Всероссийский научно-исследовательский институт
фундаментальной и прикладной паразитологии
животных и растений

Филиал ФГБНУ «ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН»

Том 19
Выпуск 2'2025

ISSN 1998-8435 (Print)
ISSN 2541-7843 (Online)

РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Фундаментальные и прикладные вопросы паразитологии

В ВЫПУСКЕ:

- **Фауна, морфология и систематика паразитов**
- *Fauna, Morphology and Systematics of Parasites*
- **Эпизоотология, эпидемиология и мониторинг паразитарных болезней**
- *Epizootology, Epidemiology and Monitoring of Parasitic Diseases*
- **Биохимия, биотехнология и диагностика**
- *Biochemistry, Biotechnology and Diagnostics*
- **Патогенез, патология и экономический ущерб**
- *Pathogenezis, Pathology and Economic Damage*
- **Лечение и профилактика**
- *Treatment and Prevention*

RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

Vol. 19
Issue 2'2025

Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН»

DOI: 10.31016/1998-8435-2025-19-2

ISSN 1998-8435 (Print)
ISSN 2541-7843 (Online)

Том 19
Выпуск 2'2025

РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Фундаментальные и прикладные вопросы паразитологии

All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV"

DOI: 10.31016/1998-8435-2025-19-2

ISSN 1998-8435 (Print)
ISSN 2541-7843 (Online)

Vol. 19
Issue 2'2025

RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

Fundamental and Applied Questions of Parasitology

Научно-практический журнал

УЧРЕДИТЕЛЬ
ФГБНУ «ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН»
109428 г. Москва, Рязанский проспект, д. 24, корп. 1

ИЗДАТЕЛЬ
Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН
117218 г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 28

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА
117218 г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 28
Телефон: +7 (499) 124-5655, 124-33-35, 125-66-98

Scientific and practice-oriented journal

FOUNDER
Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV"
Ryazansky avenue, 24-1, 109428, Moscow, Russian Federation

PUBLISHER
All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV"
B. Cheremushkinskaya st., 28, 117218, Moscow, Russian Federation

EDITORS OFFICE ADDRESS
B. Cheremushkinskaya st., 28, 117218, Moscow, Russian Federation
Tel.: +7 (499) 124-5655, 124-33-35, 125-66-98

E-mail: journal@vniigis.ru
Website: https://www.vniigis.ru

«РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ»

Международный журнал по фундаментальным и прикладным вопросам паразитологии

«**Российский паразитологический журнал**» предназначен для научных исследователей в области медицинской, ветеринарной и фитопаразитологии из различных стран мира: России, стран СНГ, Ближнего и Дальнего Зарубежья.

Журнал является Международным научно-практическим изданием по фундаментальным и прикладным вопросам паразитологии и единственным в России изданием по ветеринарной паразитологии и фитогельминтологии.

Журнал рекомендован **ВАК Минобрнауки России** для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций и включен в 1-ю категорию изданий.

Журнал включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**. Полнотекстовые версии статей, публикуемых в журнале, доступны на сайте Научной электронной библиотеки **eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru)**.

В настоящее время журнал присутствует и индексируется в российских и международных наукометрических базах данных и специализированных ресурсах, таких как RSCI, Agris и др.

Журнал является членом Комитета по этике научных публикаций, Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ) и CrossRef.

Журнал придерживается лицензии «**Creative Commons Attribution 4.0 License**».
Все материалы журнала доступны бесплатно для пользователей.

Авторы имеют право распространять свои материалы без ограничений, но со ссылкой на журнал.

https://www.vniigis.ru

Российский паразитологический журнал

Журнал издается с 2007 года

Зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций Свидетельство ПИ № ФС77-26864 от 12 января 2007 г.

Перерегистрирован по причине изменения названия учредителя Свидетельство ПИ № ФС77-74051 от 19 октября 2018 г.

Выходит 1 раз в квартал

Подписной индекс в каталоге «Почта России» ПН282

Журнал рекомендован ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

Руководитель: М. В. Арисов

Зам. руководителя по науке: И. А. Архипов

Тираж: 100 экз. Заказ № 2-01-2/2025. Свободная цена.

Формат: 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 11,29.

Подписано в печать: 21.05.2025

Электронная версия журнала: https://www.vniigis.ru, https://www.elibrary.ru

Редакция приносит извинения за случайные грамматические ошибки.

Знаком информационной продукции не маркируется.

© Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, 2024

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

АРХИПОВ Иван Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Scopus ID: 12783579100, ORCID ID: 0000-0001-5165-0706, arkhipovhelm@mail.ru (Москва, Россия)

Заместители главного редактора

АРИСОВ Михаил Владимирович, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, director@vniigis.ru (Москва, Россия)

УСПЕНСКИЙ Александр Витальевич, доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, a.v.uspensky@mail.ru (Москва, Россия)

Научный редактор

АРХИПОВА Дина Рамильевна, кандидат биологических наук, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, arkhipovhelm@mail.ru (Москва, Россия)

Ответственный секретарь

ВАРЛАМОВА Анастасия Ивановна, доктор биологических наук, secretar@vniigis.ru (Москва, Россия)

Переводчик

ЯРЦЕВА Ангелина Сергеевна, bplogistika@mail.ru (Москва, Россия)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ВАСИЛЕВИЧ Федор Иванович, академик РАН, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина; ORCID ID:0000-0003-0786-5317; SCOPUS ID: 57190309524; Researcher ID: K-9491-2015, rector@mgavm.ru (Москва, Россия)

ЗИНОВЬЕВА Светлана Васильевна, доктор биологических наук, Центр паразитологии ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН; ORCID ID: 0000-0002-0969-4569; SCOPUS ID: 6701599663; Researcher ID: Q-1756-2015; zinovievas@mail.ru (Москва, Россия)

КУРОЧКИНА Каринэ Гегамовна, доктор ветеринарных наук, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; vog@vniigis.ru (Москва, Россия)

МАЛЫШЕВА Наталия Семеновна, доктор биологических наук, профессор, Курский Государственный Университет; SCOPUS ID: 7004568180; malisheva64@mail.ru (Курск, Россия)

МОВСЕСЯН Сергей Оганесович, академик НАН Армении, Центр паразитологии ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН; SCOPUS ID: 6506375449; movsesyan@list.ru (Москва, Россия)

НОВИК Тамара Самуиловна, доктор биологических наук, профессор, ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; ORCID ID: 0000-0001-9317-2052; Scopus ID: 6601960888; Researcher ID: U-6372-2018; novik.tamara@mail.ru (Москва, Россия)

ОДОЕВСКАЯ Ирина Михайловна, кандидат биологических наук, ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; ORCID ID: 0000-0002-3644-5592; Scopus ID: 24470255200; Researcher ID: B-1947-2017; odoevskayaim@rambler.ru (Москва, Россия)

ПАНОВА Ольга Александровна, кандидат биологических наук, ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; ORCID ID: 0000-0001-9254-0167; Scopus ID: 57189098000; Researcher ID: I-6971-2018; panova@vniigis.ru (Москва, Россия)

САФИУЛЛИН Ринат Туктарович, доктор ветеринарных наук, профессор, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; ORCID ID: 0000-0003-0450-5527; SCOPUS ID: 7004260282; Researcher ID: N-2261-2018; safiullin_r.t@mail.ru (Москва, Россия)

СЕРГИЕВ Владимир Петрович, академик РАН, Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского Московского Государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова; SCOPUS ID: 7004845265, Researcher ID: U-5520-2017; v.sergiev@yandex.ru (Москва, Россия)

СУЛЕЙМЕНОВ Маратбек Жаксыбекович, доктор ветеринарных наук (РГП «Институт зоологии» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан; maratbeks@mail.ru (Алматы, Казахстан)

ШЕСТЕПЕРОВ Александр Александрович, доктор биологических наук, профессор, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; shesteperov@vniigis.ru (Москва, Россия)

ЯТУСЕВИЧ Антон Иванович, академик РАН, УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»; ORCID ID: 0000-0003-2701-6419; vsavm@vsavm.by (Витебск, Республика Беларусь)

BANKOV Ilia Y., профессор, Институт экспериментальной патологии и паразитологии Болгарской академии наук Scopus ID: 6602741010; office@cu.bas.bg (София, Болгария)

CABAI Wladislaw Yan, профессор, Институт паразитологии Польской академии наук; SCOPUS ID: 7003489179, ORCID ID: 0000-0002-4096-6462; cabajw@twarda.pan.pl (Варшава, Польша)

DEMIASZKIEWICZ Aleksander W., доктор ветеринарных наук, профессор, Институт паразитологии им. В. Стефанского Польской академии наук; SCOPUS ID: 6603786558, ORCID ID: 0000-0002-2799-3773; aldem@twarda.pan.pl (Варшава, Польша)

SANTIAGO Mas-Coma, профессор, Департамент паразитологии, Университет Валенсия; ORCID ID: 0000-0002-1685-7004, SCOPUS ID: 7003404234, Researcher ID: L-8319-2014; S.Mas.Coma@uv.es (Валенсия, Испания)

MOSER M., профессор, Центр по изучению паразитарных болезней Калифорнийского университета (Сан-Франциско, США)

PANAYOTOVA-PENCHEVA Mariana Stancheva, доктор биологических наук, Институт экспериментальной морфологии, патологии и антропологии с музеем (ИЕМПАМ) БАН; SCOPUS ID: 14834127000; marianasp@abv.bg (София, Болгария)

PETKO Branislav, профессор, Институт паразитологии Словацкой академии наук; ORCID ID: 0000-0001-5373-177X , SCOPUS ID: 13403121700; petko@saske.sk (Кошице, Словацкая Республика)

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Все статьи журнала «**Российский паразитологический журнал**» находятся в открытом доступе – на сайте издания (https://www.vniigis.ru), в Научной электронной библиотеке (https://elibrary.ru) и прочих наукометрических ресурсах. Допускается свободное воспроизведение материалов журнала в личных целях и свободное использование в информационных, научных, учебных или культурных целях в соответствии со ст. 1273 и 1274 гл. 70 ч. IV Гражданского кодекса РФ. Иные виды использования возможны только после заключения соответствующих письменных соглашений с правообладателем.

Редакционная политика журнала базируется на современных юридических требованиях в отношении авторского права, законности и плагиата, поддерживает Кодекс этики научных публикаций и принципы работы редакторов и издателей, разработанные Международным Комитетом по публикационной этике (COPE)

Все статьи проверяются на плагиат. В случае обнаружения многочисленных заимствований редакция действует в соответствии с правилами COPE.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала «Российский паразитологический журнал», проходят обязательное анонимное («слепое») рецензирование (авторы рукописи не знают рецензентов и получают письмо с замечаниями за подписью главного редактора). При принятии решения о публикации единственным критерием является качество работы – оригинальность, важность и обоснованность результатов, ясность изложения. На основании анализа статьи принимается решение о рекомендации ее к публикации (без доработки или с доработкой), либо об отклонении. В случае несогласия автора статьи с замечаниями рецензентов его мотивированное заявление рассматривается редакционной коллегией.

Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о публикации принимается редакционной коллегией. В конфликтных ситуациях решение принимает главный редактор.

Решение об отказе в публикации рукописи принимается на заседании редакционной коллегии в соответствие с рекомендациями рецензентов. Статья, не рекомендованная решением редакционной коллегии к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Сообщение об отказе в публикации направляется автору по электронной почте.

Статьи в журнале публикуются после получения положительных рецензий. В соответствии с политикой открытого доступа деятельность «Российского паразитологического журнала» финансируется за счет авторов, желающих опубликовать результаты научного исследования.

Статьи сотрудников ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН и аспирантов публикуются бесплатно. Сторонние авторы публикуются в журнале на платной основе. Оплата редакционно-издательских услуг производится только после того, как статья принята к публикации. За подачу статьи, её проверку и рецензирование плата не взимается.

Общие правила публикации (подробнее см. https://www.vniigis.ru):

Авторы гарантируют, что статья является оригинальным произведением, и они обладают исключительными авторскими правами на нее. Все Авторы обязаны раскрывать в своих рукописях финансовые или другие существующие конфликты интересов, которые могут быть восприняты как оказавшие влияние на результаты или выводы, представленные в работе.

При подаче статьи Авторы соглашаются с положениями предоставляемого редакцией Авторского договора.

Для публикации научной статьи Авторы должны надлежащим образом оформить и представить в электронном виде необходимые материалы: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Рукописи должны быть оформлены строго в соответствии с «Правилами оформления рукописи научной статьи», представленными на сайте журнала, тщательно структурированы, выверены и отредактированы Авторами.

Структура статьи (подробнее см. https://www.vniigis.ru/izdaniya/rossiyskiy-parazitologicheskiy-zhurnal):

1. Код УДК.
2. ФИО авторов и аффилиация (*на русском и английском языках*).
3. Название статьи – не более 10-ти слов (*на русском и английском языках*).
4. Аннотация – не менее 200–250 слов; должны быть четко обозначены следующие составные части (*на русском и английском языках*):
   1) Цель исследований (The purpose of the research);
   2) Материалы и методы (Materials and methods);
   3) Результаты и обсуждение (Results and discussion);
5. Ключевые слова – 5–10 слов (*на русском и английском языках*).
6. Благодарности / Признательность (*на русском и английском языках*).
7. Основной текст статьи – излагается в определенной последовательности с соответствующими подзаголовками (*на русском и английском языках*):
   1) "Введение" (Introduction) – 1–2 стр.;
   2) "Материалы и методы" (Materials and Methods) – 1–2 стр.;
   3) "Результаты и обсуждение" (Results and Discussion) – основной раздел, сопровождается иллюстрациями (таблицами, графиками, рисунками) или "Результаты исследований" и "Обсуждение";
   4) "Заключение" (Conclusion).
8. Список источников – для оригинальной научной статьи не менее 15–25 источников, для научного обзора не менее 50–80 источников (*на русском и английском языках*).
9. Вклад соавторов (*на русском и английском языках*).

Более подробная информация о журнале для авторов и читателей:

https://www.vniigis.ru/izdaniya/rossiyskiy-parazitologicheskiy-zhurnal

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)

RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

International Journal of Fundamental and Applied Parasitology

"**Russian Journal of Parasitology**" is intended for scientific researchers in the field of medical, veterinary and phytoparasitology from various countries of the world: Russia, Countries of the Union of Independent States, the Near and Far Abroad.

The Journal is an international scientific and practical publication on fundamental and applied questions of parasitology and the only Russian edition on veterinary parasitology and phytohelminthology.

The journal is included in the list of peer-reviewed journals established by the Highest Certification Commission (HCC) of Russian Federation [Vysshaya attestatsionnaya komissiya (VAK) Rossijskoj Federatcii] and included in the 1st category of publications.

All articles of the journal are publicly available – on the websites of the journal and the **Scientific Electronic Library** (https://elibrary.ru). The journal is included in the **Russian Science Citation Index** (RSCI: see **https://elibrary.ru/project_risc.asp**).

The Journal is present and indexed in Russian and International science-based databases and specialized resources.

All materials of the journal "**Russian Journal of Parasitology**" are published by using the license **Creative Commons Attribution 4.0 License**, allowing loading and distributing works on the assumption of indicating the authorship. The works may not be changed in any way or used for commercial interests.

The authors of the materials published in the journal have every right to distribute them without restrictions, but with reference to the journal.

https://www.vniigis.ru

Russian Journal of Parasitology

Published since 2007

Registration Certificate ПИ № ФС77-26864 of October 12, 2007 by the Ministry of Press, Broadcasting and Mass Communications of the Russian Federation

Re-Registration Certificate ПИ № ФС77-74051 of October 19, 2018 by the Ministry of Press, Broadcasting and Mass Communications of the Russian Federation

Goes out trimestral

Subscription index in catalogue "Russian Post" ПН282

The journal is recommended by VAK (the Higher Attestation Commission) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation to publish scientific works encompassing the basic matters of theses for advanced academic degrees

Included in the Russian Science Citation Index (RSCI)

All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV"

Acting Director of Institute: Mikhail V. Arisov

Deputy Director for Science: Ivan A. Arkhipov

Published: May 21, 2025

Scientific electronic library: https://www.elibrary.ru

Online: https://www.vniigis.ru

Sheet size 70x108 1/16. Conventional printed sheets 11.29.

Order No. 2-01-2/2025. Free price.

All accidental grammar and/or spelling errors are our own.

© All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", 2024

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

Ivan A. ARKHIPOV, doctor of veterinary sciences, professor, VNIIP – FSC VIEV, Scopus ID: 12783579100, ORCID ID: 0000-0001-5165-0706 arkhipovhelm@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

Deputy editor-in-chief

Mikhail V. ARISOV, doctor of veterinary sciences, prof. RAS, VNIIP – FSC VIEV, director@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

Alexander V. USPENSKY, doctor of veterinary sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences (RAS), VNIIP – FSC VIEV, a.v.uspensky@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

Science editor

Dina R. ARKHIPOVA, PhD in biological sciences, VNIIP – FSC VIEV, arkhipovhelm@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

Executive Secretary

Anastasiya I. VARLAMOVA, doctor of biological sciences, secretar@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

Translator

Angelina S. YARTSEVA
bplogistika@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

EDITORIAL STAFF

Fedor I. VASILEVICH, academician RAS, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Skryabin; ORCID ID:0000-0003-0786-5317; SCOPUS ID: 57190309524; Researcher ID: K-9491-2015; rector@mgavm.ru (Moscow, Russian Federation)

Svetlana V. ZINOVIEVA, doctor of biological sciences, Center for Parasitology of the A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS; ORCID ID: 0000-0002-0969-4569; SCOPUS ID: 6701599663; Researcher ID: Q-1756-2015; zinovievas@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

Karine G. KUROCHKINA, doctor of veterinary sciences, VNIIP – FSC VIEV; vog@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

Natalia S. MALYSHEVA, doctor of biological sciences, professor, Kursk State University; SCOPUS ID: 7004568180; malisheva64@mail.ru (Kursk, Russian Federation)

Sergey O. MOVSESSYAN, academician of the National Academy of Sciences of Armenia Republic, corresponding member of the RAS, Center for Parasitology of the A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS; SCOPUS ID: 6506375449; movsesyan@list.ru (Moscow, Russian Federation)

Tamara S. NOVIK, doctor of biological sciences, professor, VNIIP – FSC VIEV; ORCID ID: 0000-0001-9317-2052; Scopus ID: 6601960888; Researcher ID: U-6372-2018; novik.tamara@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

Irina M. ODOEVSKAYA, PhD in Biological Sciences, VNIIP – FSC VIEV; ORCID ID: 0000-0002-3644-5592; Scopus ID: 24470255200; Researcher ID: B-1947-2017; odoevskayaim@rambler.ru (Moscow, Russian Federation)

Olga A. PANOVA, PhD in Biological Sciences, VNIIP – FSC VIEV; ORCID ID: 0000-0001-9254-0167; Scopus Author ID: 57189098000; Researcher ID: I-6971-2018; panova@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

Rinat T. SAFIULLIN, doctor of veterinary sciences, professor, VNIIP – FSC VIEV; ORCID ID: 0000-0003-0450-5527; SCOPUS ID: 7004260282; Researcher ID: N-2261-2018; safiullin_r.t@mail.ru (Moscow, Russian Federation)

Vladimir P. SERGIEV, academician of the RAS, E.I. Martsynovsky Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine at I. M. Sechenov Moscow Medical Academy; SCOPUS ID: 7004845265, Researcher ID: U-5520-2017; v.sergiev@yandex.ru (Moscow, Russian Federation)

Maratbek Zh. SULEYMENOV, doctor of veterinary sciences, RSE "Institute of Zoology" of the science Committee of the Ministry of education and science of the Republic of Kazakhstan; maratbeks@mail.ru (Almaty, Kazakhstan)

Aleksandr A. SHESTEPEROV, doctor of biological sciences, professor, VNIIP – FSC VIEV; shesteperov@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

Anton I. YATUSEVICH, academician RAS, Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine; ORCID ID: 0000-0003-2701-6419; vsavm@vsavm.by (Vitebsk, Republic of Belarus)

Ilia BANKOV, professor, Institute of Experimental Morphology and Anthropology with Muzeum; Scopus ID: 6602741010; office@cu.bas.bg (Sofia, Bulgaria)

Wladislaw CABAI, professor, Institute of Parasitology of the Polish Academy of Sciences; SCOPUS ID: 7003489179, ORCID ID: 0000-0002-4096-6462; cabajw@twarda.pan.pl (Warsaw, Poland)

Aleksander W. DEMIASZKIEWICZ, professor, Stefański Institute of Parasitology, Polish Academy of Sciences; SCOPUS ID: 6603786558, ORCID ID: 0000-0002-2799-3773; aldem@twarda.pan.pl (Warsaw, Poland)

Mas-Coma SANTIAGO, professor, Human Parasitology Unit, Departamento de Parasitologia, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia; ORCID ID: 0000-0002-1685-7004, SCOPUS ID: 7003404234, Researcher ID: L-8319-2014; S.Mas.Coma@uv.es (Valencia, Spain)

M. MOSER, professor, Center for Basic Research in Parasitic Diseases, University San-Francisco (California, USA)

Mariana S. PANAYOTOVA-PENCHEVA., doctor of biological sciences, Institute of Experimental Morphology and Anthropology with Muzeum; SCOPUS ID: 14834127000; marianasp@abv.bg (Sofia, Bulgaria)

Branislav PETKO, professor, Parasitological Institute of Slovak Academy of Sciences; ORCID ID: 0000-0001-5373-177X , SCOPUS ID: 13403121700; petko@saske.sk (Kosice, Slovakia)

INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS OF THE JOURNAL

The journal "Russian Journal of Parasitology" = "Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal"

All articles of the journal are publicly available – on the websites of the journal and the Scientific Electronic Library (https://elibrary.ru). A free reproduction of material of the journal for personal use and a free using of material of the journal for information, research, educational or cultural purposes are permitted in accordance with Art. 1273–1274 of Ch. 70 of Part IV of the Civil Code of the Russian Federation. Other variants of using are only possible after the signing of appropriate agreements with the copyright holders (the management of the journal and the authors of the articles of the journal).

All articles are checked for plagiarism. If plagiarism is identified, the COPE guidelines on plagiarism will be followed.

All scientific articles received in the journal go through obligatory anonymous ("blind") reviewing (the authors of the articles do not know the reviewers and receive a letter with comments signed by the editor in chief). When making the decision to publish, the only criterion is the quality of the work - originality, importance and validity of the results, clarity of presentation. Based on the analysis of the article, a decision is made to recommend it for publication (without further development or with revision) or for rejection. In case of disagreement of the author of the article with comments of reviewers, his motivated statement is considered by the editorial board.

The presence of positive review is not a sufficient basis for the publication of the article. The final decision to publish is taken by the editorial board. In conflict situations, the decision is made by the editor-in-chief.

The decision to refuse publication of the manuscript is taken at a meeting of the editorial board in accordance with the recommendations of reviewers. An article not recommended by a decision of the editorial board is not accepted for reconsideration. The message about refusal of publication is sent to the author by e-mail.

Articles in the journal are published after receiving positive reviews. Pursuant to the open access policy, activities carried out by the "Russian Journal of Parasitology" are funded by authors who wish to publish results of their scientific research.

Articles by the FSC VIEV's employees and postgraduate students are published free of charge. Independent authors' studies are published in the Journal on a fee basis.

Such editorial-and-publishing services shall only be paid after an Article is accepted for publication. No fee shall be charged for the Article submission, verification or reviewing.

General Publishing Rules (https://www.vniigis.ru):

To publish a scientific article, the author(s) should submit a manuscript and other needed documents in exact accordance with the following requirements. The Editorial Board reserves the right to reject works that do not conform to the journal's publishing rules.

The authors shall guarantee that the submitted manuscript is the original work and all copyrights on it belong to him / her. The author transfers the rights on using the manuscript the publisher. All authors should disclose in their manuscript any financial or other substantive conflict of interest that might be construed to influence the results or interpretation of their manuscript. All sources of financial support for the project should be disclosed

The author agrees to the terms of the enclosed Authors Agreement by submission of the article.

The Editorial Board does request authors of manuscripts submit them only after carefully editing. All authors' ideas should be clearly and consistently structured.

The structure of article (подробнее см. https://www.vniigis.ru/izdaniya/rossiyskiy-parazitologicheskiy-zhurnal):

1. A code of UDC.

2. A full name of author, ORCID, ResearcherID, Scopus ID; academic degrees and titles; a place of work(s) / study with indication of the position(s) / course and specialization(s); an address and a telephone of organization.

3. A heading of the article.

4. An abstract (not less than 250 words): it should be correctly structured and include the following sections:
   1) The purpose of the research;
   2) Materials and methods;
   3) Results and discussion;

5. Keywords (up to 10 words).

6. Acknowledgements.

7. A text of article: it must contain sections with such headings as:
   1) "Introduction";
   2) "Materials and Methods";
   3) "Results and Discussion" or "Results" and "Discussion";
   4) "Conclusion".

8. A list of references. We recommend using of not less than 15–25 sources in an original research article, and not less than 50–80 in scientific review.

Detailed information about the journal for authors and readers:

https://www.vniigis.ru/izdaniya/rossiyskiy-parazitologicheskiy-zhurnal

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)

СОДЕРЖАНИЕ

ФАУНА, МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ПАРАЗИТОВ

Кузнецов Д. Н., Максимова Д. А., Москвин А. С., Есаулова Н. В
Паразиты пятнистых оленей в национальном парке «Земля леопарда» и на сопредельных с ним территориях 151

Панова О. А., Хрусталев А. В., Андреянов О. Н., Лапасова А. С., Кузнецов К. С.
Гельминтофауна лесной куницы (*Martes martes*) в Центральной России 164

ЭПИЗООТОЛОГИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Акимова С. А., Ряднов А. А., Фоменко С. А.
Эпизоотологические особенности бабезиоза собак в Волгоградской области 172

БИОХИМИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ДИАГНОСТИКА

Жданова О. Б., Успенский А. В., Русских А. И., Андреянов О. Н., Малышева Н. С., Часовских О. В.
Совершенствование прижизненной и посмертной диагностики трихинеллеза у *Gallus gallus* при экспериментальном заражении *Trichinella pseudospiralis* 181

Коновалова Г. В., Алешин С. В.
Биохимический состав и картирование характерных ионов белков соматического экстракта *Trichinella spiralis* 190

Сидельникова А. А.
Биохимические показатели крови при хронической инвазии *Opisthorchis felineus* у кроликов в эксперименте 199

ПАТОГЕНЕЗ, ПАТОЛОГИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ

Калугина Е. Г., Столбова О. А.
Оценка затрат на применение антигельминтных средств при борьбе с гельминтозами лошадей 210

Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И.
Экономический ущерб от спонтанного эймериоза молодняка индеек 218

ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА

Архипов И. А., Халиков С. С., Варламова А. И., Ильин М. М., Локшин Б. В., Халиков М. С., Одоевская И. М.
Эффективность аморфных кристаллов альбендазола с органическими кислотами при экспериментальном трихинеллезе мышей 226

Енгашев С. В., Енгашева Е. С., Новак М. Д.
Изучение эффективности противопаразитарного препарата Дорамектин® при нематодозах, акариозах и энтомозах овец 237

Индюхова Е. Н., Азарнова Т. О., Арисов М. В., Максимов В. И., Золотухина Е. А.
Саногенетический статус организма яичных кур при дерманиссиозе на фоне дезакаризации 250

Пименов И. А., Одоевская И. М.
Выявление генотипа паразитических нематод *Teladorsagia circumcincta*, резистентного к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда 263

Мусаев М. Б., Шахбиев И. Х., Джамалова А. З.
Испытание твёрдодисперсных препаратов на основе ивермектина, полученных по разным технологиям, при паразитозах домашних животных 272

CONTENTS

FAUNA, MORPHOLOGY AND SYSTEMATICS OF PARASITES

Kuznetsov D. N., Maksimova D. A., Moskvin A. S., Esaulova N. V.
Parasites of Sika deer in the Land of the Leopard National Park and neighboring territories 151

Panova O. A., Khrustalev A. V., Andreyanov O. N., Lapasova A. S., Kuznetsov K. S.
Helminthofauna of the pine marten (*Martes martes*) in Central Russia 164

EPIZOOTOLOGY, EPIDEMIOLOGY AND MONITORING OF PARASITIC DISEASES

Akimova S. A., Ryadnov A. A., Fomenko S. A.
Epizootological features of canine babesiosis in the Volgograd Region 172

BIOCHEMISTRY, BIOTECHNOLOGY AND DIAGNOSTICS

Zhdanova O. B., Uspensky A. V., Russkikh A. I., Andreyanov O. N., Malysheva N. S., Chasovskikh O. V.
Improving life-time and postmortem diagnostics of trichinellosis in *Gallus gallus* in experimental infection with *Trichinella pseudospiralis* 181

Konovalova G. V., Aleshin S. V.
Biochemical composition and mapping of definitive protein ions of a somatic extract from *Trichinella spiralis* 190

Sidelnikova A. A.
Biochemical blood parameters in chronic *Opisthorchis felineus* infection in rabbits in the experiment 199

PATHOGENEZIS, PATHOLOGY AND ECONOMIC DAMAGE

Kalugina E. G., Stolbova O. A.
Assessment of anthelmintic costs to control helminthosis in horses 210

Safiullin R. T., Chalysheva E. I.
Economic damage from spontaneous eimeriosis in young turkeys 218

TREATMENT AND PREVENTION

Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Varlamova A. I., Ilyin M. M., Lokshin B. V., Khalikov M. S., Odoevskaya I. M.
Amorphous mixtures of albendazole with carboxylic acids and evaluation of their anthelmintic activity 226

Engashev S. V., Engasheva E. S., Novak M. D.
Studying the efficacy of antiparasitic Doramectin® against nematodosis, acariosis, and entomosis in sheep 237

Indyuhova E. N., Azarnova T. O., Arisov M. V., Maximov V. I., Zolotukhina E. A.
Deacarization-associated sanogenetic status of the organism of laying hens with dermanyssosis 250

Pimenov I. A., Odoevskaya I. M.
Identifying the genotype of parasitic nematodes *Teladorsagia circumcincta* resistant to benzimidazole anthelmintics 263

Musaev M. B., Shakhbiev I. Kh., Jamalova A. Z.
Testing ivermectin-based solid dispersion preparations obtained by different techniques against parasitic diseases of domestic animals 272

Научная статья

УДК 591.69-9

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-151-163

Паразиты пятнистых оленей в национальном парке «Земля леопарда» и на сопредельных с ним территориях

Кузнецов Дмитрий Николаевич [1], Максимова Дарья Александровна [2], Москвин Александр Сергеевич [3], Есаулова Наталья Валерьевна [4]

[1, 3] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[1] Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва, Россия

[2] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Объединенная дирекция государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь» и национального парка «Земля леопарда» им. Н. Н. Воронцова» (ФГБУ «Земля леопарда»), г. Владивосток, Россия

[4] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Москва, Россия

[1] dkuznetsov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8749-2543

[2] dmaksimova.tig@yandex.ru

[3] moskvin@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-4730-0399

[4] esaulova@mail.ru

Аннотация

Цель исследования – получить сведения о таксономическом составе паразитов пятнистых оленей (*Cervus nippon*), обитающих в национальном парке «Земля леопарда» и на сопредельных с ним территориях.

Материалы и методы. В период с декабря 2021 по апрель 2024 гг. исследованы 13 особей пятнистых оленей, погибших по различным причинам в национальном парке «Земля леопарда» и на сопредельных с ним территориях в юго-западной части Приморского края. Таксономическую принадлежность обнаруженных паразитов определяли по морфологическим особенностям.

Результаты и обсуждение. У всех исследованных пятнистых оленей обнаружены нематоды, причем преобладали трихостронгилиды вида *Spiculopteragia asymmetrica*. У четырех животных были также обнаружены единичные экземпляры спирурид *Pygarginema skrjabini*. У двух оленей найдены трихостронгилиды *Ashworthius sidemi*. Кроме того, зарегистрирована трематода из семейства Paramphistomidae. У одного из оленей также обнаружены оленьи кровососки *Lipoptena cervi*.

Ключевые слова: таксономическое разнообразие, гельминты, эктопаразиты, пищеварительная система, дикие жвачные, пятнистые олени, *Cervus nippon*, Дальний Восток, Россия

Благодарность. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2025-0001 без привлечения дополнительных источников финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Кузнецов Д. Н., Максимова Д. А., Москвин А. С., Есаулова Н. В.* Паразиты пятнистых оленей в национальном парке «Земля леопарда» и на сопредельных с ним территориях // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 151–163.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-151-163

© Кузнецов Д. Н., Максимова Д. А., Москвин А. С., Есаулова Н. В., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Parasites of Sika deer in the Land of the Leopard National Park and neighboring territories

Dmitry N. Kuznetsov [1], Dariya A. Maksimova [2], Aleksander S. Moskvin [3], Natalia V. Esaulova [4]

[1, 3] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (VNIIP – FSC VIEV), Moscow, Russia

[1] A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia

[2] Federal State Budgetary Institution Joint Directorate of Kedrovaya Pad' State Biosphere Nature Reserve and Land of the Leopard National Park, Primorsky Krai, Russia

[4] Moscow K. I. Skryabin State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

[1] dkuznetsov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8749-2543

[2] dmaksimova.tig@yandex.ru

[3] moskvin@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-4730-0399

[4] esaulova@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to obtain information on the taxonomic composition of parasites of Sika deer (*Cervus nippon*) living in the Land of the Leopard National Park and neighboring territories.

Materials and methods. Thirteen Sika deer that died from various causes in the Land of the Leopard National Park and neighboring territories (the southwest of Primorsky Krai, Russian Far East) from December 2021 to April 2024 were examined. The taxonomic affiliation of detected parasites was determined by morphological peculiarities.

Results and discussion. All the Sika deer examined were found to have nematodes, with trichostrongylids of the species *Spiculopteragia asymmetrica* predominating. Single specimens of the spirurids *Pygarginema skrjabini* were also found in four animals. The trichostrongylids *Ashworthius sidemi* were found in two deer. In addition, a trematode from the Paramphistomidae family was recorded. The deer keds *Lipoptena cervi* were also found on one of the deer.

Keywords: taxonomic diversity, helminths, ectoparasites, digestive system, wild ruminants, Sika deer, *Cervus nippon*, Far East, Russia

Acknowledgments. The work was carried out within the framework of the Program for Basic Scientific Research in the Russian Federation for the long-term period (2021-2030), which forms the basis of state assignment No. FGUG-2025-0001, without attracting additional sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Kuznetsov D. N., Maksimova D. A., Moskvin A. S., Esaulova N. V. Parasites of Sika deer in the Land of the Leopard National Park and neighboring territories. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(2):151–163. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-151-163

© Kuznetsov D. N., Maksimova D. A., Moskvin A. S., Esaulova N. V., 2025

Введение

Федеральное государственное бюджетное учреждение (ФГБУ) «Земля леопарда» было создано в 2012 г. и объединяет под своим руководством несколько особо охраняемых природных территорий Приморского края: национальный парк «Земля леопарда», Государственный природный биосферный заповедник «Кедровая падь», а также Дальневосточный морской заповедник и Уссурийский заповедник им. В. Л. Комарова. ФГБУ «Земля леопарда» занимает обширную территорию (270 тыс. га) на юго-западе Приморского края в Хасанском и Надеждинском административных районах (рис. 1). Территория ФГБУ «Земля леопарда» вытянута в меридианном направлении; расстояние от северной до южной точки

составляет около 150 км. «Земля леопарда» занимает пространство от побережья Амурского залива Японского моря до российско-китайской границы (с востока на запад) и от границ заказника «Полтавский» в Уссурийском районе Приморского края до точки государственной границы с Китаем на русле реки Туманная (с севера на юг). Целью образования ФГБУ «Земля леопарда» было сохранение и восстановление популяции дальневосточного леопарда (*Panthera pardus orientalis* Schlegel, 1857) в России. Вместе с дальневосточным леопардом на данной территории обитает еще один редкий представитель крупных кошачьих – амурский тигр (*Panthera tigris altaica* Temminck, 1844).

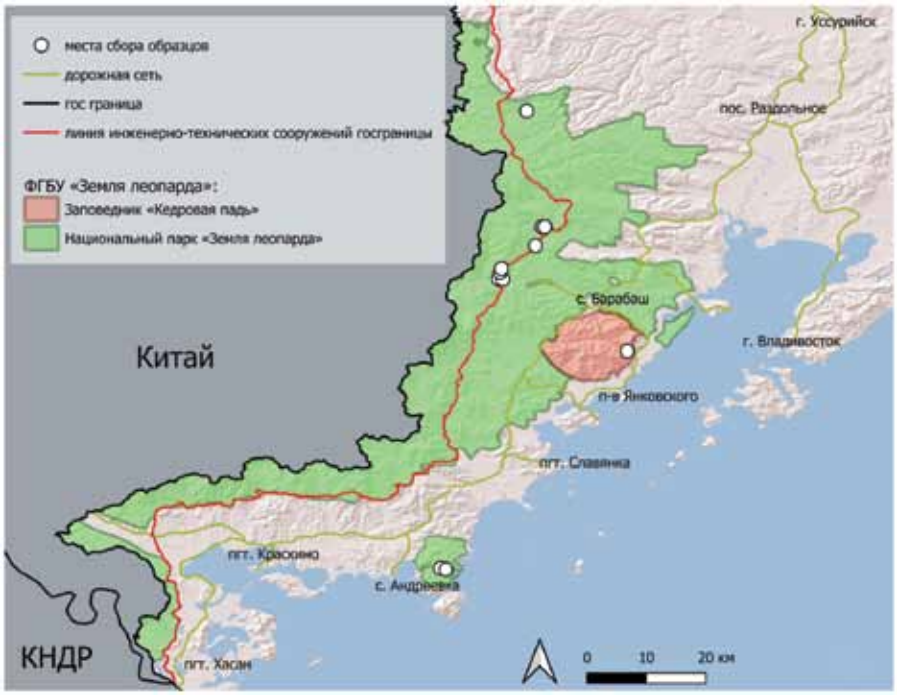

Рис. 1. Места сбора образцов на территории ФГБУ «Земля леопарда»
Fig. 1. Sampling sites in the Land of the Leopard National Park

Питание леопарда и тигра базируется на крупных копытных. Кроме леопарда и тигра, на территории ФГБУ «Земля леопарда» обитают и другие крупные хищники – рысь (*Lynx lynx* Linnaeus, 1758), бурый и гималайский медведи (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758, *U. thibetanus* G. Cuvier, 1823), в рационе которых дикие копытные также играют важную роль. Из диких копытных на территории «Земли леопарда» обитают пятнистый олень (*Cervus nippon* Temminck, 1838), сибирская косуля (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771), кабан (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), амурский горал (*Naemorhedus caudatus* Milne-Edwards, 1867), сибирская кабарга (*Moschus moschiferus* Linnaeus, 1758) и водяной олень (*Hydropotes inermis* Swinhoe, 1870). Массовыми видами копытных в юго-западном Приморье являются пятнистый олень, кабан и сибирская косуля. Остальные виды копытных малочисленны и разрозненны.

На территориях, соседствующих с ФГБУ «Земля леопарда», имеется незначительное поголовье мелкого и крупного рогатого скота, рассредоточенное по частным подворьям. В каждом из таких подворий обычно не более пяти голов крупного рогатого скота; животные находятся на свободном выпасе и иногда становятся жертвами хищников.

Пятнистый олень, кабан и сибирская косуля распространены на территории юго-запада Приморья повсеместно, но не равномерно. Для косули наилучшими участками обитания являются долины рек с лугами и болотами. Для кабана предпочитаемые биотопы - дубняки и смешанные леса. Лучшими угодьями для пятнистого оленя являются участки леса с редким несомкнутым древостоем (редины), широко-

лиственные и хвойно-широколиственные леса на высотах до 400 метров над уровнем моря. Пятнистые олени держатся преимущественно группами. Наиболее многочисленные скопления оленей образуются в основном в зимний период. Также на распределение копытных по территории влияют охранный режим ФГБУ «Земля леопарда» и близость государственной границы. В горно-таежной части, вдоль российско-китайской границы, находится зона с линией инженерно-технических сооружений (рис. 1), где особый охранный режим способствует высокой концентрации животных.

По результатам авиаучетов, численность сибирской косули и кабана на территории ФГБУ «Земля леопарда» имеет тенденцию к снижению, а численность пятнистого оленя показывает небольшой рост. Так, в 2019 г. косуль насчитывалось 1,6 тыс., а в 2023 г. – 1 тыс., кабанов в 2019 г. – 2,9 тыс., в 2023 г. – 1,3 тыс., пятнистых оленей в 2019 г. – 17,0 тыс., а в 2023 г. - 18,0 тыс. Возрастает и доля пятнистого оленя в рационе питания дальневосточного леопарда. В конце XX в. доминирующим видом в питании этого хищника в юго-западном Приморье была сибирская косуля, ее доля в рационе составляла 66,2%, а доля пятнистого оленя – 6,5% [18]. По современным данным, доля пятнистого оленя среди жертв дальневосточного леопарда – 36,3% [22]. В питании амурского тигра на юго-западе Приморья пятнистый олень занимает до 24,9% [29].

На территории ФГБУ «Земля леопарда» в настоящее время обитает около 120 дальневосточных леопардов и 60 амурских тигров. Число добытых крупных копытных за год, в среднем, составляет 41–52 на одну особь леопарда [18] и 56 – для тигра [17]. Таким образом, сохранность популяций дальневосточного леопарда и амурского тигра в значительной степени зависит от численности одного из основных пищевых объектов – пятнистого оленя.

Заражение паразитами может оказывать серьезное негативное влияние на диких копытных, приводя к гибели молодняка, снижая выживаемость взрослых особей в зимний период [4]. Причем, ухудшение состояния здоровья у диких копытных отмечено даже при низких уровнях зараженности паразитами [28].

В 2021 г. были опубликованы результаты копроскопических исследований копытных на территории ФГБУ «Земля леопарда». Обнаруженные гельминты были определены в основном до уровня рода или подотряда; авторы указывали на необходимость дальнейших исследований [16].

В задачи нашей работы входило определение таксономического состава паразитов, обнаруженных у пятнистых оленей, погибших на различных участках ФГБУ «Земля леопарда».

Материалы и методы

В период с декабря 2021 по апрель 2024 гг. были исследованы пищеварительные тракты от 13 пятнистых оленей, погибших по различным причинам (нападение хищников, случайные травмы, дорожно-транспортные происшествия и др.) на территории ФГБУ «Земля леопарда» (рис. 1). Исследования были проведены по методу К. И. Скрябина с дополнениями [11, 23]. Таксономическую принадлежность обнаруженных паразитов определяли по особенностям морфологии с использованием данных, приведенных в литературе [2, 4, 6, 7, 20, 24-26, 35]. Возраст исследованных пятнистых оленей определяли по характерным внешним признакам. Однако, в большинстве случаев обнаруженные трупы были существенно повреждены и имели признаки разложения, поэтому возраст исследованных животных определяли приблизительно.

Результаты и обсуждение

В сычуге у всех исследованных пятнистых оленей были обнаружены нематоды (табл. 1, 2). Также, у одного из оленей (табл. 1, №10) в рубце была обнаружена трематода семейства Paramphistomidae Fischoeder, 1901. В других отделах пищеварительного тракта паразиты обнаружены не были. Кроме того, с трупа одного из оленей (табл. 1, №4) были собраны эктопаразиты *Lipoptena cervi* Linnaeus, 1758 (оленья кровососка). Обнаруженные нематоды отнесены к трем видам, два из которых представляют семейство Trichostrongylidae Leiper, 1912: *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 и *Spiculopteragia asymmetrica* (Ware, 1925), а один – семейство Spiruridae Oerley, 1885: *Pygarginema skrjabini* Kadenazii, 1948.

