57.5%, cefazolin and enrofloxacin 52%, cefotaxime 48%, gentamicin and rifampicin 43%, ceftriaxone 42.5%, ofloxacin 39.1%, ciprofloxacin, pefloxacin and cefoxitin 34.5%, ampicillin 34.4%, vancomycin 30%, clarithromycin and clindamycin, 25.3%, amoxiclav, cefaclor and lincomycin 22%, fosfomycin and Levofloxacin 21.8%, bacitracin and cephalexin 17.2%, erythromycin 17%, azithromycin 13%, cefepime 12.6%, cefpirom and chloramphenicol 9.2%, norfloxacin 4.6%, polymyxin-B 3.45%, cefaperazone 3.4%.

Для цитирования / For citation

Клостридиозный профиль птицы / Шастин П.Н. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2025. – №3. – С.112–116.
Clostridious profile of birds / Shastin P.N. [et.al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2025. – №3. – P.12–116.

Clostridium spp. 4. Установлены места локализации различных видов клостридии у птицы. Выявлены патогенные свойства у 42 изолятов Clostridium perfringens. Среди полученных изолятов токсигенными свойствами обладали 21 изолят Clostridium perfringens и 7 изолятов Clostridium novyi. Проведено определение чувствительности к антибактериальным препаратам изолятов Clostridium perfringens (n=87). Наибольшей чувствительностью к амоксициллину обладали 78,2% штаммов, бензилпенициллину – 64,4%, тилозину – 57,5%, цефазолину и энрофлоксацину 52%, цефотаксиму 48%, гентамицину и рифампицину 43%, цефтриаксону 42,5%, офлоксацину 39,1%, ципрофлоксацину, пефлоксацину и цефокситину 34,5%, ампициллину 34,4%, ванкомицину 30%, кларитромицину и клиндамицину, 25,3%, амоксиклаву, цефаклору и линкомицину 22%, фосфомицину и левофлоксацину 21,8%, бацитрацину и цефалексину 17,2%, эритромицину 17%, азитромицину 13%, цефепиму 12,6%, цефпирому и хлорамфениколу 9,2%, норфлоксацину 4,6%, полимиксину – В 3,45%, цефаперазону 3,4%.

Введение

Кишечные заболевания (отравления) обусловлены рядом широкого круга возбудителей, от бактерии и вирусов до простейших, либо токсинами выделяющихся на различных этапах обработки [1]. Продукция птицеводства, получаемая на птицефабриках, частных подворьях, может быть подвержена контаминации микроорганизмами как в период выращивания, транспортирования, так и в процессе убоя, а также получения полуфабрикатов [2]. Наиболее часто обнаруживаемые возбудители токсикоинфекции являются Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Salmonella spp., Clostridium perfringens, Shigella spp., Clostridium botulinum, Toxigenic Escherichia coli, Listeria, Aeromonas, Yersinier, Vibrio parahaemolyticus, Campylobacter [3].

Clostridium perfringens является одним часто выделяемых патогенов после Campylobacter spp. и Salmonella spp. После введения запрета применения кормовых антибиотиков на многих птицефабриках Европы стали фиксироваться заболевания, в том числе обусловленные Clostridium perfringens. На птицеводческих предприятиях России ещё до введения аналогичного запрета отмечались случай клостридиозов у 80% стад, обусловленные особенностями содержания и интенсификацией производства [4].

Борьба с клостридиозами птиц в основном строится на антибактериальных препаратах. Вегетативные формы Clostridium perfringens особенно чувствительны в вегетативной форме к антибактериальным препаратам [5]. Но при попадании токсинов в организм и дальнейшем распространении в тканях и органах – результаты антибактериальной обработки сводятся на нет [6]. Принципиально важно применять антибактериальные агенты, против которых клостридии не имеют устойчивости.