Доминировал вид *S. asymmetrica*, обнаруженный у 12 из 13 исследованных особей пятнистых оленей (табл. 2, рис. 2). Эта нематода широко распространена; ее регистрировали у диких жвачных в Азии, Европе, Южной и Северной Америке, Новой Зеландии

Таблица 1

Показатели интенсивности инвазии и видовой состав нематод, обнаруженных у пятнистых оленей на территории ФГБУ «Земля леопарда»

Table 1

The intensity of infection and species composition of nematodes detected in Sika deer in the Land of the Leopard National Park

№	Дата и координаты места сбора образцов	Пол, возраст	Обнаружено нематод всего, экз.	Вид обнаруженных нематод и число самцов и самок (в скобках)
1	20.12.2021. 43.241 с.ш., 131.299 в.д.	самец, 4 года	1420	*Spiculopteragia asymmetrica* (509♂♂, 877♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (34♂♂)
2	24.12.2021. 42.653 с.ш., 131.170 в.д.	самка, 4 года	234	*Spiculopteragia asymmetrica* (61♂♂, 171♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (2♂♂)
3	30.12.2021. 43.254 с.ш., 131.302 в.д.	самец, 4 года	176	*Spiculopteragia asymmetrica* (66♂♂, 108♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (2♂♂)
4	21.01.2022. 43.254 с.ш., 131.302 в.д.	самец, 4 года	25	*Pygarginema skrjabini* (1♀); *Spiculopteragia asymmetrica* (9♂♂, 15♀♀)
5	21.02.2022. 43.241 с.ш., 131.307 в.д.	самец, 4 года	15	*Pygarginema skrjabini* (1♀); *Spiculopteragia asymmetrica* (1♂, 13♀♀)
6	24.01.2023. 43.580 с.ш., 131.356 в.д.	самка, 3 года	16	*Spiculopteragia asymmetrica* (4♂♂, 12♀♀)
7	06.03.2023. 43.095 с.ш., 131.562 в.д.	пол не определен, 4 года	78	*Ashworthius sidemi* (6♂♂, 6♀♀); *Spiculopteragia asymmetrica* (6♂♂, 59♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (1♂♂)
8	07.03.2023. 43.346 с.ш., 131.387 в.д.	самец, 5 лет	147	*Spiculopteragia asymmetrica* (30♂♂, 116♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (1♂♂)
9	07.03.2023. 43.346 с.ш., 131.394 в.д.	самец, 4 года	454	*Pygarginema skrjabini* (1♂); *Spiculopteragia asymmetrica* (181♂♂, 255♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (17♂♂)
10	07.03.2023. 43.346 с.ш., 131.394 в.д.	самец, 5 лет	17	*Spiculopteragia asymmetrica* (1♂♂, 16♀♀)
11	07.03.2023. 43.262 с.ш., 131.305 в.д.	самец, 4 года	209	*Spiculopteragia asymmetrica* (65♂♂, 140♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (4♂♂)
12	23.03.2023. 43.308 с.ш., 131.374 в.д.	самец, 2 года	1244	*Pygarginema skrjabini* (1♂, 1♀); *Spiculopteragia asymmetrica* (422♂♂, 804♀♀); *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (16♂♂)
13	10.04.2024. 42.652 с.ш., 131.183 в.д.	самка, 2 года	10	*Ashworthius sidemi* (4♂♂, 6♀♀)

Таблица 2

Показатели экстенсивности инвазии по видам нематод, обнаруженных у пятнистых оленей (n = 13) на территории ФГБУ «Земля леопарда»

Table 2

The prevalence rates by nematode species detected in Sika deer (n = 13) in the Land of the Leopard National Park

Вид обнаруженной нематоды	Число инвазированных животных	Экстенсивность инвазии, %
Spiculopteragia asymmetrica	12	92,3
Pygarginema skrjabini	4	30,8
Ashworthius sidemi	2	15,4

[4, 8, 9, 20, 34, 37, 40]. В Приморском крае *S. asymmetrica* ранее обнаруживали на севере региона (Тернейский район) у пятнистых оленей, сибирских косуль и кабарги [12, 13, 31, 32]. У восьми пятнистых оленей, кроме основной морфологической формы (морфы) самцов *S. asymmetrica*, была обнаружена минорная морфа *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* (табл. 1, рис. 3) [25]. Интенсивность инвазии *S. asymmetrica* варьировала от 14 до 1420 экз. (табл. 1). Спирурида *P. skrjabini* найдена у четырех исследованных пятнистых

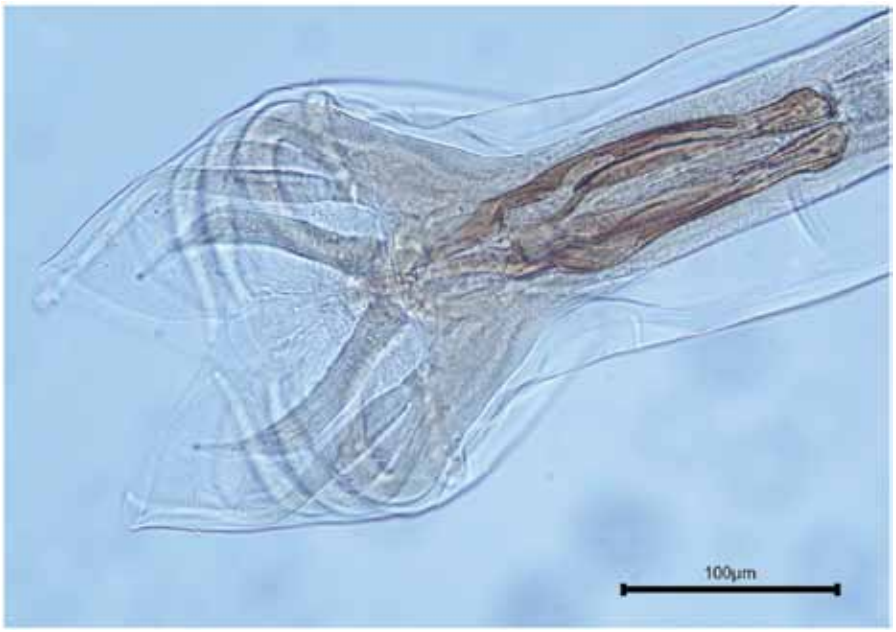

Рис. 2. Хвостовой конец самца нематоды *Spiculopteragia asymmetrica*
Fig. 2. Tail end of *Spiculopteragia asymmetrica* male

Рис. 3. Хвостовой конец самца нематоды *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"*
Fig. 3. Tail end of *"Spiculopteragia* (=*Apteragia*) *quadrispiculata"* male

оленей в единичных экземплярах (табл. 1, 2, рис. 4). Ранее этот вид обнаруживали в Приморском крае у изюбря, сибирской косули и кабарги [12, 13, 15, 31]. Нематода-гематофаг *A. sidemi* обнаружена у двух исследованных оленей в количестве 10 и 12 экз. (табл. 1, 2, рис. 5). Интересно, что впервые этот вид был обнаружен в 1933 г. советским гельминтологом Р. С. Шульцем на полуострове Янковского (Сидими), входящем ныне в территорию ФГБУ «Земля леопарда» (рис. 1) [39]. На рубеже XX и XXI века *A. sidemi* все чаще стали обнаруживать у различных видов диких жвачных в странах Европы [26, 30, 35]. Предполагается, что *A. sidemi* была завезена в Европу при интродукции пятнистого оленя. В настоящее время эта нематода зарегистрирована у многих видов диких жвачных в европейской части России и нескольких странах центральной и западной Европы [10, 26, 27, 30, 33–35]. Однако, в Приморском крае *A. sidemi* не обнаруживали в течение нескольких десятилетий.

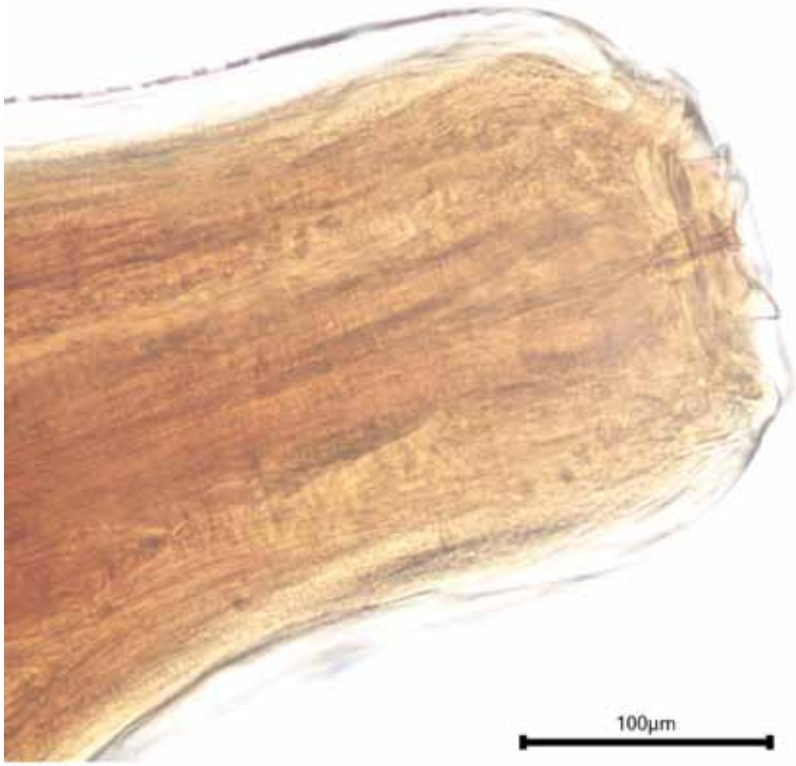

Рис. 4. Головной конец нематоды *Pygarginema skrjabini*
Fig. 4. Anterior end of *Pygarginema skrjabini*

Трематода семейства Paramphistomidae обнаружена в единственном экземпляре, причем образец был поврежден, что исключило возможность подробных морфологических и гистологических исследований. По этим причинам, таксономическая принадлежность обнаруженной трематоды определена лишь до уровня семейства. По данным И. В. Величко (1966), у пятнистых оленей в Приморском крае паразитирует *Paramphistomum petrowi* (Davydova, 1961), что подтверждали и В. А. Дворядкин с соавт. (1983) [3, 5]. Однако, недавнее исследование, сочетавшее анализ публикаций по морфологии парамфистомид и повторное изучение препаратов из Паразитологической коллекции, выявило значительное число артефактов, ставших причиной некорректных обоснований целого ряда «новых видов» трематод этой группы [14]. В связи с этим, валидность вида *P. petrowi* также требует подтверждения, в том числе с использованием дополнительных гистоморфологических исследований.

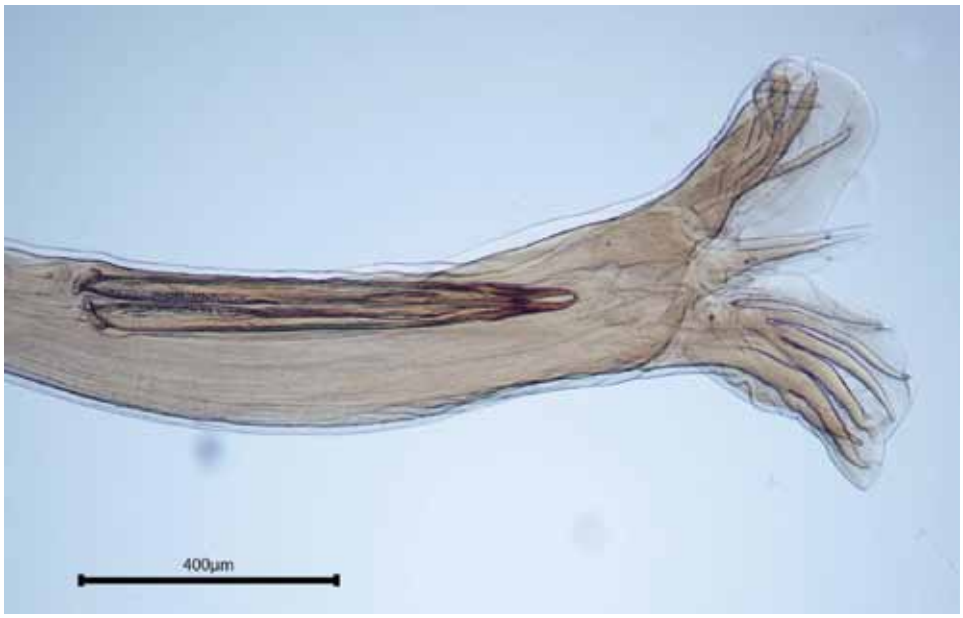

Рис. 5. Хвостовой конец самца нематоды *Ashworthius sidemi*
Fig. 5. Tail end of *Ashworthius sidemi* male

Обнаружение эктопаразитов *L. cervi* (оленья кровососка) заслуживает внимания в связи с развитием на «Земле леопарда» экологического туризма и вопросами охраны здоровья как посетителей, так и сотрудников. Основными хозяевами оленьей кровососки являются лоси и различные виды оленей, однако, нередки случаи, когда оленья кровососка нападает на людей, нанося болезненные укусы. Кроме того, эктопаразиты из рода *Lipoptena* известны как переносчики бактерий *Bartonella* sp., которые могут вызывать длительную бактериемию у людей и животных [36, 38].

Таким образом, в результате нашего исследования констатировано сравнительно небольшое таксономическое разнообразие паразитов у пятнистых оленей, обитающих на различных участках ФГБУ «Земля леопарда». Нужно отметить, что практически все исследованные нами трупы пятнистых оленей были в той или иной степени повреждены (как следствие нападения хищников, воздействия падальщиков, разложения и других факторов). Это затрудняло сбор паразитологического материала и, безусловно, повлияло в качественном и количественном отношении на полученные результаты. Кроме того, известно, что с момента освоения территории, ныне входящей в ФГБУ «Земля леопарда», популяция пятнистого оленя здесь претерпевала значительные колебания. Бесконтрольная охота на копытных в середине XX века привела к депрессии природной популяции пятнистого оленя. В 1930-е годы в Хасанском районе насчитывалось около 4700 голов пятнистых оленей, а к 1974 г. аборигенная форма пятнистого оленя насчитывала лишь около 600 особей [1, 19, 21]. Для восстановления численности были организованы оленеводческие хозяйства. В дальнейшем произошло слияние немногочисленной дикой популяции с животными из этих хозяйств. К 1990 г. новая популяция пятнистого оленя была уже представлена преимущественно парковой (полудикой) формой. Возможно, что в период снижения численности некоторые виды паразитов, имевшиеся у пятнистых оленей в данной местности, полностью исчезли. В 2021 году, при исследовании 38 проб фекалий от пятнистых оленей с территории «Земли леопарда» в 10% были обнаружены яйца нематод – стронгилят [16]. К этой таксономической группе относятся и обнаруженные нами виды *S. asymmetrica* и *A. sidemi*. В то же время, нами не обнаружены капиллярии, нематодирусы и дикроцелии, зафиксированные в предыдущем исследовании [16].

Заключение

При исследовании пищеварительных трактов 13 особей пятнистых оленей, обитавших на территории ФГБУ «Земля леопарда» (юго-запад Приморского края), обнаружены три вида нематод (*Ashworthius sidemi*, *Spiculopteragia asymmetrica* и *Pygarginema skrjabini*), а также трематода семейства Paramphistomidae. Кроме того, с трупа одного из пятнистых оленей были собраны эктопаразиты *Lipoptena cervi* (оленья кровососка). Наиболее высокие показатели интенсивности и экстенсивности инвазии отмечены для *S. asymmetrica*. Нематода *A. sidemi*, впервые обнаруженная в 1933 г. в местности, ныне входящей в границы ФГБУ «Земля леопарда», в нашем исследовании зарегистрирована у двух пятнистых оленей в количестве 10 и 12 экз. Спирурида *P. skrjabini* обнаружена у четырех пятнистых оленей в единичных экземплярах.

Список источников

1. *Банников А. Г., Присяжнюк В. Е.* Аборигенный пятнистый олень // Природа. 1977. № 2. С. 122–130.
2. *Бей-Биенко Г. Я.* Определитель насекомых европейской части СССР. Л.: Наука, 1969. Т. 5. Ч. 1. 805 с.
3. *Величко И. В.* Новая трематода – *Paramphistomum petrowi* (Davydova, 1961) nov. comb. (Paramphistomidae) от пятнистого оленя (*Cervus nippon*) Приморского края СССР // Материалы научной конференции Всесоюзного общества гельминтологов. 1966. Ч. 3. С. 60–64.
4. *Говорка Я., Маклакова Л. П., Митух Я.* Гельминты диких копытных Восточной Европы. М.: Наука, 1988. 208 с.
5. *Дворядкин В. А., Ермоленко А. В., Беспрозванных В. В.* О биологии *Paramphistomum petrowi* – паразита пятнистых оленей в Приморском крае // Паразитология. 1983. Т. 17 (4). С. 311–314.
6. *Кузнецов Д. Н.* Новые данные о морфологии *Spiculopteragia asymmetrica* (Ware, 1925) Orloff, 1933 (Nematoda; Trichostrongylidae) // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции. М., 2001. Вып. 2. С. 129–131.
7. *Кузнецов Д. Н.* Морфология *Spiculopteragia asymmetrica* (Ware, 1925) Orloff, 1933 (Nematoda; Trichostrongylidae) от диких жвачных // Труды Всероссийского института гельминтологии. 2002. Т. 38. С. 136–153.
8. *Кузнецов Д. Н., Ломакин В. В., Москвин А. С., Требоганова Н. В.* О видовом составе трихостронгилид домашних и диких жвачных Московского региона // Труды Всероссийского института гельминтологии. 2006. Т. 42. С. 173–177.
9. *Кузнецов Д. Н.* Результаты исследований видового состава гастроинтестинальных нематод диких жвачных Европейской России // Вестник охотоведения. 2013. Т. 10 (2). С. 204-207.
10. *Кузнецов Д. Н., Аксёнов А. П., Полоз С. В., Анисимова Е. И., Ромашова Н. Б., Ромашов Б. В.* Нематоды *Ashworthius sidemi* у диких жвачных в Беларуси и Европейской России // «Современные проблемы паразитологии и экологии»: чтения, посвященные памяти С. С. Шульмана. Тольятти, 2018. С. 201-206.
11. *Кузнецов Д. Н.* Методические рекомендации по сбору и фиксации нематод пищеварительного тракта жвачных // Российский паразитологический журнал. 2020. 14 (2): 120–124. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-120-124
12. *Кузнецов Д. Н., Серёдкин И. В., Максимова Д. А.* Нематоды пищеварительного тракта у кабарги в Приморском крае // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. М., 2022. Вып. 23. С. 281-285.
13. *Кузнецов Д. Н., Серёдкин И. В., Максимова Д. А.* Фауна нематод пищеварительного тракта сибирской косули в Приморском крае // Российский паразитологический журнал. 2024. 18 (1): 23-30. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-1-23-30
14. *Москвин А. С.* Морфологические артефакты на гистологических препаратах парамфистомид (Trematoda, Paramphistomidae) и их роль в корректной диагностике видов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. М., 2024. Вып. 25. С. 275-279. https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-8-2.2024.25.275-279
15. *Ошмарин П. Г., Парухин А. М.* Трематоды и нематоды птиц и млекопитающих Сихотэ-Алинского заповедника // Труды Сихотэ-Алинского заповедника. Владивосток, 1963. Вып. 3. С. 121–181.
16. *Петров Т. А., Есаулова Н. В., Цепилова И. И.* Мониторинговые исследования гельминтофауны диких копытных в национальном парке «Земля леопарда» // «Современные проблемы общей и прикладной паразитологии»: сборник научных статей по материалам XV националь-

ной научно-практической конференции памяти профессора В. А. Ромашова. Воронеж, 2021. С. 50-54.

17. *Петруненко Ю. К., Середкин И. В., Миллер К. С., Микелл Д. Г.* Изучение амурского тигра с помощью спутникового слежения // «Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке»: сборник научных статей молодых ученых. Владивосток, 2014. Вып. 10. С. 80-85.

18. *Пикунов Д. Г., Коркишко В. Г.* Леопард Дальнего Востока. М.: Наука, 1992. 192 с.

19. *Присяжнюк В. Е.* Уникальная популяция аборигенного пятнистого оленя в Приморском крае // Научные труды Центральной лаборатории охраны природы. М., 1975. С. 240–254.

20. *Прядко Э. И.* Гельминты оленей. Алма-Ата: Наука КазССР, 1976. 224 с.

21. *Рященко Л. П.* Пантовое оленеводство в Приморском крае. Владивосток, 1976. 143 с.

22. *Салманова Е. И., Костыря А. В., Микелл Д. Д.* Спектр питания дальневосточного леопарда Panthera pardus orientalis на юго-западе Приморского края России // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2013. Т. 6 (2). С. 84-89.

23. *Скрябин К. И.* Метод полного гельминтологического вскрытия животных и человека. М.: МГУ, 1928. 18 с.

24. *Скрябин К. И., Шихобалова Н. П., Шульц Р. С.* Трихостронгилиды животных и человека. Основы нематодологии. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3. 683 с.

25. *Drozdz J.* Polymorphism in the Ostertagiinae Lopez-Neyra, 1947 and comments on the systematics of these nematodes. Systematic Parasitology.1995; 32. 91-99.

26. *Drozdz J., Demiaszkiewicz A. W., Lachowicz J. Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongylidae) a new parasite of the European bison Bison bonasus (L.) and the question of independence of *A. gagarini.* Acta Parasitologica. 1998; 43. 75-80.

27. *Drozdz J., Demiaszkiewicz A. W., Lachowicz J.* Expansion of the Asiatic parasite *Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongylidae) in wild ruminants in Polish territory. Parasitology Research. 2003; 89. 94-97.

28. *Irvine R. J., Corbishley H., Pilkington J. G., Albon S. D.* Low-level parasitic worm burdens may reduce body condition in free-ranging red deer (*Cervus elaphus*). Parasitology. 2006; 133. 465-475.

29. *Kerley L. L., Mukhacheva A. S., Matyukhina D. S., Salmanova E., Salkina G. P., Miquelle D. G.* A comparison of food habits and prey preference of Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) at three sites in the Russian Far East. Integrative Zoology. 2015; 10 (4): 354–364.

30. *Kotrla B., Kotrly A.* The first finding of the nematode *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 in *Sika nippon* from Czechoslovakia. Folia Parasitologica. 1973; 24. 377-378.

31. *Kuznetsov D. N., Seryodkin I. V., Maksimova D. A., Khrustalev A. V.* Helminth fauna of the Siberian roe (*Capreolus pygargus*) digestive tract. Achievements in the Life Sciences. 2014; 8 (2): 121–122.

32. *Kuznetsov D. N., Seryodkin I. V., Maksimova D. A.* Study of the species composition of gastrointestinal nematodes parasitising sika deer and manchurian deer in the Russian Far East. Russian Journal of Nematology. 2021; 29 (2): 191-192.

33. *Kuznetsov D.* The first detection of abomasal nematode *Ashworthius sidemi* in fallow deer (*Dama dama*) in Russia. Acta Parasitologica. 2022; 67 (1): 560-563. https://doi.org/10.1007/s11686-021-00452-x

34. *Kuznetsov D. N., Romashova N. B., Romashov B. V.* Species composition of gastrointestinal nematodes of moose (*Alces alces*) in European Russia. Russian Journal of Theriology. 2022; 21 (2): 162-168. https://doi.org/10.15298/rusjtheriol.21.2.07

35. *Lehrter V., Jouet D., Lienard E., Decors A., Patrelle C. Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 and *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) in cervids in France: integrative approach for species identification. Infection, Genetics and Evolution. 2016; 46. P. 94-101.

36. *Razanske I., Rosef O., Radzijevskaja J., Klepeckiene K., Lipatova I., Paulauskas A.* Infections with *Bartonella* spp. in free-ranging cervids and deer keds (*Lipoptena cervi*) in Norway. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases. 2018; 58. 26-30. https://doi.org/10.1016/j.cimid.2018.06.003

37. *Rickard L. G., Hoberg E. P., Allen N. M., Zimmerman G. L., Craig T. M. Spiculopteragia spiculoptera* and *S. asymmetrica* (Nematoda: Trichostrongyloidea) from red deer (Cervus elaphus) in Texas. Journal Wildlife Diseases. 1993; 29. 512-515.

38. *Sato S., Kabeya H., Ishiguro S., Shibasaki Y., Maruyama S. Lipoptena fortisetosa* as a vector of *Bartonella bacteria* in Japanese Sika deer (*Cervus nippon*). Parasites & Vectors. 2021; 14. 73.

39. *Schulz R. S. Ashworthius sidemi* n. sp. (Nematoda, Trichostrongylidae) aus einem Hirsch (*Pseudaxis*

hortulorum). Zeitschrift fur Parasitenkunde. 1933; 5. 735-739.

40. *Suarez V. H., Busetti M. R., Fort M. C., Bedotti D. O.* *Spiculopteragia spiculoptera* and *Ostertagia leptospicularis* from Cervus elaphus in La Pampa, Argentina. Veterinary Parasitology. 1991; 40 (1-2): 165-168. https://doi.org/10.1016/0304-4017(91)90095-D

Статья поступила в редакцию 04.03.25; одобрена после рецензирования 10.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Кузнецов Дмитрий Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологии и биологических основ профилактики, SPIN-код: 1829-0240, Researcher ID: A-8792-2015, Scopus ID: 16245422400.

Максимова Дарья Александровна, младший научный сотрудник отдела науки и мониторинга, SPIN-код: 9534-7860.

Москвин Александр Сергеевич, старший научный сотрудник лаборатории биологии и биологических основ профилактики, SPIN-код: 3209-1830, Researcher ID: S-5810-2019, Scopus ID: 7005683044.

Есаулова Наталья Валерьевна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы.

Вклад авторов:

Кузнецов Д. Н. – научное руководство, определение таксономической принадлежности обнаруженных нематод, анализ и интерпретация полученных данных, написание статьи.

Максимова Д. А. – гельминтологическое вскрытие, сбор паразитов, написание статьи.

Москвин А. С. – определение таксономической принадлежности обнаруженных плоских червей.

Есаулова Н. В. – определение таксономической принадлежности обнаруженных эктопаразитов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Bannikov A. G., Prisyazhnyuk V. E. Aboriginal Sika deer. *Priroda = Nature.* 1977; 2: 122–130. (In Russ.).
2. Bey-Bienko G. Ya. Key of insects of the European part of the USSR. V. 5. Part 1. Leningrad: Pub. House Nauka, 1969; 805. (In Russ.).
3. Velichko I. V. New trematode *Paramphistomum petrowi* (Davydova, 1961) nov. comb. (Paramphistomidae) from the Sika deer (*Cervus nippon*) in the Primorsky Krai of the USSR. *Materialy nauchnoy konferentsii Vsesoyuznogo obshchestva gel'mintologov = Materials for the scientific conference of the All-Union Society of Helminthologist*. 1966; 3: 60-64. (In Russ.)
4. Govorka Ya., Maklakova L. P., Mitukh Ya., Pelgunov A. N., Rykovskyi A. S., Semenova M. K., Sonin M. D., Erkhardova-Kotrla B., Yurashek V. Helminths of wild ungulates in Eastern Europe. Moscow: Pub. House Nauka, 1988; 208. (In Russ.).
5. Dvoriadkin V. A., Ermolenko A. V., Besprozvanych V. V. On the biology of *Paramphistomum petrowi* Velichko, 1966, a parasite of axis deer in the Primorye territory. *Parazitologiya*. 1983; 17 (4): 311–314. (In Russ.).
6. Kuznetsov D. N. New data about morphology of *Spiculopteragia asymmetrica* (Ware, 1925) Orloff, 1933 (Nematoda; Trichostrongylidae). *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii = «Theory and practice of parasitic disease control»: Proceedings of the Scientific Conference.* 2001; 2: 129-131. (In Russ.).
7. Kuznetsov D. N. Morphology of *Spiculopteragia asymmetrica* (Ware, 1925) Orloff, 1933 (Nematoda; Trichostrongylidae) from wild ruminants. *Trudy Vserossiyskogo instituta gel'mintologii = Proceedings of All-Russian Institute of Helminthology*. 2002; 38: 136-153. (In Russ.).
8. Kuznetsov D. N., Lomakin V. V., Moskvin A. S., Treboganova N. V. About specific structure of *Trichostrongylus* spp. in domestic and wild ruminant from Moscow region. *Trudy Vserossiyskogo instituta gel'mintologii = Proceedings of All-Russian Institute of Helminthology.* 2006; 42: 173-177. (In Russ.).
9. Kuznetsov D. N. The study of gastrointestinal nematodes species composition in wild ruminants from European Russia. *Vestnik ohotovedeniya = The Herald of Game Management.* 2013; 10 (2): 204-207. (In Russ.).
10. Kuznetsov D. N., Aksyonov A. P., Poloz S. V., Anisimova E. I., Romashova N. B., Romashov B. V. *Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongyloidea) in wild ruminants in Belarus and European Russia. *«Sovremennyye problemy parazitologii i ekologii»: chteniya, posvyashchennyye pamyati S. S. Shul'mana = «Modern problems of*

parasitology and ecology»: Readings Dedicated to the Memory of S. S. Shulman. 2018; 201-206. (In Russ.).

11. Kuznetsov D. N. Guidelines for collection and fixation of gastrointestinal nematodes of ruminants. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (2): 120-124. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-120-124
12. Kuznetsov D. N., Seryodkin I. V., Maksimova D. A. Nematodes of the digestive tract of musk deer in Primorsky Krai. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = «Theory and practice of parasitic disease control»: a collection of scientific articles based on the materials of an international scientific conference*. 2022; 23: 281-285. (In Russ.).
13. Kuznetsov D. N., Seryodkin I. V., Maksimova D. A. Nematode fauna of the digestive tract of Siberian roe deer in Primorsky Krai. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18 (1): 23-30. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-1-23-30
14. Moskvin A. S. Morphological artifacts on histologic specimens of Paramphistomids (Trematoda, Paramphistomidae) and their role in correct diagnosis of species. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = «Theory and practice of parasitic disease control»: a collection of scientific articles based on the materials of the international scientific conference*. 2024; 25: 275-279. (In Russ.).
15. Oshmarin P. G., Parukhin A. M. Trematodes and nematodes of birds and mammals of the Sikhote-Alin Reserve. *Trudy Sikhote-Alinskogo zapovednika = Proceedings of Sikhote-Alin Reserve*. 1963; 3: 121–181. (In Russ.).
16. Petrov T. A., Esaulova N. V., Cepilova I. I. Monitoring studies of the helminth fauna of wild ungulates in Leopard land national park. *«Sovremennyye problemy obshchey i prikladnoy parazitologii»: sbornik nauchnykh statey po materialam XV natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii pamyati professora V. A. Romashova = «Modern problems of general and applied parasitology»: collection of scientific articles based on the materials of the XV National Scientific and Practical Conference in memory of Professor V. A. Romashov*. 2021; 50-54. (In Russ.).
17. Petrunenko Yu. K., Seryodkin I. V., Miller C. S., Miquelle D. G. Study of the Amur tiger using satellite tracking. *«Geograficheskiye i geoekologicheskiye issledovaniya na Dal'nem Vostoke»: sbornik nauchnykh statey molodykh uchenykh = «Geographical and Geoecological Investigations in the Far East»: proceedings of Young Scientists' Articles*. 2014; 10: 80-85. (In Russ.).
18. Pikunov D. G., Korkishko V. G. Leopard of the Far East. Moscow: Pub. House Nauka, 1992; 192. (In Russ.).
19. Prisyazhnyuk V. E. A unique population of aboriginal Sika deer in the Primorsky kray. *Nauchnyye trudy Tsentral'noy laboratorii okhrany prirody = Proceedings of Central Laboratory of Nature Protection*. 1975: 240–254. (In Russ.).
20. Pryadko E. I. Helminths of Deer. Alma-Ata: Pub. House Nauka KazSSR, 1976; 224. (In Russ.).
21. Ryashchenko L. P. Antler reindeer husbandry in the Primorsky kray. Vladivostok, 1976; 143. (In Russ.).
22. Salmanova E. I., Kostirya A. V., Miquelle D. G. Far Eastern leopard Panthera pardus orientalis diet composition in the Russian Far East. *Izvestiya Irkutskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya Biologiya. Ecologiya = The bulletin of Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology*. 2013; 6: 84-89. (In Russ.).
23. Skrjabin K. I. The method of complete helminthological dissection of animals and humans. Moscow: MSU, 1928; 18. (In Russ.).
24. Skrjabin K. I., Shikhobalova N. P., Shults R. S. Essentials of nematodology III. Trichostrongylids of animals and man. Moscow: Pub. House of Academy of Sciences USSR, 1954; 683. (In Russ.).
25. Drozdz J. Polymorphism in the Ostertagiinae Lopez-Neyra, 1947 and comments on the systematics of these nematodes. *Syst. Parasitol.* 1995; 32: 91-99.
26. Drozdz J., Demiaszkiewicz A. W., Lachowicz J. *Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongylidae) a new parasite of the European bison *Bison bonasus* (L.) and the question of independence of *A. gagarini*. *Acta Parasitologica*. 1998; 43: 75-80.
27. Drozdz J., Demiaszkiewicz A. W., Lachowicz J. Expansion of the Asiatic parasite *Ashworthius sidemi* (Nematoda, Trichostrongylidae) in wild ruminants in Polish territory. Parasitology Research. 2003; 89: 94-97.
28. Irvine R. J., Corbishley H., Pilkington J. G., Albon S. D. Low-level parasitic worm burdens may reduce body condition in free-ranging red deer (*Cervus elaphus*). *Parasitology*. 2006; 133: 465-475.
29. Kerley L. L., Mukhacheva A. S., Matyukhina D. S., Salmanova E., Salkina G. P., Miquelle D. G. A comparison of food habits and prey preference of

Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) at three sites in the Russian Far East. *Integrative Zoology.* 2015; 10 (4): 354–364.

30. Kotrla B, Kotrly A. The first finding of the nematode *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 in *Sika nippon* from Czechoslovakia. *Folia Parasitologica*. 1973; 24: 377-378.
31. Kuznetsov D. N., Seryodkin I. V., Maksimova D. A., Khrustalev A. V. Helminth fauna of the Siberian roe (*Capreolus pygargus*) digestive tract. *Achievements in the Life Sciences.* 2014; 8 (2): 121–122.
32. Kuznetsov D. N., Seryodkin I. V., Maksimova D. A. Study of the species composition of gastrointestinal nematodes parasitising sika deer and manchurian deer in the Russian Far East. *Russian Journal of Nematology.* 2021; 29 (2): 191-192.
33. Kuznetsov D. The first detection of abomasal nematode *Ashworthius sidemi* in fallow deer (*Dama dama*) in Russia. *Acta Parasitologica.* 2022; 67 (1): 560-563. https://doi.org/10.1007/s11686-021-00452-x
34. Kuznetsov D. N., Romashova N. B., Romashov B. V. Species composition of gastrointestinal nematodes of moose (*Alces alces*) in European Russia. *Russian Journal of Theriology.* 2022; 21 (2): 162-168. https://doi.org/10.15298/rusjtheriol.21.2.07
35. Lehrter V., Jouet D., Lienard E., Decors A., Patrelle C. *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 and *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) in cervids in France: integrative approach for species identification. *Infection, Genetics and Evolution.* 2016; 46: 94-101.
36. Razanske I., Rosef O., Radzijevskaja J., Klepeckiene K., Lipatova I., Paulauskas A. Infections with *Bartonella* spp. in free-ranging cervids and deer keds (*Lipoptena cervi*) in Norway. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases.* 2018; 58: 26-30.
37. Rickard L. G., Hoberg E. P., Allen N. M., Zimmerman G. L., Craig T. M. *Spiculopteragia spiculoptera* and *S. asymmetrica* (Nematoda: Trichostrongyloidea) from red deer (*Cervus elaphus*) in Texas. *Journal Wildlife Diseases.* 1993; 29: 512-515.
38. Sato S., Kabeya H., Ishiguro S., Shibasaki Y., Maruyama S. *Lipoptena fortisetosa* as a vector of *Bartonella bacteria* in Japanese Sika deer (*Cervus nippon*). *Parasites & Vectors.* 2021; 14: 73.
39. Schulz R. S. *Ashworthius sidemi* n. sp. (Nematoda, Trichostrongylidae) from a deer (*Pseudaxis hortulorum*). *Zeitschrift fur Parasitenkunde.* 1933; 5: 735-739. (In German).
40. Suarez V. H., Busetti M. R., Fort M. C., Bedotti D. O. *Spiculopteragia spiculoptera* and *Ostertagia leptospicularis* from *Cervus elaphus* in La Pampa, Argentina. *Veterinary Parasitology.* 1991; 40: 165-168. https://doi.org/10.1016/0304-4017(91)90095-D

The article was submitted 04.03.2025; approved after reviewing 10.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Kuznetsov Dmitry N., PhD in biol. sc., Senior Researcher, Laboratory of Biology and Biological Foundations of Prevention, SPIN: 1829-0240, Researcher ID: A-8792-2015, Scopus ID: 16245422400.

Maksimova Dariya A., Junior Researcher, Science and Monitoring Department, SPIN: 9534-7860.

Moskvin Aleksander S., Senior Researcher, Laboratory of Biology and Biological Foundations of Prevention, SPIN: 3209-1830, Researcher ID: S-5810-2019, Scopus ID: 7005683044.

Esaulova Natalia V., PhD in vet. sc., Associate Professor of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise.

Contribution of the authors:

Kuznetsov D. N. – supervising the study, identification of the nematode species, analysis and interpretation of the obtained data, writing the article.

Maksimova D. A. – helminthological dissection, collecting of the parasites, writing the article.

Moskvin A. S. – taxonomical identification of the detected flatworms.

Esaulova N. V. – taxonomical identification of the detected ectoparasites.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:576.89; 619: 616.995.132

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-164-171

Гельминтофауна лесной куницы (*Martes martes*) в Центральной России

Панова Ольга Александровна [1], Хрусталев Александр Валерьевич [2], Андреянов Олег Николаевич [3], Лапасова Анастасия Сергеевна [4], Кузнецов Кирилл Сергеевич [5]

[1-5] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[1] panova@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0001-9254-0167

[2] hrustalev@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0002-4526-8719

[3] andreyanov@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0003-3357-9322

[4] lapasova@vniigis.ru; https://orcid.org/0009-0005-1805-313X

[5] kuznetsovks@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0001-9939-3454

Аннотация

Цель исследований – изучить гельминтофауну лесной куницы (*Martes martes*) на территории Рязанской области.

Материалы и методы. Материалом для исследований были тушки или отдельные органы куниц, добытые в результате лицензионной охоты в охотхозяйствах Рязанской области. Целые тушки были исследованы методом полного гельминтологического вскрытия; в случае поступления отдельных органов проводили неполное вскрытие. Материал исследован от 91 животного.

Результаты и обсуждение. Выявлено 23 вида гельминтов: 13 видов нематод, 2 вида цестод, 6 видов трематод и 2 вида скребней. Куницы были заражены на 100%. В желудочно-кишечном тракте обнаружены нематоды *Aonchotheca putorii* (у 86,6% исследованных животных), *Molineus patens* (13,4%), *Strongyloides martis* (4,9%); цестоды *Taenia martis* (15,4%), *Mesocestoides lineatus* (1,2%); скребни *Centrorhynchus* sp. (19,5%); трематоды *Isthmiophora melis* (29,3%), *Apophallus donicus* (9,8%). В печени найдены 3 вида трематод: *Metorchis bilis* (6,8%), *Pseudamphystomum truncatum* (5,1%) и *Opisthorchis felineus* (1,7%). В паранальных железах находили нематод *Capillaria paranalis* (55,3%). В легких и трахее обнаружено 5 видов нематод: *Eucoleus aerophilus* (96,4%), *Filaroides martis* (50,6%), *Sobolevingylus skrjabini* (36,1%), *Crenosoma petrovi* (25,3%), *Aelurostrongylus falciformis* (2,4%). В носовой полости у 73,1% куниц найдены нематоды *Skrjabingylus petrowi*, в мочевом пузыре у 40,9% – нематоды *Pearsonema mucronata*. Заражение трихинеллами выявлено у 6,8% куниц. У 15,4% животных обнаружены мезоцеркарии *Alaria alata*, свободные с локализацией в легких, либо инцистированные в соединительной ткани. Наиболее распространёнными оказались виды *Eu. aerophilus* (96,4%), *Ao. putorii* (86,6%) и *Skr. petrowi* (73,1%). Высокие показатели заражения данными гельминтами в естественной среде свидетельствуют о существовании устойчивых очагов паразитозов на территории области.

Ключевые слова: гельминтофауна, лесная куница, *Martes martes*

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2025-0001 без привлечения дополнительных источников финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Панова О. А., Хрусталев А. В., Андреянов О. Н., Лапасова А. С., Кузнецов К. С.* Гельминтофауна лесной куницы (*Martes martes*) в Центральной России // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 164–171.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-164-171

© Панова О. А., Хрусталев А. В., Андреянов О. Н., Лапасова А. С., Кузнецов К. С., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Helminthofauna of the pine marten (*Martes martes*) in Central Russia

Olga A. Panova [1], Alexander V. Khrustalev [2], Oleg N. Andreyanov [3], Anastasia S. Lapasova [4], Kirill S. Kuznetsov [5]

[1-5] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[1] panova@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0001-9254-0167

[2] hrustalev@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0002-4526-8719

[3] andreyanov@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0003-3357-9322

[4] lapasova@vniigis.ru; https://orcid.org/0009-0005-1805-313X

[5] kuznetsovks@vniigis.ru; https://orcid.org/0000-0001-9939-3454

Abstract

The purpose of the research is to study of the fauna of helminths of the pine marten (*Martes martes*) in the Ryazan region.

Materials and methods. The material for the work was carcasses or individual organs of the pine marten, delivered from the territory of hunting grounds of the Ryazan region, obtained as a result of licensed hunting. Whole carcasses were examined by the method of complete helminthological dissection, in case of receipt of individual organs, an incomplete dissection was performed. The material from 91 animals was examined.

Results and discussion. According to the results of helminthological examination of the pine martens 23 species of parasites were identified: 13 species of nematodes, 2 species of cestodes, 6 trematodes and 2 acanthocephalans. All examined animals were infected (100%). The following nematodes were found in the gastrointestinal tract: *Aonchotheca putorii* (86.6%), *Molineus patens* (13.4%), *Strongyloides martis* (4.9%); cestodes *Taenia martis* (15.4%), *Mesocestoides lineatus* (1.2%); acanthocephalans *Centrorhynchus* sp. (19.5%); trematodes *Isthmiophora melis* (29.3%), *Apophallus donicus* (9.8%). Three species of trematodes were found in the liver: *Metorchis bilis* (6.8%), *Pseudamphystomum truncatum* (5.1%) and *Opisthorchis felineus* (1.7%). The paranal glands contained nematodes *Capillaria paranalis* (55.3%). In the lungs and trachea, 5 species of nematodes were found: *Eucoleus aerophilus* (96.4%), *Filaroides martis* (50.6%), *Sobolevingylus skrjabini* (36.1%), *Crenosoma petrovi* (25.3%), *Aelurostrongylus falciformis* (2.4%). In the nasal cavity of 73.1% of martens, the nematode *Skrjabingylus petrowi* was found. In the urinary bladder of 40.9% of martens, there were nematodes *Pearsonema mucronata*. In the muscle tissue, *Trichinella* were found in 6.8% of martens. *Alaria* larvae were found in the connective tissue of 15.4% of martens. The most common are *Eu. aerophilus* (96.4%), *Ao. putorii* (86.6%) and *Skr. petrowi* (73.1%). High infection rates in the natural environment indicate the formation of stable foci of parasitosis in the region.

Keywords: helminth fauna, pine marten, *Martes martes*

Acknowledgements. The work was carried out within the framework of the Program of Fundamental Scientific Research in the Russian Federation for the long-term period (2021-2030), which forms the basis of state assignment No. FGUG-2025-0001 without attracting additional sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Panova O. A., Khrustalev A. V., Andreyanov O. N., Lapasova A. S., Kuznetsov K. S. Helminthofauna of the pine marten (*Martes martes*) in Central Russia. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):164–171. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-164-171

© Panova O. A., Khrustalev A. V., Andreyanov O. N., Lapasova A. S., Kuznetsov K. S., 2025

Введение

Лесная куница (*Martes martes*) населяет леса Европы и адаптирована к жизни как в лиственных, так и в хвойных лесах, где играет важную роль в поддержании экологического баланса. Эти животные являются также важным объектом охотничьего промысла благодаря их ценному меху. Существенный урон популяции куниц наносят инфекционные и паразитарные болезни, вызывая целый ряд

проблем: истощение, замедление роста и развития, ухудшение качества меха. При тяжёлом течении инвазии возможен летальный исход [1, 14].

На территории России гельминтофаунистические исследования куньих проводятся на протяжении многих лет. В Центральном регионе России в последние годы такие исследования проводили Е. Н. Крючкова с соавт. в Ивановской, Московской, Владимирской, Тверской, Смоленской и Костромской областях [11], О. Н. Андреянов в Рязанской области [2, 3], Е. Н. Ромашова с соавт. в Воронежской и Липецкой областях [17], И. Н. Цветков с соавт. в Тверской, Псковской и Смоленской областях [19, 20]. По данным литературы, природные популяции лесной куницы заражены гельминтами на 60–97% [1–4, 10, 11, 16, 17, 19, 20].

Многие виды гельминтов, регистрируемые у куниц, являются общими для других животных, как диких, так и домашних; некоторые из них представляют опасность для человека как возбудители зоонозных инвазий. Принимая во внимание тот факт, что куницы часто обитают вблизи населенных пунктов, эти животные, являясь существенным фактором формирования природных очагов гельминтозов, включая зоонозы, поддерживают риск заражения как диких, так и домашних животных, а также человека [16, 18].

Целью нашего исследования было изучение актуального состояния зараженности лесных куниц (*Martes martes*) гельминтами в Рязанской области.

Материалы и методы

Работа проведена в лаборатории биологии и биологических основ профилактики ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Материалом для исследований были тушки или отдельные органы куниц, добытые в результате лицензионной охоты в охотхозяйствах Рязанской области. Целые тушки были исследованы методом полного гельминтологического вскрытия, в случае поступления отдельных органов, проводили неполное вскрытие. Материал исследован от 91 животного.

Каждый орган тщательно осматривали и препарировали отдельно. Трубчатые органы вскрывали по всей длине, их содержимое переносили в подготовленные лотки. Паренхиматозные органы разрезали по естественным каналам или протокам. Затем со всех органов проводили последовательные смывы; полученные матриксы изучали под стереомикроскопом Motic K401T. Все найденные объекты подвергали отбору, подсчёту и предварительному определению. Отобранный материал фиксировали в 5%-ном растворе формалина с 5% глицерином для дальнейших исследований. Для выявления личинок трихинелл мышечную ткань исследовали при помощи компрессория; также в компрессории просматривали легкие для обнаружения нематод *Sobolevingylus skrjabini*, локализующихся в паренхиме органа.

Видовую идентификацию гельминтов проводили по монографиям В. Л. Контримавичуса [7], Д. И. Козлова [6], по основам нематодологии [8, 9], с учетом принятых в настоящее время изменений номенклатуры видов [6–9].

Микроморфологические исследования проведены с помощью микроскопа Axio Imager Z1 с цифровой камерой AxioCam HRc rev.3 и сопряженным программным обеспечением AxioVision 4.8 для фотодокументирования и измерения объектов.

Математическая обработка данных проведена стандартными методами на персональном компьютере с использованием пакета прикладных функций электронной таблицы MS Excel.

Результаты и обсуждение

Всего было обнаружено 23 вида гельминтов, из них 13 видов нематод, 2 вида цестод, 6 видов трематод, 2 вида скребней (табл. 1). Зараженность животных составила 100%.

На основе показателей встречаемости и численности выявленные виды паразитов можно разделить на доминантные с встречаемостью свыше 70%, субдоминантные – от 20 до 70%, малочисленные – с 10–20%, редкие – менее 10%.

К доминантным видам относятся *E. aerophilus* (96,4%), *Ao. putorii* (86,6%), *Skr. petrowi* (73,1%), к субдоминантным – *Cap. paranalis* (55,3%), *F. martis* (50,6%), *Pe. mucronata* (40,9%), *Sob. skrjabini* (36,1%), *I. melis* (29,3%), *Cr. petrovi* (25,3%), к малочисленным – *Centrorhynchus* sp. (19,5%), *Al. alata* (15,4%), *T. martis* (15,4%), *Mo. patens* (13,4%). Наиболее разнообразна группа редких видов: *Ap. donicus* (9,8%),

Таблица 1

Результаты вскрытия лесных куниц *Martes martes* (n = 91)

Table 1

Autopsy results of pine martens *Martes martes* (n = 91)

№ п/п	Возбудитель	Обследовано куниц, экз.	Из них заражено, экз.	Зараженность, %	ИИ, экз. [Min-Max]	ИО, экз.
1	*Eucoleus aerophilus*	83	80	96,4	7,3 [1-22]	7,1
2	*Aonchotheca putorii*	82	71	86,6	54,6 [2-440]	42,6
3	*Skrjabingylus petrowi*	67	49	73,1	8,4 [1-23]	6,2
4	*Capillaria paranalis*	47	26	55,3	5,6 [2-11]	3,1
5	*Filaroides martis*	83	42	50,6	2,4 [1-7]	1,2
6	*Pearsonema mucronata*	66	27	40,9	2,1 [1-4]	0,9
7	*Sobolevingylus skrjabini*	83	30	36,1	5,9 [1-21]	2,1
8	*Isthmiophora melis*	82	24	29,3	72,5 [1-270]	11,5
9	*Crenosoma petrovi*	83	21	25,3	1,8 [1-5]	0,5
10	*Centrorhynchus* sp.	82	16	19,5	1,9 [1-6]	0,4
11	*Alaria alata mesocercaria*	82	13	15,9	2,5 [1-7]	0,4
12	*Taenia martis*	82	13	15,9	2,8 [1-9]	0,4
13	*Molineus patens*	82	11	13,4	2,9 [1-12]	0,4
14	*Apophallus donicus*	82	8	9,8	18,1 [1-65]	1,5
15	*Metorchis bilis*	59	4	6,8	5,3 [3-11]	0,4
16	*Trichinella* sp.	59	4	6,8	-	-
17	*Pseudamphistomum truncatum*	59	3	5,1	13,3 [3-28]	0,7
18	*Strongyloides martis*	82	4	4,9	1,3 [1-2]	0,06
19	*Aelurostrongylus falciformis*	83	2	2,4	2,5 [2-3]	0,06
20	*Agamospirura* sp. larvae	83	2	2,4	1	0,02
21	*Opisthorchis felineus*	59	1	1,7	1	0,01
22	*Macracanthorhynchus catulinus larvae*	82	1	1,2	18	0,2
23	*Mesocestoides lineatus*	82	1	1,2	65	0,8

Met. bilis (6,8%), *Trichinella* sp. (6,8%), *Ps. truncatum* (5,1%), *Str. martis* (4,9%), *Ae. falciformis* (2,4%), *Agamospirura* sp. (2,2%), *O. felineus* (1,7%), *Ma. catulinus* (1,2%), *Mes. lineatus* (1,2%).

Наибольшее число видов обнаружено в желудочно-кишечном тракте – 11, из них нематоды *Ao. putorii, Mo. patens, Str. martis,* цестоды *T. martis, Mes. lineatus*, скребни *Centrorhynchus* sp., трематоды *I. melis, Ap. donicus, Met. bilis, Ps. truncatum, O. felineus*.

Особое внимание обращает на себя высокая степень зараженности и видового разнообразия паразитов дыхательной системы, которые были представлены 6 видами нематод, среди которых большинство относятся к доминантным – *E. aerophilus, Skr. petrowi* и субдоминантным – *F. martis, Sob. skrjabini, Cr. petrovi*, видам, и лишь один – к редким, *Ae. falciformis.* Примечателен зафиксированный случай множественной инвазии, при которой в легких одновременно паразитировали сразу 5 видов нематод (исключая *Ae. falciformis*).

Специфической локализацией характеризовались нематоды *Ca. paranalis* из анальных желез и *Pearsonema mucronata* из мочевого пузыря.

Для ряда видов гельминтов куницы служат промежуточными или паратеническими хозяевами. На вскрытиях находили их личиночные стадии: мезоцеркарии *Al. alata*, свободные с локализацией в легких, либо инцистированные в соединительной ткани, личинки *Trichinella* sp. в мышцах, цистаканты *Ma. catulinus* и личинки *Agamospirura* sp. в цистах на брыжейке.

Согласно исследованиям, проведенным разными авторами за последние 15 лет, у лесной куницы на территории Центральной Рос-

сии зарегистрировано 19 видов гельминтов. Среди них нематоды *Filaroides martis, Skrjabingylus nasicola, Skr. petrowi, Eucoleus aerophilus, E. trophimenkovi, Crenosoma petrovi, Cr. vulpis, Cr. taiga, Aonchotheca putorii, Uncinaria stenocephala, Spirocerca lupi, Capillaria paranalis, Pearsonema mucronata, Trichinella spiralis, Tr. pseudospiralis*; трематоды *Isthmiophora melis, Echinochasmus perfoliatus*; цестоды *Taenia martis, Mesocestoides lineatus* [1–3, 11, 16, 17, 19, 20].

Из этого списка такие виды как *Cr. vulpis, U. stenocephala, Sp. lupi, Echinochasmus perfoliatus*, очевидно, являются случайными или ошибочно идентифицированными (*Cr. vulpis*); все они относятся к специфичным гельминтам псовых.

Суммируя собственные и литературные данные, можно констатировать, что большая часть зарегистрированных у лесных куниц в Центральной России видов гельминтов являются специфичными паразитами куньих. Это виды *F. martis, Cr. petrovi, Cr. taiga, Skr. petrowi, Skr. nasicola, Sob. skrjabini, Str. martis, Pe. mucronate, Ae. falciformis, E. trophimenkovi, I. melis, T. martis*. Из них *Ae. falciformis* чаще встречается у барсуков, *Skr. nasicola, Cr. taiga* у мелких куньих, *E. trophimenkovi* описан только от лесных куниц.

Обнаруживаемые у куниц виды *E. aerophilus, Ao. putorii, Ca. paranalis, S. petrowi, Cr. petrovi, Trichinella* sp., *Mes. lineatus, Alaria alata, Ap. donicus, Me. bilis, Ps. truncatum, O. felineus* являются полигостальными, способными поражать других хищных млекопитающих, чаще всего псовых [7, 12, 13, 15, 21].

Абсолютное большинство гельминтов представлено гетероксенными видами, что объясняется характером питания куниц, основу рациона которых составляют мелкие позвоночные и разнообразные беспозвоночные. Особенностью гельминтофауны исследованной рязанской популяции куниц является присутствие в ней многих видов трематод, передающихся через рыбу.

Среди зарегистрированных возбудителей трематоды *I. melis, Ap. donicus, Me. bilis, Ps. truncatum, O. felineus,* нематоды *E. aerophilus, Ao. putorii*, а также *Trichinella* spp., считаются эпидемиологически значимыми [3, 5, 16, 17].

Стопроцентная зараженность куниц в Рязанской области может объясняться совокупностью различных факторов, которые способствуют созданию благоприятных условий для формирования очагов гельминтозов: экологические условия региона – многообразие природных биотопов, развитая сеть водоемов, где могут обитать промежуточные хозяева паразитов, благоприятные климатические условия для развития различных видов гельминтов; особенности поведения и питания куниц.

Заключение

В результате исследования выявлен широкий спектр гельминтов у лесной куницы Рязанской области, включающий 23 вида. Среди найденных возбудителей – 13 видов нематод, 2 вида цестод, 6 видов трематод, 2 вида скребней. Зараженность животных составила 100%. Доминирующими видами являются *Eucoleus aerophilus* (96,4%), *Aonchotheca putorii* (86,6%) и *Skrjabingylus petrowi* (73,1%). Особую эпидемиологическую значимость из зарегистрированных видов представляют трематоды *Isthmiophora melis, Apophallus donicus, Metorhis bilis, Pseudamphistomum truncatum, Opisthorchis felineus* и нематоды *Eucoleus aerophilus, Trichinella* sp.

Список литературы

1. *Абалихин Б. Г., Крючкова Е. Н., Егоров С. В., Соколов Е. А.* Гельминтофауна и пищевые ресурсы семейства куньих на территории Центрального региона РФ // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 3 (24). С. 103-106.

2. *Андреянов О. Н.* Гельминтофауна семейства куньих Рязанской области // Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 110-летнему юбилею доктора биологических наук, профессора Д. Н. Флорова и 75-летнему юбилею кандидата биологических наук, профессора М. С. Горелова. Самара: Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, 2013. С. 33-37.

3. *Андреянов О. Н.* Трихинеллез каменной куницы (*Martes foina*) в Центральной России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2021. Вып. 22. С. 56-60. https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.56-60

4. *Андреянов О. Н., Успенский А. В., Сафиуллин Р. Т.* Анализ гельминтофауны промысловых млекопитающих Центрального региона России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2018. Вып. 19. С. 20-21.

5. *Кириллов А. А., Кириллова Н. Ю., Чихляев И. В.* Эпидемиологический и эпизоотологический потенциал гельминтов позвоночных Среднего Поволжья // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. № 23 (2). С. 191-200.

6. *Козлов Д. И.* Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР. М.: Наука, 1977. С. 143-145.

7. *Контримавичус В. Л.* Гельминтофауна куньих и пути ее формирования. М.: Наука, 1969. 428 с.

8. *Контримавичус В. Л., Делямуре С. Л.* Основы нематодологии: Филяроидиды домашних и диких животных. М.: Наука, 1979. Т. 29. 154 с.

9. *Контримавичус В. Л., Делямуре С. Л., Боев С. Н.* Основы нематодологии: Метастронгилоидеи домашних и диких животных. М.: Наука, 1976. Т. 26. 237 с.

10. *Кравченко В. М., Кравченко Г. А., Итин Г. С.* Экологическая и фаунистическая характеристика гельминтоценозов каменной куницы (*Martes foina*) и лесной куницы (*Martes martes*) на Северо-Западном Кавказе // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2022. Т. 11. № 1 С. 198-199. https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-48

11. *Крючкова Е. Н., Абалихин Б. Г., Соколов Е. А.* Паразитозы семейства куньих на территории центрального региона Российской Федерации // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2013. Вып. 14. С. 181-183.

12. *Масленникова О. В.* Гельминтофауна лесной куницы (*Martes martes* L.) в Кировской области // Российский паразитологический журнал. 2010. № 4. С. 29.

13. *Матевосян Е. М.* К познанию гельминтофауны енотовидной собаки – *Nyctereutes procyonoides* // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смидовича. 1964. № 2. С. 235-237.

14. *Монахов В. Г., Бондарев А. Я., Тютеньков О. Ю.* О морфологии лесной куницы (*Martes martes*) Верхнего Приобья // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2020. № 49. С. 91. https://doi.org/10.17223/19988591/49/5

15. *Панова О. А., Андреянов О. Н., Кузнецова А. Д., Кузнецов К. С., Хрусталев А. В.* Гельминтофауна лисицы (*Vulpes vulpes*) в центральном районе европейской части России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2023. Вып. 24. С. 349-353. https://doi.org/10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.349-353

16. *Ромашов Б. В., Бреславцев С. А., Манжурина О. А., Скогорева А. М., Ромашова Е. Н., Попова О. В., Голубова Н. А., Никулин П. И.* Роль хищных млекопитающих в циркуляции природно-очаговых гельминтозов в условиях Центрального Черноземья // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2018. Вып. 19. С. 413-416.

17. *Ромашова Е. Н., Рогов М. В., Ромашов Б. В., Никулин П. И.* Гельминты диких плотоядных Воронежской области: эколого-фаунистический анализ // Российский паразитологический журнал. 2014. № 1. С 315-316.

18. *Сафиуллин Р. Т., Мусатов М. А.* Паразитарные болезни пушных зверей, средства и методы их лечения. М.: ВИГИС, 2009. С. 53-68.

19. *Цветков И. Н., Кораблёв Н. П.* Гельминтофауна куньих (*Neovison vison, Lutra lutra, Martes martes, Mustela putorius, Meles meles)* центра Европейской части России (предварительные результаты) // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2019. Вып. 20. С. 678-682. https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.678-683

20. *Цветков И. Н., Цветкова К. Н., Кораблев Н. П.* Гельминты диких куньих (*Neovison vison, Lutra lutra, Martes martes, Mustela putorius*) Тверской и Псковской областей // Вестник охотоведения. 2021. Т. 18. № 1. С. 36-46.

21. *Pavlovic I., Gavrilović P., Zdravković N., Stanojevic S., Vojinovic D., Kureljušić J.* The first record of *Molineus patens* (Dujardin, 1845) in foxes (*Vulpes vulpes* L.) in Serbia and the Western Balkans. Veterinarski glasnik. 2020; 75 (00): 18-18. https://doi.org/10.2298/VETGL200517018P

Статья поступила в редакцию 19.03.25; одобрена после рецензирования 25.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Панова Ольга Александровна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией биологии и биологических основ профилактики; SPIN-код: 8614-5941, Researcher ID: I-6971-2018, Scopus ID: 57189098000.

Хрусталев Александр Валерьевич, старший научный сотрудник, SPIN-код: 5953-4282, Researcher ID: R-9841-2016, Scopus ID: 6701329015.

Андреянов Олег Николаевич, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории паразитарных зоонозов; SPIN-код: 5777-0976, Researcher ID: U-8168-2018, Scopus ID: 55912509600.

Лапасова Анастасия Сергеевна, лаборант.

Кузнецов Кирилл Сергеевич, младший научный сотрудник; SPIN-код: 3943-9703.

Вклад авторов:

Панова О. А. – разработка дизайна опытов, исследование материала, написание текста рукописи.

Хрусталев А. В. – определение возбудителей, анализ полученных данных, разработка дизайна рукописи, написание текста рукописи.

Андреянов О. Н. – разработка дизайна опытов, исследование материала, написание текста рукописи.

Лапасова А. С. – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Кузнецов К. С. – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Abalikhin B. G., Kryuchkova E. N., Egorov S. V., Sokolov E. A. Helminth fauna and food resources of the mustelid family in the Central region of the Russian Federation. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Bulletin of the Upper Volga*. 2018; 3 (24): 103-106. (In Russ.)
2. Andreyanov O. N. Helminth fauna of the mustelid family of the Ryazan region. *Proceedings of the 2nd All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 110th anniversary of Doctor of Biological Sciences, Professor D. N. Florov and the 75th anniversary of Candidate of Biological Sciences, Professor M. S. Gorelov.* Samara: Volga State Social and Humanitarian Academy, 2013; 33-37. (In Russ.)
3. Andrejanov O. N. Trichinellosis of stone marten (Martes foina) in Central Russia. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*. 2021; 22: 56-60. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.56-60
4. Andrejanov O. N., Uspensky A. V., Safiullin R. T. Analysis of the helminth fauna of commercial mammals of the Central region of Russia. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*. 2018; 19: 20-21. (In Russ.)
5. Kirillov A. A., Kirillova N. Yu., Chikhlyaev I. V. Epidemiological and epizootological potential of vertebrate helminths of the Middle Volga region. *Samarskaya Luka: problemy regional'noy i global'noy ekologii = Samara Luka: problems of regional and global ecology*. 2014; 23 (2): 191-200. (In Russ.)
6. Kozlov D. I. Identifier of helminths of predatory mammals of the USSR. Moscow: Nauka, 1977; 143-145. (In Russ.)
7. Kontrimavichus V. L. Helminth fauna of mustelids and ways of its formation. Moscow: Nauka, 1969; 428. (In Russ.)
8. Kontrimavichus V. L., Delyamure S. L. Fundamentals of nematodology: *Filaria* spp. of domestic and wild animals. Moscow: Nauka, 1979; 29. 154. (In Russ.)
9. Kontrimavichus V. L., Delyamure S. L., Boev S. N. Fundamentals of nematodology: Metastrongyloids of domestic and wild animals. Moscow: Nauka, 1976; 26. 237. (In Russ.)
10. Kravchenko V. M., Kravchenko G. A., Itin G. S. Ecological and faunistic characteristics of helminthocenoses of stone marten (*Martes foina*) and pine marten (*Martes martes*) in the North-West Caucasus. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii = Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Science*. 2022; 11 (1): 198-199. (In Russ.) https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-48
11. Kryuchkova E. N., Abalikhin B. G., Sokolov E. A. Parasitoses of the mustelid family in the central region of the Russian Federation. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*. 2013; 14: 181-183. (In Russ.)
12. Maslennikova O. V. Helminth fauna of the pine marten (*Martes martes* L.) in the Kirov region. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Parasitological Journal*. 2010; 4: 29. (In Russ.)

13. Matevosyan E. M. Towards understanding the helminth fauna of the raccoon dog – *Nyctereutes procyonoides*. *Trudy Mordovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika im. P. G. Smidovicha = Works of the Mordovian State Nature Reserve named after P. G. Smidovich.* 1964; 2: 235-237. (In Russ.)

14. Monakhov V. G., Bondarev A. Ya., Tyutenkov O. Yu. On the morphology of the pine marten (*Martes martes*) of the Upper Ob region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Bulletin of Tomsk State University. Biology*. 2020; 49: 91. (In Russ.)

15. Panova O. A., Andrejanov O. N., Kuznetsova A. D., Kuznetsov K. S., Khrustalev A. V. Helminth fauna of the fox (*Vulpes vulpes*) in the central region of the European part of Russia. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and Practice of Combating Parasitic Diseases": a collection of scientific articles based on the materials of the international scientific conference*. 2023; 24: 349-353. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-6048555-6-0.2023.24.349-353

16. Romashov B. V., Breslavtsev S. A., Manzhurina O. A., Skogoreva A. M., Romashova E. N., Popova O. V., Golubova N. A., Nikulin P. I. The role of predatory mammals in the circulation of natural focal helminthiases in the conditions of the central black earth region. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and Practice of Combating Parasitic Diseases": Proceedings of the International Scientific Conference*. 2018; 19: 413-416. (In Russ.)

17. Romashova E. N., Rogov M. V., Romashov B. V., Nikulin P. I. Helminths of wild carnivores of the Voronezh region: ecological and faunistic analysis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian parasitological journal.* 2014; 1: 315-316. (In Russ.)

18. Safiullin R. T., Musatov M. A. Parasitic diseases of fur animals, means and methods of their treatment. Moscow: VIGIS, 2009; 53-68. (In Russ.)

19. Tsvetkov I. N., Korablev N. P. Helminth fauna of mustelids (*Neovison vison, Lutra lutra, Martes martes, Mustela putorius, Meles meles*) of the center of the European part of Russia (preliminary results). *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and Practice of Combating Parasitic Diseases": Proceedings of the International Scientific Conference.* 2019; 20: 678-682. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.678-683

20. Tsvetkov I. N., Tsvetkova K. N., Korablev N. P. Helminths of wild mustelids (*Neovison vison, Lutra lutra, Martes martes, Mustela putorius*) of the Tver and Pskov regions. *Vestnik okhotovedeniya = Bulletin of hunting science.* 2021; 18 (1): 36-46. (In Russ.)

21. Pavlovic I., Gavrilović P., Zdravković N., Stanojevic S., Vojinovic D., Kureljušić J. The first record of Molineus patens (Dujardin, 1845) in foxes (*Vulpes vulpes* L.) in Serbia and the Western Balkans. *Veterinarski glasnik.* 2020; 75 (00): 18-18. https://doi.org/10.2298/VETGL200517018P

The article was submitted 19.03.2025; approved after reviewing 25.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Panova Olga A., Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Biology and Biological Foundations of Prevention; SPIN: 8614-5941, Researcher ID: I-6971-2018, Scopus ID: 57189098000.

Khrustalev Alexander V., Senior Researcher, SPIN: 5953-4282, Researcher ID: R-9841-2016, Scopus ID: 6701329015.

Andreyanov Oleg N., Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Parasitic Zoonoses; SPIN: 5777-0976, Researcher ID: U-8168-2018, Scopus ID: 55912509600.

Lapasova Anastasia S., laboratory assistant.

Kuznetsov Kirill S., Junior Research Fellow; SPIN: 3943-9703.

Contribution of the authors:

Panova O. A. – development of experiment design, researching the material, writing the text of the manuscript.

Khrustalev A. V. – identification of pathogens, analysis of the data obtained, development of the design of the manuscript, writing the text of the manuscript.

Andreyanov O. N. – development of experiment design, researching the material, writing the text of the manuscript.

Lapasova A. S. – researching the material, reviewing publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

Kuznetsov K. S. – researching the material, reviewing publications on the topic of the article.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.993.192.6

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-172-180

Эпизоотологические особенности бабезиоза собак в Волгоградской области

Акимова Светлана Александровна [1], Ряднов Алексей Анатольевич [2], Фоменко Светлана Анатольевна [3]

[1-3] Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

[1] akimovaca@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-5422-9255

[2] radnov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6381-9353

[3] svetlana.fomenko@icloud.com, https://orcid.org/0009-0008-7915-2782

Аннотация

Цель исследования – изучение эпизоотологических особенностей бабезиоза собак в Волгоградской области.

Материалы и методы. Изучение эпизоотологической ситуации по бабезиозу собак в Волгоградской области проводили в 2019–2024 гг. Диагноз на бабезиоз устанавливали с учетом данных анамнеза, результатов клинических исследований и лабораторной диагностики. Кровь для изготовления мазка у щенков брали из сосудов хвоста, у взрослых собак – из кровеносных сосудов уха. Мазки фиксировали метиленовым спиртом и окрашивали по Романовскому-Гимзе, а также анализировали статистические материалы ветеринарных клиник г. Волгограда и Волгоградской области.

Результаты и обсуждение. По результатам клинических и лабораторных исследований собак на территории Волгоградской области ежегодно бабезиоз проявляется в виде двух вспышек с апреля по май; менее выраженная вспышка – с октября по ноябрь. Экстенсивность инвазии при исследовании мазков крови собак составила 3,22–4,04%. Проанализирована современная ситуация по бабезиозу собак на территории Волгоградской области за последние 6 лет с 2019 по 2024 гг. Данное заболевание имеет большое значение для собаководства, так как в последние годы оно протекает в атипичной форме и может возникать даже в зимние месяцы. Наибольшее число больных бабезиозом отмечено в группе от 1 до 4 лет (41,0%), немного меньше – в группе старше 4 лет (31,9%) и наименьшее число – в возрасте до 1 года (27,1%).

Ключевые слова: бабезиоз, кровепаразиты, собаки, экстенсивность инвазии, эпизоотология, Волгоградская область

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Акимова С. А., Ряднов А. А., Фоменко С. А.* Эпизоотологические особенности бабезиоза собак в Волгоградской области // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 172–180.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-172-180

© Акимова С. А., Ряднов А. А., Фоменко С. А., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Epizootological features of canine babesiosis in the Volgograd Region

Svetlana A. Akimova [1], Alexey A. Ryadnov [2], Svetlana A. Fomenko [3]

[1-3] Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

[1] akimovaca@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-5422-9255

[2] radnov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6381-9353

[3] svetlana.fomenko@icloud.com, https://orcid.org/0009-0008-7915-2782

Abstract

The purpose of the research is to study epizootological features of canine babesiosis in the Volgograd Region.

Materials and methods. The epizootological situation on canine babesiosis in the Volgograd Region was studied in 2019–2024. Babesiosis was diagnosed based on anamnestic data, clinical study results, and laboratory diagnostics. Blood for smears was taken from the tail vessels in puppies, and ear blood vessels in adult dogs. Smears were fixed with methylene alcohol and stained by the Romanowsky-Giemsa staining, and statistical materials from Volgograd and Volgograd Region veterinary clinics were analyzed.

Results and discussion. Results of clinical and laboratory examinations of dogs in the Volgograd Region show that babesiosis annually occur as two outbreaks from April to May; a less pronounced outbreak is from October to November. The infection prevalence was 3.22–4.04% in the study of dogs' blood smears. The current situation was analyzed for canine babesiosis in the Volgograd Region over the past 6 years, from 2019 to 2024. This disease has a major effect on dog breeding, since it has taken an atypical form in recent years and can even occur in the winter months. The largest number of patients with babesiosis was in the age group of 1 to 4 years (41.0%); slightly less, in the group over 4 years (31.9%); and the smallest number, under 1 year (27.1%).

Keywords: babesiosis, haematophagous parasites, dogs, prevalence, epizootology, Volgograd Region

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Akimova S. A., Ryadnov A. A., Fomenko S. A. Epizootological features of canine babesiosis in the Volgograd Region. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):172–180. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-172-180

© Akimova S. A., Ryadnov A. A., Fomenko S. A., 2025

Введение

Собаководство имеет большое значение для человека. Сдерживающим фактором развития собаководства являются инфекционные и инвазионные болезни, среди которых значительное место занимает бабезиоз (пироплазмоз) [9].

Бабезиоз – кровопаразитарное заболевание, вызываемое простейшим паразитом *Babesia canis* [18]. Возбудители заболевания – бабезии – паразитируют в эритроцитах, вызывая их разрушение [11]. При этом высвобождается большое количество токсичных веществ, действие которых и обусловливает клиническую картину болезни [15]. Клинические проявления возникают, когда число пораженных эритроцитов достигает 3–5% [5]. Переносчиками бабезий являются иксодовые клещи. Смертность от данной болезни высока [18]; болезнь характеризуется высокой летальностью молодых и ослабленных животных [19], поэтому крайне важными являются своевременная диагностика, лечение и профилактика бабезиоза [18].

Диагноз на бабезиоз ставят с учетом эпизоотологических и лабораторных данных, клинических признаков [7]. Своевременное и качественное проведение диагностических исследований позволяет быстро и точно установить этиологическую причину болезни, опре-

делить ее тяжесть и организовать эффективное лечение больных животных [8]. Эпизоотологический процесс зависит от патогенности возбудителя, иммунного ответа хозяина, числа иксодовых клещей [14]. Особую роль играет способность бабезий передаваться трансовариально между поколениями членистоногих и сохраняться таким образом до 40 поколений даже без присутствия плотоядных [13].

Бабезиоз собак в последнее время приобретает массовый характер и наносит существенный ущерб здоровью животных, поскольку сопровождается сильнейшей интоксикацией, связанной с нарушением функций жизненно важных органов [17].

В Республике Татарстан отсутствие длительных заморозков и низких температур (до -13 °C) способствует сохранению иксодовых клещей и приобретению резистентности к действию внешних факторов. В последние годы заболевание регистрируют круглогодично независимо от сезона [4].

Заболеваемость собак бабезиозом в г. Пятигорске составляет, в среднем, 15–20%, а в период сезонных вспышек (март-май, сентябрь-ноябрь) – 50–55% [6]. В Ставропольском крае заболеваемость собак бабезиозом составляет 0,37% [2]. На территории Северо-Кавказского федерального округа, в г. Ставрополе носительство *Babesia canis* варьирует в зависимости от времени года и достигает, в среднем, 4% от общего числа заболеваний [20]. Средний показатель пораженности собак бабезиозом в г. Барнауле – 36,3% [16]. На территории Воронежской области отмечают две сезонные вспышки бабезиоза собак – весеннюю с ЭИ 20,2% и осеннюю с ЭИ 23,0% [3]. Средняя экстенсивность инвазии в Воронежской области колеблется в пределах 5,71–19,23% [12].

За последнее время заболеваемость возросла в связи с урбанизацией, увеличением численности собак, плотности их заселения и образованием вторичных синантропных очагов [21]. В период активности иксодовых клещей *Dermacentor reticulatus* (апрель-июнь и август-сентябрь) зараженность животных в г. Рязани *Babesia canis* достигает 45,7% при уровне паразитемии от 0,5–2,5 до 18–21% [10]. Заболеваемость собак бабезиозом в Наро-Фоминском районе Московской области и Камышловском районе Свердловской области колеблется от 76,6 до 97,5% в зависимости от возраста животных, сезона года, природно-климатических условий данного региона [1].

В г. Пятигорске отмечено, что к бабезиозу восприимчивы собаки разного возраста. Более тяжелое течение болезни наблюдают у молодых собак в возрасте до 1 года и старых (старше 10 лет) [6]. В г. Барнауле наибольшая зараженность бабезиозом отмечена у собак в возрасте от 1 до 4 лет. ЭИ составляет 41,2% (36,7–46,2%). Несколько в меньшей степени зарегистрировано больных среди собак старше 4 лет – 30,2%. В наименьшей степени инвазированы собаки в возрасте до 1 года – 28,6% [16].

В доступной научной литературе имеются сведения по заболеваемости бабезиозом собак, с учетом сезонности и численности больных [1-4, 6, 10, 12, 16, 20], возраста восприимчивых животных [6, 16]. Таковых данных по Волгоградской области нет, поэтому нами были проведены исследования с 2019 по 2024 гг.

Целью наших исследований было изучение особенностей распространения бабезиоза у собак на территории Волгоградской области.

Материалы и методы

Работа выполнена в 2019–2024 гг. на кафедре «Ветеринарно-санитарная экспертиза, заразные болезни и морфология» Волгоградского государственного аграрного университета, а также в ветеринарных клиниках Волгоградской области. Диагноз на бабезиоз устанавливали с учетом данных анамнеза, результатов клинических исследований и лабораторной диагностики. Исследовано 825 проб крови от больных собак, в анамнезе у которых были выявлены укусы иксодовых клещей. Кровь для изготовления мазка у щенков брали из сосудов хвоста, у взрослых собак – из кровеносных сосудов уха. Мазки фиксировали метиленовым спиртом и окрашивали по Романовскому-Гимзе. Проанализированы статистические материалы ветеринарных клиник г. Волгоград и Волгоградской области.

Результаты и обсуждение

По результатам лабораторных исследований крови, бабезиоз диагностировали у 339 собак, что составило 41,09% от общего числа исследованных животных. Наибольший процент зараженности собак бабезиозом установлен в 2019 г. (70,70%), наименьший – в 2021 г. (24,66%) (табл. 1).

Таблица 1

Число обследованных и больных бабезиозом собак в Волгоградской области

Table 1

The number of examined and sick dogs with babesiosis in the Volgograd region

Год	Число исследованных на бабезиоз собак	Число собак с подтверждённым диагнозом	% собак с подтверждённым диагнозом
2019	157	111	70,70
2020	121	49	40,49
2021	146	36	24,66
2022	120	47	39,17
2023	134	41	30,59
2024	147	55	37,41
Итого	825	339	41,09

Таким образом, за исследуемый период экстенсивность инвазии бабезиями снизилась с 70,70 до 37,41% (рис. 1).

По нашим наблюдениям, пик заболеваемости собак бабезиозом приходился на апрель-май, а с июня по сентябрь резко снижалась

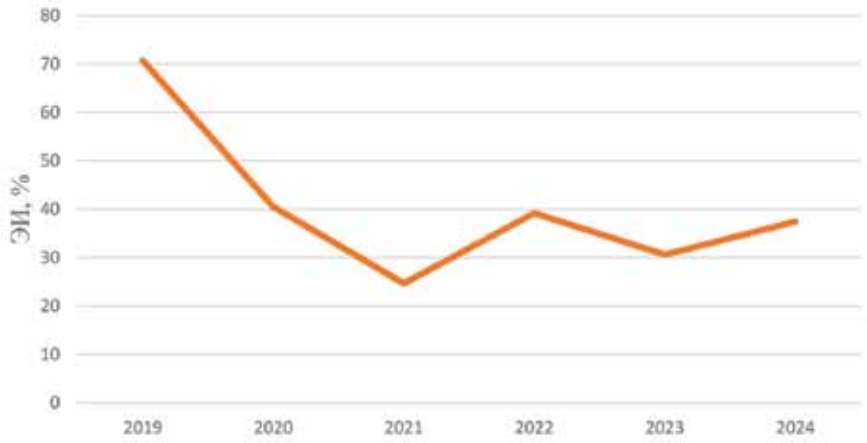

Рис. 1. Динамика заболеваемости собак бабезиями в Волгоградской области за 2019–2024 гг.

Fig. 1. Dynamics of *Babesia* spp. infection in dogs in the Volgograd region for 2019–2024

активность иксодовых клещей. В период с октября по ноябрь было небольшое увеличение числа больных бабезиозом и с декабря по февраль отмечали единичные случаи болезни (табл. 2).

В 2019 г. было выявлено наибольшее число больных бабезиозом собак; болезнь зарегистрирована во все месяцы года кроме января и июля; наибольшее число – в мае (28) и в апреле (26). Наименьшее число случаев отмечено в 2021 г. В этот год заболевание выявляли только с февраля по май, август и октябрь-ноябрь. Единичные случаи нападения клещей на собак и обнаружения бабезий в крови регистрировали практически круглогодично, в том числе и в зимние месяцы (рис. 2).

Исследовали на бабезиоз собак в возрасте до 1 года, от 1 до 4 лет и свыше 4 лет. Наибольшее число больных отмечали в группе животных от 1 до 4 лет (за 6 лет – 139 собак, 41,0%), затем по числу больных были животные старше 4-летнего возраста – 108 (31,9%) и наименьшее число у собак в возрасте до 1 года – 92 (27,1%) (табл. 3, рис. 3).

Заключение

Бабезиоз собак в Волгоградской области имеет выраженную сезонность, характери-

Таблица 2

Число больных бабезиозом собак в Волгоградской области по месяцам

Table 2

The number of sick dogs with babesiosis in the Volgograd region by month

Год	Число больных бабезиозом собак по месяцам											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2019		6	16	26	28	2		3	6	18	5	1
2020	2		8	10	6	2	1		2	8	9	1
2021		4	4	10	7			1		3	7	
2022	1		9	9	7	2	2		2	8	7	
2023		3	5	11	6	1	2	2	1	2	8	
2024	1	5	9	11	8	4	1	1		9	6	
Итого	4	18	51	77	62	11	6	7	11	48	42	2

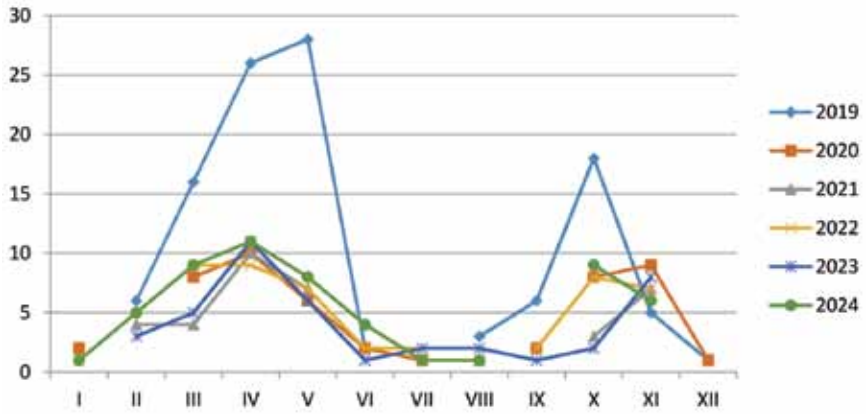

Рис. 2. Сезонная динамика заболеваемости собак бабезиозом в Волгоградской области

Fig. 2. Seasonal dynamics of *Babesia* spp. infection in dogs in the Volgograd region

Таблица 3

Заболеваемость собак бабезиозом в Волгоградской области по возрастам

Table 3

***Babesia* spp. infection in dogs in the Volgograd region by age**

Год	Число собак с диагнозом бабезиоз	Число и процент заболевших собак в возрасте		
		до 1 года	от 1 до 4 лет	свыше 4 лет
2019	111	30 (27,0)	47 (42,3)	34 (30,7)
2020	49	13 (26,5)	20 (40,8)	16 (32,7)
2021	36	10 (37,8)	14 (38,9)	12 (33,3)
2022	47	13 (27,7)	19 (40,4)	15 (31,9)
2023	41	11 (26,8)	17 (41,5)	13 (31,7)
2024	55	15 (27,3)	22 (40,0)	18 (32,7)
Итого	339	92 (27,1)	139 (41,0)	108 (31,9)

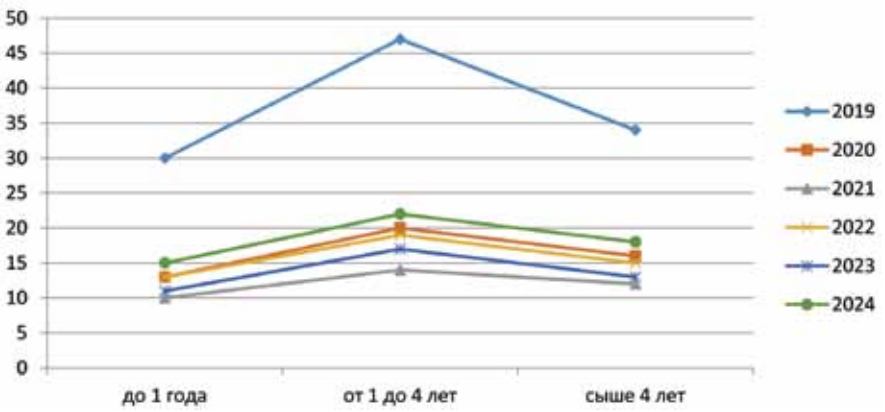

Рис. 3. Возрастная динамика заболеваемости собак бабезиозом в Волгоградской области

Fig. 3. Age dynamics of *Babesia* spp. infection of dogs in the Volgograd region

зующуюся пиками: первый приходится на апрель-май; с июня по сентябрь резко снижается активность иксодовых клещей; второй, менее выраженный, наблюдается в октябре-ноябре. Экстенсивность инвазии собак бабезиями с 2019 по 2024 гг. составила 3,22-4,04%. Наибольшее число больных отмечали ежегодно у собак от 1 до 4-летнего возраста (41%); зараженность снижалась у собак старше 4 лет (31,9%) и наименьший показатель был у животных до 1 года (27,1%).

При сравнении полученных данных по сезонности и возрастной динамике бабезиоза собак в Волгоградской области с литературными данными по другим регионам, видно, что они во многом совпадают, но из-за потепления климата иксодовые клещи активизируются зимой и заболевание прекращает носить строго сезонный характер. Данное заболевание приобретает с каждым годом все более массовый характер, связанный с потеплением климата, расширением ареала обитания иксодовых клещей и увеличением численности собак в городах и населенных пунктах.

Список источников

1. *Абрамов А. В., Петрова О. Г.* Эпизоотологические особенности распространения бабезиоза собак на модели двух областей // Аграрный вестник Урала. 2015. № 5. С. 28-30.
2. *Белик Ю. И., Луцук С. Н.* Патогистологические изменения в органах собак при бабезиозе // Российский паразитологический журнал. 2009. № 1. С. 48-54.
3. *Беспалова Н. С., Мыздриков Д. Г.* Сезонная динамика бабезиоза собак в Воронежской области // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. № 222. С. 27-30.
4. *Газизова Э. Д., Тимербаева Р. Р., Идрисов А. М.* Сезонная динамика и лечение бабезиоза собак // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. № 251. С. 67-70. https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-3-251-67
5. *Дерхо М. А., Самойлова Е. С.* Оценка сопряженности воспалительного процесса в почках с гематологическими показателями при бабезиозе собак // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2011. № 207. С. 182-186.
6. *Заиченко И. В., Заиченко В. И., Оробец В. А.* Бабезиоз собак на территории города Пятигорска // Российский паразитологический журнал. 2010. № 3. С. 64-66.
7. *Ковальчук И. И.* Морфология печени собак при бабезиозе // Ученые записки Витебской государственной академии ветеринарной медицины. 2014. № 2-1. С. 87-90.
8. *Кривко М. С., Тамбиев Т. С., Тазаян А. Н., Миронова А. А.* Диагностика и лечение при ассоциативном течении эрлихиоза и бабезиоза у собак // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (60). С. 180-183.

9. *Луцук С. Н., Темичев К. В., Пономарева М. Е.* Течение бабезиоза собак в моно- и миксинвазии с лептоспирозом // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 4. С. 99-105.

10. *Мазитова О. Ю.* Распространение бабезиоза собак в г. Рязани и комплексная терапия // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. 2014. № 4 (24). С. 31-36.

11. *Мыздриков Д. Г.* Результаты биохимических исследований крови собак, больных бабезиозом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 172-175.

12. *Мыздриков Д. Г., Беспалова Н. С.* Ретроспективный анализ и современное состояние зараженности собак бабезиозом в г. Воронеже // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2010. № 2. С. 47-50.

13. *Нижельская Е. И., Гаркушин Е. В.* Лечение собак при бабезиозе: динамика клинических и гематологических показателей // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. № 2. С. 170-175. https://doi.org/10.24412/2311-6447-2024-2-170-175

14. *Новикова М. Ю., Тихая Н. В., Пономарев Н. М.* Лечение и профилактика бабезиоза собак в городе Барнауле // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 10 (192). С. 95-99.

15. *Первушина О. А.* Оценка эффективности применения криоконсервированных эритроцитов для коррекции состояния собак, больных бабезиозом // Животноводство и ветеринарная медицина. 2015. № 3. С. 46-50.

16. *Понамарев Н. М., Тихая Н. В., Новикова М. Ю.* Эпизоотология бабезиоза среди собак в городе Барнауле // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5. С. 136-141.

17. *Санин А. В., Кожевникова Т. Н., Агафонова А. Д., Анников В. В., Анникова Л. В.* Гамавит повышает эффективность терапии бабезиоза собак: контролируемое исследование // Ветеринарный журнал Беларуси. 2017. № 1. С. 39-42.

18. *Стасюкевич С. И.* Проблема бабезиоза собак // Ветеринарный журнал Беларуси. 2015. № 1. С. 51-55.

19. *Чвала А. В.* Системная энзимотерапия при комплексном лечении бабезиоза собак // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2013. № 1. С. 85-87.

20. *Червяков Д. Э., Луцук С. Н., Дилекова О. В., Проскурин Д. А.* Изменение гематологических показателей крови при остром и хроническом течении бабезиоза у собак // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 3. С. 130-134. https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2020.3.130

21. *Шевелева И. А.* Бабезиоз собак: актуальность, диагностика, лечение, профилактика // Молодежь и наука. 2012. № 1. С. 120-122.

Статья поступила в редакцию 06.03.25; одобрена после рецензирования 25.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Акимова Светлана Александровна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, заразных болезней и морфологии; SPIN-код: 5524-6739.

Ряднов Алексей Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы, заразных болезней и морфологии; SPIN-код: 425-524, Researcher ID: K-1975-2017, Scopus ID: 57503246100.

Фоменко Светлана Анатольевна, старший преподаватель, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, заразных болезней и морфологии.

Вклад авторов:

Акимова С. А. – исследование материала, анализ полученных данных, написание текста рукописи.

Ряднов А. А. – анализ полученных данных, написание текста рукописи, критический пересмотр рукописи в части значимого интеллектуального содержания.

Фоменко С. А. – исследование материала, написание текста рукописи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Abramov A. V., Petrova O. G. Epizootological features of canine babesiosis transmission on the model of two regions Agrarian. *Bulletin of the Urals*. 2015; 5: 28-30. (In Russ.)
2. Belik Yu. I., Lutsuk S. N. Pathohistological changes in the organs of dogs with babesiosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2009; 1: 48-54. (In Russ.)
3. Bespalova N. S., Myzdrikov D. G. Seasonal dynamics of canine babesiosis in the Voronezh Region. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana = Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2015; 222: 27-30. (In Russ.)
4. Gazizova E. D., Timerbaeva R. R., Idrisov A. M. Seasonal dynamics and treatment of canine babesiosis. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana = Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2022; 251: 67-70. (In Russ.) https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-3-251-67
5. Derkho M. A., Samoylova E. S. Association evaluation of an inflammatory process in kidneys with hematological parameters in canine babesiosis. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana = Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2011; 207: 182-186. (In Russ.)
6. Zaichenko I. V., Zaichenko V. I., Orobets V. A. Babesiosis in dogs in Pyatigorsk. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2010; 3: 64-66. (In Russ.)
7. Kovalchuk I. I. Morphology of the liver of dogs with babesiosis. *Uchenyye zapiski Vitebskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny = Scientific Notes of the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine.* 2014; 2-1: 87-90. (In Russ.)
8. Krivko M. S., Tambiev T. S., Tazayan A. N., Mironova A. A. Diagnostics and treatment of associated ehrlichiosis and babesiosis in dogs. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. 2020; 1 (60): 180-183. (In Russ.)
9. Lutsuk S. N., Temichev K. V., Ponomareva M. E. Babesiosis progression in dogs in mono- and mixed infection with leptospirosis. *Vestnik APK Stavropol'ya = Bulletin of the Stavropol AIC.* 2015; 4: 99-105. (In Russ.)
10. Mazitova O. Yu. Canine babesiosis transmission in Ryazan and combined therapy. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva = Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev.* 2014; 4 (24): 31-36. (In Russ.)
11. Myzdrikov D. G. Results of biochemical studies of blood from dogs with babesiosis. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2013; 4: 172-175. (In Russ.)
12. Myzdrikov D. G., Bespalova N. S. Retrospective analysis and current status of Babesia infection in dogs in Voronezh. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Voronezh State Agrarian University.* 2010; 2: 47-50. (In Russ.)
13. Nizhelskaya E. I., Garkushin E. V. Treatment of dogs with babesiosis: dynamics of clinical and hematological parameters. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya = Technologies of food and processing industry of the AIC - healthy foods.* 2024; 2: 170-175. (In Russ.) https://doi.org/10.24412/2311-6447-2024-2-170-175
14. Novikova M. Yu., Tikhaya N. V., Ponomarev N. M. Treatment and prevention of canine babesiosis in Barnaul. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2020; 10 (192): 95-99. (In Russ.)
15. Pervushina O. A. Efficacy evaluation of cryopreserved red blood cells for correcting the condition of dogs with babesiosis. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina = Animal Husbandry and Veterinary Medicine.* 2015; 3: 46-50. (In Russ.)
16. Ponomarev N. M., Tikhaya N. V., Novikova M. Yu. Epizootology of babesiosis among dogs in Barnaul. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2018; 5: 136-141. (In Russ.)
17. Sanin A. V., Kozhevnikova T. N., Agafonova A. D., Annikov V. V., Annikova L. V. Gamavit increases the effectiveness of canine babesiosis therapy: a controlled study. *Veterinarnyy zhurnal Belarusi = Belarus Veterinary Journal*. 2017; 1: 39-42. (In Russ.)

18. Stasyukevich S. I. The problem of babesiosis in dogs. *Veterinarnyy zhurnal Belarusi = Belarus Veterinary Journal.* 2015; 1: 51-55. (In Russ.)

19. Chvala A. V. Systemic enzyme therapy in combined treatment of canine babesiosis. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii = Regulatory issues in veterinary medicine*. 2013; 1: 85-87. (In Russ.)

20. Chervyakov D. E., Lutsuk S. N., Dilekova O. V., Proskurin D. A. Changes in hematological parameters in acute and chronic babesiosis in dogs. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International Bulletin of Veterinary Medicine.* 2020; 3: 130-134. (In Russ.) https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2020.3.130

21. Sheveleva I. A. Canine babesiosis: relevance, diagnostics, treatment, prevention. *Molodezh' i nauka = Youth and Science.* 2012; 1: 120-122. (In Russ.)

The article was submitted 06.03.2025; approved after reviewing 25.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Akimova Svetlana A., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Examination, Infectious Diseases and Morphology; SPIN: 5524-6739.

Ryadnov Alexey A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Infectious Diseases and Morphology; SPIN: 425-524, Researcher ID: K-1975-2017, Scopus ID: 57503246100.

Fomenko Svetlana A., Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Infectious Diseases and Morphology.

Contribution of the authors:

Akimova S. A. – material research, obtained data analysis, manuscript writing.

Ryadnov A. A. – obtained data analysis, manuscript text writing, manuscript critical revision for significant intellectual content.

Fomenko S. A. – material research, manuscript text writing, final approval of article version for publication.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.1; 619:616.995.132.6

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-181-189

Совершенствование прижизненной и посмертной диагностики трихинеллеза у *Gallus gallus* при экспериментальном заражении *Trichinella pseudospiralis*

Жданова Ольга Борисовна [1], Успенский Александр Витальевич [2], Русских Арина Игоревна [3], Андреянов Олег Николаевич [4], Малышева Наталья Семеновна [5], Часовских Ольга Владимировна [6]

[1-5] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[1, 6] Вятский государственный агротехнологический университет, Киров, Россия

[1] oliabio@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0009-4038-7143

[2] uspenskii@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0001-9115-9890

[3] russkikh-arina17@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0005-1781-2501

[4] andreyanov@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0003-3357-9322

[5] malyisheva@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-4659-5439

[6] beoli@mail.ru, https://orcid.org/0009-0005-1781-2501

Аннотация

Цель исследований – изучить распределение личинок *Trichinella pseudospiralis* в различных мышцах экспериментально инвазированных кур-несушек (*Gallus gallus*). Проанализировать имеющиеся методики для посмертной диагностики трихинеллеза методами трихинеллоскопии (КТ) и осадка после переваривания (пептолиз), вызванного *T. pseudospiralis* у птиц с уточнением расположения данных личинок в мышечной ткани и выявлением особо поражаемых групп мышц.