Ввиду того что, возбудители клостридиозов являются постоянными обитателями пищеварительного тракта птиц затруднена их диагностика. Помимо этого, протекание клостридиозов возможно в субклинической форме, при которой затруднено дифференцировать от других заболеваний. Немаловажным аспектом в борьбе с клостридиозами и другими бактериальными заболеваниями является эффективная утилизация тушек птиц, в том числе при вспышке заболеваний, к примеру гриппе птиц. Во Франции в рамках быстрой утилизации тушек птиц, было решено провести их захоронение. При дальнейшем исследовании в местах утилизации на протяжении 9-ти месяцев были обнаружены клостридии [8].

Современные подходы в борьбе с заболеваниями обусловленными возбудителями клостридиозов разработаны отечественными и зарубежнными исследователями. Так Лаптев Г. и др. предлагают использовать метапробиотик "АнтиКлос", содержащий пробиотические микроорганизмы с выраженными антагонистическими свойствами. Нейтрализацию токсинов данный коллектив рекомендует проводить, используя диатомит (сорбент) "Заслон" [7]. Группа исследователей во главе с Кашковской Л.М. и др. в своей работе при испытании полипептидного антибиотика "Нозифор", сообщают о 100% терапевтической эффективности при клостридиозе птиц [5]. Компания Huvepharma Inc. разработала инновационную вакцину (AVERT NE) для борьбы с некротическим энтеритом, вызванным Clostridium perfringens типа А, получившая лицензию в США, поскольку большинство бройлеров выращивается без антибиотиков [8].

Цель исследования – определение структуры семейства Clostridiaceae, охватывающего 30 субъектов Российской Федерации, на основании проведенных исследовании, с установлением патогенных и токсигенных свойств, а также антибиотикорезистентности этиологических значимых изолятов Clostridium perfringens.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе лаборатории диагностики и контроля антибиотикорезистентности возбудителей наиболее кли-

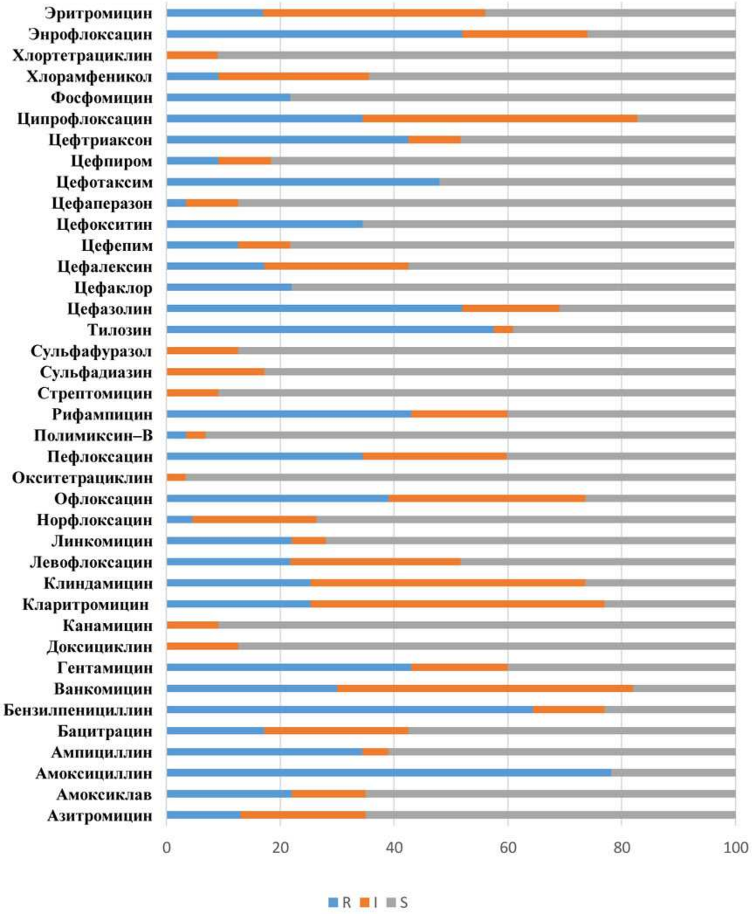


Рис. 1. Структура антибиотикорезистентности изолятов Cl. perfringens (n=87) в процентах
Fig. 1. The structure of antibiotic resistance of Cl. perfringens isolates (n=87) as a percentage