Материалы и методы. Методом аналогов сформированы опытные группы, которым вводили изолят личинок *T. pseudospiralis* в дозе 2 лич. /г массы тела. Личинки *T. pseudospiralis*, используемые для экспериментального заражения птицы, первоначально выделены из мышечной ткани диких Кошачьих, и поддерживались на лабораторных животных. С целью определения числа личинок *T. pseudospiralis* при распределении их в мышцах птиц через 4,5 мес. после экспериментального заражения кур-несушек опытной группы подвергли эвтаназии. В диагностических целях исследовали мышцы головы и пищевода, межреберные, ножки диафрагмы; применяли метод КТ с изготовлением фотографий на оборудовании Vision Bio, 2014. Отдельно исследовали мышцы груди и шеи птиц путем их препарирования. Объекты исследования микроскопировали при увеличении × 20 и × 80. Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных пакетов программ MS Excel и Statgraphics.

Результаты и обсуждение. Методом КТ обнаружено, что личинки *T. pseudospiralis* располагаются в мышцах у птиц крайне неоднородно. Это отмечали как при изготовлении срезов из одной локализации в пределах одной группы мышц, так и в различных группах исследуемых мышц. Наибольшее число личинок у кур-несушек обнаружено в мышцах головы и языка (3,70±0,50 и 5,20±0,30 экз.) в одном срезе, меньшее – в мышцах шеи и межреберных. Методы КТ и пептолиза ткани мышц в искусственном желудочном соке, используемые для постмортальной диагностики трихинеллеза, вызванного *T. spiralis* и *T. pseudospiralis*, достаточно надежны, позволяют обнаружить источники инвазии и предотвратить развитие опасного зооноза у человека. Данные методы можно применять для исследований на трихинеллез, в том числе, при наработке антигена, изучения чувствительности личинок к антигельминтикам и в качестве лабораторных моделей.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Ключевые слова: трихинеллез, прижизненная диагностика, посмертная диагностика, экспериментальное заражение, куры-несушки

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2025-0001 без привлечения дополнительных источников финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Жданова О. Б., Успенский А. В., Русских А. И., Андреянов О. Н., Малышева Н. С., Часовских О. В.* Совершенствование прижизненной и посмертной диагностики трихинеллеза у *Gallus gallus* при экспериментальном заражении *Trichinella pseudospiralis* // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 181–189.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-181-189

© Жданова О. Б., Успенский А. В., Русских А. И., Андреянов О. Н., Малышева Н. С., Часовских О. В., 2025

Original article

Improving life-time and postmortem diagnostics of trichinellosis in *Gallus gallus* in experimental infection with *Trichinella pseudospiralis*

Olga B. Zhdanova [1], Aleksandr V. Uspensky [2], Arina I. Russkikh [3], Oleg N. Andreyanov [4], Natalya S. Malysheva [5], Olga V. Chasovskikh [6]

[1-5] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[1, 6] Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia

[1] oliabio@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0009-4038-7143

[2] uspenskii@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0001-9115-9890

[3] russkikh-arina17@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0005-1781-2501

[4] andreyanov@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0003-3357-9322

[5] malyisheva@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-4659-5439

[6] beoli@mail.ru, https://orcid.org/0009-0005-1781-2501

Abstract

The purpose of the research is to study the distribution of *Trichinella pseudospiralis* larvae in various muscles of experimentally infected laying hens (*Gallus gallus*). To analyze the available methods for postmortem diagnostics of trichinellosis by trichinelloscopy (CT) and sedimentation after digestion (peptolysis) caused by *T. pseudospiralis* in birds with the clarified location of such larvae in muscle tissue and identified particularly affected muscle groups.

Materials and methods. The analog method formed experimental groups that were given *T. pseudospiralis* larvae isolate at a dose of 2 specimens/g of body weight. *T. pseudospiralis* larvae used for experimental infection of the poultry were initially isolated from muscle tissue of wild felines and maintained in laboratory animals. To determine the number of *T. pseudospiralis* larvae distributed in the birds' muscles at 4.5 months after the experimental infection, the laying hens from the experimental group were euthanatized. For diagnostic purposes, head and esophagus muscles, intercostal muscles, and crura of diaphragm were examined; the CT method was used with photographs taken with Vision Bio equipment, 2014. The birds' pectoral muscles and the muscles of the neck were examined separately by dissection. The study objects were microscopically examined at ×20 and ×80 magnification. The obtained data were processed using standard MS Excel and Statgraphics packages.

Results and discussion. The CT method revealed that *T. pseudospiralis* larvae were highly heterogeneously located in the birds' muscles. This was noted when sections were made from one localization both within one muscle group and in different groups of the studied muscles. The greatest number of larvae was found in the head and the tongue muscles in the laying hens (3.70±0.50 and 5.20±0.30 specimens) in one section, and a smaller number in the muscles of the neck and intercostal muscles. CT and peptolysis of muscle tissue in artificial gastric juice used for postmortem diagnostics of trichinellosis caused by *T. spiralis* and *T. pseudospiralis* are quite reliable and allow for detecting infection sources and

preventing dangerous zoonosis in humans. These methods can be used for trichinellosis research, including antigen production, studying the anthelmintic sensitivity in larvae, and as laboratory models.

Keywords: trichinellosis, life-time diagnostics, postmortem diagnostics, experimental infection, laying hens

Acknowledgements. The study was performed within the Basic Scientific Research Program in the Russian Federation for the long-term period (2021-2030), which forms the basis of State Task No. FGUG-2025-0001 without attracting further sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Zhdanova O. B., Uspensky A. V., Russkikh A. I., Andreyanov O. N., Malysheva N. S., Chasovskikh O. V. Improving life-time and postmortem diagnostics of trichinellosis in *Gallus gallus* in experimental infection with *Trichinella pseudospiralis*. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):181–189. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-181-189

© Zhdanova O. B., Uspensky A. V., Russkikh A. I., Andreyanov O. N., Malysheva N. S., Chasovskikh O. V., 2025

Введение

Один из наиболее опасных зоонозов, трихинеллез, зарегистрирован у многих десятков видов позвоночных (более 120). Несмотря на то, что наиболее хорошо изучен его возбудитель *Trichinella spiralis*, не менее важными и актуальными являются вопросы диагностики и профилактики трихинеллеза, вызванного другими видами трихинелл, в том числе бескапсульными.

В РФ на настоящий момент зарегистрирована *T. pseudospiralis* (Garkavi, 1972) [1, 11, 12, 16]. Известно, что бескапсульные виды (*T. pseudospiralis*, *T. zimbabwensis* и др.) паразитируют у птиц и пресмыкающихся. Однако, эти нематоды также совершают полный биологический цикл развития в организмах не только у пресмыкающихся и птиц, но и у млекопитающих животных и человека, хотя в научной среде существуют различные точки зрения на особенности биологии бескапсульных видов. Точный ареал *T. pseudospiralis* в РФ еще до конца не выяснен. Известно, что трихинеллез, обусловленный паразитированием *T. pseudospiralis*, чаще регистрируют в СФО (наиболее известны случаи в Алтайском крае), а также в ДФО и на Кавказе. Причем, динамика показателей заболеваемости трихинеллезом как в СФО, ДФО, ПФО, так и, в целом, по РФ характеризуется резкими колебаниями, что объясняется наличием сезонных вспышек в результате употребления населением мяса диких животных, у которых наиболее часто встречается *T. pseudospiralis*. Во всех субъектах РФ пики заболеваемости обычно обусловлены местными вспышками, связанными с употреблением зараженного личинками *T. pseudospiralis* мяса или продуктов его переработки при невысоких температурах. Так, например, в Камчатском крае в 1996 г. зарегистрирована крупная вспышка трихинеллеза (49 человек) после употребления мяса домашней свиньи, зараженного этим возбудителем. Позднее, в 2003 г, случаи заболевания регистрировали в Алтайском крае, при этом был установлен диагноз трихинеллеза у людей, причиной которого явилось употребление в пищу мяса домашних кур, у которых позднее обнаруживали личинок *T. pseudospiralis* [1, 3, 6].

Ранее были зарегистрированы многочисленные случаи паразитирования бескапсульных трихинелл у ряда синантропных и диких видов животных [9, 10-13, 15, 17]. Так как личинки *T. pseudospiralis* не образуют капсул, этот вид более сложен в изучении по сравнению с капсулообразующими трихинеллами. Так, например, при скрещивании с другими видами он не проявляет предпочтения ни к одному из них; кроме того, имеются отличия при лечении инвазии у человека, вызванной бескапсульными видами [13, 14, 16].

Помимо трихинеллеза, вызванного *T. pseudospiralis*, у домашней и дикой птицы также регистрировали данный нематодоз у представителей семейства Felidae (отряд Carnivores) и Suidae (отряд Arciodactyla), хотя несомненно, что у домашних и диких свиней чаще паразитируют капсулообразующие виды трихинелл (*T. spiralis* и *T. nativa*). Причем, животные могут инвазироваться личинками трихинелл, прошедшими через желудочно-кишечный тракт птиц (ворон, голубей и др.), при наличии их доступа к кормам.

Особенностью заболеваемости этим нематодозом Куриных является отсутствие характерных клинических признаков трихинеллеза у домашней птицы, что является главной опасностью для людей. Кроме того, в настоящее время отсутствуют нормативные документы по прижизненной и послеубойной диагностике заболеваний, вызванных *T. pseudospiralis*, а также инструкции по исследованию мяса домашних кур. Так, отдел ветеринарно-санитарной экспертизы Алтайской краевой ветеринарной лаборатории рекомендует проводить отбор проб от мышц конечностей в месте перехода мышечной ткани в сухожилия, в то время как ряд авторов рекомендует подвергать КТ мышцы головы и шеи.

Основными постмортальными методами диагностики данного заболевания, рекомендованными нормативными документами РФ, являются КТ 24 срезов для домашних животных и 72 среза для диких, добытых в районах, где регистрируют трихинеллез и метод пептолиза или метод переваривания в искусственном желудочном соке (ИЖС). Эти методы применяют на всех типах предприятий мясоперерабатывающей промышленности, а также при исследовании мяса на ветеринарных станциях, рынках и пунктах по заготовке пушнины [1–3, 5].

Несмотря на несомненную эффективность данных методов, нередко исследователи не диагностируют бескапсульных личинок.

Учитывая вышесказанное, была предпринята попытка воспроизведения инвазии *T. pseudospiralis* у кур-несушек для уточнения клинических признаков инвазии и распределения в мышцах личинок трихинелл с учетом морфологических особенностей. Известно, что грудные мышцы домашних кур отличаются по гистологическому строению от мышц конечностей тем, что они имеют отличный состав по количеству миофибрилл, гликогена и миоглобина.

В зависимости от количества миофибрилл и наличия миоглобина различают белые и красные мышечные волокна. В белых волокнах миофибрилл больше, саркоплазмы меньше, благодаря чему они могут сокращаться более быстро. В то же время, в красных волокнах содержится большое количество гликогена и миоглобина, которые являются питательным субстратом для личинок трихинелл. Мышцы полуфабриката – «грудка» преимущественно состоят из белых волокон. По сравнению с красными мышцами, у них также ниже содержание актина и миозина и кровеносных сосудов. Эти мышцы расположены ближе к центру килевой кости, а масса этих мышц превышает массу других мышц тушки птицы [2, 4]. Грудные мышцы включают три очень крупных мышцы. Самые большие из них – большая грудная мышца (*m. pectoralis major*) и средняя грудная (*m. pectoralis medius*). Они располагаются под *m. pectoralis major* и малой грудной (*m. pectoralis minor*), которые не исследовали по отдельности при КТ. Также не исследовали отдельно малую грудную мышцу, которая находится между коракоидной и плечевой костями. Как правило, в доступных источниках указывают на меньшее число личинок *T. pseudospiralis*, регистрируемых в грудке, не детализируя указанные выше мышцы.

Учитывая определенный интерес ветеринарных работников к данной проблеме, на наш взгляд представляется актуальным проведение таких исследований методами КТ и пептолиза [7-9].

Целью данной работы было изучение распределения личинок *T. pseudospiralis* в различных отпрепарированных мышцах экспериментально инвазированных кур-несушек (*Gallus gallus*).

Материалы и методы

Методом аналогов были сформированы группы кур-несушек. Птицам (10 гол.) опытной группы для воспроизведения экспериментальной инвазии вводили изолят личинок *T. pseudospiralis* в дозе 2 лич. /г массы тела. Личинки *T. pseudospiralis*, используемые для экспериментального заражения птицы, первоначально выделены из мышечной ткани диких Кошачьих, и поддерживались на лабораторных животных (белые беспородные крысы).

С целью определения числа личинок *T. pseudospiralis* при распределении их в мышцах птицы через 4,5 мес. после экспериментального заражения кур-несушек опытной группы подвергли эвтаназии. Птиц из эксперимента выводили в соответствии с основными принципами положения Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board). В диагностических

целях исследовали различные группы мышц головы и пищевода, «грудки», межреберные, ножки диафрагмы методом КТ с изготовлением фотографий на оборудовании Vision Bio, 2014. Отдельно исследовали мышцы груди и шеи птиц путем их препарирования. Объекты исследования микроскопировали при увеличении × 20 и × 80. Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных пакетов программ MS Excel и Statgraphics.

Результаты

Птицы хорошо перенесли экспериментальное заражение. Однако, в течение первых трех недель было отмечено незначительное угнетение их активности. Взятие крови осуществляли во время вывода кур-несушек из эксперимента. Учитывая, что основными методами посмертной и послеубойной диагностики являются КТ и пептолиз, была предпринята попытка определения наиболее поражаемых мышц для оптимизации трихинеллоскопического контроля при инвазии *T. pseudospiralis* (табл. 1).

Таблица 1

Распределение личинок *Trichinella pseudospiralis* в мышцах кур-несушек

Table 1

Distribution of *Trichinella pseudospiralis* larvae in the muscles of laying hens

Мышцы	Среднее число личинок в срезе у кур-несушек, экз.
Головы: Язык Жевательные	 3,70±0,50 5,20±0,30
Шеи	4,20±0,25
Икроножные	4,50±0,30
Диафрагма (ножки) Межреберные	1,50±0,30 0,5±0,04

Установлено, что личинки *T. pseudospiralis* располагаются в мышцах птиц крайне неоднородно. Это отмечали как при изготовлении срезов из одной локализации в пределах одной группы мышц, так и в различных группах исследуемых мышц. Наибольшее число личинок у кур-несушек обнаружено в мышцах головы и языка, меньшее – в мышцах шеи и межреберных (рис. 1).

В симпластах большой грудной мышцы (*m. pectoralis major*) из всех ее частей (килевая, грудино-отростковая, ключичнокоракоидная), личинки не обнаружены лишь в ключичнокоракоидной. В средней грудной мышце (*m. pectoralis medius*), в том числе в области прикрепления к коракоидной кости, обнаружены немногочисленные личинки (рис. 2). В малой грудной мышце (*m. pectoralis minor*) у кур-несушек личинок не обнаружили (табл. 2).

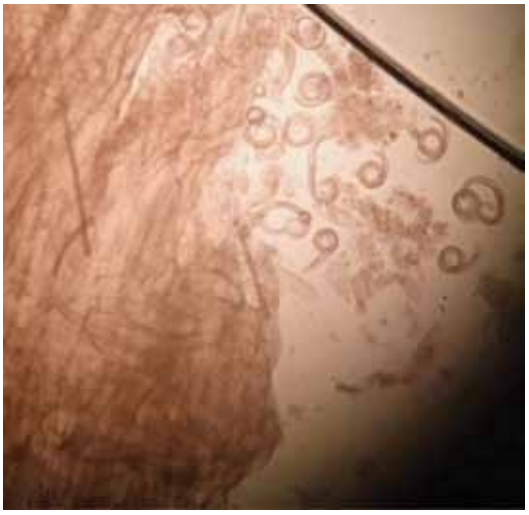

Рис. 1. Личинки *T. pseudospiralis* в мышцах головы (жевательные) (х 100)

Fig. 1. *T. pseudospiralis* larvae in the muscles of the head (chewing) (x 100)

Рис. 2. Личинки *T. pseudospiralis* в грудной мышце (*m. pectoralis medius*) (х 100)

Fig. 2. *T. pseudospiralis* larvae in the pectoral muscle (*m. pectoralis medius*) (x 100)

При сравнении данных, полученных при КТ и пептолизе установлено, что при пептолизе личинок (0,30±0,08 экз.) обнаруживали и в мышцах грудной части тушек у кур-несушек, хотя при исследовании в КТ они были обнаружены не во всех мышцах.

Таблица 2

Распределение личинок *T. pseudospiralis* в грудных мышцах кур-несушек

Table 2

Distribution of *T. pseudospiralis* larvae in the pectoral muscles of laying hens

Мышцы	Среднее число личинок в срезе у кур-несушек, экз.
Большая грудная В т. ч. килевая грудино-отростковая ключичнокоракоидная	0,24±0,10 0,2±0,05 0,2±0,03 0
Средняя грудная в области прикрепления к коракоидной кости	0,1±0,03
Малая грудная	0

Таким образом, необходимо применять метод пептолиза при отрицательных результатах в сомнительных случаях (например, наличие только полуфабрикатов грудки) для установления окончательного диагноза ветеринарными специалистами.

Обсуждение

Сомнительные результаты КТ при исследовании мяса птиц, боровой дичи и др. (отсутствие личинок, либо с деформированными, или подвергшимися деструкции) необходимо повторно исследовать методом пептолиза в отношении трихинеллеза, вызванного *T. pseudospiralis*. При подтверждении, или опровержении окончательного диагноза необходимо следовать инструкциям Сан ПиН 2014.

В РФ имеется достаточный арсенал оборудования для трихинеллоскопии, включая портативные устройства с автономным источником питания для полевой трихинеллоскопии. Помимо классических методов посмертной диагностики (КТ, пептолиз), имеется множество методов прижизненной диагностики, которые также с успехом можно применять для посмертной диагностики трихинеллеза. Об исследовании сыворотки крови, взятой при убое животных, мясного сока в ИФА и дот-ИФА, сообщает Л. А. Написанова с соавт. [5–8]. Помимо иммунологических реакций исследуют уровень кристаллогенной активности биосреды (кристаллоскопия) мясного сока [4, 5, 18].

Необходимо исследовать и диких плотоядных, особенно Кошачьих несмотря на то, что ранее при исследовании нами более 70 экз. рыси бескапсульные трихинеллы не обнаружены. Имеются сообщения о возможности инвазирования ими рыси. [4–8, 11].

Таким образом, вопрос о роли птиц в распространении трихинеллеза недостаточно изучен и является дискуссионным. Считается, что птицы, главным образом, хищные, в распространении трихинеллёзной инвазии среди морских млекопитающих играют не последнюю роль [7, 9, 10, 16, 17].

Учитывая изменения структуры источников инвазии в системе ветеринарно-санитарных мероприятий при трихинеллезе, вызванном *T. pseudospiralis* у боровой дичи, ведущее место занимает полевой трихинеллоскопический контроль на местах (КТ, ИФА и др.). Крайне актуальны разработки портативного оборудования для ветеринарной экспертизы и обучение охотников основным навыкам трихинеллоскопии [13–15]. Вполне возможно для диагностики применять серологические реакции (иммунологические, кристаллографические и гидрозоли-гидрогели) с мясным соком. Однако, до настоящего времени их использовали только для диагностики трихинеллеза свиней, вызванного *T. spiralis*.

Заключение

Следует отметить, что уточнение источников, путей передачи инвазии, вызываемой *T. pseudospiralis*, через птиц и других восприимчивых животных приобретает особую актуальность при анализе и детализации вспышек трихинеллеза у человека и животных. Мероприятия по профилактике заноса трихинеллеза, вызванного *T. pseudospiralis*, в придомовые хозяйства должны основываться, в первую очередь, на точной диагностике (методами компрессионной трихинеллоскопии и пептолиза), а также на предотвращении скармливания продуктов охоты домашним животным и птице, и предотвращение попадания синантропных животных и птиц на их территории.

Список источников

1. *Гаркави Б. Л.* Трихинеллез, вызываемый *Trichinella pseudospiralis* (морфология и биология возбудителя, эпизоотология и эпидемиология, диагностика, меры борьбы и профилактика) // Российский паразитологический журнал. 2007. № 2. С. 35-116.

2. *Жданова О. Б., Ашихмин С. П., Окулова И. И., Бельтюкова З. Н.* Распространенность *T. spiralis* и некоторые особенности профилактики трихинеллеза в Кировской области // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 1 (286). С. 46-49.

3. *Жданова О. Б., Окулова И. И., Зарубин Б. Е., Домский И. А., Успенский А. В., Написанова Л. А., Россохин Д. В.* Морфологические особенности и распределение личинок трихинелл в мышцах у рыси // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 2. С. 17-23. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2

4. *Мартусевич А. К., Жданова О. Б.* Исследование зависимости кристаллогенной активности биосреды от интенсивности экспериментальной инвазии *Trichinella spiralis* // Российский паразитологический журнал. 2013. № 2. С. 64-71.

5. *Написанова Л. А., Жданова О. Б., Успенский А. В., Мартусевич А. К., Клюкина Е. С.* К вопросу совершенствования технологий диагностики трихинеллеза у свиней // Свиноводство. 2020. № 6. С. 57-61. https://doi.org/10.37925/0039-713X-2020-6-57-61

6. *Одоевская И. М.* Значение птиц в диссеминации личинок *Trichinella* spp. в прибрежных и водных биоценозах // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2011 № 1. С. 12-16.

7. *Одоевская И. М.* О роли птиц в эпизоотологии трихинеллеза морских млекопитающих Арктического заполярья // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2010. № 3. С. 32-37.

8. *Успенский А. В., Жданова О. Б., Андреянов О. Н., Написанова Л. А., Малышева Н. С.* Трихинеллоскопия туш домашних и диких животных // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 3. С. 71-75. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-3

9. *Успенский А. В., Арисов М. В., Гулюкин М. И., Скворцова Ф. К.* Особенности ограничительных мероприятий при трихинеллезе // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 3. С. 88-92. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-3

10. *Файнфельд И. А.* Стресс и резистентность животных к паразитам. Благовещенск, 1988. 86 с.

11. *Файнфельд И. А.* Трихинеллез. Биробиджан: Дальневосточная государственная социально-гуманитарная академия, 2009. 96 с.

12. *Blair L. S., Campbell W. C.* Reversibility of thiabendazole-induced sterilization of *Trichinella spiralis*. Wiadomości parazytologiczne, 1971; 17 (5): 641-644.

13. *Campbell W. C., Blair L. S.* Chemotherapy of Trichinella spiralis Infections (a review). Experimental Parasitology, 1974; 35 (2): 304-334.

14. *Finefield I. A.* The effect of helmatac on different species of Trichinella. Abstracts of papers, Third International Conference on Trichinellosis. Miami Beach, Florida, 1972; 71-72.

15. *Finefield I. A.* The effect thiabendazole in human trichinellosis. Abstracts of papers, Forth International Conference on Trichinellosis. Poznan, 1976; 16-17.

16. *Kim C. W., Pawłowski Z. S.* Trichinellosis: proceedings of the Fourth International Conference on Trichinellosis, Poznań, Poland. 1976; 519-523.

17. *Goździk K., Cabaj W., Odoevskaya I. M., Movsesyan S. O.* Molecular identification of trichinella isolates from wildlife animals of the Russian Arctic territories. Helminthologia. 2017; 54 (1): 11-16.

18. *Mestecky J.* The common mucosal immune system and current strategies for induction of immune responses in external secretions. Journal of Clinical Immunology. 1987; 7: 265–276.

Статья поступила в редакцию 09.12.24; одобрена после рецензирования 20.02.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Жданова Ольга Борисовна, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории паразитарных зоонозов; SPIN-код: 2528-4402, Researcher ID: R-5601-2019, Scopus ID: 55912373700.

Успенский Александр Витальевич, доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией паразитарных зоонозов; SPIN-код: 2283-2497, Researcher ID: Q-2754-2019, Scopus ID: 57195472164.

Русских Арина Игоревна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории паразитарных зоонозов.

Андреянов Олег Николаевич, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории паразитарных зоонозов; SPIN-код: 5777-0976, Researcher ID: U-8168-2018, Scopus ID: 55912519600.

Малышева Наталья Семеновна, доктор биологических наук, профессор, научный консультант лаборатории паразитарных зоонозов; SPIN-код: 6243-9779, Researcher ID: E-7165-2018, Scopus ID: 7004568180.

Часовских Ольга Владимировна, кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующая кафедрой морфологии, микробиологии, химии и фармакологии института биологии и ветеринарной медицины; SPIN-код: 5503-6214.

Вклад авторов:

Жданова О. Б. – разработка дизайна исследования, написание текста рукописи.

Успенский А. В. – анализ полученных результатов исследования, формулировка выводов.

Русских А. И. – статистическая обработка и интерпретация результатов исследования, проведение исследований, оформление статьи.

Андреянов О. Н – обзор и систематизация публикаций по теме статьи, анализ полученных данных.

Малышева Н. С. – обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных результатов исследования.

Часовских О. Б. – проведение исследований.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Garkavi B. L. Trichinellosis caused by *Trichinella pseudospiralis* (pathogen morphology and biology, epizootology and epidemiology, diagnostics, control measures, and prevention). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2007; 2: 35-116. (In Russ.)
2. Zhdanova O. B., Ashikhmin S. P., Okulova I. I., Beltyukova Z. N. *T. spiralis* prevalence and some features of the prevention of trichinellosis in the Kirov Region. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya = Population health and habitat*. 2017; 1 (286): 46-49. (In Russ.)
3. Zhdanova O. B., Okulova I. I., Zarubin B. E., Domsky I. A., Uspensky A.V., Napisanova L.A., Rossokhin D. V. Morphological features and distribution of Trichinella larvae in the muscles of the lynx. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (2): 17-23. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2
4. Martusevich A. K., Zhdanova O. B. Studying the dependence of crystallogenic activity of the biological media on the intensity of experimental *Trichinella spiralis* infection. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2013; 2: 64-71. (In Russ.)
5. Napisanova L. A., Zhdanova O. B., Uspensky A. V., Martusevich A. K., Klyukina E. S. The improvement of technologies for diagnosing trichinellosis in pigs. *Svinovodstvo = Pig breeding.* 2020; 6: 57-61. (In Russ.) https://doi.org/10.37925/0039-713X-2020-6-57-61
6. Odoevskaya I. M. The significance of birds in Trichinella spp. larvae dissemination in coastal and aquatic biocenoses. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical Parasitology and Parasitic Diseases.* 2011; 1: 12-16. (In Russ.)
7. Odoevskaya I. M. On the role of birds in epizootology of trichinellosis in marine mammals in the Arctic Circle. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical Parasitology and Parasitic Diseases.* 2010; 3: 32-37. (In Russ.)
8. Uspensky A. V., Zhdanova O. B., Andreyanov O. N., Napisanova L. A., Malysheva N. S. Trichinelloscopy of carcasses from domestic and wild animals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2021; 15 (3): 71-75. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-3
9. Uspensky A. V., Arisov M. V., Gulyukin M. I., Skvortsova F. K. Specifics of restrictive measures for trichinellosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (3): 88-92. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-3
10. Finefeld I. A. Stress and resistance of animals to parasites. Blagoveshchensk, 1988; 86. (In Russ.)
11. Finefeld I. A. Trichinellosis. Birobidzhan: Far Eastern State Social and Humanitarian Academy, 2009; 96. (In Russ.)
12. Blair L. S., Campbell W. C. Reversibility of thiabendazole-induced sterilization of *Trichinella spiralis. Wiadomości parazytologiczne.* 1971; 17 (5): 641-644.
13. Campbell W. C., Blair L. S. Chemotherapy of *Trichinella spiralis* Infections (a review). *Experimental Parasitology*. 1974; 35 (2): 304-334.
14. Finefield I. A. The effect of helmatac on different species of Trichinella. *Abstracts of papers, Third International Conference on Trichinellosis*. Miami Beach, Florida, 1972; 71-72.
15. Finefield I. A. The effect thiabendazole in human trichinellosis. *Abstracts of papers, Forth International Conference on Trichinellosis.* Poznan, 1976; 16-17.

16. Kim C. W., Pawłowski Z. S. Trichinellosis: proceedings of the Fourth International Conference on Trichinellosis. Poznań, Poland. 1976; 519-523.

17. Goździk K., Cabaj W., Odoevskaya I. M., Movsesyan S. O. Molecular identification of trichinella isolates from wildlife animals of the Russian Arctic territories. *Helminthologia*. 2017; 54 (1): 11-16.

18. Mestecky J. The common mucosal immune system and current strategies for induction of immune responses in external secretions. *Journal of Clinical Immunology*. 1987; 7: 265–276.

The article was submitted 09.12.2024; approved after reviewing 20.02.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Zhdanova Olga B., Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Parasitic Zoonosis; SPIN: 2528-4402, Researcher ID: R-5601-2019, Scopus ID: 55912373700.

Uspensky Aleksandr V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Parasitic Zoonosis; SPIN: 2283-2497, Researcher ID: Q-2754-2019, Scopus ID: 57195472164.

Russkikh Arina I., Postgraduate Student, Laboratory Assistant Researcher of the Laboratory of Parasitic Zoonosis.

Andreyanov Oleg N., Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Parasitic Zoonosis; SPIN: 5777-0976, Researcher ID: U-8168-2018, Scopus ID: 55912519600.

Malysheva Natalya S., Doctor of Biological Sciences, Professor, Scientific Consultant of the Laboratory of Parasitic Zoonosis; SPIN: 6243-9779, Researcher ID: E-7165-2018, Scopus ID: 7004568180.

Chasovskikh Olga V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Morphology, Microbiology, Chemistry and Pharmacology, Institute of Biology and Veterinary Medicine; SPIN: 5503-6214.

Contribution of the authors:

Zhdanova O. B. – study design development, manuscript writing.

Uspensky A. V. – analysis of obtained study results, conclusions.

Russkikh A. I. – statistical processing and interpretation of study results, research, article design.

Andreyanov O. N. – review and systematization of related publications, obtained data analysis.

Malysheva N. S. – review of related publications, analysis of obtained study results.

Chasovskikh O. B. – research.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619; 615.074; 615.072

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-190-198

Биохимический состав и картирование характерных ионов белков соматического экстракта *Trichinella spiralis*

Коновалова Гелла Владимировна [1], Алешин Сергей Валерьевич [2]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[1, 2] Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ВГНКИ), Москва, Россия

[2] Национальный Исследовательский Центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

[1] g.konovalova@vgnki.ru, https://orcid.org/0000-0001-5306-7303

[2] nrcki@nrcki.ru, https://orcid.org/0009-0003-1170-2286

Аннотация

Цель исследований – изучение биохимического состава и картирование основных белковых пиков полного соматического экстракта личинок *Trichinella spiralis*, выделенных из мышечной ткани зараженных крыс и мышей.

Материалы и методы. Эксперименты проводили на половозрелых аутбредных крысах и мышах (самцах). Для получения соматического экстракта животных заражали личинками *T. spiralis* внутрижелудочно из расчета 10 личинок на 1 г массы тела. Экстракт готовили из личинок трихинелл, выделенных из тушек зараженных крыс и мышей. Проводили исследование биохимического состава белкового экстракта *T. spiralis*, выделенного из мышечной ткани зараженных крыс; определено 25 показателей. В сравнительном аспекте проведено картирование характерных ионов белков в полных соматических экстрактах трихинелл, полученных от двух видов лабораторных животных, крыс и мышей, с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС).

Результаты и обсуждение. В полном соматическом экстракте *T. spiralis* установлено присутствие билирубина общего и прямого, мочевины, креатинина, общего белка, глобулина, глюкозы, триглицеридов и электролитов; также выявлена активность ряда ферментов (АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтрансфераз). Все детектированные метаболиты находились на более низком уровне (или отсутствовали) по сравнению с референсными значениями крови здоровых крыс, за исключением более высокой концентрации креатинина в экстракте трихинелл. Результаты картирования характерных ионов белков в двух образцах соматического экстракта, полученного из личинок, выделенных из мышечной ткани зараженных крыс и мышей, свидетельствуют о высоком сходстве, что позволяет сделать вывод о структурной близости белков данных экстрактов.

Ключевые слова: *Trichinella spiralis*, соматический экстракт, биохимические показатели, картирование характерных пиков белков, крысы, мыши

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Коновалова Г. В., Алешин С. В.* Биохимический состав и картирование характерных ионов белков соматического экстракта *Trichinella spiralis* // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 190–198.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-190-198

© Коновалова Г. В., Алешин С. В., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Biochemical composition and mapping of definitive protein ions of a somatic extract from *Trichinella spiralis*

Gella V. Konovalova [1], Sergey V. Aleshin [2]

[1] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[1, 2] The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality (VGNKI), Moscow, Russia

[2] Kurchatov Institute National Research Center, Moscow, Russia

[1] g.konovalova@vgnki.ru, https://orcid.org/0000-0001-5306-7303

[2] nrcki@nrcki.ru, https://orcid.org/0009-0003-1170-2286

Abstract

The purpose of the research is to study the biochemical composition and mapping of the main protein peaks of the total somatic extract from *Trichinella spiralis* larvae isolated from the muscle tissue of infected rats and mice.

Materials and methods. The experiments were conducted on mature outbred rats and mice (males). To obtain the somatic extract, the animals were infected with *T. spiralis* larvae intragastrically at a rate of 10 larvae per 1 g of body weight. The extract was prepared from *Trichinella* sp. larvae isolated from the carcasses of the infected rats and mice. A study was conducted of the biochemical composition of the protein extract of *T. spiralis* isolated from the muscle tissue of infected rats; 25 parameters were determined. In a comparative aspect, the mapping was completed for definitive protein ions in total somatic *Trichinella* sp. extracts obtained from two types of laboratory animals, rats, and mice using high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS).

Results and discussion. Total and direct bilirubin, urea, creatinine, total protein, globulin, glucose, triglycerides and electrolytes were found in the total somatic extract of *T. spiralis*; the activity of a number of enzymes (AST, ALT, alkaline phosphatase and gamma glutamine transferase) was also detected. All detected metabolites were at a lower level (or absent) versus the reference values of the healthy rats' blood except for higher creatinine in the *Trichinella* sp. extract. The results of mapping definitive protein ions in two somatic extract samples obtained from larvae isolated from muscle tissue of the infected rats and mice indicate high similarity to conclude that the proteins of these extracts are structurally close.

Keywords: *Trichinella spiralis*, somatic extract, biochemical parameters, mapping definitive protein peaks, rats, mice

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

For citation: Konovalova G. V., Aleshin S. V. Biochemical composition and mapping of definitive protein ions of a somatic extract from *Trichinella spiralis*. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):190–198. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-190-198

© Konovalova G. V., Aleshin S. V., 2025

Введение

В настоящее время биологически активные вещества природного происхождения широко применяют в качестве лекарственных средств различной направленности терапевтического действия и области применения. К основным преимуществам природных агентов по сравнению с препаратами-ксенобиотиками относятся селективность повреждающего действия и сбалансированность их влияния на организм, обусловленные более физиологичным действием природных субстанций, многообразием их мишеней, развитием антиоксидантных, противовоспалительных, иммунотропных, анальгезирующих, седативных и других эффектов, ослабляющих стрессорные изменения, вызванные злокачественным процессом [8, 10, 14, 15]. Среди противоопухолевых препаратов, одобренных в мире к применению в клинике за предшествующий

сорокалетний период, более половины составляют средства природного происхождения или их синтетические аналоги [14, 15].

Несмотря на имеющиеся литературные данные о наличии противоопухолевого действия трихинелл и продуктов их метаболизма [17], реальные достижения в вопросе практического применения последних в лечении онкологических заболеваний остаются только труднодостижимой целью.

В течение ряда лет во ВНИИП им. К. И. Скрябина проводятся исследования, результаты которых свидетельствуют о выраженном антипролиферативном действии полного соматического экстракта *T. spiralis* на различных опухолевых моделях *in vitro*. Однако, данные исследования были сосредоточены практически исключительно на оценке эффективности против опухолевых клеток [3, 8].

Для реального практического применения соматического экстракта в качестве лекарственного средства требуется детальная характеристика, включающая, в том числе, анализ состава и стандартизацию данного экстракта с использованием соответствующих аналитических методов. Данное обстоятельство становится особенно очевидным с учетом того, что лекарственные препараты биологического происхождения представляют собой многокомпонентные смеси, содержащие большое количество не идентифицированных веществ, что совершенно справедливо и по отношению к представляющему интерес соматическому экстракту трихинелл.

Таким образом, целью настоящего эксперимента было исследование биохимического состава и картирование характерных пиков белков полного соматического экстракта *T. spiralis*.

Материалы и методы

Исследования выполняли в лаборатории экспериментальной терапии Всероссийского НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений имени К. И. Скрябина, виварии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования Минздрава России, ВГНКИ и Национальном Исследовательском Центре Курчатовский институт в 2023–2024 гг.

Эксперименты проводили на половозрелых аутбредных крысах самцах и половозрелых аутбредных мышах самцах, которых получали из питомника «Филиал «Андреевка» Научного центра биомедицинских технологий Федерального медико-биологического агентства. Все эксперименты на животных проводили с соблюдением биоэтических норм [1].

Для получения соматического экстракта десять крыс и мышей заражали личинками *T. spiralis* внутрижелудочно с использованием общепринятого метода из расчета 10 личинок на 1 г массы тела [2, 4]. Экстракт готовили из личинок трихинелл, выделенных из тушек зараженных крыс и мышей [5]. Выделенные инвазионные личинки помещали в физиологический раствор и измельчали при 0 °C до получения однородной массы. Экстракцию проводили в течение 12–16 ч на магнитной мешалке. После окончания экстракции суспензию центрифугировали при 18000 об/мин в течение часа на холоде; осадок удаляли. Супернатант использовали в качестве белкового экстракта.

Провели исследование биохимического состава белкового экстракта *T. spiralis*. Экстракт получали из трихинелл, выделенных после экспериментального заражения крыс, как описано выше. Расширенный биохимический анализ проводили в Лабораторно-диагностическом ветеринарном центре «Константа» с определением 25 показателей.

В сравнительном аспекте проведена работа по картированию характерных белковых ионов в полных соматических экстрактах трихинелл, полученных от крыс и мышей.

Методика картирования характерных ионов для белковых экстрактов трихинелл разработана на основе известных публикаций [11, 13] с использованием обращенно-фазной ВЭЖХ-МС/МС.

Подготовку образцов для анализа проводили следующим образом. Белковые экстракты трихинелл, полученные из личинок зараженных крыс и мышей, размораживали при ком-

[1] Директива 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях. Санкт-Петербург. 50 с.

натной температуре, затем центрифугировали в течение 15 мин. со скоростью 13500 об./мин. Затем супернатант переносили в хроматографические виалы и помещали в автосамплер хроматографа. Подвижная фаза представляла собой 0,1%-ный раствор муравьиной кислоты в воде; подвижная фаза Б – 0,1%-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле.

Качественное определение проводили методом HILIC-ВЭЖХ с использованием масс-спектрометрического детектора с тройным квадруполем (HILIC-ВЭЖХ-МС/МС).

Количественное определение проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1200 series, оснащенном градиентным насосом, термостатом колонок, дегазатором, автосамплером, трехквадрупольным масс-селективным детектором 6410A. Полученные данных обрабатывали с использованием программного обеспечения Mass Hunter Qualitative Analysis, version 11.0, Agilent Technologies (США).

Результаты и обсуждение

Результаты по биохимии соматического экстракта в сравнении с диапазонами и средними референсными значениями сыворотки крови здоровых крыс приведены в таблице 1. Известно, что референсные значения нормы для крови животных всех видов колеблются в довольно широких пределах; в данном случае приведен диапазон и средние значения из двух литературных источников[2] [12]. Они позволяют провести сравнение биохимического состава конкретного соматического экстракта трихинелл, с которым мы проводили исследования, с сывороткой крови млекопитающих, в частности, крыс.

Анализируя биохимические показатели экстракта *T. spiralis* и показатели биохимии сыворотки крови, полученной от здоровых крыс, можно отметить следующее:

- значение pH экстракта и крови крыс находилось примерно на одном уровне (практически нейтральном);
- все метаболиты в экстракте трихинелл находились на существенно более низком уровне (или отсутствовали) по сравнению с референсными значениями для сыворотки крови крыс, за исключением креатинина (в соматическом экстракте – 580 мкмоль/л против 44-160 мкмоль/л в сыворотке крови крыс; возможно, это связано с тем, что локализация трихинелл и основное место образования креатинина у животных совпадают и означают мышечную ткань);
- в экстракте установлена активность, хотя, и на низком уровне, некоторых ферментов, таких как АСТ, АЛТ, щелочная фосфатаза и гамма-глутамилтрансфераза;
- присутствуют электролиты (калий, натрий, фосфор, кальций, железо, магний, хлор).

Несомненно, что существенные различия в биохимическом составе соматического экстракта и сыворотки крови здоровых крыс являются результатом того, что трихинеллы – это паразиты, имеющие выраженные особенности метаболизма по сравнению с млекопитающими.

При картировании характерных ионов белков соматических экстрактов, выделенных из личинок трихинелл зараженных крыс и мышей, для сравнения использовали как графический метод (оценку сходства хроматограмм), так и сопоставление характерных ионов и их времен удерживания.

В результате проведенного исследования были определены характерные ионы белков в экстрактах с указанием времени удерживания (фоновые ионы, присутствующие на хроматограмме контроля, были исключены). Полученные хроматограммы представлены на рисунках 1 и 2.

При анализе соматического экстракта трихинелл, выделенных из организма крыс, было идентифицировано 9 пиков со следующим временем выхода (мин.): 1,349-2,149; 2,149-2,689; 3,195-3,506; 3,506-4,127; 6,758-7,494; 8,180-8,719; 10,583-11,825; 13,116-13,394 и 20,911-21,761. Аналогичное число пиков с аналогичным или близким временем выхода было обнаружено при анализе соматического экстракта трихинелл от зараженных мышей (мин.): 1,349-2,133; 2,133-2,689; 3,163-3,473; 6,725-7,134; 7,134-7,494; 8,196-8,866; 10,697-11,351; 10,697-11,351 и 23,706-24,000.

[2] Справочник. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных / под ред. В. Г. Макарова, М. Н. Макаровой. Санкт-Петербург, 2013.

Таблица 1

Биохимические показатели экстракта *T. spiralis* и референсные значения крови здоровых крыс

Table 1

Biochemical parameters of *T. spiralis* extract and reference blood values of healthy rats

Показатель, ед. изм.	Значение показателя для соматического экстракта *T. spiralis*	Среднее референсное значение для сыворотки крови		
		Крыс [12]	Крыс (самцы)[2]	Крыс (самки)[2]
Билирубин общий, мкмоль/л	2,7±0,02	5,13±2,39	1,7±0,10	3,2±0,09
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,6±0,1			
АСТ, Е/л	4,0±0,5	42,9±10,1	58,0±3,0	40,0±2,0
АЛТ, Е/л	28,0±1,0		70,0±1,0	56,0±1,0
Мочевина, ммоль/л	6,0±0,5		7,1±0,1	8,3±0,14
Креатинин, мкмоль/л	580±20	140,6±69,8	43,3±0,88	41,56±0,88
Общий белок, г/л	9,0±0,9	75,2±2,7	69±0,6	69,0±0,7
Альбумин, г/л	0	41,7±2,1	29,04±0,4	30,0±0,4
Глобулин, г/л	9,0±0,7		41,0±0,5	39,0±0,6
Щелочная фосфотаза, Е/л	1,0±0,2			
α-Амилаза, Е/л	0			
Глюкоза, ммоль/л	0,9±0,1	4,07±1,01	4,4±0,3	4,2±0,4
Лактатдегидрогеназа, Е/л	0	46,6±22,0	435±102	476±54
Гамма-глутамилтрансфераза, Е/л	1,0±0,1			
Холестерин, ммоль/л	0	0,73±0,35	1,8±0,03	1,9±0,04
Триглицериды, ммоль/л	0,05±0,00		0,94±0,02	0,89±0,03
Креатининфосфокиназа, Е/л	0			
Калий, ммоль/л	0	6,5±1,33	1,9±0,2	1,9±0,3
Натрий, ммоль/л	0	146,8±0,93	134,0±2,0	134,0±6,0
Фосфор, ммоль/л	5,6±0,8			
Кальций, ммоль/л	1,77±0,03	2,0±0,32	2,6±0,1	2,6±0,2
Железо, ммоль/л	15,2±0,07			
Магний, ммоль/л	2,05±0,01			
Хлор, ммоль/л	8,0±0,7	96,8±6,4		
Кислотность, pH	7,34±0,5	7,36–7,44		

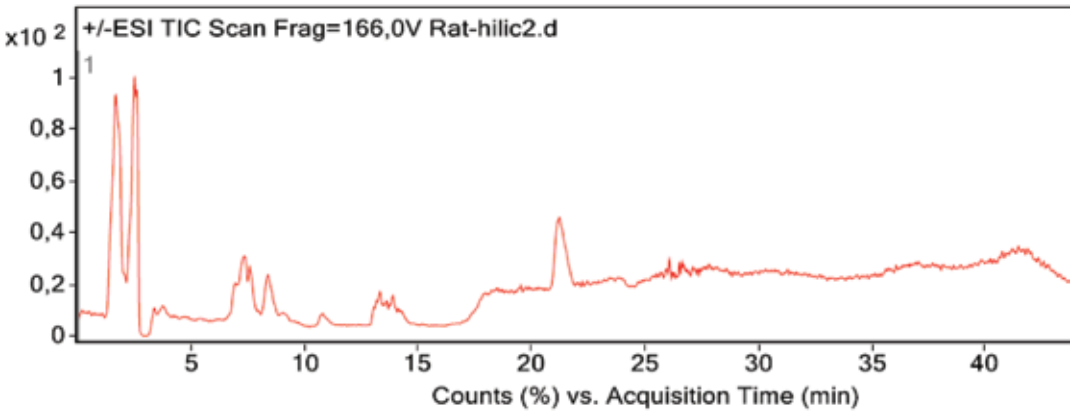

Рис. 1. Хроматограмма образца соматического экстракта, полученного из личинок, выделенных от зараженных крыс

Fig. 1. Chromatogram of a sample of somatic extract obtained from larvae isolated from infected rats

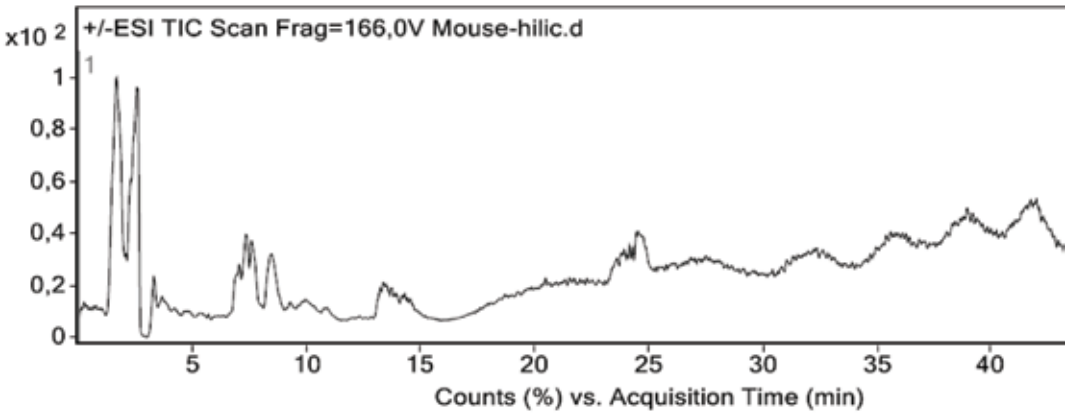

Рис. 2. Хроматограмма образца соматического экстракта, полученного из личинок, выделенных от зараженных мышей

Fig. 2. Chromatogram of a sample of somatic extract obtained from larvae isolated from infected mice

Полученные результаты для двух образцов очень сходны между собой, что позволяет сделать вывод о структурной близости белкового состава данных экстрактов. К этому следует добавить, что при испытании «крысиного» и «мышиного» соматических экстрактов на модели опухолевых клеток A549 (клетки карциномы легких человека) *in vitro* была получена сравнимая антипролиферативная активность. Таким образом, в будущем видовой источник (крысы или мыши) получения соматического экстракта для испытаний не имеет существенного значения.