нически значимых инфекционных болезней животных ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН в 2022–2024 гг. Проведение исследований было реализовано с использованием рутинных бактериологических методов согласно ГОСТ 26503-85 "Методы лабораторной диагностики клостридиозов" [9, 10], целью которых было выделение чистых культур микроорганизмов наиболее этиологически значимых для промышленного птицеводства, а именно семейства Clostridiaceae (клостридии). При проведении микробиологического исследования использовались следующие питательные среды: мясо-пептонный печеночный бульон, колумбийский агар, сердечно-мозговой агар, мясо-пептонный агар (МПА), мясо-пептонный бульон (МПБ), бульон Хоттингера и т.д. производства ООО "Himedia" (Индия) и фирмы "Oxoid" (Великобритания). Видовая идентификация микроорганизмов выполнялась с использованием метода масс-спектрометрии (Maldi-Tof) согласно "Методическим указаниям по идентификации микроорганизмов с применением масс-спектрометра MALDI Biotyper при исследовании продовольственного сырья и пищевых продуктов" (одобрены НТС Россельхознадзора от 03.04.2014 г.). В период проведения работы было происследовано 2754 образца. В качестве клинического и секционного материала для исследования использовались органы вынужденно убитых и/или павшей птицы (гусь, бройлеры, курица-несушка, утка, индейка), а именно: кусочки печени, селезенки, почки, сердечной мышцы, легкого, лимфатические узлы, мышечные ткани, головного мозга, суставы, яйцевод, клоакальные смывы, смывы с ротовой и носовой полости и т.д. полученных с Орловской, Тверской, Новгородской, Нижегородской, Московской, Калужской, Челябинской, Пензенской, Тамбовской, Волгоградской, Кемеровской, Оренбургской, Ярославской, Ленинградской, Свердловской, Тверской, Ростовской, Тюменской, Владимирской, Омской, Белгородской областей, Республик Северная Осетия-Алания, Башкортостан, Татарстан, Чувашия, Мордовия, г. Москва, Алтайского, Краснодарского, Ставропольского края.

Определение патогенных и токсигенных свойств изолятов клостридии проводили с использованием лабораторных животных, с использованием стандартной методики подкожного, внутримышечного и/или внутрибрюшинной инъекции суточной живой культуры возбудителя. Для определения патогенности испытуемых культур в качестве биологической модели использовались белые мыши массой 16–18 г. и/или 7-дневные цыплята по 2 головы на каждый штамм. Наблюдение за животными проводили в течение 7 дней или до момента гибели и/или до момента развития клинико-морфологических проявлений заболевания. В случае если фиксировалась гибель обоих подопытных, культура признавалась патогенной. Для определения токсигенных свойств клостридии использовалось содержимое кишечника павшей птицы и\или фильтраты культур. При постановке реакции на мышах результаты оценивались по гибели или выживанию животных, обработанных смесью сывороток и токсина [10].

Определение антибиотикочувствительности культур микроорганизмов проводилось в соответствии с МУК 4.2.1890-04 "Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам". В ходе реализации научной работы были использованы антибактериальные препараты различных групп. В ходе реализации научной работы были использованы антибактериальные препараты различных групп ("HimediaLabs, Индия): макролидов (азитромицин 15 мкг, кларитромицин 15 мкг, тилозин 15 мкг, эритромицин 15 мкг), пенициллинов (амоксиклав 30 мкг, амоксициллину 30 мкг, ампициллин 25 мкг, бензилпенициллину 10 мкг, доксициклину 30 мкг, полипептидов (бацитрацин 10 мкг, полимиксин-Б 50 мкг, хлорамфеникол 30 мкг), гликопептидов (ванкомицину 30 мкг), аминогликозидов (гентамицин 30 мкг, канамицин 30 мкг, стрептомицин 25 мкг), линкозамидов (клиндамицин 2 мкг, линкомицин 10 мкг), фторхинолонов (левофлоксацин 5 мкг, норфлоксацин 10 мкг, офлоксацин 5 мкг, пефлоксацин 5 мкг, ципрофлоксацин 30 мкг, энрофлоксацин 10 мкг), тетрациклинов (окситетрациклин 30 мкг, 30 мкг, хлортетрациклин 30 мкг), ансамицинов (рифампицин 15 мкг), сульфаниламидов (сульфадиазин 100 мкг, сульфафуразол 300 мкг), цефалоспоринов (цефазолин 30 мкг, цефаклор 30 мкг, цефалексин 30 мкг, цефотаксим 30 мкг, цефепим 30 мкг, цефоперазон 75 мкг, цефпиром 30 мкг, цефтриаксон 30 мкг), производной фосфоновой кислоты (фосфомицин 50 мкг). Интерпретация результатов проводилась в соответствии с рекомендациями CLSI и EUCAST.

Результаты и их обсуждение

На основании проведенных исследовании было получено 287 изолята клостридии: Clostridium perfringens 87, Clostridium tertium 68, Clostridium sporogenes 60, Paraclostridium bifermentans 36, Clostridium butyricum 13, Clostridium novyi 7, Clostridium paraputrificum 6, Clostridium cadaveris 6, Clostridium cochlearium 4, Clostridium spp. 4.

На основании полученных данных, можно утверждать о циркулировании следующих видов семейства Clostridiaceae среди птицы: Clostridium perfringens 30,8%, Clostridium tertium 24%, Clostridium sporogenes 21,3%, Paraclostridium bifermentans 13%, Clostridium butyricum 4,6%, Clostridium novyi 2,4%, Clostridium paraputrificum 2,1%, Clostridium cadaveris 2,1%, Clostridium cochlearium 1,4%, Clostridium spp. 1,4%.

Дальнейший этап работы состоял в определении патогенных и токсигенных свойств полученных штаммов клостридии.

Таблица 1. Результаты определения мест локализации клостридии птиц
Table 1. Results of determining the localization sites of avian clostridia

Наименование материала / Виды клостридии	Clostridium novyi	Paraclostridium bifermentans	Clostridium perfringens	Clostridium tertium	Clostridium sporogenes	Clostridium butyricum	Clostridium paraputrificum	Clostridium cadaveris	Clostridium cochlearium	Clostridium spp.
фабрициева бурса	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
печень	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
сердце	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
желточный мешок	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
трахея	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
селезенка	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
легкое	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
тонкий отдел кишечника	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
толстый отдел кишечника	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
яйцевод	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
корм	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

Согласно полученным данным патогенными свойствами обладали 14,6% (n=42) представленные все изолятами Cl. perfringens. Токсигенными свойствами обладали 28 изолятов клостридии, среди которых 21 Cl. perfringens и 7 Cl. novyi.

Согласно полученным данным представленным на рисунке 1 установлена устойчивость к антибиотикам у 96,6% изолятов Cl. perfringens к окситетрациклину, 93,1% – полимиксину – B, 91% – хлортетрациклину, 90,8% к канамицину и стрептомицину, 87,4% – сульфафуразолу, доксициклину и цефаперазону, 82,8% – сульфадиазину, цефпирому – 81,6%, 78,2% – фосфомицину, 78% – цефепиму и цефаклору, 73,6% – норфлоксацину, 72% – линкомицину, 65,5% – цефокситину, 65% – азитромицину и амоксиклаву, 64,4% – хлорамфениколу, 61% – ампициллину, 57,5% – цефалексину и бацитрацину, 52% – цефотаксиму, 48,3% – левофлоксацину и цефтриаксону, 44% – эритромицину, 40,2% – пефлоксацину, 40% – гентамицину и рифампицину, 39,1% – эритромицину, 31% – цефазолину, 26,4% – офлоксацину и клиндамицину, 26% – энрофлоксацину, 23% – кларитромицину и бензилпенициллину, 21,8% – амоксициллину, 18% – ванкомицину, 17,2% – ципрофлоксацину.