Разработанную методику и полученные данные можно использовать в дальнейшем для контроля качества белковых экстрактов трихинелл (метод сравнения с эталоном).

С учетом возможностей данного анализа в наши задачи не входила идентификация конкретных белков, входящих в состав соматических экстрактов, и по этому вопросу приведем некоторые литературные данные. Активными белками *T. spiralis*, в отношении противоопухолевой активности, гипотетически указываются кавеолин-1, белки теплового шока и рибосомальные белки, которые обладают ингибирующим действием в отношении меланомы, миеломы, саркомы, лейкоза, рака молочной железы и рака легких [17].

P. Ruenchit et al. [16] тестировали соматический экстракт инвазионных личинок *T. spiralis* против трех типов опухолей: гепатоцеллюлярной карциномы HepG2, рака яичников SK-OV-3 и аденокарциномы легких A549, и попытались идентифицировать пептид, ответственный за данный эффект. Протеомный анализ экстракта выявил наличие 270 белков с разнообразными биологическими функциями. Анализ противоопухолевых пептидов *in silico* выявил трех кандидатов. Противоопухолевый пептид 2 соответствовал гипотетическому белку T01_4238 *T. spiralis* и показал дозозависимый эффект против гепатоцеллюлярной карциномы HepG2, не индуцируя апоптоз или некроз, а вызывая накопление ROS, что приводило к ингибированию пролиферации клеток.

Вышеприведенные данные представляют для нас особый интерес с учетом изучаемых нами вопросов. Однако, интересны результаты идентификации белков трихинелл для их применения в качестве диагностических антигенов при постановке ИФА, хотя, на наш взгляд, белки с противоопухолевой активностью не всегда будут совпадать с иммуногенными белками. Тем не менее, приведем только некоторые из них. Например, анализ экскреторно-секреторных белков мышечных личинок *T. spiralis* штамма MH 259593 и *T. pseudospiralis* штамма KU 357408, проведенный с помощью тандемной масс-спектрометрии, сопряженной с высокоэффективной жидкостной хроматографией, выявил в обоих штаммах наличие важных функциональных белков, относящихся к семейству дезоксирибонуклеаз, 5'-нуклеотидазам и сериновым протеазам [6].

При использовании электрофореза выявлен белковый состав секреторно-экскреторного антигена, молекулярные массы кото-

рого варьируют в пределах от 45 до 100 кДа, в то время как для соматического антигена молекулярные массы белковых фракций колебались от 25 до 300 кДа. В иммуноблотинге были выявлены диагностически ценные фракции секреторно-экскреторного белка с молекулярной массой 15 кДа, соматического антигена с молекулярной массой 300 кДа, вступающие в реакцию с иммуноглобулинами сыворотки крови экспериментально зараженных животных [1].

В белковых продуктах трихинелл выявлено присутствие наиболее иммуногенных пептидов с молекулярными массами 30, 43, 52–57 и 63–69 кДа; пептиды с молекулярными массами 43, 50–55 кДа являются основными антигенами во фракционированных соматических и экскреторно-секреторных белках [7].

Заключение

При определении биохимических показателей полного соматического экстракта личинок *T. spiralis*, полученных от зараженных крыс, установлено присутствие билирубина общего и прямого, мочевины, креатинина, общего белка, глобулина, глюкозы, триглицеридов и электролитов; также выявлена активность ряда ферментов (АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтрансфераз). Все детектированные метаболиты находились на более низком уровне (или отсутствовали) по сравнению с референсными значениями крови здоровых крыс, что связано с особенностями метаболизма трихинелл. Исключением был существенно более высокий уровень креатинина (в соматическом экстракте – 580 мкмоль/л против 44–160 мкмоль/л в сыворотке крови крыс). Возможно, данный факт связан с тем, что локализация трихинелл и основное место образования креатинина у животных совпадают.

Результаты картирования характерных белковых двух образцов соматического экстракта, полученного из личинок, выделенных из мышечной ткани зараженных крыс и мышей, свидетельствуют о высоком сходстве, что позволяет сделать вывод о структурной близости белков, входящих в состав данных экстрактов.

Список источников

1. *Акибеков О. С., Жагипар Ф. С., Сыздыкова А. С., Гаджимурадова А. М., Аканова Ж. Ж.* Получение экскреторно-секреторного и соматического антигенов *Trichinella spiralis* // Вестник науки Казахского Агротехнического Университета имени С. Сейфулина. 2022. 2-2 (113). С. 133-145. https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.2(113).1035
2. *Астафьев Б. А., Яроцкий Л. С., Лебедева М. Н.* Экспериментальные модели паразитозов в биологии и медицине. М.: Наука, 1989. 278 с.
3. *Бережко В. К., Новик Т. С., Ковешникова Е. И., Данилова Т. И., Написанова Л. А., Тхакахова А. А., Чукина С. И., Камышников О. Ю., Руднева О. В. Trichinella spiralis* как ингибитор пролиферации опухолевых клеток. // Труды Все-российского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я. Р. Коваленко. 2018. Т. 80. № 1. С. 101-110. https://doi.org/10.30917/ATT-PRINT-2018-1
4. *Кротов А. И.* Основы экспериментальной терапии гельминтозов. М.: Медицина, 1973. 272 с.
5. *Новик Т. С., Ковешникова Е. И., Бережко В. К., Камышников О. Ю., Чукина С. И., Данилова Т. И., Написанова Л. А., Тхакахова А. А., Успенский А. В., Архипов И. А.* Патент РФ, RU 2 671 632 C1. Применение белкового экстракта в качестве антипролиферативного и цитотоксического средства. Опубликовано 06.11.2018. Бюллетень № 31.
6. *Одоевская И. М., Кудряшова И. Б., Курносова О. П., Рекстина В. В., Руденская Ю. А., Зиганшин З. Х., Калебина Т. С.* Сравнительный анализ экскре-торно-секреторных белков мышечных личинок *Trichinella spiralis* и *Trichinella pseudospiralis* // Russian Journal of Nematology. 2018. 26 (1). С. 63-70.
7. *Одоевская И. М., Курносова О. П.* Сравнительный иммунохимический анализ полного соматического фракционированного и экскреторно-секреторных белков и антигенов личинок *T. spiralis* // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2007. № 2. С. 24-29.
8. *Aung T. N., Qu Z., Kortschak R. D., Adelson D. L.* Understanding the effec-tiveness of natural compound mixtures in cancer through their molecular mode of action. International Journal of Molecular Sciences. 2017; 18: 656. https://doi.org/10.3390/ijms18030656.
9. *Berezhko V. K., Kalinnikova V. D., Rudneva O. V., Napisanova L. A., Sasicova M. R.* Evaluation of *Trichinella spiralis* larvae extract as an inhibitor of antiproliferative effect on human breast cancer cell culture - MCF-7. Scientia Parasitologica. Abstract Book. 2019; 123-124. https://doi.org/10.30917/ATT-PRINT-2018-1
10. *Dehelean C. A., Marcovici I. Soica C., Mioc M., Coricovac D., Lurciuc S., Cretu O. M., Pinzaru I.* Plant-Derived Anticancer Compounds as New

Perspectives in Drug Discovery and Alternative Therapy. Molecules. 2021; 26: 1109. https://doi.org/10.3390/molecules26041109.

11. *Guan Y., Xu X., Liu X., Sheng A., Jin L., Linhardt R. J., Chi L.* Comparison of low-molecular-weight heparins prepared from bovine lung heparin and porcine intestine heparin. Journal of pharmaceutical sciences. 2016; 105 (6): 1843-1850. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2016.03.037
12. *Jerry Kaneko J., Harvey J. W., Bruss M. L.* Clinical Biochemistry of Domestic Animals, Sixth Edition. 1997. https://doi.org/10.1016/B978-012396305-5/50032-4
13. *Li D., Chi L., Jin L., Xu X., Du X., Ji S., Chi L.* Mapping of low molecu-lar weight heparins using reversed phase ion pair liquid chromatography–mass spectrome-try. Carbohydrate polymers. 2014; 99: 339-344. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.074
14. *Lin S. R., Chang C. H., Hsu C. F., Tsai M. J., Cheng H., Leong M. K., Sung P. J., Chen J. C., Weng C. F.* Natural compounds as potential adjuvants to cancer therapy: Preclinical evidence. British Pharmacological Society. 2020; 177: 1409-1423. https://doi.org/10.1111/bph.14816
15. *Newman D. J., Cragg G. M.* Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. Journal of Natural Products. 2020; 83 (3): 770–803. https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285
16. *Ruenchit P., Reamtong O., Khowawisetsut L., Adisakwattana P., Chulanetra M., Kulkeam K., Chaicumpa W.* Peptide of Trichinella spiralis Infective Larval Extract That Harnesses Growth of Human Hepatoma Cells. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. 2022; 12: 882608. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.882608
17. Sadr S., Yousefsan Z., Simab P. A. et al. Trichinella spiralis as a Potential Antitumor Agent: An Update. *World Veterinary Journal.* 2023; 13 (1): 65-74. https://doi.org/10.54203/scil.2023.wvj7

Статья поступила в редакцию 01.04.25; одобрена после рецензирования 14.04.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Коновалова Гелла Владимировна, соискатель лаборатории экспериментальной терапии, заведующий отделом доклинических исследований ВГНКИ; SPIN-код: 4068-0764.

Алешин Сергей Валерьевич, кандидат фармацевтических наук, научный сотрудник, главный специалист, химик-аналитик отдела доклинических исследований ВГНКИ; SPIN-код: 9993-7889.

Вклад авторов:

Коновалова Г. В. – проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Алешин С. В. – проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Akibekov O. S., Zhagipar F. S., Syzdykova A. S., Gadzhimuradova A. M., Akanova Zh. Zh. Obtaining excretory-secretory and somatic antigens of *Trichinella spiralis*. *Vestnik nauki Kazakhskogo Agrotekhnicheskogo Universiteta imeni S. Seyfulina = Science Bulletin of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin.* 2022; 2-2 (113): 133-145. (In Russ.) https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.2(113).1035
2. Astafiev B. A., Yarotsky L. S., Lebedeva M. N. Experimental models of parasite infections in biology and medicine. M.: Nauka (Science), 1989; 278. (In Russ.)
3. Berezhko V. K., Novik T. S., Koveshnikova E. I., Danilova T. I., Napisanova L. A., Tkhakakhova A. A., Chukina S. I., Kamyshnikov O. Yu., Rudneva O. V. *Trichinella spiralis* as an inhibitor of tumor cell proliferation. *Trudy Vserossiyskogo NII eksperimental'noy veterinarii im. YA. R. Kovalenko = Proceedings of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after Ya. R. Kovalenko.* 2018; 80 (1): 101-110. (In Russ.) https://doi.org/10.30917/ATT-PRINT-2018-1
4. Krotov A. I. Fundamentals of experimental therapy against helminthosis. M.: Medicine, 1973; 272. (In Russ.)
5. Novik T. S., Koveshnikova E. I., Berezhko V. K., Kamyshnikov O. Yu., Chukina S. I., Danilova T. I., Napisanova L. A., Tkhakakhova A. A., Uspensky A. V., Arkhipov I. A. Patent of the Russian Federation, RU 2 671 632 C1. The use of protein extract as

an antiproliferative and cytotoxic drug. Published 11/06/2018. Bulletin No. 31.

6. Odoevskaya I. M., Kudryashova I. B., Kurnosova O. P., Rekstina V.V., Rudenskaya Yu. A., Ziganshin Z. Kh., Kalebina T.S. Comparative analysis of excretory-secretory proteins in muscle larvae of *Trichinella spiralis* and *Trichinella pseudospiralis*. *Russian Journal of Nematology*. 2018; 26 (1): 63-70. (In Russ.)
7. Odoevskaya I. M., Kurnosova O. P. Comparative immunochemical analysis of total somatic fractionated and excretory-secretory proteins and antigens of *T. spiralis* larvae. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2007; 2: 24-29. (In Russ.)
8. Aung T. N., Qu Z., Kortschak R. D., Adelson D. L. Understanding the effectiveness of natural compound mixtures in cancer through their molecular mode of action. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017; 18: 656. https://doi.org/10.3390/ijms18030656.
9. Berezhko V. K., Kalinnikova V. D., Rudneva O. V., Napisanova L. A., Sasicova M. R. Evaluation of *Trichinella spiralis* larvae extract as an inhibitor of antipro-liferative effect on human breast cancer cell culture – MCF-7. *Scientia Parasitologica*. Abstract Book. 2019; 123-124. https://doi.org/10.30917/ATT-PRINT-2018-1
10. Dehelean C. A., Marcovici I. Soica C., Mioc M., Coricovac D., Lurciuc S., Cretu O. M., Pinzaru I. Plant-Derived Anticancer Compounds as New Perspectives in Drug Discovery and Alternative Therapy. *Molecules*. 2021; 26: 1109. https://doi.org/10.3390/molecules26041109.
11. Guan Y., Xu X., Liu X., Sheng A., Jin L., Linhardt R. J., Chi L. Compar-ison of low-molecular-weight heparins prepared from bovine lung heparin and porcine intestine heparin. *Journal of pharmaceutical sciences*. 2016; 105 (6): 1843-1850. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2016.03.037
12. Jerry Kaneko J., Harvey J. W., Bruss M. L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, Sixth Edition. 1997. https://doi.org/10.1016/B978-012396305-5/50032-4
13. Li D., Chi L., Jin L., Xu X., Du X., Ji S., Chi L. Mapping of low molecu-lar weight heparins using reversed phase ion pair liquid chromatography–mass spectrome-try. *Carbohydrate polymers*. 2014; 99: 339-344. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.074
14. Lin S. R., Chang C. H., Hsu C. F., Tsai M. J., Cheng H., Leong M. K., Sung P. J., Chen J. C., Weng C. F. Natural compounds as potential adjuvants to cancer therapy: Preclinical evidence. *British Pharmacological Society*. 2020; 177: 1409-1423. https://doi.org/10.1111/bph.14816
15. Newman D. J., Cragg G. M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*. 2020; 83 (3): 770–803. https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285
16. Ruenchit P., Reamtong O., Khowawisetsut L., Adisakwattana P., Chulanetra M., Kulkeam K., Chaicumpa W. Peptide of *Trichinella spiralis* Infective Larval Extract That Harnesses Growth of Human Hepatoma Cells. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2022; 12: 882608. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.882608
17. Sadr S., Yousefsan Z., Simab P. A. et al. Trichinella spiralis as a Potential Antitumor Agent: An Update. *World Veterinary Journal*. 2023; 13 (1): 65-74. https://doi.org/10.54203/scil.2023.wvj7

The article was submitted 01.04.2025; approved after reviewing 14.04.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Konovalova Gella V., Candidate of the Academic Degree at the Laboratory of Experimental Therapy, Head of the Preclinical Research Department of the VGNKI; SPIN: 4068-0764.

Aleshin Sergey V., Candidate of Pharmaceutical Sciences, Researcher, Chief Specialist, Analytical Chemist of the Preclinical Research Department of the VGNKI; SPIN: 9993-7889.

Contribution of the authors:

Konovalova G. V. – research, critical analysis and interpretation of obtained data, article preparation.

Aleshin S. V. – research, critical analysis and interpretation of obtained data, article preparation.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.122:636:612.015

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-199-209

Биохимические показатели крови при хронической инвазии *Opisthorchis felineus* у кроликов в эксперименте

Сидельникова Алевтина Анатольевна [1]

[1] Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия

[1] alieva-alevtina@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0384-0086

Аннотация

Цель исследований – анализ биохимических показателей крови в хронической стадии описторхоза в отдаленные сроки инвазии в компенсированном состоянии на примере кролика.

Материалы и методы. В эксперименте сравнивали контрольную и опытную группы половозрелых кроликов (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) по 10 голов в каждой. Кроликов заражали в дозе 50 метацеркариев *Opisthorchis felineus* S. Rivolta, 1884. Через 5 лет после заражения у животных определяли в плазме крови биохимическим анализатором содержание глюкозы, креатинина, мочевины, соотношение азота мочевины крови к креатинину, общего кальция и фосфора, общего белка, альбумина, глобулина, соотношение альбумина к глобулину, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, гаммаглутаминтрансферазы, билирубина, холестерина.

Результаты и обсуждение. Установлено, что в плазме крови кроликов опытной группы статистически достоверно повышено количество мочевины, соотношение азота мочевины к креатинину, альбуминов, соотношение альбуминов к глобулинам по сравнению с контрольной группой. Содержание глюкозы, креатинина, фосфора, кальция, щелочной фосфатазы, холестерина больше в опытной группе. Данные статистически не значимы. Наоборот, количество глобулинов, аланинаминотрансферазы, общего белка и общего билирубина было меньше, чем в контрольной группе. При оценке фракций билирубина между группами выявлено меньшее количество непрямой фракции по сравнению с контролем. По результатам анализа данных была разработана диагностическая панель, где на основе данных биохимических показателей крови оценивается вероятная вовлеченность в патологический процесс органов и систем организма хозяина на примере инвазии *O. felineus*. В хроническую стадию описторхоза в комплексном одномоментном анализе содержание биохимических показателей крови находится в пределах нормы или отклоняется незначительно.

Ключевые слова: биохимический анализ, кровь, кролики, эксперимент, описторхоз, *Opisthorchis felineus*, экспериментальное заражение

Благодарности. Работа выполнена в рамках программы исследований, запланированных в ФГБОУ ВО Кемеровском Государственном Медицинском Университете Министерства Здравоохранения России.

Выражаем благодарность профессору, доктору биологических наук Любови Васильевне Начевой.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Сидельникова А. А.* Биохимические показатели крови при хронической инвазии *Opisthorchis felineus* у кроликов в эксперименте // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 199–209.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-199-209

© Сидельникова А. А., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Biochemical blood parameters in chronic *Opisthorchis felineus* infection in rabbits in the experiment

Alevtina A. Sidelnikova [1]

[1] Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

[1] alieva-alevtina@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0384-0086

Abstract

The purpose of the research is to analyze biochemical blood parameters in the chronic opisthorchosis stage in long-term infection in a compensation status by the example of the rabbit.

Materials and methods. The experiment compared the control and experimental groups of sexually mature rabbits (*Oryctolagus cuniculus domesticus*), 10 animals each. The rabbits were infected with 50 metacercariae of *Opisthorchis felineus* S. Rivolta, 1884. Five years after infection, a biochemical analyzer determined glucose, creatinine, urea, blood urea nitrogen to creatinine ratio, total calcium and phosphorus, total protein, albumin, globulin, albumin to globulin ratio, alanine aminotransferase, alkaline phosphatase, gamma-glutamine transferase, bilirubin, and cholesterol in the animals' blood plasma.

Results and discussion. The blood plasma in the experimental rabbits was found to have statistically significantly increased urea, the urea nitrogen to creatinine ratio, albumins, and the albumins to globulins ratio versus the control group. Glucose, creatinine, phosphorus, calcium, alkaline phosphatase, and cholesterol were higher in the experimental group. The data were not statistically significant. On the contrary, the amount of globulins, alanine aminotransferase, total protein and total bilirubin was lower versus the control group. The evaluation of bilirubin fractions between the groups found a lower indirect fraction versus the control. The data analysis results developed a diagnostic panel where probable involvement in the pathological process was assessed for the host's organs and systems using the example of *O. felineus* infection based on the values of biochemical blood parameters. The biochemical blood parameters in the chronic stage of opisthorchosis were normal or deviated slightly in a comprehensive snapshot analysis.

Keywords: biochemical analysis, blood, rabbits, experiment, opisthorchosis, *Opisthorchis felineus*, experimental infection

Acknowledgements. The study was performed within the research program planned at the Kemerovo State Medical University of the Russian Federation Ministry of Healthcare. We express our gratitude to Professor, Doctor of Biological Sciences Lyubov V. Nacheva.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Sidelnikova A. A. Biochemical blood parameters in chronic *Opisthorchis felineus* infection in rabbits in the experiment. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):199–209. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-199-209

© Sidelnikova A. A., 2025

Введение

Описторхоз – тяжелое, длительно протекающие паразитарное заболевание у человека и рыбоядных животных, вызываемое паразитическими плоскими червями из рода *Opisthorchis*. На территории России и ближнего зарубежья рыбы карповых пород служат инвазионным материалом для заражения видом *Opisthorchis felineus* (S. Rivolta, 1884).

По данным литературы, острая стадия описторхоза длится около двух месяцев с момента заражения, затем наступает хроническая стадия, протекающая до 20 и более лет [6]. Мариты паразита располагаются в желчевыводящих путях печени хозяина, но могут встречаться в протоках поджелудочной железы, длительно нарушая структуру и функцию этих органов, изменяя метаболические процессы [15]. Биохимические показатели крови

у людей в острой стадии описторхоза характеризуются гипергликемией, гипохолестеринемией, повышением количества аспартатаминотрансферазы (АСТ), в хронической стадии – аланинаминотрансферазы (АЛТ) и снижением количества альбуминов, но большинство показателей близки к норме [22]. По другим данным, в хронической стадии описторхоза у людей отмечено наличие гипербилирубинемии и повышение уровня холестерина, гаммаглутаминтрансферазы (ГГТ), обусловленные, по мнению авторов, холестазом и цитолизом гепатоцитов [1]. В экспериментах на золотистых хомячках биохимические данные в хроническую стадию характеризуются увеличением количества общего и прямого билирубина, холестерина и АЛТ [13].

На все органы и системы организма хозяина паразит оказывает общее токсико-аллергическое воздействие, стимулирует выработку цитокинов, активирует ядерный фактор транскрипции каппа b, изменяет экспрессию микроРНК, что препятствует апоптозу аномальных клеток [4]. На стадии метацеркарии, попадающей в организм окончательного хозяина, при трансформации в ювенильную мариту, тегумент еще снабжен шипами до 4 мкм и крючьями до 2 мкм [9], за счет которых происходит травматизация стенок желчных протоков, что является одним из этиологических факторов развития холангита в острый период. Другим фактором воспаления желчевыводящих путей является гипертензия и обструкция просветов телами марит, их яйцами и слущенным эпителием хозяина [14].

Пищеварительная система кролика по строению приближена к человеку – однокамерный желудок, общность строения слизистой оболочки органов [16], что позволяет судить о некоторых возможных закономерностях протекания инвазии при выборе этой экспериментальной модели. По разным причинам описторхоз у людей не диагностируется, маскируясь под другие заболевания; изменяет метаболизм и биохимические процессы в печени, приводя к необратимым изменениям тканей и органов. Значит, важно оценить биохимические показатели крови в хронической стадии описторхоза, вне обострения, для анализа состояния структуры и функций вовлеченных органов хозяина.

Цель исследований – изучить биохимические показатели крови у кроликов в хронической стадии описторхоза в отдаленные сроки инвазии в компенсированном состоянии.

Материалы и методы

Эксперимент с моделированием описторхоза выполнен на беспородных кроликах (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) (половозрелые самцы). При работе с животными руководствовались «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», без причинения боли, в соответствии с принципами положения Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board). Срок для исследования (через 5 лет) был выбран исходя из данных о продолжительности жизни животных (половина онтогенеза) и сроках перехода заболевания в хронический период с развитием стойких морфофункциональных изменений в органах хозяина. Средняя продолжительность жизни кролика составляет от 8 до 12 лет, в среднем – 10 лет [25, 26].

В эксперименте сравнивали опытную группу (10 зараженных кроликов в хроническом периоде описторхоза в компенсированном состоянии) и контрольную группу (10 клинически здоровых кроликов). Дополнительно результаты групп соотносили с нормальными значениями по данным литературы.

Кроликов заражали per os порциями мышечной ткани рыб, содержащих по 50 метацеркариев *O. felineus*. Заражение подтверждали копроовоскопией методами Като-Миура и концентрации PARASEP. Через 5 лет у животных отбирали венозную кровь путем катетеризации вены передней конечности в утренние часы до кормления. Для переноса материала использовали стерильные вакутейнеры объемом 6 мл. От каждого животного получали по 5 мл крови. В течение 30 мин. кровь доставляли в специализированную ветеринарную лабораторию. В течение 5 мин. отделяли плазму крови с помощью центрифуги (100 об./мин.), стабилизировали при комнатной температуре в течение 1 ч, помещали в биохимический анализатор и определяли биохимические показатели.

Полученные результаты были статистически обработаны с помощью программ Microsoft Office Excel и STATISTICA version 10 с вычислением средней арифметической и

ошибки среднего, непараметрическим критерием Манна-Уитни при уровне доверительной вероятности $P \leq 0,05$.

Результаты

При сравнении биохимических данных в опытной группе выявлено превышение глюкозы, креатинина, мочевины, холестерина по сравнению с контролем (табл. 1). Разница по содержанию мочевины в плазме крови между группами является статистически значимой. Исходя из значений диапазона нормы содержания глюкозы, креатинина и мочевины в плазме крови по данным литературы и справочным нормам аппарата для кроликов в обеих группах, они располагались в их пределах. Соотношение азота мочевины крови к креатинину в опытной группе было больше, чем в контрольной группе на 1,5 ммоль/л, т. е. в 1,18 раза; различия статистически значимы.

Таблица1

Биохимические показатели крови у кроликов в хронической стадии описторхоза через 5 лет после экспериментального заражения

Table 1

Biochemical blood parameters in rabbits with chronic opisthorchosis 5 years after experimental infection

Биохимический показатель, ед. изм.	Нормальные значения	Группа кроликов		Статистические критерии, U, P
		опытная	контрольная	
Глюкоза, ммоль/л	4,17-8,06 [1] 5,5-8,2 [2]	7,58±1,86	6,72±1,30	U = 36 P = 0,3
Креатинин, ммоль/л	71-159 [1] 74-171 [2]	114,00±9,27	110,75±8,99	U = 36 P = 0,307
Мочевина, ммоль/л	3,6-8,6 [1] 2,93-8,28 [2]	**4,52±0,97***	**3,67±1,07**	U = 17 P = 0,014
Азот мочевины крови/креатинин	-	**9,75±1,50***	**8,25±2,06**	U = 22 P = 0,0376
Кальций, ммоль/л	1,40-3,00 [1] 2,2-3,9 [2]	3,34±0,07	3,31±0,12	U = 42 P = 0,57
Фосфор, ммоль/л	0,39-1,58 [1] 1,0-2,2 [2]	0,95±0,12	0,91±0,31	U = 28 P = 0,104
Общий белок, г/л	55-72 [1] 49-71 [2]	65,50±2,08	67,00±8,16	U = 46 P = 0,791
Альбумин, г/л	27-46 [1] 27-50 [2]	**46,00±2,58***	**40,75±3,41**	U = 6 P = 0,001
Глобулин, г/л	15-28 [1] 15-33 [2]	**19,25±0,95***	**26±5,35**	U = 23 P = 0,00018
Альбумин/Глобулин	- 1,1-2,1 [2]	**2,37±0,26***	**1,60±0,21**	U = 0 P = 0,0001
Аланинаминотрансфераза, ЕД/л	31-53 [1] 27,4-72,2 [2]	**42,50±3,87***	**71±5,44**	U = 0 P = 0,0001
Щелочная фосфатаза, Ед/л	70-145 [1] 36-224 [2]	17,00±6,4	16,75±7,3	U = 44 P = 0,677
Общий билирубин, ммоль/л	5-14 [1] 2,6-17,1 [2]	2,50±0,57	3,00±1,41	U = 30 P = 0,14
Холестерин, ммоль/л	0,90-1,37 [1] 0,91-1,37 [2]	0,86±0,25	0,62±0,22	U = 28 P = 0,104
Гаммаглутаминтрансфераза, ЕД/л	0 [1] 0-7 [2]	**0,5±0,1***	**0**	U = 30 P= 0,034

Примечание. 1 – справочные нормы биохимического анализатора, приводимые для кроликов; 2 – нормальные значения биохимических показателей для кроликов по данным литературы [24, 27]; * - существенные изменения биохимических показателей при патологических изменениях органов и систем организма хозяина на примере описторхоза.

Note. 1 – reference standards of the biochemical analyzer, given for rabbits; 2 – normal values of biochemical indicators for rabbits according to literature data [24, 27]; * – significant changes in biochemical parameters during pathological changes in the organs and systems of the host organism using opisthorchosis as an example

Содержание общего кальция и фосфора в опытной группе превышало контроль; различия статистически не значимы. При сравнении со справочными данными, отмечали пре-

вышение общего кальция в опытной группе от 1,147–1,947 до 0,347 ммоль/л (от нижней и верхней границы диапазона нормы соответственно). При сравнении количества фосфора с нормами, приводимыми в литературе, данные в обеих группах им соответствовали.

Снижение содержания щелочной фосфатазы в плазме крови было выявлено у животных обеих групп. В опытной группе показатель превышал значение контрольной группы на 0,25 ЕД/л; различия статистически не значимы. При сравнении данных группы наблюдения со справочными данными, они были меньше на 53–128 ЕД/л. При сравнении с данными литературы для кроликов в опытной группе его количество было меньше, чем в 2,11 раз.

Количество АЛТ в опытной группе было меньше, чем в группе контроля на 28,5 ЕД/л; различия статистически значимы. При сравнении со справочными данными и данными литературы содержание АЛТ в крови кроликов обеих групп соответствовало нормальным значениям.

Из белков плазмы крови у животных обеих групп определяли количество общего белка, альбуминов, глобулинов и соотношение альбуминов к глобулинам. Количество общего белка в крови у опытной группы было меньше на 1,5 г/л по сравнению с контрольной группой; различия между группами статистически не значимы. Уровень альбуминов в крови у опытной группы был больше на 5,25 г/л по сравнению с контролем; различия между группами статистически значимы. По сравнению со справочными данными аппарата, количество альбуминов в опытной группе находилось у верхней границы нормы; по сравнению с данными литературы превышало на 19 г/л нижнюю границу нормы. Количество глобулинов в опытной группе было меньше по сравнению с контролем на 6,75 г/л; различия статистически значимы. В опытной группе количество альбуминов над количеством глобулинов преобладало, а в контрольной группе – наоборот; различия статистически значимы.

Количество билирубина, его общей, прямой и непрямой фракций (табл. 2) в крови у животных опытной группы были меньше значений группы контроля на 0,5 ммоль/л; различия статистически не значимы. В плазме крови кроликов опытной группы содержание общей фракции соответствовало нижней границе нормы по данным литературы, по сравнению со справочными данными – показатель был меньше ее в два раза.

Таблица 2

Виды фракций билирубина в крови у кроликов в хронической стадии описторхоза через 5 лет после экспериментального заражения

Table 2

Types of bilirubin fractions in the blood of rabbits in the chronic stage of opisthorchosis 5 years after experimental infection

Разновидность фракций билирубина, ед. изм.	Группа кроликов		Статистические критерии, U, P
	опытная	контрольная	
Общая фракция, ммоль/л	1,875±0,395	2,25±0,866	U = 30, P = 0,14
Прямая фракция, ммоль/л	0,625±0,131	0,75±0,288	U = 30, P = 0,14
Непрямая фракция, ммоль/л	1,25±0,263	1,5±0,577	U = 30, P = 0,14

Гаммаглутаминтрансфераза была обнаружена только в плазме крови опытной группы – 0,5 ЕД/л, поэтому различия между группами статистически значимые.

На основании статистически значимых отклонений биохимических показателей, с учетом значительной разницы между значениями опытной группы и контролем, была разработана диагностическая панель (рис. 1), с помощью которой можно оценить наличие заболеваний печени, заподозрить паразитарную инвазию в печени и билиарном тракте (например, *O. felineus*), что может быть полезно в клинической и лабораторной диагностике.

В диагностической панели отображается принцип суммации от менее значимого признака (биохимический показатель крови) – (1) до точного показателя воспаления печени – (6). Биохимическими показателями здесь выступают изменение количества мочевины в

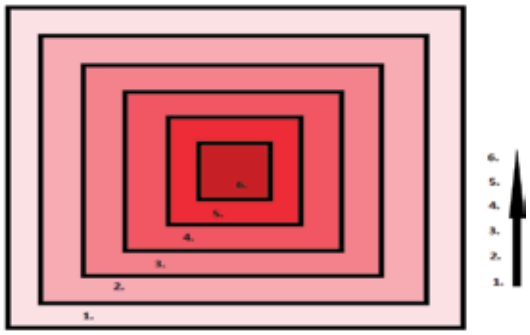

Рис.1. Диагностическая панель данных биохимических показателей крови для оценки вероятной вовлеченности в патологический процесс органов и систем организма хозяина, на примере инвазии *Opisthorchis felineus*

Fig. 1. Diagnostic panel of biochemical blood parameters for assessing the probable involvement of the host's organs and systems in the pathological process, using the example of *Opisthorchis felineus* infection

крови и (или) соотношения азота мочевины к креатинину – 1 (дисфункция органов выделительной системы, косвенный признак дисфункции печени, принимающей участие в азотистом обмене), изменение количества альбуминов/глобулинов и (или) соотношения альбуминов к глобулинам – 2 (косвенный признак, характеризующий вовлечение иммунной системы, ее напряжение или дефицитное состояние, косвенный признак дисфункции печени, как органа синтеза всех белков плазмы крови), изменение количества холестерина – 3 (явный признак дисфункции печени из-за протекающего в ней липидного обмена), изменение количества общего билирубина – 4 (явный признак дисфункции печени из-за протекании в ней пигментного обмена), изменение количества АЛТ – 5 (явный признак вовлеченности в патологический процесс печени, особенно в комплексе с АСТ), наличие гаммаглутаминтрансферазы – 6 (явный признак наличия воспаления печени).

Обсуждение

Через 5 лет после заражения *Opisthorchis felineus* у животных опытной группы большинство биохимических показателей находилось в диапазоне нормальных значений или у верхней (нижней) границы нормы. Здесь можно сказать о сущности паразитизма, который состоит в том, чтобы паразит оставался в организме хозяина незамеченным. В острой стадии описторхоза у этих животных регистрировали гипергликемию; содержание глюкозы в крови превышало нормальные значения в несколько раз [18]. При стрессе кролики могут реагировать резким подъемом уровня глюкозы в крови [7, 8]. По данным литературы, в хронической стадии описторхоза содержание глюкозы приходит к нормальным значениям; иногда развивается гипогликемия [22]. Снижение количества глюкозы в крови при инвазии может объясняться повышенной секрецией инсулина у хозяина.

Выявленное высокое содержание общего кальция в крови кроликов опытной группы, вероятно, характеризует напряженную работу мышечных тканей, в основном, миокарда, так как кролик малоподвижное животное. Гиперкальциемией считают количество кальция превышающее значение более 3,0 ммоль/л у кроликов [24, 27], более 2,8 ммоль/л у человека, что приближено к этому значению [10]. Одной из причин возникновения гиперкальциемии являются злокачественные новообразования, в том числе из эпителиальной ткани желчных протоков печени, например холангиокарцинома, формирующаяся в хронической стадии описторхоза [13]. Наличие гиперкальциемии характерно при нервно-психических расстройствах, снижении мышечной силы, инсипидарном синдроме [16]. Кролики с подтвержденным описторохозом в острой стадии имели агрессивное поведение, вздрагивание и неадекватную реакцию на звуковые и световые стимулы, по сравнению с незараженными животными [19]. Повышенный уровень кальция может быть связан с отложением кальция в стенках внутренних органов и кровеносных сосудах. В соединительной ткани при переходе воспаления в хроническую стадию отмечается отложение солей кальция [17]. При хроническом описторхозе морфологически обнаруживают грубые фиброзно-склеротические тяжи по ходу портальных трактов с кальцинированными включениями [14].

Повышенное содержание кальция и фосфора в крови у животных опытной группы при снижении количества щелочной фосфатазы характеризует интенсивность резорбции костных тканей остеокластами. Щелочная фосфатаза обеспечивает в организме процессы фосфорилирования, то есть отсоединение фосфора от сложных веществ. При грубом

нарушении фосфорно-кальциевого обмена в крови повышается содержание ацетоновых, кетоновых тел в моче; кетоз приводит к интоксикации и гибели животных [16].

Повышенное содержание глобулинов характеризует образование специфических антител при попадании инфекции в организм, на чем основывается иммуноферментный анализ к антигенам *O. felineus* [23]. Наоборот, меньшее количество глобулинов характеризует недостаток антител, что подтверждается данными литературы об отсутствии Ig M в хронической стадии описторхоза, постепенным исчезновением Ig G спустя 10 лет после заражения. Следовательно, у опытной группы подтверждается иммуносупрессивное воздействие гельминтов на организм хозяина, необходимое для их выживания.

Индекс соотношения альбуминов к глобулинам является показателем белкового обмена, индикатором метаболических нарушений и заболеваний печени. Количество альбуминов снижается при разных патологических процессах, характеризуя их переход в ткани из-за повышения проницаемости сосудов, уменьшения их секреции и ускорения их распада. Количество альбуминов часто находится в пределах нормальных значений из-за длительного периода полураспада, даже при гепатитах [22]. Следовательно, снижение количества альбуминов может оцениваться только комплексно с другими показателями.

Гаммаглютамилтрансфераза является индикаторным ферментом, указывающим на грубые изменения желчевыводящих путей, их обструкцию и дискинезию, вызванную нарушением оттока желчи. Его значения повышаются раньше, чем возникает активность щелочной фосфатазы. Фермент находится в цитоплазме и лизосомах гепатоцитов, нейронов, панкреатоцитов и эпителиоцитах предстательной железы; при повреждении этих клеток его количество в крови повышается. По данным литературы, гаммаглютамилтрансфераза в норме в крови у кроликов отсутствует [24, 27]. Наличие его в крови у животных группы наблюдения доказывает повреждение печени и билиарного тракта, обусловленное жизнедеятельностью паразита.

На повышение количества холестерина в хронической стадии описторхоза указывает Т. Ф. Степанова с соавт. [20]. В то же время, при остром и хроническом описторхозе у людей количество холестерина меньше нормы или в ее пределах [22], что аналогично результатам, полученным у животных в этом эксперименте. При сниженном индексе этого показателя причиной служит нарушение синтетической функции гепатоцитов.

Для жизнедеятельности описторхис нуждается в аскорбиновой кислоте, тиамине, цианокобаламине, ретиноле, альфа-токоферолe, получаемых из тканей хозяина. Особенно много в тканях трематод, в том числе *O. felineus*, аскорбиновой кислоты по сравнению с нематодами и цестодами [2]. Аскорбиновая кислота служит катализатором окислительно-восстановительных процессов, является донатором водорода. Синтез холестерина снижается при ее дефиците [28]. Возможно, что это приводит к гипохолестеринэмии у кроликов при хроническом описторхозе.

Во многих случаях индикаторными показателями выступают общий билирубин, АСТ и АЛТ, но лишь в острую стадию инвазии [5]. В хронической стадии эти же показатели снижаются (билирубин) или нормализуются (АСТ, АЛТ). При хроническом описторхозе количество АЛТ возвращается к нормальным значениям [21]. Нормальные значения АЛТ не отражают тканевых изменений, но не исключают заболеваний печени [22].

Количество непрямой фракции через 5 лет в опытной группе меньше по сравнению с контролем. Содержание билирубина меньше нормальных значений может быть вызвано истощением организма, негемолитическими анемиями и другими заболеваниями [10]. Поскольку органы дыхания у паразита отсутствуют, энергетические процессы в митохондриях восполняются за счет брожения пищи, где источником кислорода служит кровь хозяина [3]. Кровь хозяина потребляется паразитом; на месте его локализации формируются микрогеморрагии, кровоизлияния и микротромбы. Билирубин образуется из пигментов эритроцитов, являясь продуктом распада гемоглобина; снижение его количества может указывать на наличие анемии. При распаде билирубина образуется несколько фракций, из которых наиболее токсичной является непрямая [10]. Интоксикация у животных при инвазии через 1,5 года подтверждалась на-

личием в крови пойкилоцитоза, токсической зернистости псевдоэозинофилов и большого числа форм лимфолиза [12].

Повышение количества мочевины, обнаруженное в крови опытной группы, может указывать на нарушение эффективности выделительной функции почек. Например, при аутоиммунных заболеваниях печени, в сочетании с хроническим описторхозом, выявлено значительное повышение содержания мочевины в крови [11]. Мочевина образуется как конечный продукт азотистого обмена в печени. Большое количество перерабатываемого белка приводит к повышению количества мочевины, что истощает функциональные резервы гепатоцитов, ведет к повреждению гематофильтрационного барьера почек хозяина.

Заключение

Результаты биохимического анализа крови, где показатели немного превышают или граничат с нормальными значениями, в сочетании с наличием гаммаглутаминтрансферазы, характеризуют неблагополучие печени, других вовлеченных органов и систем. Значимость результатов биохимического анализа крови для оценки наличия заболеваний печени, в том числе инвазии *O. felineus*, возможна с помощью предложенной диагностической панели и заключается в небольшом изменении и (или) наличии отдельных показателей, выявляемых комплексно.

Список источников

1. *Бакштановская И. В., Степанова К. Б., Кальгина Г. А., Степанова Т. Ф.* Взаимосвязи биохимических и иммунологических показателей у больных хроническим описторхозом // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2018. № 2. С. 13-19.
2. *Бекиш О.-Я. Л., Семенов В. М., Бекиш Л. Э., Бекиш В. Я.* Влияние гельминтов на метаболизм витаминов у их хозяев // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2007. Т. 6, № 3. С. 86-92.
3. *Беэр С. А.* Биология возбудителя описторхоза. М.: Товарищество научных изданий Культурно-массового Комитета, 2005. 336 с.
4. *Богданов А. О., Прокудина Д. В., Байков А. Н., Салтыкова И. В.* Молекулярные механизмы, опосредующие развитие холангиокарциномы в ходе хронической инвазии печеночными сосальщиками // Сибирский онкологический журнал. 2015. № 6. С. 83-90.
5. *Борзунов В. М., Веревщиков В. К., Кузнецов П. Л., Удилов В. С., Русляков Д. В., Солдатов Д. А., Белоусов В. В.* Гельминтозы и протозойные болезни человека. Екатеринбург: Уральский государственный медицинский университет, 2013. 148 с.
6. *Бычков В. Г.* Описторхоз и рак печени у населения гиперэндемичного очага. Новосибирск.: Наука, 1992. 175 с.
7. *Вишневская Т. Я., Абрамова Л. Л.* Гематологические показатели кроликов в условиях стресса и при его иммунокоррекции // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2012. № 15 (2). С. 203-208.
8. *Войтенко Н. Г., Макарова М. Н., Ковалева М. А.* Вариабельность биохимических показателей крови и установление референсных интервалов в доклинических исследованиях. Сообщение 2: кролики // Лабораторные животные для научных исследований. 2020. № 2. С. 3-10. https://doi.org/10.29296/2618723X-2020-02-01
9. *Иванских В. И.* Изучение поверхности цист и эксцистированных метацеркарий Opisthorchis felineus методом сканирующей электронной микроскопии // Паразитология. 1993. № 27 (1). С. 54-58.
10. *Ишманов М. Ю., Сертакова А. В., Соловьев А. М., Федяшина Н. А., Щербакова Е. В.* 250 показателей здоровья. Справочник. Литрес, 2013. 718 с.
11. *Косаренко Е. С., Зуевская Т. В., Орлов М. Д., Еремеев С. И., Романченко С. С.* Лабораторные особенности аутоиммунных заболеваний печени на фоне описторхозной инвазии // Практическая медицина. 2023. Т. 21, № 4. С. 63-71.
12. *Кувшинов Д. Ю., Сидельникова А. А.* Сравнительный анализ морфологии клеток крови и ее биохимических особенностей у кроликов при хроническом описторхозе // Морфологические ведомости. 2022. № 30 (3). С. 44-49. https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(3).603

13. *Максимова Г. А., Пахарукова М. Ю., Кашина Е. В., Жукова Н. А., Львова М. Н., Хвостов М. В., Баев Д. С., Катохин А. В., Толстикова Т. Г., Мордвинов В. А.* Морфофункциональные и биохимические показатели у золотистых хомячков при развитии холангиокарциномы, ассоциированной с описторхозом // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 4. https://doi.org/10.18699/VJ15.062

14. *Начева Л. В., Додонов М. В., Воробьева Е. И.* Ксенопаразитарный барьер при описторхозе (гистологические и гистохимические исследования триады органов – печень, поджелудочная железа, двенадцатиперстная кишка). Кемерово: изд-во КемГМА, 2009. 137 с.

15. *Пальцев А. И.* Хронический описторхоз с позиций системного подхода. Клиника, диагностика, патоморфоз, лечение // Русский медицинский журнал. 2005. № 2. С. 96.

16. *Седов Ю. Д.* Кролики. Разведение, содержание, уход. Ростов на Дону: Феникс, 2016. 173 с.

17. *Серов В. В., Шехтер А. Б.* Соединительная ткань. М.: Медицина, 1981. 312 с.

18. *Сидельникова А. А., Начева Л. В., Боборыкин М. С.* Клинические аспекты острого описторхоза у кроликов в эксперименте // Российский паразитологический журнал. 2016. Т. 37, № 3. С. 374-379. https://doi.org/10.12737/21661

19. *Сидельникова А. А., Начева Л. В., Боборыкин М. С.* Психомоторные нарушения у экспериментальных животных при описторхозе // Российский паразитологический журнал. 2018. Т. 12. № 4. С. 84–89. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-4-84-89

20. *Степанова Т. Ф., Бакштановская И. В., Степанова К. Б., Чирко Ю. В., Арапова О. Н.* Особенности биохимии желчи при описторхозной инвазии // Фундаментальные исследования. 2006. № 1. С. 37-38.