Результаты определения мест локализации клостридии выделенных от птиц представлены в таблице 1.

Согласно полученным данным в таблице 1 в образцах печени выделены следующие виды клостридии – Clostridium novyi, Paraclostridium bifermentans, Clostridium perfringens, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes, Clostridium paraputrificum, Clostridium cochlearium; в сердце – Paraclostridium bifermentans, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes; желточном мешке – Paraclostridium bifermentans, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes; селезенке – Clostridium perfringens, Clostridium sporogenes; легком – Clostridium tertium; тонком и толстом отдах кишечника – Clostridium novyi, Paraclostridium bifermentans, Clostridium perfringens, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes, Clostridium butyricum, Clostridium cadaveris, Clostridium cochlearium, Clostridium spp.; яйцеводе – Clostridium tertium, Clostridium sporogenes; корме – Clostridium novyi, Paraclostridium bifermentans, Clostridium perfringens, Clostridium tertium; фабрициевой бурсе – Clostridium paraputrificum.

Заключение

Благодаря полученным данным установлена структура циркулирующих изолятов клостридии птиц различных регионов России. Наибольшее разнообразие видов, по местам локализации, отмечается в тонком и толстом отделах кишечника Clostridium novyi, Paraclostridium bifermentans, Clostridium perfringens, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes, Clostridium butyricum, Clostridium cadaveris, Clostridium cochlearium, Clostridium spp.; в печени Clostridium novyi, Paraclostridium bifermentans, Clostridium perfringens, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes, Clostridium paraputrificum, Clostridium cochlearium; в сердце – Paraclostridium bifermentans, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes; желточном мешке – Paraclostridium bifermentans, Clostridium tertium, Clostridium sporogenes; селезенке – Clostridium perfringens, Clostridium sporogenes; легком – Clostridium tertium. Полирезистентность изолятов Clostridium perfringens птиц установлена к окситетрациклину, полимиксину – B, хлортетрациклину, канамицину и стрептомицину, сульфафуразолу, доксициклину и цефаперазону, сульфадиазину, цефпирому, фосфомицину, цефепиму и цефаклору, норфлоксацину, линкомицину, цефокситину, азитромицину и амоксиклаву, хлорамфениколу, ампициллину, цефалексину и бацитрацину, цефотаксиму, левофлоксацину и цефтриаксону, эритромицину, пефлоксацину, гентамицину и рифампицину, эритромицину, цефазолину, офлоксацину и клиндамицину, энрофлоксацину, кларитромицину и бензилпенициллину, амоксициллину, ванкомицину, ципрофлоксацину. При изучении патогенных и токсигенных свойств изолятов клостридии установлено 42 и 28 штаммов соответственно.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования (проект № FGUG-2025-0003).

Литература

1.Новикова, О. Б. Clostridium perfringens-эпидемиологически опасный микроорганизм, выделяемый от птиц / Новикова О. Б. // Птица и птицепродукты. - 2015. - №. 6. - С. 37-38.
2.Чубенко, Н. В., Малышева Л. А., Капелист И. В. Микробиологический контроль за качеством и безопасностью пищевой продукции / Чубенко Н. В., Малышева Л. А., Капелист И. В. // Ветеринарная патология. - 2010. - №. 4 (35). - С. 92-96.
3.Aljamali, N. M. Review on food poisoning (types, causes, symptoms, diagnosis, treatment) / Aljamali N. M., Najim M., Alabbasy A. //Global Academic Journal of Pharmacy and Drug Research. - 2021. - Т. 3. - №. 4. - С. 54-61.
4.Как защитить птицу от клостридиоза? / Йылдырым Е. А. [и др.] / / Птицеводство. - 2021. - №. 12. - С. 35-38.
5.Способ борьбы с клостридиозом у бройлеров и поросят Кашковская Л. М. [и др.] // Аграрная наука. - 2021. - №. 4. - С. 66-70.
6.Necrotic enteritis of birds / Laishevtsev A. I. [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20-22 June 2019 / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 315. - Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. - P. 22075. - DOI 10.1088/1755-1315/315/2/022075. - EDN AMIYQC.
7.Обзор биопрепаратов российского производителя / Лаптев Г. [и др.] // Комбикорма Учредители: Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, Росхлебопродукт, Ассоциация советских комбикормовых предприятий в сельском хозяйстве, Редакция журнала" Комбикормовая промышленность". - №. 5. - С. 38-40.
8.Электронный режим. [Режим доступа]: https://www.poultrymed.com/Poultrymed/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&LNGID=1&TMID=178&FID=9061&IID=90887
9.ГОСТ 26503-85 Методы лабораторной диагностики клостридиозов. -Москва. - 1985. - С. 18.
10.Лабораторная диагностика клостридиозов животных / А. В. Капустин, А. И. Лаишевцев, М. И. Гулюкин [и др.]. - Москва: ООО "Агентство творческих технологий", 2017. - 30 с. - EDN QVFTFC.
11. Оценка уровня антибиотикорезистентности изолятов энтерококков выделенных от сельскохозяйственной птицы / П. Н. Шастин [и др.] // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 5. - С. 90-93. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-22. - EDN ENTQKV.

References

1. Novikova, O. B. Clostridium perfringens is an epidemiologically dangerous microorganism isolated from birds. / Novikova O. B. // Poultry and poultry products. 2015. No. 6. pp. 37-38.
2. Chubenko, N. V., Malysheva L. A., Kapelist I. V. Microbiological control over the quality and safety of food products / Chubenko N. V., Malysheva L. A., Kapelist I. V. // Veterinary Pathology. - 2010. - №. 4 (35). - Pp. 92-96.
4. How to protect a bird from clostridiosis? / Yildirim E. A. [et al.] // Poultry farming. - 2021. - no. 12. pp. 35-38.
5. Method of combating clostridiosis in broilers and piglets Kashkovskaya L. M. [et al.] // Agrarian Science. - 2021. - No. 4. - pp. 66-70.
7. Review of biologics of the Russian manufacturer / Laptev G. [et al.] / / Compound feed Founders: Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation, Roshleboprodukt, Association of Soviet feed enterprises in agriculture, Editorial board of the journal "Compound Feed industry". - №. 5. - pp. 38-40.
8. Electronic mode. [Access mode]: https://www.poultrymed.com/Poultrymed/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&LNGID=1&TMID=178&FID=9061&IID=90887
9. GOST 26503-85 Methods of laboratory diagnostics of clostridiosis. - Moscow. - 1985. - p. 18.
10. Laboratory diagnostics of animal clostridiosis / A.V. Kapustin, A. I. Laishevtsev, M. I. Gulyukin [et al.]. - Moscow: Agency of Creative Technologies LLC, 2017. - 30 p. - EDN QVFTFC.
11. Assessment of the level of antibiotic resistance of enterococcal isolates isolated from poultry / P. N. Shastin [et al.] // Veterinary medicine and feeding. - 2024. - No. 5. - pp. 90-93. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-22. - EDN ENTQKV.

«Медицинский врач лечит человека,
ветеринарный – оберегает человечество»
Сергей Степанович Евсеенко (1850-1915)

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