21. *Филимонова Л. А., Борисенко Н. А.* Описторхоз, клинические проявления // Сибирское медицинское обозрение. 2006. Т. 39, № 2. С. 8-12.

22. *Фролова О. В., Старцева О. Н.* Сравнительная характеристика биохимических показателей крови у больных острым и хроническим описторхозом // Фундаментальные исследования. 2004. № 3. С. 121-122.

23. *Цуканов В. В., Тонких Ю. Л., Гилюк А. В., Васютин А. В., Коленчукова О. А., Ржавичева О. С., Борисов А. Г., Савченко А. А., Масленникова Н. А.* Диагностика, клиника и лечение описторхоза // Доктор.Ру. 2019, № 8 (163). С. 49-53.

24. *Ewringmann A.* Leitsymptome beim Kaninchen: Diagnostischer Leitfaden und Therapie, Enke; Auflage: 2., September 2010.

25. *Dieker A., Steinkamp J.* Unzez Zwergkaninchen. Studgard: Franckh-Kosmos Verlage. Ymbn. 1994; 72.

26. *Von Dietrich Altman.* Zwerg-Kaninchen. Studgard: Ulmer,1996; 48.

27. *Hein J., Hartmann K. Aus der I.* Medizinischen Tierklinik (Vorstand: Prof. Dr. K. Hartmann) der Ludwig-Maximilians-Universität München. Tierärztliche Praxis Kleintiere, Heft. № 5, 2003.

28. *Turley S. D., West C. E., Horton B. J.* The role of ascorbic acid in the regulation of cholesterol metabolism and in the pathogenesis of artherosclerosis. Atherosclerosis. 1976; 24 (1-2): 1-18. https://doi.org/10.1016/0021-9150(76)90060-5

Статья поступила в редакцию 06.03.25; одобрена после рецензирования 25.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторе:
Сидельникова Алевтина Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры морфологии и судебной медицины; SPIN-код: 7229-8489.

Автор прочел и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. Bakshtanovskaya I. V., Stepanova K. B., Kalgina G. A., Stepanova T. F. Interrelations of biochemical and immunological parameters in patients with chronic opisthorchosis. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases.* 2018; 2: 13-19. (In Russ.)
2. Bekish O.-Ya. L., Semenov V. M., Bekish L. E., Bekish V. Ya. The impact of helminths on vitamin metabolism in their hosts. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Bulletin of the Vitebsk State Medical University.* 2007; 6 (3): 86-92. (In Russ.)
3. Beer S. A. Biology of the causative agent of opisthorchosis. M.: Scientific Publishing Association of the Mass Cultural Committee, 2005; 336. (In Russ.)
4. Bogdanov A. O., Prokudina D. V., Baikov A. N., Saltykova I. V. Molecular mechanisms that mediate the development of cholangiocarcinoma in chronic liver fluke infection. *Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal = Siberian Journal of Oncology.* 2015; 6: 83-90. (In Russ.)
5. Borzunov V. M., Verevshchikov V. K., Kuznetsov P. L., Udilov V. S., Ruslyakov D. V., Soldatov D. A., Belousov V. V. Helminth infections and protozoan diseases in humans. Ekaterinburg: Ural State Medical University, 2013; 148. (In Russ.)
6. Bychkov V. G. Opisthorchosis and liver cancer in hyperendemic focus population. Novosibirsk: Science, 1992; 175. (In Russ.)
7. Vishnevskaya T. Ya., Abramova L. L. Hematological blood factors in rabbits under stress and in its immune correction. *Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva = Current issues of intensive animal breeding development.* 2012; 15 (2): 203-208. (In Russ.)
8. Voitenko N. G., Makarova M. N., Kovaleva M. A. Variability of biochemical blood parameters and setting reference intervals in preclinical studies. Message 2: rabbits. *Laboratornyye zhivotnyye dlya nauchnykh issledovaniy = Laboratory animals for scientific research.* 2020; 2: 3-10. (In Russ.) https://doi.org/10.29296/2618723X-2020-02-01
9. Ivanskikh V. I. Studying the surface of Opisthorchis felineus cysts and excysted metacercariae by scanning electron microscopy. *Parazitologija = Parasitology.* 1993; 27 (1): 54-58. (In Russ.)
10. Ishmanov M. Yu., Sertakova A. V., Soloviev A. M., Fedyashina N. A., Shcherbakova E. V. 250 Health Indicators. Directory. Litres, 2013; 718. (In Russ.)
11. Kosarenko E. S., Zuevskaya T. V., Orlov M. D., Eremeev S. I., Romanchenko S. S. Laboratory characteristics of autoimmune liver diseases associated with *Opisthorchis infection. Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine.* 2023; 21 (4): 63-71. (In Russ.)
12. Kuvshinov D. Yu., Sidelnikova A. A. Comparative analysis of blood cell morphology and biochemical characteristics in rabbits with chronic opisthorchosis. *Morfologicheskiye vedomosti = Morphological Journal.* 2022; 30 (3): 44-49. (In Russ.) https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(3).603
13. Maksimova G. A., Pakharukova M. Yu., Kashina E. V., Zhukova N. A., Lvova M. N., Khvostov M. V., Baev D. S., Katokhin A.V., Tolstikova T. G., Mordvinov V. A. Morphofunctional and biochemical parameters in golden hamsters in the development of opisthorchiasis-associated cholangiocarcinoma. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2015; 19 (4). (In Russ.) https://doi.org/10.18699/VJ15.062
14. Nacheva L. V., Dodonov M. V., Vorobyova E. I. A xenoparasitic barrier in opisthorchiasis (histological and histochemical studies of the vital tripod: liver, pancreas gland, and duodenum). Kemerovo: KemSMA Publishing House, 2009; 137. (In Russ.)
15. Paltsev A. I. Chronic opisthorchosis from the standpoint of a system approach. Clinical picture, diagnostics, pathomorphosis, treatment. *Russkiy meditsinskiy zhurnal = Russian Medical Journal.* 2005; 2: 96. (In Russ.)
16. Sedov Yu. D. Rabbits. Breeding, Maintenance, Care. Rostov-on-Don: Phoenix, 2016; 173. (In Russ.)
17. Serov V. V., Shekhter A. B. Connective Tissue. M.: Medicine, 1981; 312. (In Russ.)
18. Sidelnikova A. A., Nacheva L. V., Boborykin M. S. Clinical aspects of acute opisthorchiasis in rabbits in the experiment. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2016; 37 (3): 374-379. (In Russ.) https://doi.org/10.12737/21661
19. Sidelnikova A. A., Nacheva L. V., Boborykin M. S. Psychomotor impairments in experimental animals with opisthorchiasis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of*

Parasitology. 2018; 12 (4): 84–89. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-4-84-89

20. Stepanova T. F., Bakshtanovskaya I. V., Stepanova K. B., Chirko Yu. V., Arapova O. N. Biochemistry of bile secretion in Opistorchis spp. infection. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental Research*. 2006; 1: 37-38. (In Russ.)
21. Filimonova L. A., Borisenko N. A. Opisthorchosis, clinical manifestations. *Sibirskoye meditsinskoye obozreniye = Siberian Medical Review*. 2006; 39 (2): 8-12. (In Russ.)
22. Frolova O. V., Startseva O. N. Comparative characteristics of biochemical blood parameters in patients with acute and chronic opisthorchosis. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental Research*. 2004; 3: 121-122. (In Russ.)
23. Tsukanov V. V., Tonkikh Yu. L., Gilyuk A. V., Vasyutin A. V., Kolenchukova O. A., Rzhavicheva O. S., Borisov A. G., Savchenko A. A., Maslennikova N. A. Opisthorchosis diagnostics, clinical picture, and treatment. *Doktor.Ru = Doctor.Ru*. 2019; 8 (163): 49-53. (In Russ.)
24. Ewringmann A. Leitsymptome beim Kaninchen: Diagnostischer Leitfaden und Therapie, Enke; Auflage: 2., September 2010.
25. Dieker A., Steinkamp J. Unzez Zwergkaninchen. Studgard: Franckh-Kosmos Verlage. Ymbn. 1994; 72.
26. Von Dietrich Altman. Zwerg-Kaninchen. Studgard: Ulmer,1996; 48.
27. Hein J., Hartmann K. Aus der I. Medizinischen Tierklinik (Vorstand: Prof. Dr. K. Hartmann) der Ludwig-Maximilians-Universität München. Tierärztliche Praxis Kleintiere, Heft. № 5, 2003.
28. Turley S. D., West C. E., Horton B. J. The role of ascorbic acid in the regulation of cholesterol metabolism and in the pathogenesis of artherosclerosis. *Atherosclerosis*. 1976; 24 (1-2): 1-18. https://doi.org/10.1016/0021-9150(76)90060-5

The article was submitted 06.03.2025; approved after reviewing 25.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the author:

Sidelnikova Alevtina A., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Morphology and Forensic Medicine; SPIN: 7229-8489.

The author read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619: 615.284:616.3

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-210-217

Оценка затрат на применение антигельминтных средств при борьбе с гельминтозами лошадей

Калугина Елена Геннадьевна [1], Столбова Ольга Александровна [2]

[1, 2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, , Россия

[2] Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень, Россия

[1] kalugina.eg@asp.gausz.ru, https://orcid.org/0000-0002-1894-8604

[2] rus72-78@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4545-815X

Аннотация

Цель исследований – оценка и экономическая обоснованность применения антигельминтных средств против гельминтозов лошадей.

Материалы и методы. Изучение активности антигельминтного действия препаратов против гельминтозов лошадей, а также сравнительный анализ и расчет затрат проводили в течение 2017–2025 гг. Обследовано 176 лошадей орловской, русской рысистой, тракененской, буденновской, ахалтекинской, английской верховой и поместных пород, разных по половозрастной категории, эксплуатации и направленности. Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием компьютерных программ «Statistica 6.1» и «Microsoft Excel».

Результаты и обсуждение. Установлено, что высокоэффективным и наименее затратным средством, применяемым против гельминтозов у лошадей, является композиционная форма «Гельмиокс», преимуществами которой являются форма композиции (нет необходимости в дополнительных трудовых и временных затратах для расчета дозы на животное) и простота в применении.

Ключевые слова: лошади, антигельминтные средства, расчет, затраты, гельминтозы, ивермек, инвазия, инъекция, себестоимость, стоимость, концентрация, паста

Благодарность. Статья подготовлена в соответствии с планом НИР по программе фундаментальных научных исследований РАН: «Изучение и анализ эпизоотического состояния по болезням инвазионной этиологии сельскохозяйственных и непродуктивных животных, пчел и птиц, изменения видового состава и биоэкологических закономерностей цикла развития паразитов в условиях смещения границ их ареалов (FWRZ-2021-0018)».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Калугина Е. Г., Столбова О. А.* Оценка затрат на применение антигельминтных средств при борьбе с гельминтозами лошадей // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 210–217.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-210-217

© Калугина Е. Г., Столбова О. А., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Assessment of anthelmintic costs to control helminthosis in horses

Elena G. Kalugina [1], Olga A. Stolbova [2]

[1, 2] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

[2] All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – a branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Centre, Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

[1] kalugina.eg@asp.gausz.ru, https://orcid.org/0000-0002-1894-8604

[2] rus72-78@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4545-815X

Abstract

The purpose of the research is to assess and economically justify the use of anthelmintics against helminthosis in horses.

Materials and methods. The activity of the anthelmintic action of drugs against helminthosis in horses was studied, and a comparative analysis and cost calculation were performed in 2017 to 2025. One hundred and seventy-six Orlov, Russian trotting, Trakehner, Budyonny, Akhal-Teke, English Sport and local horses of different age and gender category, use, and type were examined. The results were processed statistically using Statistica 6.1 and Microsoft Excel software.

Results and discussion. It was found that a highly effective and least expensive drug used against helminthosis in horses is a Gelmioks composition form that is advantageous in the composition form (no need for additional labor and time costs to calculate a dose per animal) and ease of use.

Keywords: horses, anthelmintics, calculation, costs, helminthosis, ivermectin, infection, injection, cost price, value, concentration, paste.

Acknowledgments. The article was prepared under the research plan for the fundamental scientific research program of the Russian Academy of Sciences: Study and analysis of the epizootic status of diseases of invasive etiology in livestock animals and pets, bees, and poultry, and changes in the species composition and bioecological patterns of a parasite development cycle given shifting boundaries of their ranges (FWRZ-2021-0018).

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Kalugina E. G., Stolbova O. A. Assessment of anthelmintic costs to control helminthosis in horses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):210–217. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-210-217

© Kalugina E. G., Stolbova O. A., 2025

Введение

В настоящее время в Тюменской области коневодство стремительно увеличивается, усовершенствуется, возрождается. Тем не менее, одной из серьезных проблем, занимающей особое место среди патологий у лошадей, занимают болезни паразитарной этиологии, в частности гельминтозные инвазии, которые влекут за собой экономический ущерб вследствие значительного снижения работоспособности, спортивных и племенных качеств, резистентности, падежа животных, дополнительных затрат на лечение и реабилитацию, обсеменение пастбищ, левад, территорий коневодческих предприятий.

Возбудителями гельминтозов у лошадей являются ассоциации паразитов *Parascaris equorum*, *Strongyloides westeri*, *Oxyuris equi* и стронгилята, которые локализуются в органах пищеварительного тракта животных [2, 4, 6, 16, 20].

В последние годы для борьбы с гельминтозами лошадей предложено большое число отечественных и импортных препаратов из разных классов химических соединений, в

том числе бензимидазолы, макроциклические лактоны, фосфорорганические соединения и т. д. [2, 5, 9-11, 15, 17].

Важной задачей среди коневладельцев является выбор наиболее эффективных, удобных в применении и экономически выгодных антигельминтных средств против гельминтозов лошадей. Возникает необходимость учитывать терапевтическую эффективность, кратность обработок, расход антигельминтного средства, продолжительность обработок, а также трудозатраты [1, 7, 12, 14].

Целью наших исследований были оценка и экономическая обоснованность применения антигельминтных средств против гельминтозов лошадей.

Материалы и методы

Сравнительный анализ и расчет затрат на лечение были проведены в отношении антигельминтных средств с разными действующими веществами:

Ивермек – антигельминтный препарат, инъекционный 1%-ный раствор, в состав которого входит 10 мг ивермектина и вспомогательные компоненты; применяется однократно внутримышечно («NITA-FARM», г. Саратов) [3].

Бимектин – антигельминтный препарат для перорального применения в виде пасты, содержащий 18,7 мг ивермектина и вспомогательные вещества («BIMEDA», Ирландия) [11].

Эквалан Дуо – антигельминтный препарат для перорального применения в виде пасты, содержащий 15,5 мг ивермектина, 77,5 мг празиквантела и вспомогательные компоненты («Мериал», Франция) [21].

Паразинорт Д – антигельминтный препарат для перорального применения в виде пасты, содержащий 22,7 г оксибендазола, 45,4 г трихлорофона, 2,0 г метионина и вспомогательные вещества (Laboratorios Veterinarios Nort S.A., Аргентина) [12].

Кумеверм Экинос – антигельминтный препарат для перорального применения в виде пасты, содержащий 14,0 г мебендазола, 48,0 г метрифоната и вспомогательные компоненты (Agropharma, Аргентина) [8].

Гельмиокс – композиционная форма для перорального применения в виде пасты, содержащая 22,0 г оксибендазола, 1,5 г ивермектина, 3,0 г метионина и вспомогательные вещества (ВНИИВЭА – филиал ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень, Россия) [7, 11, 17].

В течение 2017–2024 гг. обследовано 176 лошадей орловской, русской рысистой, тракененской, буденновской, ахалтекинской, английской верховой и поместных пород, разных по половозрастной категории, эксплуатации и направленности. Лошадей, инвазированных гельминтами по результатам предварительного исследования фекалий методом овоскопии по Фюллеборну и ларвоскопии по Берману-Орлову, разделили на опытные и контрольную группы. Лошадям 1, 2, 3, 4, 5 и 6-й опытных групп задавали соответственно ивермек в дозе из расчета 1 мл 1%-ного раствора на 50 кг живой массы, бимектин – 1,13 г/100 кг, эквалан дуо – 1,3 г/100 кг, паразинорт Д – 4,4 г/100 кг, кумеверм экинос – 5,0 г/100 кг, гельмиокс – 4,5 г/100 кг массы тела. Лошади контрольной группы препарат не получали.

Оценку эффективности препаратов проводили через 15 сут после лечения путем обследования фекалий лошадей опытных и контрольной групп методом овоскопии по Фюллеборну и ларвоскопии по Берману-Орлову с подсчетом числа яиц кишечных гельминтов (стронгилят, *Parascaris equorum*, *Strongyloides westeri*) и соскоба с перианальных складок (*Oxyuris equi*) по методике ВИГИС [2]. По результатам копрологических обследований определяли экстенсивность инвазии и среднее число яиц или личинок гельминтов в 1 г фекалий на одно обследованное животное. Для оценки паразитоцидной активности препаратов рассчитывали процент снижения среднего показателя числа яиц по отношению к контролю (не обработанные) [2].

Оценку затрат на применение антигельминтных средств при борьбе с гельминтозами лошадей проводили согласно методике определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий [14, 18, 19].

Полученные результаты обрабатывали статистически в соответствии с методиками, принятыми в ветеринарии. Достоверность результатов оценивали, используя критерии Стьюдента-Фишера.

Результаты

Результаты определения антигельминтной эффективности испытанных препаратов

приведены в таблице и свидетельствуют об их высокой активности. Гельмиокс, кумеверм экинос, паразинорт Д, эквалан дуо, бимектин и ивермек показали соответственно 100, 98,5; 97,3; 91,7; 89,8 и 82,1%-ную активность против кишечных гельминтов лошадей.

Таблица

Расчет затрат для проведения антигельминтной обработки лошадей

Table

Calculation of costs for anthelmintic treatment of horses

Показатель	Препарат					
	ивермек	бимектин	эквалан дуо	паразинорт Д	кумеверм экинос	гельмиокс
Стоимость, руб.	710,0	2320,0	3500,0	3750,0	3450,0	2190,0
Концентрация, %	1,0	1,87	0,2	1,0	0,6	1,0
Расход на обработку одного животного	11,0 мл	5,7 г	6,5 г	22,0 г	25,0 г	22,5 г
Стоимость одной обработки, руб.	710	2320,0	3500,0	3750,0	3450,0	2190,0
Кратность обработок	1	1	1	1	1	1
Терапевтическая эффективность, %	82,1	89,8	91,7	97,3	98,5	100
Расход на курс лечения	11,0 мл	5,7 г	6,5 г	22,0 г	25,0 г	22,5 г
Стоимость курса лечения одного животного, руб.	710,0	2320,0	3500,0	3750,0	3450,0	2190,0
Продолжительность одной обработки, ч	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Зарплата обслуживающего персонала из расчета на 1 обработку, руб.	800,0	800,0	800,0	800,0	800,0	800,0
Себестоимость дегельминтизации на одно животное за курс лечения, руб.	1510,0	3120,0	4300,0	4550,0	4250,0	2990,0

Стоимость препарата на курс лечения одного животного составила ивермека 710,0 руб., бимектина 2320,0, эквалана дуо 3500,0, паразинорта Д 3750,0, кумеверма экинос 3450,0, гельмиокса 2190,0 руб.

Себестоимость дегельминтизации на одно животное за курс лечения при гельминтозах лошадей с учетом стоимости антигельминтных препаратов, композиционной формы и заработной платы обслуживающего персонала составила 1510,0 руб. ивермеком, 2990,0 руб. гельмиоксом, 3120,0 руб. бимектином, 4250,0 руб. кумевермом экинос, 4300,0 руб. экваланом дуо и 4550,0 руб. паразинортом Д.

При дегельминтизации лошадей необходимо учитывать лечебную эффективность препарата, кратность обработок, стоимость, затраты труда и себестоимость обработок на курс лечения.

Обсуждение

Гельминтозы распространены повсеместно и наносят колоссальный экономический ущерб вследствие падежа животных, снижения продуктивности, ухудшения качества продукции, увеличения затрат на ее производство, а также увеличения затрат на проведение лечебных мероприятий. Экономический урон, причиняемый паразитами, не исчерпывается экономическими потерями в животноводстве, а приобретает социальное значение [2, 3, 6, 11, 14, 15].

Особую опасность для лошадей представляют параскариоз и стронгилятозы (деляфондиоз, альфортиоз, стронгилез). Другие гельминтозы регистрируют реже, очагово или они протекают скрыто, без клинически выраженных симптомов [1-3, 12, 14].

В связи с этим, проведение профилактических мероприятий играет существенную роль в предотвращении экономического ущерба, причиняемого гельминтозами у животных. Профилактика складывается из своевременной дегельминтизации животных, механической очистке денников, обработок средствами дезинвазии, выпас табуна на культурных пастбищах [2, 3, 14].

Установлено, что суммарный фактический экономический ущерб, причиненный разным видам сельскохозяйственных животных от гельминтозов, в Иркутской области за 10 лет (2007–2018 гг.) составил 181,4 млн. руб. Эко-

номическая эффективность противогельминтозных мероприятий у лошадей при расчете предотвращенного экономического ущерба, в целом, составляет 28,4 млн. Наибольшая величина предотвращенного экономического ущерба в расчете на одно обработанное животное составила при стронгилоидозе 5353 руб. и оксиурозе 1589 руб. [3].

Важно отметить, что один день простоя животных, инвазированных стронгилятами пищеварительного тракта, обходится в 72000 рублей. Учитывая, что животные должны находиться в хозяйстве после дегельминтизации в течение 10 сут до полного освобождения организма животных от гельминтов, возможный ущерб хозяйству от простоя рабочих лошадей возрастает до 720 000 рублей. При этом, экономическая эффективность на 1 руб. затрат при дегельминтизации лошадей антигельминтиком, содержащим альбендазол, составляет 6,01 руб., эприномектин – 3,9 руб., празиквантел + ивермектин – 5,8 руб. [1].

Лечение лошадей при стронгилятозах экономически эффективно и целесообразно альбеном, т. к. это недорогой и эффективный препарат для профилактики и лечения зараженных стронгилятами лошадей в хозяйствах различных форм собственности, где экономическая эффективность составляет на 1 руб. затрат 198 руб. [19].

В России и за рубежом для борьбы с гельминтами у однокопытных предложено и испытано большое число антигельминтных препаратов и методов их применения. Учеными разработаны антигельминтные средства, содержащие разнообразные действующие вещества, позволяющие проводить качественную дегельминтизацию лошадей, с целью предупреждения развития резистентности у паразитов к действующим веществам. Резистентность гельминтов ведет к снижению эффективности препаратов при длительном использовании одних и тех же антигельминтиков [1, 2, 14, 15].

Для этого необходима смена средств с определенной периодичностью, поэтому в настоящее время происходит постоянный поиск новых антигельминтных препаратов широкого спектра действия, не оказывающих токсического влияния на организм лошадей.

В связи с этим, нами была разработана и изучена новая композиционная форма гельмиокс, которая при однократном пероральном применении в дозе 4,5 г на 100 кг массы животного показала 100%-ную эффективность против *Parascaris equorum, Oxyuris equi, Strongyloides westeri* и стронгилят. Разработанная композиция обладает широким спектром нематодоцидного действия и низкой токсичностью за счет стимуляции неспецифической резистентности организма животных [7, 11, 17].

Заключение

При оценке антигельминтных препаратов, используемых для дегельминтизации лошадей против гельминтозов, наибольшую эффективность и наименьшую затратность показала композиционная форма гельмиокс. Преимуществами гельмиокса являются форма композиции (нет необходимости в дополнительных трудовых и временных затратах для расчета дозы на животное) и простота в применении.

Список источников

1. *Абалихин Б. Г., Крючкова Е. Н., Соколов Е. А.* Экономическое обоснование применения антгельминтиков при стронгилятозах желудочно-кишечного тракта у лошадей // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2021. Вып. 22. С. 21-26. https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.21-26

2. *Архипов И. А.* Антигельминтики: фармакология и применение. М., 2009. 405 с.

3. *Балыбердин Б. Н., Мельцов И. В., Смолянинов Ю. И., Юшкова Л. Я.* Экономическая эффективность противогельминтозных мероприятий в животноводстве в Иркутской области // Ветеринария и кормление. 2020. № 1. С. 13-15. https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-2

4. *Варламова А. И., Халиков М. С., Халиков С. С., Архипов И. А.* Антигельминтная эффективность суспензий на основе фенбендазола и никлозамида, полученных методом жидкофазной механообработки // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18, № 3. С. 325-331. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-3-325-331

5. *Иванюшина А. М., Никонов А. А., Ясенева А. С.* Эффективность препаратов Альвет и Ривертин при кишечных нематодозах лошадей // «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе»: сборник трудов LIX Студенческой научно-практической конференции. Тюмень:

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. С. 137-145.

6. *Калугина Е. Г.* Изучение характеристики Ивермека у спортивных лошадей // «Современные научно-практические решения в АПК»: сборник статей II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. С. 138-141.
7. *Калугина Е. Г., Столбова О. А.* Изучение эффективности композиционной формы «Гельмиокс» при гельминтозной инвазии у лошадей // Ветеринарный врач. 2024. № 4. С. 58-63. https://doi.org/10.33632/1998-698X_2024_4_58
8. *Калугина Е. Г., Столбова О. А., Шантыз А. Ю., Усенко В. В., Рядноv А. А.* Эффективность антигельминтного препарата «Кумеверм Экинос®» при гельминтокомплексе у однокопытных // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 115. С. 165-171. https://doi.org/10.21515/1999-1703-115-165-171
9. *Калугина Е. Г., Столбова О.А.* Анализ антигельминтных средств для ветеринарного применения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2022. № 12 (189). С. 189-195. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-12-189-195
10. *Калугина Е. Г., Столбова О. А.* Изучение эффективности «Эквалан Дуо» при гельминтозах лошадей // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2019. Вып. 20. С. 242-246. https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.242-246
11. *Калугина Е. Г., Столбова О. А.* Оценка токсичности антигельминтного препарата «Гельмиокс» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 1(111). С. 204-209. https://doi.org/10.37670/2073-0853-2025-111-1-204-209
12. *Калугина Е. Г., Столбова О. А.* Оценка эффективности антигельминтного препарата «Празинорт Д®» при кишечных гельминтозах лошадей // АПК: инновационные технологии. 2023. № 1 (60). С. 17-24. https://doi.org/10.35524/2687-0436_2023_01_17
13. *Калугина Е. Г., Столбова О. А.* Эффективность антигельминтного препарата «Бимектин®» при гельминтозах лошадей в условиях Тюменской области // Ветеринарная патология. 2023. № 2(84). С. 26-33. https://doi.org/10.23947/1682-5616-2023-22-2-26-33
14. *Кузнецов Ю. Е., Кузнецова Н. В., Лукоянова Л. А.* Сравнение экономической эффективности антигельминтных препаратов "Иверсан" и "Эпримек" // «Эффективные и безопасные лекарственные средства в ветеринарии»: материалы V Международного конгресса ветеринарных фармакологов и токсикологов. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. С. 113-115.
15. *Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталев А. В.* Проблема антигельминтной резистентности в коневодстве // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16, № 2. С. 230-242. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242
16. *Сибен А. Н., Никонов А. А., Петрова Т. А.* Инвазионные заболевания лошадей Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 7 (106). С. 185-189.
17. *Столбова О. А., Калугина Е. Г.* Способ лечения и профилактики стронгилятозов лошадей. Патент № 2792802.
18. *Столбова О. А., Скосырских Л. Н.* Расчет затрат на применение акарицидов при борьбе с демодекозом крупного рогатого скота // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 2 (22). С. 54-57.
19. *Сысоева М. А., Любченко Е. Н., Овчаренко О. С.* Экономическая эффективность ветеринарных мероприятий при гельминтозах лошадей в Спасском районе Приморского края // Аграрный вестник Приморья. 2021. № 4 (24). С. 60-62.
20. *Шнайдер Ж. Д., Калугина Е. Г.* Болезни желудочно-кишечного тракта лошадей на территории города Тюмени // «Стратегические ресурсы Тюменского АПК: люди, наука, технологии»: сборник LVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. С. 144-147.
21. *Kalughina E. G., Stolbova O. A.* Praziver® and ivermek® effectiveness for horse helminthiase prevention. EurAsian Journal of BioSciences. 2020; 14 (1): 317-322.

Статья поступила в редакцию 26.03.25; одобрена после рецензирования 02.04.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Калугина Елена Геннадьевна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры незаразных болезней сельскохозяйственных животных, SPIN-код: 4592-0718, Researcher ID: GOZ 8032-2022, Scopus ID: 24294145019.

Столбова Ольга Александровна, доктор ветеринарных наук, доцент, заведующая кафедрой незаразных болезней сельскохозяйственных животных, научный сотрудник лаборатории акарологии; SPIN-код: 8720-4130, Researcher ID: AAC 4488-2022, Scopus ID: 24278145006.

Вклад авторов:

Калугина Е. Г. – обзор исследований по проблеме, проведение эксперимента, анализ полученных данных.

Столбова О. А. – научное руководство, критический анализ полученных результатов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Abalikhin B. G., Kryuchkova E. N., Sokolov E. A. Economic rationale for the use of anthelmintics against gastrointestinal strongylatosis in horses. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference.* 2021; 22: 21-26. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.21-26
2. Arkhipov I. A. Anthelmintics: pharmacology and application. M., 2009; 405. (In Russ.)
3. Balyberdin B. N., Meltsov I. V., Smolyaninov Y. I., Yushkova L. Y. Economic efficiency of anthelmintic measures in animal husbandry in the Irkutsk Region. *Veterinary Science and Feeding*. 2020; 1: 13-15. (In Russ.) https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-1-2
4. Varlamova A.I., Khalikov M.S., Khalikov S.S., Arkhipov I.A. Anthelmintic efficacy of Fenbendazole and Niclosamide suspensions obtained by liquid phase mechano-chemical treatment. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2024;18 (3): 325-331. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-3-325-331
5. Ivanyushina A. M., Nikonov A. A., Yaseneva A. S. Efficacy of Alvet and Rivertin against intestinal nematodiasis in horses. *«Uspekhi molodezhnoy nauki v agropromyshlennom komplekse»: sbornik trudov LIX Studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = «Achievements of youth science in the agro-industrial complex»: proceedings of the LIX Student Scientific and Practical Conference.* Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2022; 137-145. (In Russ.)
6. Kalugina E. G. Study on characteristics of Ivermek in sport horses. *«Sovremennyye nauchno-prakticheskiye resheniya v APK»: sbornik statey II Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii = «Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex»: collection of articles of the II All-Russian (National) Scientific and Practical Conference*. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2018; 138-141. (In Russ.)
7. Kalugina E. G., Stolbova O. A. Study on the efficacy of the Gelmioks composition form against helminth infections in horses. *Veterinarnyy vrach = Veterinarian*. 2024; 4: 58-63. (In Russ.) https://doi.org/10.33632/1998-698X_2024_4_58
8. Kalugina E. G., Stolbova O. A., Shantyz A. Y., Usenko V. V., Ryadnov A. A. Efficacy of anthelmintic Cumeverm Equinos® against helminthic complex in solidungulates. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2024; 115: 165-171. (In Russ.) https://doi.org/10.21515/1999-1703-115-165-171
9. Kalugina E. G., Stolbova O. A. Analysis of anthelmintics for veterinary use. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2022; 12 (189): 189-195. (In Russ.) https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-12-189-195
10. Kalugina E. G., Stolbova O. A. Study on the efficacy of Eqvalan Duo against helminthosis in horses. *«Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference.* 2019; 20: 242-246. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.242-246
11. Kalugina E. G., Stolbova O. A. Toxicity evaluation of anthelmintic Gelmioks. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta =*

Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2025; 1 (111): 204-209. (In Russ.) https://doi.org/10.37670/2073-0853-2025-111-1-204-209

12. Kalugina E. G., Stolbova O. A. Efficacy evaluation of anthelmintic Parasinort D® against intestinal helminthiasis in horses. APK: innovatsionnyye tekhnologii = AIC: innovative technologies. 2023; 1 (60): 17-24. (In Russ.) https://doi.org/10.35524/2687-0436_2023_01_17
13. Kalugina E. G., Stolbova O. A. Efficacy of anthelmintic Bimectin® against helminthiasis in horses in the Tyumen Region. *Veterinarnaya patologiya = Veterinary Pathology.* 2023; 2 (84): 26-33. (In Russ.) https://doi.org/10.23947/1682-5616-2023-22-2-26-33
14. Kuznetsov Y. E., Kuznetsova N. V., Lukoyanova L. A. Comparison of the economic efficiency of anthelmintics Iversan and Eprimec. *«Effektivnyye i bezopasnyye lekarstvennyye sredstva v veterinarii»: materialy V Mezhdunarodnogo kongressa veterinarnykh farmakologov i toksikologov = «Effective and safe drugs in veterinary medicine»: proceedings of the V International Congress of Veterinary Pharmacologists and Toxicologists.* Saint Petersburg: Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2019; 113-115. (In Russ.)
15. Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V. The problem of anthelminthic resistance in horse breeding. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16 (2): 230-242. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242
16. Siben A. N., Nikonov A. A., Petrova T. A. Invasive diseases of horses in the Tyumen Region. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2015; 7 (106): 185-189. (In Russ.)
17. Stolbova O. A., Kalugina E. G. Method for treating and preventing strongylatosis in horses. Patent No. 2792802. (In Russ.)
18. Stolbova O. A., Skosyrskikh L. N. Cost calculation of using acaricides to control demodicosis in cattle. *Vestnik APK Stavropol'ya = Bulletin of the Stavropol AIC*. 2016; 2 (22): 54-57. (In Russ.)
19. Sysoeva M. A., Lyubchenko E. N., Ovcharenko O. S. Economic efficiency of veterinary measures against helminthiasis in horses in the Spassky District of the Primorsky Kray. *Agrarnyy vestnik Primor'ya = Primorye Agrarian Bulletin*. 2021; 4 (24): 60-62. (In Russ.)
20. Schneider J. D., Kalugina E. G. Gastrointestinal diseases in horses in Tyumen. *«Strategicheskiye resursy Tyumenskogo APK: lyudi, nauka, tekhnologii»: sbornik LVII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh = «Strategic resources of the Tyumen agro-industrial complex: people, science, and technology»: proceedings of the LVII International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists*. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2024; 144-147. (In Russ.)
21. Kalughina E. G., Stolbova O. A. Praziver® and ivermek® effectiveness for horse helminthosis prevention. *EurAsian Journal of BioSciences*. 2020; 14 (1): 317-322.

The article was submitted 26.03.2025; approved after reviewing 02.04.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Kalugina Elena G., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Non-Communicable Diseases of Livestock Animals, SPIN: 4592-0718, Researcher ID: GOZ 8032-2022, Scopus ID: 24294145019.

Stolbova Olga A., Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Non-Communicable Diseases of Livestock Animals, Researcher of the Laboratory of Acarology; SPIN: 8720-4130, Researcher ID: AAC 4488-2022, Scopus ID: 24278145006.

Contribution of the authors:

Kalugina E. G. – research review on the problem, the experiment, obtained data analysis.

Stolbova O. A. – academic supervision, critical analysis of obtained results.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.993:636.5

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-218-225

Экономический ущерб от спонтанного эймериоза молодняка индеек

Сафиуллин Ринат Туктарович [1], Чалышева Эльвира Ивановна [2]

[1, 2] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[1] safiullin.r_t@mail.ru, https://orcid.org/0000-003-0450-5527

[2] elviraivanovna00@mail.ru

Аннотация

Цель исследований – изучение экономического ущерба от спонтанного эймериоза молодняка индеек.

Материалы и методы. В условиях индейководческого хозяйства Московской области, неблагополучного по эймериозам молодняка индеек, изучено распространение инвазии среди птиц разного возраста, контаминация объектов внешней среды ооцистами эймерий, видовая идентификации ооцист эймерий, паразитирующих у индюшат. Определены основные виды экономического ущерба от спонтанного эймериоза молодняка индеек в данном хозяйстве с установлением необходимых коэффициентов. Павшими от эймериозов считали тех индюшат, тушки которых имели характерные при эймериозе изменения в кишечнике, а число ооцист в 1 г содержимого кишечника было более 20 тыс.экз. Ущерб от снижения продуктивности определяли по результатам взвешиваний спонтанно инвазированных индюшат по сравнению с контрольной птицей, свободной от инвазии.

Результаты и обсуждение. На основании полученных данных определены коэффициенты заболеваемости эймериозом среди индюшат самок, который составил 0,33 и среди самцов – 0,265. Коэффициент летальности у заболевших самок составил 0,2, у самцов – 0,18. Ущерб от падежа вследствие эймериоза у самок в расчете на 1 павшую птицу составил 728,8 руб., у самцов – 1399 руб. Ущерб от снижения продуктивности у зараженных эймериями индюшат самок в расчете на 1 птицу составил 161,3 руб., у самцов – 181,4 руб.

Ключевые слова: индюшата, эймериоз, экономический ущерб, снижение продуктивности

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И.* Экономический ущерб от спонтанного эймериоза молодняка индеек // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 218–225.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-218-225

© Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Economic damage from spontaneous eimeriosis in young turkeys

Rinat T. Safiullin [1], Elvira I. Chalysheva [2]

[1, 2] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[1] safiullin.r_t@mail.ru, https://orcid.org/0000-003-0450-5527

[2] elviraivanovna00@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to study economic damage caused by spontaneous eimeriosis in young turkeys.

Materials and methods. On a turkey farm in the Moscow Region that had an adverse situation on eimeriosis in young turkeys, the infection spread among birds of different age groups, environmental contamination with eimeria oocysts, and species identification of eimeria oocysts parasitizing young turkeys were studied. The main types of economic damage were determined from spontaneous eimeriosis in young turkeys on this farm with setting necessary coefficients. Turkeys were considered to have died from eimeriosis when their carcasses had changes in the intestines typical to eimeriosis, and the number of oocysts in 1 g of intestinal contents was more than 20 thousand specimens. The damage from decreased productivity was determined based on the results of weighing spontaneously infected young turkeys versus the control birds free from the infection.

Results and discussion. Based on the obtained data, the infection rates of eimeriosis among young female turkeys were determined to be 0.33, and 0.265 among males. The mortality rate among affected females was 0.2, and 0.18 among males. The damage from eimeriosis was RUB 728.8 per 1 dead bird in females, and RUB 1,399 in males. The damage from decreased productivity was RUB 161.3 per 1 bird in female turkeys infected with eimeriosis, and RUB 181.4 in males.

Keywords: turkeys, eimeriosis, economic damage, decreased productivity

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Safiullin R. T., Chalysheva E. I. Economic damage from spontaneous eimeriosis in young turkeys. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):218–225. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-218-225

© Safiullin R. T., Chalysheva E. I., 2025

Введение

В России птицеводческая отрасль является одной из важнейших и скороспелых отраслей в сельском хозяйстве, которая производит мясо птицы, пищевые яйца, а также пух и перья. Первостепенной задачей современного птицеводства является обеспечение населения безопасной и экологически чистой продукцией. Важным источником увеличения производства качественного мяса птицы является промышленное индейководство, существующее в России более 15 лет.

В международном рейтинге Россия занимает лидирующую позицию по производству индюшатины. Мясо индеек содержит большое количество белка, низкий уровень жира и холестерина, а также отличается своими вкусовыми свойствами. Все отмеченное является причиной резкого роста спроса на мясо индейки.

В повышении продуктивности индеек наряду со сбалансированным и полноценным кормлением, созданием благоприятных зоогигиенических условий содержания важное место занимают ветеринарные мероприятия (что подтверждает информация, отмеченная в Правилах проведения дезинфекции и дезинвазии [1]), направленные на оперативное

[1] Правила проведения дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора» № 13-5-02/0522 от 15.07.2002. Воронеж: Кодекс. 65 с.

выявление заболеваний, их лечение и профилактику [1, 2].

В условиях промышленного индейководства при содержании большого поголовья птицы на ограниченной территории существует большой риск возникновения таких паразитарных болезней, как эймериоз, криптоспоридиоз, аскаридиоз, гетеракидоз и другие [5–9].

Самым распространенным протозойным заболеванием на промышленных птицефабриках является эймериоз, который способствует снижению продуктивности молодняка индеек, а при высокой интенсивности эймериозной инвазии отмечают падеж [10–15]. Для предотвращения экономических потерь от эймериозов молодняка индеек необходимо проводить комплекс мероприятий против экзогенных и эндогенных стадий возбудителя с использованием современных высокоэффективных средств, о которых сказано в соответствующих Методических рекомендациях [2].

Исходя из отмеченного, перед собой поставили задачу определить ущерб от спонтанного эймериоза молодняка индеек.

Материалы и методы

Исследования проводили в неблагополучном по эймериозу индеек птицеводческом хозяйстве Московской области в 2021–2022 гг. по договоренности с руководством и ветслужбой хозяйства. Одновременное поголовье индеек в данном хозяйстве составляло 60 тыс., посадочное поголовье в одном птичнике 10–15 тыс. голов в зависимости от возраста и пола. По принятой в данном хозяйстве напольной технологии, молодняк индеек до 28-суточного возраста выращивают совместно, затем их разделяют на самок и самцов. С этого возраста самок переводят на откорм. До 63-суточного возраста самцы находятся на доращивании, а затем их переводят на откорм. Возраст убоя самок на мясо 105 сут, самцов – 140 сут. Стандартная туша самок 5 кг, самцов – 10 кг.

Распространение эймериозов молодняка индеек устанавливали путем исследования проб помета, а также соскобов с пола птичника, технологического оборудования и кормушек с помощью комбинированного метода Дарлинга. Пробы для исследований отбирали в разные сезоны года, начиная с 7-суточного возраста после посадки, затем еженедельно и до завершения технологического цикла выращивания индеек, которые исследовали в условиях лаборатории института. Необходимые для экономического анализа данные по производственным показателям, поголовью, приросту массы брали в бухгалтерии хозяйства, а отдельные позиции уточняли у начальников участков и ветеринарной службы.

Ущерб от снижения продуктивности вследствие эймериоза определяли на спонтанно инвазированных индюшатах по сравнению с контрольной птицей, свободной от инвазии. Работу выполняли совместно с ветслужбой индейководческого хозяйства, согласуя с зоотехнической. Изучение ущерба от снижения продуктивности индюшат проводили на молодняке в возрасте с 28 до 60 сут. Для выявления зараженных эймериями индюшат и свободных от инвазии проводили индивидуальное биркование и взятие проб помета, которые исследовали флотационным методом Фюллеборна с установлением интенсивности инвазии. Отобранные индюшата находились в птичнике группами на огороженных сеткой участках. Всего было 4 группы по 20 голов в каждой, которые находились в аналогичных условиях и кормили их по зоотехническим нормам. Учитывая, что самки и самцы индюшек имеют разный прирост массы даже без инвазии, под наблюдением были свободные и зараженные эймериями индюшата обоего пола. Индивидуальные взвешивания индюшат проводили в начале и конце опыта с установлением среднесуточного прироста массы в каждой группе. За опытными группами в течение всего периода ветслужба проводила ежедневные наблюдения.

Полученные при изучении экономического ущерба экспериментальные данные подвергали статистическому анализу по методу Н. А. Плохинского с использованием критерия Стьюдента [4].

Результаты

У индюшат при напольной технологии содержания наибольшую экстенсивность и интенсив-

2 Сафиуллин Р. Т., Сазанов А. М., Хромов К. А. Методические рекомендации по определению экономической эффективности противопаразитарных мероприятий. М., 2006. 42 с.

ность эймериозной инвазии у самцов отмечали в 35-суточном возрасте – 45% при обнаружении в 1 г помета 6,0 тыс. ооцист. У самок наибольшая экстенсивность и интенсивность эймериозной инвазии приходилась на 49-суточный возраст – 30 % и 5,0 тыс. ооцист/г.

При изучении сезонной динамики зараженности эймериями у самцов и самок выявили наибольшую интенсивность инвазии в зимний и весенний периоды. При исследовании соскобов из объектов внешней среды наибольшая их контаминация установлена в летний и осенний периоды.

У молодняка индеек при видовой идентификации ооцист эймерий были установлены следующие виды: *Eimeria meleagrimitis* (60,0%), *E. gallopavonis* (25,0%), *E. meleagridis* (10,0%), *E. adenoeides* (5,0%), а также была отмечена смешанная инвазия, представленная сочетанием разных видов ооцист рода *Eimeria*.

После выяснения общей картины по технологии производства и эпизоотической ситуации по эймериозу определились с видами ущерба от эймериоза индюшат в данном хозяйстве. Безусловно, на первой позиции ущерб от падежа индюшат, хотя доля данного вида ущерба не такая высокая. Основной вид ущерба - от снижения приростов массы индюшат вследствие эймериоза. Третий вид ущерба, также имеющий значение – конверсия или оплата корма на единицу прироста массы индюшат. Четвертый вид ущерба – от снижения качества продукции, в данном случае мяса индеек. Возможность существования этого вида ущерба показали наши исследования материала из индейководческого хозяйства Пензенской области [7]. В пробах от откормочного молодняка 140-суточного возраста ооцисты эймерий выделены во всех пробах при обнаружении 12,6 тыс. ооцист/г помета. Однако, изучение ущерба от снижения качества мяса индеек при спонтанном эймериозе самостоятельный вопрос и, в данном случае, мы его не затронули.

Кроме того, необходимо помнить о затратах на противококцидиозные мероприятия, состоящие из затрат на лечебно-профилактические и ветеринарно-санитарные мероприятия, а также затраты на оплату труда ветработников и прочие затраты, включая дополнительные затраты на проведение санации птичников и территории вокруг помещений.

Из-за отсутствия необходимых данных при определении экономического ущерба от эймериоза индюшек в неблагополучном индейководческом хозяйстве Московской области учитывали только два вида: от падежа и снижения продуктивности (прироста массы) по формуле:

$$ЭУэ = Уп + Усп,$$

где ЭУэ – экономический ущерб от эймериоза индюшек, руб.; Уп – ущерб от падежа, руб.; Усп – ущерб от снижения продуктивности, руб.

Первоначально были определены необходимые исходные данные: поголовье индюшат в птичнике до 28-суточного возраста – 14 тыс., после разделения самок – 8 тыс., самцов – 6 тыс. По данным ветслужбы хозяйства при ежедневном осмотре в течение 32 сут (с 28 по 60-е сутки) было выявлено 115 павших самок и 102 павших самцов, которые были подвергнуты вскрытию. Характерные для эймериоза патологоанатомические изменения были выявлены у тушек 38 самок и 27 самцов. Павшими от эймериоза считали тех индюшат, тушки которых имели характерные для эймериоза изменения в кишечнике и других внутренних органах, а число ооцист в 1 г содержимого было более 20 тыс. экз. и таких тушек среди самок было 8, а среди самцов – 5. Средняя масса тушки павших индюшек самок достигала 3,5 кг, самцов 6,7 кг.

На основании полученных данных установили коэффициент заболеваемости эймериозом среди самок, который составил 0,33 и среди самцов – 0,265. Коэффициент летальности у самок составил 0,2, у самцов – 0,18.

Фактически, потери или ущерб от падежа индюшек ($У_1$) из-за спонтанного эймериоза определяли по формуле:

$$У_1 = Мп \times Ж \times Цж - Сф,$$

где Мп – число павших индюшек от эймериоза, гол.; Ж – средняя живая масса одной индюшки, кг; Цж – средняя цена реализации единицы живой массы индюшек, руб./кг; Сф – выручка от реализации трупного сырья (данные бухгалтерии), руб.

Данный показатель по павшим индюшатам самкам составил: $У_1 = 8 \times 3,5 \times 210 - 50 = 5830$ руб., а в расчете на 1 павшую птицу – 728,8 руб., самцам – $У_1 = 5 \times 6,7 \times 210 - 40 = 6995$ руб., а в расчете на 1 павшую птицу – 1399 руб.

По результатам проведенных индивидуальных взвешиваний исходная средняя живая масса зараженных эймериями индюшат самок в 28-суточном возрасте составила 3,95 кг, свободных от инвазии – 4,65 кг, самцов соответственно 5,12 и 6,78 кг (табл.).

В период опыта индюшата самки и самцы, зараженные эймериями и свободные от инвазии, не отличались друг от друга. За время опыта падежа ни в одной группе не было.

Ущерб от снижения продуктивности (прирост) ($У_2$) индюшат вследствие спонтанного эймериоза определяли по формуле:

$$У_2 = М3 \times (В3 – Вб) \times Т \times Ц3 ,$$

где М3 – число заболевших индюшат, гол.; В3 и Вб – среднесуточный прирост живой массы, полученный от здоровых и зараженных эймериями индюшат в расчете на одну голову, кг; Т – средняя продолжительность наблюдения за изменением продуктивности индюшат, сут; Ц3 – средняя цена реализации 1 кг прироста живой массы, полученного от здоровых индюшат, руб.

Данный показатель по индюшатам самкам составил: $У_2 = 20 \times (0,065 – 0,041) \times 32 \times 210 = 3225,6$ руб., самцам – $У_2 = 20 \times (0,095 – 0,068) \times 32 \times 210 = 3628,8$ руб.

Ущерб от снижения продуктивности при спонтанном эймериозе индюшат самок в расчете на 1 птицу составил 161,3 руб., самцов – 181,4 руб.

Средняя живая масса инвазированных эймериями самок в 60-суточном возрасте составила 5,26 кг, а свободных от эймерий – 6,73 кг, самцов соответственно 7,3 и 9,82 кг.

Среднесуточный прирост живой массы индюшат самок, зараженных эймериями, за период опыта равнялся 40,9 г, а свободных от инвазии – 65,03 г, самцов соответственно 68,1 и 95,0 ($P < 0,05$).

Ущерб от снижения прироста массы за 32 сут опыта вследствие спонтанного эймериоза в расчете на 1 голову в натуральном выражении составил у индюшат самок 0,77 кг (или 161,3 руб.), самцов – 0,86 кг (или 181,4 руб.).

По установленным ранее коэффициентам определяли возможный (ожидаемый) экономический ущерб от спонтанного эймериоза индюшек в возрасте от 28 до 60 сут в конкретном хозяйстве с одновременном поголовьем 60 тыс. голов, где функционируют 10 птичников.

Исходные данные: коэффициенты заболеваемости эймериозом среди индюшек самок 0,33, самцов – 0,265; коэффициенты летальности у самок, заболевших эймериозом, 0,2, самцов – 0,18. Недополучено прироста массы у заболевших за отмеченный период эймериозом самок 0,77 кг, у самцов – 0,86 кг; поголовье самок отмеченного возраста в одном птичнике 8000, самцов 6500. Для расчетов возможного экономического ущерба брали по одному птичнику, где содержат отдельно самок и самцов.

Таблица

Влияние спонтанной эймериозной инвазии на прирост живой массы молодняка индеек

Table

The effect of spontaneous Eimeria spp. infection on body weight of young turkeys

Индюшата	Число птиц в группе	Число яиц эймерий в 1 г помета	Средняя масса индюшек, кг			Среднесуточный прирост массы за время опыта, г	Недополучено прироста массы по сравнению с контролем за время опыта	
			исходная (28-е сутки)	заключительная (60-е сутки)	прирост		г	%
Самки, зараженные эймериями	20	17,5 тыс.	3,95±0,14	5,26±0,24	1,31	40,9±1,35	770	58,92
Самки, свободные от эймерий	20	-	4,65±0,23	6,73±0,30	2,08	65,0±2,14	-	-
Самцы, зараженные эймериями	20	18,3 тыс.	5,12±0,18	7,3±0,33	2,18	68,1±2,38	860	39,5
Самцы, свободные от эймерий	20	-	6,78±0,24	9,82±0,44	3,04	95,0±3,32	-	-

Далее определяли возможное поголовье заболевшего эймериозом молодняка: самок – 8000 × 0,33 = 2640 гол., самцов – 6500 × 0,265 = 1722 гол.

Исходя из числа заболевших, устанавливали возможный падеж от эймериоза молодняка: самок – 2640 × 0,2 = 528 гол., самцов – 1722 × 0,18 = 310 гол.

В стоимостном выражении возможный ущерб от падежа при эймериозе индюшат составит: самок – 528 × 728,8 руб. = 384806,4 руб., самцов – 310 × 1399 руб. = 433690 руб.

Затем определяем возможный ущерб от недополучения прироста массы молодняка индеек от эймериоза: самок – 2640 × 0,77 кг = 2032,8 кг, самцов – 1722 × 0,86 кг = 1480,92 кг.

В стоимостном выражении возможный ущерб от недополучения прироста массы индюшат при эймериозе составит: самок – 2032,8 × 210 руб. = 426888 руб., самцов – 1480,92 × 210 руб. = 310993,2 руб.

Общий возможный экономический ущерб при спонтанном эймериозе индюшат от падежа и недополучения прироста массы молодняка индеек на примере одного птичника для индюшат самок и одного птичника для индюшат самцов составит от падежа – 818493,4 руб., от недополучения прироста – 737881,2 руб. Общий ущерб по двум птичникам – 1556374,6 руб.

Полученный показатель возможного ущерба от спонтанного эймериоза молодняка индеек достаточно внушительный и может служить обоснованием для составления плана оздоровления любого неблагополучного индейководческого хозяйства от эймериоза.

Обсуждение

Результаты наших исследований, проведенные совместно с ветеринарной службой индейководческого хозяйства, показали наличие такой проблемы как эймериоз молодняка. На первом этапе работы при изучении ущерба от падежа молодняка индеек, учитывали весь падеж, проводили вскрытие и дифференциацию причин, которые вызывали гибель индюшат. Благодаря проведению в хозяйстве противококцидиозных мероприятий, большого падежа молодняка не наблюдается (индюшата с кормом получают монензин).

Следует сказать, что целенаправленную работу против экзогенной стадии развития ооцист эймерий в хозяйстве не проводят. При подготовке птичников к заселению молодняком после чистки и мойки проводят дезинфекцию с дезинвазией с использованием 3%-ного раствора едкого натрия, который в отмеченной концентрации не эффективен против спорулированных ооцист эймерий. Несмотря на это, положение пока спасает то, что птичники построены на чистом поле; эксплуатируются меньше 10 лет. Контаминация объектов внешней среды и территорий возле птичников для индюшат не такая высокая по сравнению с птичниками для цыплят-бройлеров, которые на одной площадке эксплуатируются более 30 лет. Тем не менее, определенный падеж молодняка индеек в хозяйстве имеется, что подтверждено наличием характерных для эймериоза патологоанатомических изменений в кишечнике и других внутренних органах, а также более 20 тыс. ооцист в 1 г содержимого кишечника.

Результаты наших исследований по изучению экстенсивности и интенсивности эймериозной инвазии у молодняка индеек, а также возрастная и сезонная динамика зараженности эймериями согласуются с данными других авторов и дополняют их [3]. В отношении результатов, полученных при изучении экономического ущерба от спонтанного эймериоза молодняка индеек, за последние 20 лет нами не выявлено опубликованных работ, посвящённых данному вопросу.

Необходимо подчеркнуть, что в данном хозяйстве при таком уровне экстенсивности и интенсивности эймериозной инвазии у молодняка индеек основным видом ущерба является ущерб от снижения продуктивности от субклинического эймериоза. Данный вид ущерба определяли по результатам индивидуальных взвешиваний спонтанно инвазированных эймериями индюшат по сравнению с контрольной птицей, свободной от инвазии.

Среднесуточный прирост живой массы индюшат самок, зараженных эймериями, за период опыта равнялся 40,9 г, а свободных от инвазии – 65,03 г, самцов соответственно 68,1 и 95,0 ($P < 0,05$).

Ущерб от снижения прироста массы за 32 сут опыта вследствие спонтанного эймериоза в расчете на 1 голову составил у индюшат самок 161,3 руб., самцов – 181,4 руб.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости целенаправленной борьбы с

эндогенной и экзогенной стадиями развития эймерий с использованием современных и высокоэффективных средств.

Заключение

На основании данных, полученных при изучении экономического ущерба от спонтанного эймериоза молодняка индеек, определены коэффициенты заболеваемости эймериозом индюшат самок и самцов, а также коэффициенты летальности заболевших эймериозом индюшат. Ущерб от падежа вследствие эймериоза в расчете на 1 павшую птицу составил у индюшек самок 728,8 руб. и у самцов 1399 руб.

Недополучено прироста массы по сравнению с контролем у зараженных эймериями индюшат самок 58,92% и у индюшат самцов 39,5%.

Список источников

1. *Кириллов А. И.* Кокцидиозы птиц. М., 2008. 230 с.
2. *Крылов М. В.* Определитель паразитических простейших. СПб., 1996. 602 с.
3. *Лутфуллин М. Х., Лутфуллина Н. А., Гиззатуллин Р. Р.* Профилактика эймериоза индеек // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2017. № 1. С. 21-24.
4. *Плохинский Н. А.* Математические методы в биологии. М.: издательство МГУ, 1978. 286 с.
5. *Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И.* Мониторинг паразитарных болезней в условиях индейководческих хозяйств промышленного типа // Ветеринария. 2023. № 1. С. 34-39. https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.1.34-39
6. *Сафиуллин Р. Т.* Паразитарные болезни птиц, средства и методы борьбы. М., 2019. 260 с. https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z19-16
7. *Сафиуллин Р. Т., Шибитов С. К., Качанова Е. О.* Эпизоотическая ситуация по кишечным паразитическим простейшим бройлеров, ремонтного молодняка кур яичной породы и молодняка индеек на птицефабриках // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 236, № 4. С. 169-174.
8. *Смоленский В. И., Киселёв А. Л., Титова Т. Г.* Научный подход к профилактике кокцидиоза птиц // Птицеводство. 2018. № 1. С. 50-52.
9. *Чалышева Э. И., Сафиуллин Р. Т.* Эпизоотическая ситуация по кишечным паразитическим простейшим молодняка индеек на птицефабриках Центральной России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2019. Вып. 20. С. 690-694. https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.690-694
10. *Chapman H. D.* Coccidiosis in the turkey. Avian pathology. 2008; 37 (3): 205-223.
11. *Chapman H. D.* Milestones in avian coccidiosis research: a review. Poultry science. 2014; 93 (3): 501-511.
12. *Chasser K. M., Duff A. F., Wilson K. M., Briggs W. N., Latorre J. D., Barta J. R., Bielke L. R.* Research Note: Evaluating fecal shedding of oocysts in relation to body weight gain and lesion scores during Eimeria infection. Poultry science. 2020; 99 (2): 886-892. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.028
13. *Gadde U. D., Rathinam T., Finklin M. N., Chapman H. D.* Pathology caused by three species of Eimeria that infect the turkey with a description of a scoring system for intestinal lesions. Avian pathology. 2020; 49 (1): 80-86. https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1669767
14. *Imai R. K., Barta J. R.* Distribution and abundance of Eimeria species in commercial turkey flocks across Canada. The Canadian veterinary journal. 2019; 60 (2): 153-159.
15. *Vrba V., Pakandl M.* Coccidia of turkey: from isolation, characterisation and comparison to molecular phylogeny and molecular diagnostics. International journal for parasitology. 2014; 44 (13): 985-1000.

Статья поступила в редакцию 26.02.25; одобрена после рецензирования 03.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Сафиуллин Ринат Туктарович, доктор ветеринарных наук, профессор лаборатории эпизоотологии и санитарной паразитологии; SPIN-код: 1789-7505, Researcher ID: N-2261-2018, Scopus ID: 7004260282.

Чалышева Эльвира Ивановна, аспирант лаборатории эпизоотологии и санитарной паразитологии.

Вклад авторов:

Сафиуллин Р. Т. – научное руководство, участие в исследованиях, анализ полученных результатов, статистическая обработка цифрового материала, формирование заключения, составление статьи.

Чалышева Э. И. – научные исследования, анализ и интерпретация полученных результатов, оформление статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Kirillov A. I. Avian coccidiosis. M., 2008; 230. (In Russ.)
2. Krylov M. B. Identification guide to parasitic protozoa. St. Petersburg, 1996; 602. (In Russ.)
3. Lutfullin M. K., Lutfullina N. A., Gizzatullin R. R. Prevention of eimeriosis in turkeys. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana = Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman.* 2017; 1: 21-24. (In Russ.)
4. Plokhinsky N. A. Mathematical methods in biology. M.: MSU Publishing House, 1978; 286. (In Russ.)
5. Safiullin R. T., Chalysheva E. I. Monitoring of parasitic diseases on industrial turkey farms. *Veterïnarïya = Veterinary Science.* 2023; 1: 34-39. (In Russ.) https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.1.34-39
6. Safiullin R. T. Avian parasitic diseases, control means and methods. M., 2019; 260. (In Russ.) https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z19-16
7. Safiullin R. T., Shibitov S. K., Kachanova E. O. Epizootic situation on intestinal parasitic protozoa in broilers, young replacement laying hens and young turkeys on poultry farms. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana = Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman.* 2018; 236 (4): 169-174. (In Russ.)
8. Smolensky V. I., Kiselev A. L., Titova T. G. Scientific approach to the prevention of avian coccidiosis. *Ptitsevodstvo = Poultry farming.* 2018; 1: 50-52. (In Russ.)
9. Chalysheva E. I., Safiullin R. T. Epizootic situation on intestinal parasitic protozoa in young turkeys on poultry farms in Central Russia. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference.* 2019; 20: 690-694. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.690-694
10. Chapman H. D. Coccidiosis in the turkey. *Avian pathology*. 2008; 37 (3): 205-223.
11. Chapman H. D. Milestones in avian coccidiosis research: a review. *Poultry science*. 2014; 93 (3): 501-511.
12. Chasser K. M., Duff A. F., Wilson K. M., Briggs W. N., Latorre J. D., Barta J. R., Bielke L. R. Research Note: Evaluating fecal shedding of oocysts in relation to body weight gain and lesion scores during Eimeria infection. *Poultry science.* 2020; 99 (2): 886-892. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.028
13. Gadde U. D., Rathinam T., Finklin M. N., Chapman H. D. Pathology caused by three species of Eimeria that infect the turkey with a description of a scoring system for intestinal lesions. *Avian pathology.* 2020; 49 (1): 80-86. https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1669767
14. Imai R. K., Barta J. R. Distribution and abundance of *Eimeria species* in commercial turkey flocks across Canada. *The Canadian veterinary journal.* 2019; 60 (2): 153-159.
15. Vrba V., Pakandl M. Coccidia of turkey: from isolation, characterisation and comparison to molecular phylogeny and molecular diagnostics. *International journal for parasitology*. 2014; 44 (13): 985-1000.

The article was submitted 26.02.2025; approved after reviewing 03.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Safiullin Rinat T., Doctor of Biological Sciences, Professor of the Laboratory of Epizootology and Sanitary Parasitology, SPIN: 1789-7505, Researcher ID: N-2261-2018, Scopus ID: 7004260282.

Chalysheva Elvira I., Postgraduate Student of the Laboratory of Epizootology and Sanitary Parasitology.

Contribution of the authors:

Safiullin R. T. - academic supervision, participation in research, analysis of obtained results, statistical processing of digital material, conclusion, article preparation.

Chalysheva E. I. - scientific research, analysis and interpretation of obtained results, article design.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.085-1

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-226-236

Эффективность аморфных кристаллов альбендазола с органическими кислотами при экспериментальном трихинеллезе мышей

Архипов Иван Алексеевич [1], Халиков Салават Самадович [2], Варламова Анастасия Ивановна [3], Ильин Михаил Михайлович [4], Локшин Борис Вениаминович [5], Халиков Марат Салаватович [6], Одоевская Ирина Михайловна [7]

[1, 3, 7] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[2,4-6] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова Российской академии наук, Москва, Россия

[1] arkhipovhelm@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5165-0706

[2] khalikov_ss@ineos.ac.ru, https://orcid.org/0000-0002-4736-5934

[3] arsphoeb@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8364-5055

[4] kotosok@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-0214-8573

[5] bloksh@ineos.ac.ru, https://orcid.org/0000-0002-0643-3822

[6] marat.halikov.88@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-3014-7383

[7] odoevskayaim@rambler.ru, https://orcid.org/0000-0002-3644-5592

Аннотация

Цель исследований – модификация свойств альбендазола (АБЗ) за счет образования аморфных смесей с карбоновыми кислотами и оценка их антигельминтной активности.

Материалы и методы. Аморфные смеси АБЗ с карбоновыми кислотами (лимонной, янтарной, п-толуолсульфоновой и щавелевой) были получены по методике, описанной Shete A.S. et al. (2019) с незначительной модификацией и расширением спектра карбоновых кислот. Полученные аморфные смеси оценивали по растворимости в воде и содержанию АБЗ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Для доказательства образования целевых продуктов использовали методы ИК-спектроскопии. Изучение нематодоцидной активности образцов аморфных смесей АБЗ с органическими кислотами в соотношении 1 : 1 проводили на 80 белых мышах, экспериментально зараженных *Trichinella spiralis*. Мышам опытных групп вводили в желудок образцы различных смесей антигельминтика в дозе 2 мг/кг по действующему веществу (ДВ). В качестве базового препарата использовали субстанцию АБЗ в дозе 2 мг/кг по ДВ. Животные контрольной группы не получали препаратов. На четвертые сутки после введения опытных образцов животных убивали декапитацией. Активность препаратов учитывали по результатам гельминтологического вскрытия кишечника. Эффективность рассчитывали по типу «контрольный тест».

Результаты и обсуждение. Установлено повышение растворимости полученных аморфных смесей АБЗ с карбоновыми кислотами; наивысшие показатели отмечали у смесей АБЗ с лимонной и пара-толуолсульфоновой кислотами. ИК-анализ подтвердил образование солеобразных продуктов. При изучении антигельминтного действия установлено, что эффективность аморфных смесей АБЗ выше активности базового препарата (31,22%) при экспериментальном трихинеллезе. В частности, солевые формы АБЗ с п-толуолсульфоновой кислотой, полученные после совместного измельчения, показали 69,25%-ную эффективность; аморфные смеси с лимонной кислотой, полученные после кипячения в изопропаноле, проявили 68,24%-ную активность. Таким образом, при модификации АБЗ органическими кислотами происходит изменение его физико-химических свойств и биологической активности в сторону ее повышения.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Ключевые слова: альбендазол, аморфные смеси, карбоновые кислоты, эффективность, белые мыши, *Trichinella spiralis*

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2025-0001 без привлечения дополнительных источников финансирования. Работа по получению препаратов выполнена в рамках Государственного задания №075-00276-25-00 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Архипов И. А., Халиков С. С., Варламова А. И., Ильин М. М., Локшин Б. В., Халиков М. С., Одоевская И. М.* Эффективность аморфных кристаллов альбендазола с органическими кислотами при экспериментальном трихинеллезе мышей // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 226–236.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-226-236

© Архипов И. А., Халиков С. С., Варламова А. И., Ильин М. М., Локшин Б. В., Халиков М. С., Одоевская И. М., 2025

Original article

Amorphous mixtures of albendazole with carboxylic acids and evaluation of their anthelmintic activity

Ivan A. Arkhipov [1], Salavat S. Khalikov [2], Anastasiya I. Varlamova [3], Michael M. Ilyin [4], Boris V. Lokshin [5], Marat S. Khalikov [6], Irina M. Odoevskaya [7]

[1, 3, 7] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[2, 4-6] Federal State Budgetary Institution of Science A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[1] arkhipovhelm@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5165-0706

[2] khalikov_ss@ineos.ac.ru, https://orcid.org/0000-0002-4736-5934

[3] arsphoeb@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8364-5055

[4] kotosok@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-0214-8573

[5] bloksh@ineos.ac.ru, https://orcid.org/0000-0002-0643-3822

[6] marat.halikov.88@bk.ru, https://orcid.org/0000-0002-3014-7383

[7] odoevskayaim@rambler.ru, https://orcid.org/0000-0002-3644-5592

Abstract

The purpose of the research is modification of albendazole (ABZ) properties due to the formation amorphous mixtures with carboxylic acids and evaluation of their anthelmintic activity.

Materials and methods. Amorphous mixtures of ABZ with carboxylic acids (citric, succinic, p-toluenesulfonic and oxalic) were obtained according to the method described by Shete A.S. et al. (2019) with minor modification and expansion of the spectrum of carboxylic acids. The obtained amorphous mixtures were characterized by water solubility and ABZ content by high-performance liquid chromatography. IR spectroscopy method was used to prove the formation of target products. The anthelmintic activity of ABZ amorphous mixtures with organic acids in 1 : 1 ratio was studied on 80 white mice experimentally infected with *Trichinella spiralis*. Various mixtures of anthelmintic were administered into the stomach of mice of experimental groups at a dose of 2 mg/kg of active substance (AS). ABZ substance was used as a basic drug at a dose of 2 mg/kg of AS. The animals of the control group did not receive the drugs. The animals were sacrificed by cervical dislocation on the fourth day after drugs administration. The anthelmintic activity of the drugs was assessed based on the results of the helminthological necropsy of the mice intestines, and the efficacy was calculated according to the "control test".

Results and discussion. An increase in the solubility of the obtained amorphous mixtures of ABZ with carboxylic acids was established, the highest indices were noted for mixtures of ABZ with citric and para-toluenesulfonic acids. IR analysis confirmed the formation of salt-like products. It was established that the efficacy of amorphous mixtures of ABZ is higher than the activity of the basic drug (31.22%) in experimental trichinellosis, in particular, salt forms of albendazole with

p-toluenesulfonic acid obtained after joint grinding showed 69.25%; amorphous mixtures with citric acid obtained after boiling in isopropanol showed 68.24% activity. Thus, when ABZ is modified with organic acids, its physicochemical properties change and its biological activity changes towards an increase.

Keywords: albendazole, amorphous mixtures, carboxylic acids, efficiency, white mice, *Trichinella spiralis*

Acknowledgments. The study was carried out within the framework of the Program of Fundamental Scientific Research in the Russian Federation for the Long-Term Period (2021–2030), which forms the basis of the state assignment No. FGUG-2025-0001 without additional sources of funding. The work on obtaining the drugs was carried out within the framework of the State Assignment No. 075-00276-25-00 of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Varlamova A. I., Ilyin M. M., Lokshin B. V., Khalikov M. S., Odoevskaya I. M. Amorphous mixtures of albendazole with carboxylic acids and evaluation of their anthelmintic activity. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):226–236. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-226-236

© Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Varlamova A. I., Ilyin M. M., Lokshin B. V., Khalikov M. S., Odoevskaya I. M., 2025

Введение

Альбендазол по рекомендации ВОЗ является жизненно необходимым лекарственным препаратом, несмотря на ограничения по растворимости и биодоступности [1]. Альбендазол относится к бензимидазолкарбаматам и используется для лечения таких паразитозов, как цистицеркоз, эхинококкоз, кишечные нематодозы человека и животных [13, 15, 18, 25]. Кроме того, у него установлено наличие противоопухолевой активности [8, 21, 26]. Благодаря широкому спектру действия, низкой стоимости и хорошей переносимости действующее вещество широко применяется в мире [13].

Предыдущие исследования показали, что альбендазол проявляет десмотропию и может существовать в двух твердых формах: альбендазол I и альбендазол II, которые имеют одинаковое химическое строение, но различные физико-химические и механические свойства благодаря различным связям в своей структуре между азот имидазолом и азот карбаматом [11, 22] и согласно Биофармацевтической системе классификации относится к II классу препаратов с низкой растворимостью в воде (0,56 мг/л) и высокой проницаемостью через биологические мембраны [17]. Биодоступность альбендазола (ДВ) при введении внутрь чаще всего слабая и нестабильная, что снижает его эффективность. Вследствие этого препараты на основе альбендазола должны назначаться в многократной дозе для получения адекватного фармакологического эффекта.

Учеными предложены различные методы улучшения физико-химических показателей альбендазола, включая создание нанокристаллов [4, 16, 20], наночастиц [3, 19], твердых дисперсий [2, 14], комплексов с циклодекстринами [10, 12, 23], фармацевтических солей [6], сокристаллов бинарных систем с аминокислотами [7] и др. В настоящее время мультикомпонентные системы являются альтернативой для оптимизации свойств альбендазола, включая растворимость, стабильность и скорость растворения [5, 7]. Супрамолекулярные мультикомпонентные системы, содержащие глютаминовую кислоту и мальтодекстрин, показали потенциал для изменения физико-химических свойств альбендазола [5]. В последнее время разработаны бинарные системы десмотропов альбендазола с аминокислотами [7]. Системы, приготовленные с аспарагиновой кислотой и кислыми аминокислотами высокой водорастворимости, имеют потенциал улучшения свойств альбендазола. Однако, аспарагиновая кислота усиливает нежелательные свойства действующего вещества за счет синергетического эффекта в супрамолекулярной системе с нифедипином

[1] World Health Organization Model List of Essential Medicines, 21st List, 2019

и β-циклодекстрином [9]. Shete A. et al. [24] для улучшения физико-химических свойств альбендазола использовали метод получения аморфных смесей путем его совместного измельчения с различными карбоновыми кислотами (лимонной, бензойной, салициловой, янтарной), взятыми в эквимолярных соотношениях. Полученные при этом аморфные кристаллы имели повышенную растворимость и обладали антигельмитной и фунгицидной активностью [24].

Учитывая вышесказанное, целью наших исследований была модификация альбендазола органическими кислотами и оценка его антигельминтной активности при экспериментальном трихинеллезе белых мышей.

Материалы и методы

Для получения аморфных смесей альбендазола с карбоновыми кислотами использовали методику, незначительно модифицированную в сравнении с описанной в литературе [24].

Для опытов использовали:

- альбендазол- [5-(пропилтио)-1Н-бензимидазол-2-ил]-карбаминовой кислоты метиловый эфир (производство Changzhou Jialing Medicine Industry Co.Ltd, КНР), содержание 98,5%;
- карбоновые кислоты: янтарная, лимонная, щавелевая, п-толуолсульфоновая марки «хч» (компания «ХимМед»);
- растворитель: изопропанол марки «хч» (компания «ХимМед»).

В фарфоровую ступку загружали 2,66 г альбендазол (АБЗ) и 1,18 г янтарной кислоты (ЯК), тщательно перемешивали и перетирали фарфоровым пестиком исходные компоненты в течение 10 мин. Полученный порошкообразный образец представлял собой аморфную смесь АБЗ : ЯК (1 : 1) (образец № 1).

Аналогично, при обработке в ступке 2,66 г АБЗ и 1,72 г п-толуолсульфоновой кислоты (п-ТСК) была получена аморфная смесь состава АБЗ : п-ТСК (1 : 1) – образец № 2. Часть образца № 2 (1,0 г) кипятили в 10 мл изопропанола и фильтровали горячую суспензию через бумажный фильтр. Порошок на фильтре сушили до постоянной массы на воздухе, и получали белый порошок образца № 3. По этой же методике были получены образцы № 4 и № 5 из АБЗ и 1,92 г лимонной кислоты (ЛК) и 0,90 г щавелевой кислоты (ЩК), соответственно. Часть образца № 5 (1,0 г) после кипячения в 10 мл изопропанола, фильтрования и сушки на воздухе представлял собой белый порошок образца № 6 (табл. 1).

Полученные продукты оценивали по растворимости в воде и содержанию АБЗ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Для определения растворимости полученных аморфных смесей, их навески в количестве 0,1 г (точность до 0,001 г) растворяли в 10 мл дистиллированной воды при перемешивании в шейкере-инкубаторе (25 °С, 180 об/мин.) в течение 3 ч. По истечении трех часов суспензионную массу центрифугировали и концентрацию АБЗ в фильтрате определяли методом обращённо-фазовой ВЭЖХ на хроматографе Agilent 1100 с диодной матрицей с аналитической колонкой Hypersil HyPURITY Elite C18 (150 × 4,6 мм, 5 мкм); температура колонки 30 °С. В качестве элюента применяли систему ацетонитрил-ацетатный буфер pH = 3,4 (1 : 1) в изократическом режиме, скорость потока – 1 мл/мин, объем пробы – 1 мкл, детектирование на длине волны 230,8 нм. Концентрации ЛВ определяли относительно их специально приготовленного стандартного раствора АБЗ в ДМСО.

Для доказательства строения полученных аморфных смесей АБЗ с органическими кислотами использовали методы ИК-спектроскопии.

ИК-спектры измеряли методом нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) на инфракрасном фурье-спектрометре VERTEX 70v (фирма BRUKER, ФРГ) с использованием приставки НПВО GladyATR 50 (фирма PIKE, США) с алмазным рабочим элементом в области 4000-400 см-1 со спектральным разрешением 4 см-1. Спектры получены непосредственно от аморфных смесей без специальной предварительной подготовки. Измеренные спектры НПВО корректировали с использованием входящей в состав программного обеспечения OPUS 7 программы для учета зависимости глубины проникновения излучения в образец от длины волны.

Изучение нематодоцидной активности образцов аморфных смесей АБЗ с органическими кислотами проводили в двух опытах на лабораторной модели трихинеллеза на 80 белых мышах в возрасте 1,0–1,5 мес. массой

тела 16–18 г, экспериментально инвазированных личинками *T. spiralis* в дозе 250±10 личинок на животное согласно методике [1]. Мышей заражали путем внутрижелудочного введения суспензии с личинками с помощью зонда. В первом опыте на третьи сутки после заражения мышей разделили на 7 опытных и одну контрольную группу по 10 голов в каждой. На третьи сутки после заражения животным 1–7-х опытных групп вводили в желудок в форме суспензии на крахмальном геле, приготовленные непосредственно перед опытом, аморфные смеси АБЗ : ЯК (полученные в ступке), АБЗ : п-ТСК (в ступке/изопропаноле), АБЗ : ЛК (в ступке/изопропаноле), АБЗ : ЩК (в ступке). Мышам седьмой группы вводили внутрижелудочно базовый препарат – субстанцию АБЗ. Животные восьмой группы препарат не получали и служили контролем. Все препараты на основе АБЗ применяли в дозе 2 мг/кг по ДВ. Мыши контрольной группы получали 1,5%-ный крахмальный гель в соответствующем объеме. На четвертые сутки после введения препаратов животных подвергали декапитации. Антигельминтную активность исследуемых образцов учитывали по результатам гельминтологического вскрытия кишечника мышей. Тонкий отдел кишечника вскрывали по всей длине, заливали физиологическим раствором и помещали в аппарат Бермана, в котором выдерживали 3 ч в термостате при температуре 38–40 °С. Затем надосадочную жидкость сливали, а осадок объемом 2 мл исследовали под бинокулярной лупой для обнаружения и подсчета числа трихинелл. Эффективность препаратов учитывали по типу «контрольный» тест, и рассчитывали среднее число обнаруженных нематод и интенсэффективность.

Полученные результаты обрабатывали статистически с использованием программы Microsoft Excel 2007.

Результаты и обсуждение

Полученные аморфные смеси АБЗ с карбоновыми кислотами представляют собой порошкообразные солевые формы.

Анализ растворимости полученных аморфных смесей показал, что это показатель зависит от природы карбоновой кислоты и максимальная растворимость наблюдалась для образцов на основе лимонной кислоты (табл.1).

Таблица 1

Условия получения, содержание АБЗ и растворимость образцов аморфных кристаллов

Table 1

Conditions of obtaining, content of ABZ and solubility of amorphous crystal samples

№ образца	Наименование образца, состав, условия получения, содержание ДВ	Увеличение растворимости
	АБЗ – исходный, 98,5%	–
1	АБЗ : ЯК (1 : 1), получен в ступке, 47%	0,8
2	АБЗ : п-ТСК (1 : 1), получен в ступке, 50%	4,6
3	АБЗ : п-ТСК (1 : 1), получен после кипячения в изопропаноле, 88%	4,0
4	АБЗ : ЛК (1 : 1), получен в ступке, 50%	2,4
5	АБЗ : ЛК (1 : 1), получен после кипячения в изопропаноле, 65%	13,9
6	АБЗ : ЩК (1 : 1), получен в ступке, 50%	3,3

Изучение ИК-спектральных данных полученных экспериментальных образцов показало, что в них наблюдается незначительное смещение характеристичных полос АБЗ, что указывает на образование солеобразных аморфных смесей (рис. 1).

Анализ данных рисунка 1 показал, что если для ИК-спектра ЯК характерны полосы поглощения валентных колебаний С=О при 1682 $см^{-1}$, деформационных колебаний О–Н – при 1409 $см^{-1}$, валентных колебаний С–О – при 1305 $см^{-1}$, то в солевой форме АБЗ-ЯК эти полосы смещаются соответственно до 1688 $см^{-1}$, 1414 $см^{-1}$ и 1309 $см^{-1}$. Эти смещения характеристичных полос ЯК вместе с изменениями полос поглощения АБЗ (3324 $см^{-1}$, 1711 $см^{-1}$, 1441 $см^{-1}$ и 1265 $см^{-1}$) указывают на образование солевых форм АБЗ-ЯК (1 : 1).

Анализ ИК-спектров АБЗ, п-ТСК и продукта их взаимодействия указывает на существенные изменения в спектре солевой формы (АБЗ-п-ТСК) (рис. 2.), а именно отмечаются

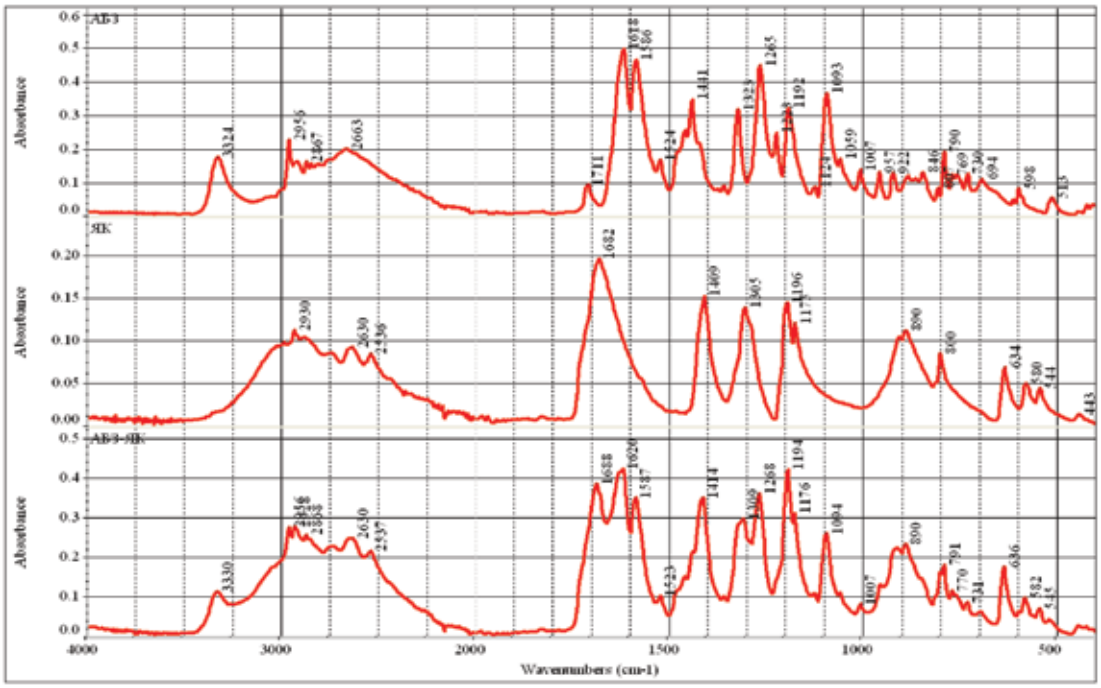

Рис. 1. ИК-спектры АБЗ, ЯК и аморфной солевой смеси АБЗ : ЯК =1 : 1 (АБЗ-ЯК)
Fig. 1. IR spectra of ABZ, SA and amorphous salt mixture ABZ : SA = 1: 1 (ABZ-SA)

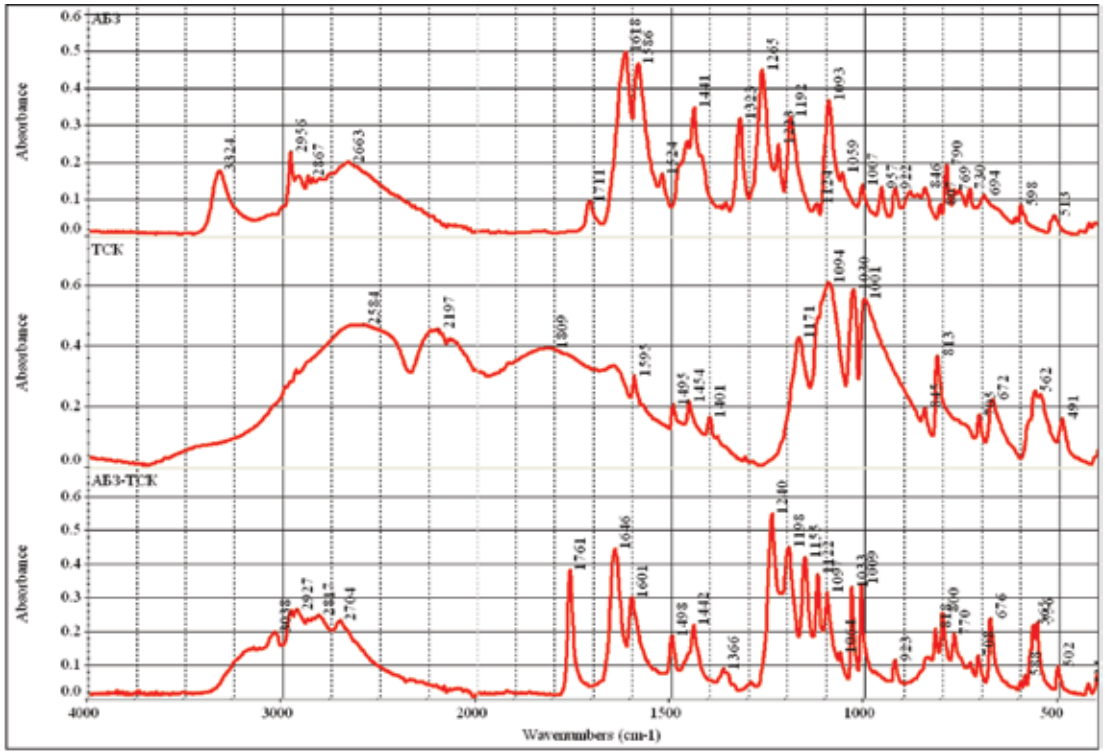

Рис. 2. ИК-спектры АБЗ, п-ТСК, аморфной солевой смеси АБЗ : п-ТСК =1 : 1 (АБЗ-п-ТСК)
Fig. 2. IR spectra of ABZ, p-TSC, amorphous salt mixture ABZ: p-TSC = 1: 1 (ABZ-p-TSC)

изменения характеристичных полос п-ТСК при 1809, 1595, 1495, 1401, 1171, 1030, 1001, 813 и 672 $см^{-1}$ до соответствующих полос при 1761, 1601, 1498, 1366, 1155, 1033, 1009, 815 и 676 $см^{-1}$.

Результаты испытания различных образцов аморфных кристаллов АБЗ с органическими кислотами при экспериментальном трихинеллезе приведены в таблице 2.

Таблица 2

Эффективность аморфных смесей АБЗ с органическими кислотами при экспериментальном трихинеллезе белых мышей (n = 10)

Table 2

Efficiency of amorphous mixtures of ABZ with organic acids at experimental trichinellosis of white mice (n = 10)

Группа животных	Состав препарата и соотношение компонентов	Условия получения, содержание АБЗ в образце	Доза по ДВ (АБЗ), мг/кг	Обнаружено *T. spiralis*, экз./гол.	ИЭ, %
1-я опытная	АБЗ : ЯК (1 : 1)	измельчение в ступке, 47 %	2,0	56,6±3,4	33,57
2-я опытная	АБЗ : п-ТСК (1 : 1)	измельчение в ступке, 50 %	2,0	26,2±3,3	69,25
3-я опытная	АБЗ : п-ТСК (1 : 1)	после кипячения в изопропаноле, 88 %	2,0	34,1±3,5	59,98
4-я опытная	АБЗ : ЛК (1 : 1)	измельчение в ступке, 50 %	2,0	60,3±3,0	29,23
5-я опытная	АБЗ : ЛК (1 : 1)	после кипячения в изопропаноле, 65 %	2,0	27,0±3,1	68,24
6-я опытная	АБЗ : ЩК (1 : 1)	измельчение в ступке, 50 %	2,0	44,2±3,2	48,13
7-я опытная	АБЗ базовый	–	2,0	58,6±4,0	31,22
Контрольная	–	–	–	85,2±4,1	–

Как свидетельствуют результаты испытаний, эффективность аморфных смесей АБЗ с органическими кислотами выше в сравнении с активностью базового препарата – субстанции АБЗ. Лучшую эффективность при трихинеллезе показали образцы с пара-толуолсульфоновой кислотой, полученные в ступке – 69,25% и после кипячения в изопропаноле – 59,98%. Стоит отметить, что в образце с большим содержанием АБЗ (88% против 50%), увеличение концентрации АБЗ обусловлено тем, что при кипячении соли АБЗ-п-ТСК в изопропаноле происходит «вымывание» (растворение) п-ТСК из солевой формы. Однако, при этом у данной смеси не отмечено значительного повышения растворимости и, как следствие, эффективности. Высокую эффективность (68,24%) против трихинелл проявил образец АБЗ с лимонной кислотой, полученный после кипячения в изопропаноле, что можно объяснить повышенной растворимостью АБЗ в этом образце – до 13,9 раз (табл. 1). На уровне базового препарата – субстанции АБЗ оказалась эффективность образцов с янтарной и лимонной кислотой: 29,23–33,57%.

Недостаточная эффективность аморфных солей АБЗ при экспериментальном трихинеллезе обусловлена уменьшенной дозой их назначения, а также не столь существенным увеличением растворимости в воде этих солей за исключением образцов с п-ТСК и ЛК (табл. 1). Однако, это позволило выявить некоторые факторы, влияющие на антигельминтную эффективность, в частности: вид карбоновой кислоты, способ получения аморфных смесей АБЗ с кислотами (совместное измельчение в ступке или кипячение в растворителе), изменяющие физико-химические свойства смесей АБЗ, что согласуется с данными Shete et al. [24]. Органические кислоты при совместной обработке формируют соли АБЗ повышенной растворимости, образование которых показано данными ИК-спектров. В нашей работе было установлено, что совместное измельчение с п-ТСК и кипячение в растворителе с ЛК улучшают фармакодинамические характеристики АБЗ.

Заключение

Установлено повышение растворимости полученных аморфных солевых смесей АБЗ с карбоновыми кислотами; наивысшие показатели отмечены у солей АБЗ с лимонной и пара-толуолсульфоновой кислотами.

Данными ИК-спектроскопии подтверждено образование солеобразных аморфных смесей. При изучении антигельминтного действия при экспериментальном трихинеллезе эффективность аморфной соли АБЗ с п-ТСК, полученной после совместного измельчения, соста-

вила 69,25%, солевой смеси с ЛК, полученной после кипячения в изопропаноле, 68,24%, что выше действия базового препарата (31,22%). Таким образом, при модификации АБЗ рядом карбоновых кислот происходит изменение его физико-химических свойств и биологической активности в сторону ее повышения.

Список источников

1. *Архипов И. А., Варламова А. И., Одоевская И. М.* Методические рекомендации по испытанию и оценке эффективности препаратов при трихинеллезе и гименолепидозе на лабораторной модели // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13, № 2. С. 58-63. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-2-58-63
2. *Халиков С. С., Душкин А. В.* О методах улучшения растворимости антигельминтных лекарственных веществ // Химико-фармацевтический журнал. 2020. Т. 54. № 5. С. 33-37. https://doi.org/10.30906/0023-1134-2020-54-5-33-37
3. *Abhilash K. R., Balasaradhi K., Ramesh Y.* Formulation and evaluation of albendazole nanoparticle. Journal of Drug Delivery and Therapeutics. 2019; 9 (1-s): 16-22. https://doi.org/10.22270/jddt.v9i1-s.2239
4. *Babu N. J., Nanga A.* Solubility Advantage of Amorphous Drugs and Pharmaceutical Cocrystals. Crystal Growth & Design. 2011; 11 (7): 2662–2679. https://doi.org/10.1021/cg200492w
5. *Bongioanni A., Araújo B. S., de Oliveira Y. S., Longhi M. R., Ayala A., Garnero C.* Improving properties of albendazole desmotropes by supramolecular systems with maltodextrin and glutamic acid. AAPS PharmSciTech. 2018; 19: 1468–1476. https://doi.org/10.1208/s12249-018-0952-0
6. *Bongioanni A., Bueno M. S., Abraham-Miranda J., Chattah A. K., Ayala A. P., Longhi M. R., Garnero C.* Investigating a Soluble Pharmaceutical Salt: Albendazole Hydrochloride. Crystal Growth & Design. 2019; 19 (8): 4538-4545. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.9b00348
7. *Bongioanni A., Sancho M. I., Bueno M. S., Longhi M. R., Chattah A. K.* Binary systems of albendazole desmotropes with amino-acids: Experimental and theoretical studies. Journal of Molecular Liquids. 2021; 340: 117282. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117282
8. *Castro L. S., Kviecinski M. R., Ourique F., Parisotto E. B., Grinevicius V. M., Correia J. F., Wilhelm Filho D., Pedrosa R. C.* Albendazole as a promising molecule for tumor control. Redox Biology. 2016; 10: 90-99. https://doi.org/10.1016/j.redox.2016.09.013
9. *Cerutti J. P., Quevedo M. A., Buhlman N., Longhi M. R., Zoppi A.* Synthesis and characterization of supramolecular systems containing nifedipine, β-cyclodextrin and aspartic acid. Carbohydrate Polymers. 2019; 205: 480-487. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.10.038
10. *Chattah A. K., Pfund L. Y., Zoppi A., Longhi M. R., Garnero C.* Toward novel antiparasitic formulations: Complexes of Albendazole desmotropes and β-cyclodextrin. Carbohydrate Polymers. 2017; 164: 379-385. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.01.098
11. *Chattah A. K., Zhang R., Mroue K. H., Pfund L. Y., Longhi M. R., Ramamoorthy A., Garnero C.* Investigating albendazole desmotropes by solid-state NMR spectroscopy. Molecular Pharmaceutics. 2015; 12 (3): 731-741. https://doi.org/10.1021/mp500539g
12. *Codina A. V., García A., Leonardi D., Vasconi M. D., Di Masso R. J., Lamas M. C., Hinrichsen L. I.* Efficacy of albendazole: β-cyclodextrin citrate in the parenteral stage of Trichinella spiralis infection. International Journal of Biological Macromolecules. 2015; 77: 203-206. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.02.049
13. *Cook G. C.* Use of benzimidazole chemotherapy in human helminthiases: Indications and efficacy. Parasitology Today. 1990; 6 (4): 133–136. https://doi.org/10.1016/0169-4758(90)90232-s
14. *Fabbri J., Pensel P. E., Albani C. M., Lopez L. M., Simonazzi A., Bermudez J. M., Palma S. D., Elissondo M. C.* Albendazole solid dispersions against alveolar echinococcosis: a pharmacotechnical strategy to improve the efficacy of the drug. Parasitology. 2020; 147 (9): 1026-1031. https://doi.org/10.1017/S0031182020000670
15. *Horton J.* Echinococcosis and Albendazole: A Case for Suitable Treatment. The American Journal of Tropical Medicine Hygiene. 2018; 99 (4): 811-812. https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0609
16. *Koradia D. K., Parikh H. R., Koradia H.* Albendazole nanocrystals: Optimization, spectroscopic, thermal and anthelminitic studies. Journal of Drug Delivery Science and Technology. 2017; 43: 369-378. https://doi.org/10.1016/j.jddst.2017.11.003
17. *Lindenberg M., Kopp S., Dressman J. B.* Classification of orally administered drugs on the World Health Organization Model list of Essential Medicines according to the biopharmaceutics classification system. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 2004; 58 (2): 265–278. https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2004.03.001
18. *Marriner S.* Anthelmintic drugs. Veterinary Record. 1986; 118 (7): 181–184. https://doi.org/10.1136/vr.118.7.181

19. *Movahedi F., Li L., Gu W., Xu Z. P.* Nanoformulations of albendazole as effective anticancer and antiparasite agents. Nanomedicine. 2017; 12 (20): 2555-2574. https://doi.org/10.2217/nnm-2017-0102

20. *Pensel P., Paredes A., Albani C. M., Allemandi D., Sanchez Bruni S., Palma S. D., Elissondo M. C.* Albendazole nanocrystals in experimental alveolar echinococcosis: Enhanced chemoprophylactic and clinical efficacy in infected mice. Veterinary Parasitology. 2018; 251: 78-84. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.12.022

21. *Pourgholami M. H., Akhter J., Wang L., Lu Y., Morris D. L.* Antitumor activity of albendazole against the human colorectal cancer cell line HT-29: in vitro and in a xenograft model of peritoneal carcinomatosis. Cancer Chemotherapy and Pharmacology. 2005; 55 (5): 425–432. https://doi.org/10.1007/S00280-004-0927-6

22. *Pranzo M. B., Cruickshank D., Coruzzi M., Caira M. R., Bettini R.* Enantiotropically related albendazole polymorphs. Journal of Pharmaceutical Science. 2010; 99 (9): 3731-3742. https://doi.org/10.1002/jps.22072

23. *Rosas M. D., Piqueras C. M., Piva G. K., Ramírez Rigo M. V., Morais Lião L., Bucalá V.* Simultaneous formation of inclusion complex and microparticles containing Albendazole and β-Cyclodextrin by supercritical antisolvent co-precipitation. Journal of CO2 Utilization. 2021; 47: 101505. https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101505

24. *Shete A., Kumbhar B. K., Yadav A., Korpale S., Sakhare S. S., Rc Doijad R. C.* Amorphous mixtures of Albendazole with carboxylic acids by cogrinding Technique: solid state characterizations and in vitro efficacy study. Journal of drug delivery. 2019; 9: 509-516. https://doi.org/10.25258/IJDDT.9.4.1

25. *Siddiqua T., Habeeb A.* Neurocysticercosis. Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation. 2020; 31 (1): 254-258. https://doi.org/10.4103/1319-2442.279948

26. *Son D. S., Lee E. S., Adunyah S. E.* The Antitumor Potentials of Benzimidazole Anthelmintics as Repurposing Drugs. Immune Network. 2020; 20 (4): e29. https://doi.org/10.4110/in.2020.20.e29

Статья поступила в редакцию 27.03.25; одобрена после рецензирования 30.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Архипов Иван Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, заместитель руководителя филиала по научной работе, заведующий лабораторией экспериментальной терапии; SPIN-код: 5598-1187, Researcher ID: U-5040-2018, Scopus ID: 12783579100

Халиков Салават Самадович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологически активных фторорганических соединений; SPIN-код: 8931-8242, Researcher ID: T-2164-2018, Scopus ID: 57190865687

Варламова Анастасия Ивановна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии; SPIN-код: 6577-1180, Researcher ID: F-9941-2014, Scopus ID: 56612429800

Ильин Михаил Михайлович, кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории стереохимии сорбционных процессов; SPIN-код: 1272-5840, Researcher ID: AAN-9022-2020, Scopus ID: 6602736683

Локшин Борис Вениаминович, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории молекулярной спектроскопии; SPIN-код: 1514-6635, Researcher ID: J-6751-2018, Scopus ID: 16520958200

Халиков Марат Салаватович, научный сотрудник лаборатории физиологически активных фторорганических соединений; SPIN-код: 1937-9902, Scopus ID: 602304510

Одоевская Ирина Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией иммунологии и молекулярных исследований; SPIN-код: 4024-3272, Researcher ID: B-1947-2017, Scopus ID: 24470255200

Вклад авторов:

Архипов И. А. – научное руководство, проведение испытаний, критический анализ полученных результатов, оформление рукописи.

Халиков С. С. – научное руководство, отработка методики получения аморфных смесей, анализ полученных результатов.

Варламова А. И. – проведение испытаний, анализ данных, оформление рукописи.

Ильин М. М. – проведение ВЭЖХ исследований полученных аморфных смесей.

Локшин Б. В. – снятие и интерпретация ИК-спектров полученных аморфных солевых смесей, анализ растворимости и содержания альбендазола в образцах.

Халиков М. С. – участие в получении аморфных солевых смесей альбендазола с карбоновыми кислотами, подготовка образцов на анализы (ВЭЖХ, ИК-спектроскопия).

Одоевская И. М. – предоставление культуры трихинелл, проведение испытаний.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Arkhipov I. A., Varlamova A. I., Odoevskaya I. M. Methodological recommendations for testing and assessment of efficiency of medications against trichinellosis and hymenolepidosis in laboratory model. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (2): 58-63. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-2-58-63
2. Khalikov S. S., Dushkin A. V. Methods of improving the solubility of anthelmintic drugs. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal = Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2020; 54 (5): 33-37. (In Russ.) https://doi.org/10.30906/0023-1134-2020-54-5-33-37
3. Abhilash K. R., Balasaradhi K., Ramesh Y. Formulation and evaluation of albendazole nanoparticle. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 2019; 9 (1-s): 16-22. https://doi.org/10.22270/jddt.v9i1-s.2239
4. Babu N. J., Nanga A. Solubility Advantage of Amorphous Drugs and Pharmaceutical Cocrystals. *Crystal Growth & Design*. 2011; 11 (7): 2662–2679. https://doi.org/10.1021/cg200492w
5. Bongioanni A., Araújo B. S., de Oliveira Y. S., Longhi M. R., Ayala A., Garnero C. Improving properties of albendazole desmotropes by supramolecular systems with maltodextrin and glutamic acid. *AAPS PharmSciTech*. 2018; 19: 1468–1476. https://doi.org/10.1208/s12249-018-0952-0
6. Bongioanni A., Bueno M. S., Abraham-Miranda J., Chattah A. K., Ayala A. P., Longhi M. R., Garnero C. Investigating a Soluble Pharmaceutical Salt: Albendazole Hydrochloride. *Crystal Growth & Design*. 2019; 19 (8): 4538-4545. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.9b00348
7. Bongioanni A., Sancho M. I., Bueno M. S., Longhi M. R., Chattah A. K. Binary systems of albendazole desmotropes with amino-acids: Experimental and theoretical studies. *Journal of Molecular Liquids*. 2021; 340: 117282. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117282
8. Castro L. S., Kviecinski M. R., Ourique F., Parisotto E. B., Grinevicius V. M., Correia J. F., Wilhelm Filho D., Pedrosa R. C. Albendazole as a promising molecule for tumor control. *Redox Biology*. 2016; 10: 90-99. https://doi.org/10.1016/j.redox.2016.09.013
9. Cerutti J. P., Quevedo M. A., Buhlman N., Longhi M. R., Zoppi A. Synthesis and characterization of supramolecular systems containing nifedipine, β-cyclodextrin and aspartic acid. *Carbohydrate Polymers*. 2019; 205: 480-487. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.10.038
10. Chattah A. K., Pfund L. Y., Zoppi A., Longhi M. R., Garnero C. Toward novel antiparasitic formulations: Complexes of Albendazole desmotropes and β-cyclodextrin. *Carbohydrate Polymers*. 2017; 164: 379-385. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.01.098
11. Chattah A. K., Zhang R., Mroue K. H., Pfund L. Y., Longhi M. R., Ramamoorthy A., Garnero C. Investigating albendazole desmotropes by solid-state NMR spectroscopy. *Molecular Pharmaceutics*. 2015; 12 (3): 731-741. https://doi.org/10.1021/mp500539g
12. Codina A. V., García A., Leonardi D., Vasconi M. D., Di Masso R. J., Lamas M. C., Hinrichsen L. I. Efficacy of albendazole: β-cyclodextrin citrate in the parenteral stage of Trichinella spiralis infection. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015; 77: 203-206. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.02.049
13. Cook G. C. Use of benzimidazole chemotherapy in human helminthiases: Indications and efficacy. *Parasitology Today*. 1990; 6 (4): 133–136. https://doi.org/10.1016/0169-4758(90)90232-s
14. Fabbri J., Pensel P. E., Albani C. M., Lopez L. M., Simonazzi A., Bermudez J. M., Palma S. D., Elisson-do M. C. Albendazole solid dispersions against alveolar echinococcosis: a pharmacotechnical strategy to improve the efficacy of the drug. *Parasitology*. 2020; 147 (9): 1026-1031. https://doi.org/10.1017/S0031182020000670
15. Horton J. Echinococcosis and Albendazole: A Case for Suitable Treatment. *The American Journal of Tropical Medicine Hygiene*. 2018; 99 (4): 811-812. https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0609
16. Koradia D. K., Parikh H. R., Koradia H. Albendazole nanocrystals: Optimization, spectroscopic, thermal and anthelminitic studies. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2017; 43: 369-378. https://doi.org/10.1016/j.jddst.2017.11.003
17. Lindenberg M., Kopp S., Dressman J. B. Classification of orally administered drugs on the World Health Organization Model list of Essential Medicines according to the biopharmaceutics classification system. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2004; 58 (2): 265–278. https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2004.03.001
18. Marriner S. Anthelmintic drugs. *Veterinary Record*. 1986; 118 (7): 181–184. https://doi.org/10.1136/vr.118.7.181

19. Movahedi F., Li L., Gu W., Xu Z. P. Nanoformulations of albendazole as effective anticancer and antiparasite agents. *Nanomedicine*. 2017; 12 (20): 2555-2574. https://doi.org/10.2217/nnm-2017-0102

20. Pensel P., Paredes A., Albani C. M., Allemandi D., Sanchez Bruni S., Palma S. D., Elissondo M. C. Albendazole nanocrystals in experimental alveolar echinococcosis: Enhanced chemoprophylactic and clinical efficacy in infected mice. *Veterinary Parasitology*. 2018; 251: 78-84. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.12.022

21. Pourgholami M. H., Akhter J., Wang L., Lu Y., Morris D. L. Antitumor activity of albendazole against the human colorectal cancer cell line HT-29: in vitro and in a xenograft model of peritoneal carcinomatosis. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*. 2005; 55 (5): 425–432. https://doi.org/10.1007/S00280-004-0927-6

22. Pranzo M. B., Cruickshank D., Coruzzi M., Caira M. R., Bettini R. Enantiotropically related albendazole polymorphs. *Journal of Pharmaceutical Science*. 2010; 99 (9): 3731-3742. https://doi.org/10.1002/jps.22072

23. Rosas M. D., Piqueras C. M., Piva G. K., Ramírez Rigo M. V., Morais Lião L., Bucalá V. Simultaneous formation of inclusion complex and microparticles containing Albendazole and β-Cyclodextrin by supercritical antisolvent co-precipitation. *Journal of CO_2 Utilization*. 2021; 47: 101505. https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101505

24. Shete A., Kumbhar B. K., Yadav A., Korpale S., Sakhare S. S., Rc Doijad R. C. Amorphous mixtures of Albendazole with carboxylic acids by cogrinding Technique: solid state characterizations and in vitro efficacy study. *Journal of drug delivery*. 2019; 9: 509-516. https://doi.org/10.25258/IJDDT.9.4.1

25. Siddiqua T., Habeeb A. Neurocysticercosis. Saudi *Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2020; 31 (1): 254-258. https://doi.org/10.4103/1319-2442.279948

26. Son D. S., Lee E. S., Adunyah S. E. The Antitumor Potentials of Benzimidazole Anthelmintics as Repurposing Drugs. *Immune Network*. 2020; 20 (4): e29. https://doi.org/10.4110/in.2020.20.e29

The article was submitted 27.03.2025; approved after reviewing 30.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Arkhipov Ivan A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Deputy Head of Research, Head of the Laboratory of Experimental Therapy; SPIN: 5598-1187, Researcher ID: U-5040-2018, Scopus ID: 12783579100.

Khalikov Salavat S., Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Physiologically Active Organofluorine Compounds; SPIN: 8931-8242, Researcher ID: T-2164-2018, Scopus ID: 57190865687.

Varlamova Anastasiya I., Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Experimental Therapy; SPIN: 6577-1180, Researcher ID: F-9941-2014, Scopus ID: 56612429800.

Ilyin Mikhail M., Candidate of Chemical Sciences, Researcher of the Laboratory of Stereochemistry of Sorption Processes; SPIN-code: 1272-5840, Re-searcher ID: AAN-9022-2020, Scopus ID: 6602736683.

Lokshin Boris V., Doctor of Chemical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Molecular Spectroscopy; SPIN-code:1514-6635, Researcher ID: J-6751-2018, Scopus ID: 16520958200.

Khalikov Marat S., Researcher of the Laboratory of Physiologically Active Organofluorine Compounds; SPIN-code: 1937-9902, Scopus ID: 602304510.

Odoevskaya Irina M., Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Immunology and Molecular Research; SPIN-code: 4024-3272, Researcher ID: B-1947-2017, Scopus ID: 24470255200.

Contribution of the authors:

Arkhipov I. A. – scientific supervision, conducting trials, critical analysis of obtained results, manuscript preparation.

Khalikov S. S. – scientific supervision, development of the method for obtaining amorphous mixtures, analysis of the obtained results.

Varlamova A. I. – conducting trials, data analysis, manuscript preparation.

Ilyin M. M. – conducting HPLC studies of the obtained amorphous mixtures, analysis of solubility and content of albendazole in samples.

Lokshin B. V. – recording and interpretation of IR spectra of the obtained amorphous salt mixtures.

Khalikov M. S. – participation in obtaining amorphous salt mixtures of albendazole with carboxylic acids, preparing samples for analysis (HPLC, IR spectroscopy).

Odoevskaya I. M. – providing *Trichinella spiralis* culture, conducting trials.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.132

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-237-249

Изучение эффективности противопаразитарного препарата Дорамектин® при нематодозах, акариозах и энтомозах овец

Енгашев Сергей Владимирович [1], Енгашева Екатерина Сергеевна [2], Новак Михаил Дмитриевич [3]

[1] Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина (ФГБОУ ВО МГАВМиБ), Москва, Россия

[2] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[3] Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Рязань, Россия

[1] admin@vetmag.ru, https://orcid.org/0000-0002-7230-0374

[2] kengasheva@vetmag.ru, https://orcid.org/0000-0002-4808-8799

[3] peace100@mail.ru, orcid.org/0000-0002-1421-0039

Аннотация

Цель исследований – изучение терапевтической эффективности противопаразитарного препарата дорамектин при нематодозах и арахноэнтомозах овец.

Материалы и методы. Исследования выполнены в условиях овцефермы на овцах романовской породы (овцематки и ярки). Клинические, гельминтологические (копроовоскопические, ларвоскопические), акарологические и энтомологические исследования проводили с использованием общепринятых методов (регулярный осмотр, термометрия, методики последовательных промываний, Щербовича, Фюллеборна, Бермана, Вайда и культивирования личинок нематод, микроскопия соскобов кожи с предварительной обработкой детергентом). Применение микроскопической техники: Биолам, МБС-10, ручная лупа 6ˣ. Изучаемый паразитоцид Дорамектин® («АВЗ С.-П.») раствор для инъекций относится к классу макроциклических лактонов, обладает широким спектром нематодоцидного, акарицидного и инсектицидного действия, применяется внутримышечно в дозе 1 мл на 50 кг живой массы (активное ДВ – 10 мг в 1 мл) и сохраняется в терапевтической концентрации в организме животных до 28 дней.

Результаты и обсуждение. По результатам первичного лабораторного анализа, включающего данные гельминтологического, акарологического и энтомологического исследований, у овец подтверждена смешанная форма стронгилятозов желудочно-кишечного тракта и легких (мюллериоз), стронгилоидоза, хориоптоза и мелофагоза. Клинический осмотр животных опытных групп в течение трех недель после первичного и повторного курсов терапии показал положительную динамику выздоровления. При лабораторных исследованиях овцематок и ярок на 8–12 и 15–18-е сутки соответственно после однократного и двукратного применения дорамектина яйца и личинки нематод желудочно-кишечного тракта установлены только в двух из 32 случаев (ЭЭ = 93,8%). Личинки протостронгилид *Muellerius capillaris* и мухи кровососки *Melophagus ovinus* не выявлены (ЭЭ = 100%), а саркоптоидные клещи *Chorioptes* spp. обнаружены только в одном случае из 11 (ЭЭ = 91%).

Ключевые слова: овцы, гельминтозы, арахноэнтомозы, Дорамектин®, экстенсивность инвази, интенсивность инвазии, экстенсэффективность

Благодарности. Выражаем благодарность руководству животноводческого предприятия, в условиях которой выполнен опыт, а также кафедре микробиологии Рязанского государственного медицинского университета за предоставленные оборудование, средства и материалы для проведения экспериментальных исследований.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Енгашев С. В., Енгашева Е. С., Новак М. Д.* Изучение эффективности противопаразитарного препарата Дорамектин® при нематодозах, акариозах и энтомозах овец // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 237–249.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-237-249

© Енгашев С. В., Енгашева Е. С., Новак М. Д., 2025

Original article

Studying the efficacy of antiparasitic Doramectin® against nematodosis, acariosis, and entomosis in sheep

Sergey V. Engashev [1], Ekaterina S. Engasheva [2], Mikhail D. Novak [3]

[1] Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology (MVA named after K. I. Skryabin (MVA named after K. I. Skryabin), Moscow, Russia

[2] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[3] Ryazan State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, Ryazan, Russia

[1] admin@vetmag.ru, https://orcid.org/0000-0002-7230-0374

[2] kengasheva@vetmag.ru, https://orcid.org/0000-0002-4808-8799

[3] peace100@mail.ru, orcid.org/0000-0002-1421-0039

Abstract

The purpose of the research is to study the therapeutic efficacy of antiparasitic Doramectin against nematodosis and arachnoentomosis in sheep.

Materials and methods. The research was performed on a sheep farm on the Romanov sheep (ewes and ewe lambs). Clinical, helminthological (coproovoscopic, larvoscopic), acarological and entomological studies were implemented using standard methods (routine examination, thermometry, and sequential washing, Shcherbovich, Fülleborn, Berman, Weid, and nematode larvae cultivation methods, and microscopic examination of skin scrapings with preliminary detergent treatment). Microscopic equipment used: Biolam, MBS-10, 6x hand magnifying glass. The studied parasitocide Doramectin® (AVZ S.-P.) injection solution is a class of macrocyclic lactones, has a broad spectrum of nematocidal, acaricidal and insecticidal effect, and is used intramuscularly at a dose of 1 mL per 50 kg of live weight (active substance, 10 mg in 1 mL) and remains in a therapeutic concentration in the animal body for up to 28 days.

Results and discussion. The results of the initial laboratory analysis, including helminthological, acarological and entomological study data confirmed a mixed form of gastrointestinal and pulmonary strongylatosis (mulleriosis), strongyloidosis, chorioptosis and melophagosis in sheep. Clinical examination of the animals in the experimental groups showed positive recovery dynamics for three weeks after the initial and repeated therapy courses. Laboratory studies of the ewes and ewe lambs only detected gastrointestinal nematode eggs and larvae in two of 32 cases (EE = 93.8%) on day 8-12 and 15-18, respectively, after a single and double administration of Doramectin. Larvae of protostrongylids *Muellerius capillaris* and blood flies *Melophagus ovinus* were not detected (EE = 100%), and mange mites *Chorioptes* spp. were only detected in one case out of 11 (EE = 91%).

Keywords: sheep, helminthosis, arachnoentomosis, Doramectin®, infection prevalence, infection intensity, extensive effectiveness.

Acknowledgments. We express our gratitude to the management of the livestock enterprise where the experiment was completed, and the Department of Microbiology of the Ryazan State Medical University for equipment, means and materials for experimental studies.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Engashev S. V., Engasheva E. S., Novak M. D. Studying the efficacy of antiparasitic Doramectin® against nematodosis, acariosis, and entomosis in sheep. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):237–249. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-237-249

© Engashev S. V., Engasheva E. S., Novak M. D., 2025

Введение

Гельминтозы и арахноэнтомозы распространены в овцеводческих хозяйствах Российской Федерации и причиняют экономический ущерб [6, 9, 10]. Стронгилоидоз, мюллериоз, буностомоз (нематодозы с синдромом «*larva migrans*»), хориоптоз и малофагоз в клинически выраженной и латентной формах сопровождаются истощением иммунной системы животных [9, 11, 13]. Следствием снижения популяционного иммунитета, реактивности является неэффективность специфической иммунопрофилактики и вероятные энзоотии бактериальных и вирусных инфекций [8].

Применение паразитоцидов широкого спектра в разных странах мира, начиная с 70-х годов 20 века, позволило значительно снизить заболеваемость животных паразитами и увеличить производство мяса и других продуктов животноводства [1, 2, 4, 7]. Вслед за бензимидазолами разработаны макроциклические лактоны [3, 4, 12].

Ивермектины, полученные на основе продуктов ферментации почвенных микроорганизмов *Streptomyces avermitilis*, показали эффективность против паразитических нематод и членистоногих [2, 3, 12]. В последующем были синтезированы производные дегидроавермектина B1a (эприномектин и селамектин), характеризующиеся экологической безопасностью и максимально высокой эффективностью при нематодозах и арахноэнтомозах [13, 15, 16].

Доракмектин® (25-циклогексил-5-О-диметил-25 (1-метилпропил) авермектин A1a) относится к классу макроциклических лактонов; обладает широким спектром нематодоцидного, акарицидного и инсектицидного действия. По степени воздействия на организм доракмектин («АВЗ С.-П.») раствор для инъекций относится к умеренно опасным веществам (3 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76); в рекомендуемых дозах не оказывает эмбриотоксического, тератогенного и сенсибилизирующего действия.

Цель исследования – изучение терапевтической эффективности доракмектина при паразитарных болезнях овец.

Материалы и методы

Испытание доракмектина проводили на 14 овцематках и 18 ярках романовской породы.

Содержание овец – на огороженной площадке размером 250 м^2, с навесом и глубокой подстилкой. Кормление животных опытных и контрольной групп соответствует разработанным рационам для взрослых овец. Рацион включает следующие корма: сено разнотравное, комбикорм, трава на прифермском пастбище (при выпасе в летний период). Поение водопроводной водой из емкости объемом 300 л с ежедневным заполнением.

Клинический осмотр и специальные лабораторные исследования овцематок и ярок на гельминтозы, саркоптоидозы и энтомозы проводили до начала опыта и каждые 3–4 дня в течение трех недель после одно- и двукратного применения противопаразитарного препарата, а также на 8–12-й, 15–18-й сутках опыта.

Симптомы заболеваний оценивали у каждого животного в опытных группах до и после внутримышечного введения доракмектина.

До начала опыта у овец и ярок отмечены клинические признаки желудочно-кишечных, респираторных заболеваний (диарея, обезвоживание, сухой кашель, истечения из носовой полости, пониженный аппетит) и арахноэнтомозов (дерматит, выпадение шерсти, алопеции в области шеи и скакательного, путового суставов). От животных опытных и контрольной групп взяты пробы фекалий, получены соскобы кожи и образцы шерсти для лабораторного исследования на гельминтозы, саркоптоидозы и энтомозы.

Диагнозы устанавливали на основании конкретной эпизоотической ситуации, данных ретроспективного эпизоотологического мониторинга по гельминтозам и арахноэнтомозам в хозяйстве, а также с учетом симптомов желудочно-кишечных, респираторных и кожных заболеваний. Окончательно диагнозы подтверждены по результатам лабораторных исследований.

Исследования выполнены в соответствии с разработанными и утвержденными методиками и по ГОСТ: ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 (ISO/IEC 17025:2005) «Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

При копроовоскопическом исследовании применяли седиментационные и флотационные методы: последовательных промываний, Щербовича (с насыщенным раствором нитрата натрия в модифицированном варианте без центрифугирования), Фюллеборна (с насыщенным раствором хлорида натрия).

Ларвоскопические исследования на стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, протостронгилидозы и стронгилоидоз проводили с помощью модифицированного метода Бермана (пробирочный вариант с воронкой), а также путем культивирования личинок нематод в чашках Петри на растительном субстрате (соломенная нарезка с добавлением глютамина в конечной концентрации 10%).

В случаях обнаружения в одной пробе фекалий яиц и личинок нескольких видов нематод их дифференцировали по морфологии – размерам, форме, окраске, по числу и расположению бластомеров в яйцах и по особенностям строения переднего и заднего конца тела личинок [5].

Саркоптоидных клещей *Chorioptes* spp. обнаруживали при микроскопическом исследовании соскобов кожи (МБС-10), полученных из области шеи и нижних частей конечностей. Полученный материал предварительно обрабатывали 10%-ным раствором гидроксида натрия при температуре 30–32 °С в течение 30–40 минут. Интенсивность заражения устанавливали по числу клещей в 5 пробах из соскобов кожи с последующим расчетом среднего показателя на один препарат.

Мух-кровососок и их куколок обнаруживали при тщательном осмотре шерстного покрова овец в области шеи, спины, в межчелюстном пространстве и у основания рогов. Куколки *Melophagus ovinus* выявляли при исследовании образцов шерсти, полученных с пораженных участков тела овец, с помощью ручной лупы 6х и МБС-10.

Родовую и видовую принадлежность гельминтов, саркоптоидных клещей и мух-кровососок устанавливали по результатам микроскопических исследований, а также с использованием Атласа наиболее распространенных гельминтов сельскохозяйственных животных [5], руководства Ветеринарная паразитология [14], учебного пособия Арахноэнтомозы сельскохозяйственных животных [6], учебного пособия Паразитарные болезни животных [7].

После клинического осмотра и лабораторных исследований овцематок и ярок были сформированы три опытные и одна контрольная группы: 10 овцематок (первая), 12 ярок (вторая), 4 овцематки и 6 ярок (третья) и 10 ярок (контрольная К). Все животные были с симптомами желудочно-кишечных, респираторных заболеваний гельминтозной этиологии, а также с клиническими признаками арахноэнтомозов.

Изучаемый противопаразитарный препарат – дорамектин, раствор для инъекций, концентрация активного вещества – 10 мг в 1 мл.

Схема опыта на овцематках и ярках

Опытная группа 1 (n = 10), № 1–10

10 овцематкам вводили внутримышечно дорамектин в дозе 1 мл на 50 кг живой массы двукратно с интервалом 14 сут при смешанной клинически выраженной форме нематодозов желудочно-кишечного тракта, хориоптоза и мелофагоза.

Опытная группа 2 (n = 12), № 11–22

12 яркам вводили внутримышечно дорамектин в дозе 1 мл на 50 кг живой массы двукратно с интервалом 14 сут при смешанной клинически выраженной форме стронгилятозов желудочно-кишечного тракта и легких, стронгилоидоза, хориоптоза и мелофагоза.

Опытная группа 3 (n = 10), № 23–32

4 овцематкам и 6 яркам вводили внутримышечно дорамектин в дозе 1 мл на 50 кг живой массы однократно при смешанной субклинической форме стронгилятозов желудочно-кишечного тракта и стронгилоидоза.

Контрольная группа (К) животных-аналогов (n = 10), № 33–42

10 яркам с клинически выраженной и субклинической формой паразитарных заболеваний, а также с положительными результатами лабораторных исследований на стронгилятозы желудочно-кишечного тракта и легких, стронгилоидоз, хориоптоз и мелофагоз дорамектин не применяли.

Через 8–12-е сутки по окончании лечения от животных опытных и контрольной групп взяты пробы фекалий для лабораторного исследования на нематодозы желудочно-кишечного тракта и мюллериоз. На 14–15-е сутки после повторного применения дорамектина проведены акарологические и энтомологические исследования овец и ярок опытных и контрольной групп.

Эффективность лекарственного препарата оценивали по клиническому состоянию овцематок и ярок опытных групп при сравнении с животными в контроле, а также с периодами до начала опыта и после курсов терапии, по результатам комплексных исследований на гельминтозы и арахноэнтомозы через 8–12 и 15–18 сут после первичного и повторного применения противопаразитарного препарата. Лечение считали эффективным, если при клиническом осмотре животных опытных групп выявлена положительная динамика выздоровления (улучшение общего состояния, аппетита, повышение двигательной активности, прекращение диареи и уменьшение симптомов дерматита), а на основании лабораторных исследований подтверждали отрицательный результат.

Безопасность лекарственного препарата устанавливали по наличию или отсутствию побочного, токсического действия и осложнений (состояний гиперчувствительности замедленного типа или аллергических реакций в виде анафилаксии) у опытных животных. Статистический анализ выполняли с использованием программы «Primer of Biostatistics 4. 03. For Windows» и критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждение

По результатам первичного лабораторного анализа, включающего результаты гельминтологических, акарологических и энтомологических исследований, в большинстве случаев подтверждены смешанные формы стронгилятозов желудочно-кишечного тракта, легких (мюллериоз) и стронгилоидоза, а также нематодозов, хориоптоза и мелофагоза.

При лабораторных исследованиях овцематок и ярок до применения дорамектина в пробах фекалий, соскобах кожи и образцах шерсти обнаружены яйца, личинки нематод желудочно-кишечного тракта и легких, а также саркоптоидные клещи и мухи кровососки: овцематки (1-я группа) – *Ostertagia* spp. в 6 из 10 (ЭИ = 60%), *Chabertia ovina* в 5 из 10 (50%), *Strongyloides papillosus* в 5 из 10 (50%), *Bunostomum* spp. в 4 из 10 (40%), имаго, личинки и нимфы *Chorioptes* spp. в 6 из 10 (60%), имаго и куколки *Melophagus ovinus* в 5 из 10 (50%); ярки (2-я группа) – *Ostertagia* spp. в 5 из 12 (41,6%), *Chabertia ovina* в 6 из 12 (50%), личинки *Muellerius capillaris* в 7 из 12 (58,3%), *Strongyloides papillosus* в 7 из 12 (58,3%), *Bunostomum* spp. в 5 из 12 (41,6%), *Chorioptes* spp. в 4 из 12 (33%), *Melophagus ovinus* в 7 из 12 (58,3%); ярки и овцематки (3-я группа) – *Ostertagia* spp. в 6 из 10 (60%), *Chabertia ovina* в 5 из 10 (50%), личинки *Strongyloides papillosus* в 7 из 10 (70%), *Bunostomum* spp. в 5 из 10 (50%) (табл. 1–4). Животные, зараженные *Muellerius capillaris*, распределены во вторую опытную и контрольную группы.

У 10 животных контрольной группы подтверждены диагнозы на нематодозы желудочно-кишечного тракта (остертагиоз, хабертиоз, буностомоз, стронгилоидоз), протостронгилидозы (мюллериоз), а также выявлены клещи *Chorioptes* spp. и мухи-кровососки *Melophagus ovinus*. Установлены следующие смешанные формы нематодозов и арахноэнтомозов: *Muellerius capillaris* (личинки) + *Chabertia ovina* (яйца) у 30%, *Muellerius capillaris* (личинки) + *Ostertagia* spp. (яйца) у 20%, *Muellerius capillaris* + *Bunostomum* spp. (личинки) у 10%, *Chabertia ovina* + *Bunostomum* spp. (яйца и личинки) у 10%, *Ostertagia* spp. + *Bunostomum* spp. (яйца и личинки) у 20%, *Ostertagia* spp. + *Chabertia ovina* (яйца) у 10%; *Strongyloides papillosus* (личинки) у 60%; *Chorioptes* spp. у 70%; *Melophagus ovinus* у 60% животных (табл. 1–4).

Клинический осмотр овцематок и ярок опытных групп в течение трех недель после завершения лечения показал, что на 12–15–18-е сутки опыта наблюдается положительная динамика выздоровления: улучшение общего состояния, прекращение диареи, уменьше-

Таблица 1

Результаты изучения эффективности дорамектина при стронгилятозах желудочно-кишечного тракта и легких овец

Table 1

Results of the study of the efficacy of doramectin at strongylatosis of the gastrointestinal tract and lungs of sheep

№ п/п	Число яиц (личинок) стронгилят в 1 г фекалий	
	до опыта	на 8–12 и 15–18 сутки опыта
Первая опытная группа (овцематки)		
1	*Ostertagia* spp. – 41	0
2	*Bunostomum* spp. + *Chabertia* spp. – 15 + 20	0
3	*Chabertia* spp. + *Ostertagia* spp. – 13 + 38	+ (*Chabertia* spp.)
4	*Ostertagia* spp. - 53	0
5	*Chabertia* spp. + *Ostertagia* spp. 16 + 40	0
6	*Bunostomum* spp. – 18	0
7	*Ostertagia* spp. – 32	0
8	*Chabertia* spp. + *Bunostomum* spp. – 17 +11	0
9	*Ostertagia* spp. – 39	0
10	*Bunostomum* spp. + *Chabertia ovina* – 9 + 21	0
Вторая опытная группа (ярки 9-10 мес.)		
11	*Muellerius capillaris* + *Ostertagia* spp. + *Bunostomum* spp. – 35 + 41 + 17	+ (*Ostertagia* spp.)
12	*Chabertia* spp. – 29	0
13	*Muellerius capillaris* + *Bunostomum* spp. – 43 + 18	0
14	*Muellerius capillaris* – 34	0
15	*Ostertagia* spp. + *Chabertia ovina* – 32 + 15	0
16	*Bunostomum* spp. + *Ostertagia* spp. – 12 + 30	0
17	*Muellerius capillaris* + *Chabertia ovina* – 46 + 13	0
18	*Muellerius capillaris* + *Chabertia ovina* – 35 + 22	0
19	*Bunostomum* spp. + *Ostertagia* spp. – 16 + 27	0
20	*Muellerius capillaris* + *Chabertia ovina* – 28 + 20	0
21	*Bunostomum* spp. - 23	0
22	*Muellerius capillaris* + *Bunostomum* spp. + *Chabertia ovina* – 33 + 18 + 16	0
Третья опытная группа (ярки 9-10 мес.)		
23	*Ostertagia* spp. + *Bunostomum* spp. – 40 + 15	0
24	*Bunostomum* spp. + Chabertia ovina – 14 + 18	0
25	*Ostertagia* spp. + *Bunostomum* spp. – 31 + 16	0
26	*Chabertia ovina* + *Ostertagia* spp. – 16 +25	0
27	*Ostertagia* spp. – 44	0
28	*Chabertia ovina* – 10	0
	(овцематки)	
29	*Ostertagia* spp. – 27	0
30	*Chabertia ovina* – 13	0
31	*Bunostomum* spp. – 11	0
32	*Ostertagia* spp. + *Chabertia ovina* + *Bunostomum* spp. – 34 + 9 + 12	0
Контрольная группа (ярки 9-10 мес.)		
33	*Muellerius capillaris* + *Ostertagia* spp. – 29 + 38	+
34	*Chabertia ovina* + *Bunostomum* spp. – 16 + 13	+
35	*Ostertagia* spp. + *Chabertia ovina* – 30 + 8	+
36	*Bunostomum* spp. + *Ostertagia* spp. – 20 + 42	+
37	*Muellerius capillaris* + *Chabertia ovina* – 35 + 12	+
38	*Muellerius capillaris* + *Ostertagia* spp. – 55 + 46	+

Окончание таблицы 1

End of table 1

39	*Muellerius capillaris* + *Chabertia ovina*	+
40	*Bunostomum* spp. + *Ostertagia* spp. – 14 + 29	+
41	*Muellerius capillaris* + *Bunostomum* spp. – 27 + 14	+
42	*Muellerius capillaris* + *Chabertia* spp. – 31 + 15	+

Примечание для таблиц 1–4:

+ положительный результат; – отрицательный результат

Таблица 2

Результаты изучения эффективности дорамектина при стронгилоидозе овец

Table 2

Results of the study of the efficacy of doramectin at strongyloidosis of sheep

Номер животного	Число личинок *Strongyloides papillosus* в 1 г фекалий	
	до опыта	на 8-12 и 15-18 сутки опыта
Первая опытная группа (овцематки)		
1	9	0
2	0	0
3	0	0
4	12	0
5	0	0
6,7	8-13	0
8	0	0
9	10	0
10	0	0
Вторая опытная группа (ярки 9-10 мес.)		
11	21	0
12	28	0
13	0	0
14-15	12-33	0
16	0	0
17	42	0
18-19	0	0
20-21	20-37	0
22	0	0
Третья опытная группа (ярки 9-10 мес.)		
23-24	17-34	0
25-26	0	0
27-28	15-22	0
	(овцематки)	
29-30	8-11	0
31	14	0
32	0	0
Контрольная группа (ярки 9-10 мес.)		
33	23	+
34	0	-
35	39	+
36	0	-
37	41	+
38	0	-

Окончание таблицы 2
End of table 2

39	0	-
40	20	+
41	36	+
42	18	+

Таблица 3

Результаты изучения эффективности дорамектина при хориоптозе овец

Table 3

Results of the study of the efficacy of doramectin at chorioptosis of sheep

Номер животного	Число имаго/личинок/телеонимф саркоптоидных клещей *Chorioptes* spp.	
	до опыта	на 8-12 и 15-18 сутки опыта
Первая опытная группа (овцематки 3-5 лет)		
1	0	0
2	0	0
3	3/5/11	0
4	0	0
5	2/5/9	0
6	3/4 /12	0
7	0	0
8	4/6/11	0
9	0	0
10	2/4/10	0
Вторая опытная группа (ярки 9-10 мес.) «+» 2 / 4 / 10		
11	0	0
12	0	0
13	5/5/13	0
14	0	0
15	0	0
16	3/4/12	0
17	2/4/10	0
18	0	0
19	4/3/11	0
20	0	0
21	0	0
22	0	0
Третья опытная группа (ярки 9-10 мес. и овцематки 3-5 лет)		
23-32	0	0
Контрольная группа (ярки 9-10 мес.)		
33	0	+
34	3/6/15	+
35	0	0
36	2/5/12	+
37	3/4/9	+
38	2/4/8	+
39	5/6/14	+
40	0	0
41	3/5/10	+

Окончание таблицы 3
End of table 3

42	4/5/13	+

Таблица 4

Результаты изучения эффективности дорамектина при мелофагозе овец

Table 4

Results of the study of the efficacy of doramectin at melophagosis of sheep

Номер животного	Число имаго/куколок *Melophagus ovinus*	
	до опыта	на 8-12 и 15-18 сутки опыта
Первая опытная группа (овцематки 3-5 лет)		
1	17/более 50	0
2-3	0	0
4	10/45	0
5	22/более 70	0
6	0	0
7	13/более 50	0
8	0	0
9	29/более 70	0
10	16/более 50	0
10	2/4/10	0
Вторая опытная группа (ярки 9-10 мес.) «+» 2 / 4 / 10		
11	0	0
12	21/более 50	0
13	15/более 50	0
14	28/более 70	0
15	11/46	0
16-17	0	0
18	34/более 70	0
19	0	0
20	9/38	0
21	0	0
22	20/более 50	0
22	0	0
Третья опытная группа (ярки 9-10 мес. и овцематки 3-5 лет)		
23-32	0	0
Контрольная группа (ярки 9-10 мес.)		
33	8/15	+
34	6/13	+
35	3/9	0
36	5/12	+
37-38	0	0
39	7/11	+
40	0	0
41	0	0
42	5/10	+
42	4/5/13	+

ние симптомов дерматита паразитарной этиологии, повышение аппетита и двигательной активности. Дорамектин не оказывал отрицательного и побочного действия на организм животных опытных групп, не вызывал гиперчувствительности замедленного типа и анафилаксии при внутримышечном введении в разработанной терапевтической дозе.

При гельминтологическом (копроовоскопическом, ларвоскопическом) и акарологическом, энтомологическом исследованиях овцематок и ярок опытных групп соответственно на 8–12 и 15–18-е сутки после одно- и двукратного применения дорамектина яйца и личинки нематод желудочно-кишечного тракта обнаружены в двух из 32 случаев (ЭЭ = 93,8%), саркоптоидные клещи *Chorioptes* spp. – только в одном из 11 (91%), личинки протостронгилид *Muellerius capillaris* и мухи кровососки *Melophagus ovinus* не выявлены (ЭЭ = 100%).

В контрольной группе животных установлено совпадение результатов клинического осмотра и лабораторных исследований, подтверждены диагнозы на стронгилятозы желудочно-кишечного тракта, мюллериоз, стронгилоидоз, хорioптоз, мелофагоз, как при первичном исследовании до начала опыта, так и по его завершении.

Ученые и исследователи научно-внедренческого центра «НВЦ Агроветзащита», учитывая высокую вероятность появления устойчивых изолятов нематод и паразитических членистоногих к ивермектинам при их длительном применении, предложили для лечения паразитарных болезней животных лекарственный препарат дорамектин [3]. Паразитоцид из группы макроциклических лактонов характеризуется широким спектром нематодоцидного и инсектоакарицидного действия; его экстенсэффективность при кишечных нематодозах и саркоптоидозах составляет 95–98%.

Аналогичные результаты по высокой эффективности дорамектина при стронгилятозах желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота получены С. Н. Якубцовой, А. И. Ятусевичем [15].

Положительные результаты испытания макроциклических лактонов при паразитарных болезнях овец с определением их экологической безопасности получены в Ставропольском крае [12].

По данным зарубежных ученых, эприномектин, содержащий лекарственный препарат Эпринекс®, в равной степени эффективен при нематодозах, акариозах и энтомозах крупного рогатого скота [16].

Отечественными исследователями установлена эффективность дорамектин содержащего препарата Мерадок® при псороптозе овец [13]. Паразитоцид широкого спектра авторы рекомендуют применять в дозе 1 мл на 50 кг массы животного в форме 1%-ного раствора дорамектина однократно.

Макроциклические лактоны показывают более высокую эффективность в отношении саркоптоидных клещей по сравнению с ивермектином. Применение Мерадока обеспечивает длительное сохранение терапевтической концентрации действующего вещества в тканях животных и позволяет предупреждать повторное заражение *Psoroptes ovis* в течение 28 сут.

Полученные результаты по изучению в опытах на овцах эффективности отечественного паразитоцида широкого спектра действия Дорамектин® против нематод желудочно-кишечного тракта (ЭЭ = 93,8%), мюллерий и мух-кровососок (ЭЭ = 100%), саркоптоидных клещей (ЭЭ =91%) подтверждают данные российских и зарубежных ученых исследователей.

Заключение

По результатам экспериментальных исследований доказано, что Дорамектин® («АВЗ С.-П.») раствор для инъекций высокоэффективен при нематодозах желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, а также при арахноэнтомозах овец.

Противопаразитарный препарат активен в отношении стронгилят желудочно-кишечного тракта (*Chabertia ovina*, *Ostertagia* spp., *Bunostomum* spp.), протостронгилид (*Muellerius capillaris*), стронгилоидесов (*Strongyloides papillosus*), саркоптоидных клещей (*Chorioptes* spp.) и мух-кровососок (*Melophagus ovinus*).

В опыте на овцах выяснены следующие показатели экстенсэффективности дорамектина: смешанные формы нематодозов желудочно-кишечного тракта (хабертиоз, остертагиоз, буностомоз, стронгилоидоз) – 93,8%, протостронгилидозы (мюллериоз) – 100%, хорioптоз – 91% и мелофагоз – 100%.

Дорамектин следует применять овцам с лечебной целью внутримышечно однократно при нематодозах желудочно-кишечного тракта (хабертиоз, остертагиоз, буностомоз, стронгилоидоз), двукратно с интервалом 14–15 сут – при саркоптоидозах (хориоптоз) и энтомозах (мелофагоз). Доза противопаразитарного препарата составляет 1 мл на 50 кг живой массы.

Исходя из результатов клинических и лабораторных исследований выяснено, что своевременное применение Дорамектина позволяет предупреждать развитие острой бронхопневмонии, вызванной мигрирующими личиночными стадиями нематод *Bunostomum* spp., *Muellerius capillaris* и *Strongyloides papillosus*. В случаях среднетяжелого течения миграционной пневмонии нематодозной этиологии (синдром «*larva migrans*») необходимо назначать эффективные антибиотики и противовоспалительные средства, купирующие бактериальную инфекцию, отек и выраженную клеточную пролиферацию.

Полученные результаты позволяют рекомендовать использование противопаразитарного препарата Дорамектин при проведении лечебно-профилактических мероприятий при нематодозах желудочно-кишечного тракта и органов дыхания, саркоптоидозах и энтомозах овец.

Список источников

1. *Архипов И. А.* Антигельминтики: фармакология и применение. Монография. М.: Издательство Россельхозакадемии, 2009. 405 с.
2. *Архипов И. А., Ларионов С. В.* Эффективность ивомека при паразитарных болезнях овец // Ветеринария. 1996. № 8. С. 53-54.
3. *Енгашев С. В., Енгашева Е. С., Колесников В. И., Четвертнов В. И., Комаров А. А.* Терапевтическая эффективность лекарственного препарата Дорамектин АВЗ при нематодозах крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. М., 2024. № 2. С. 55-57. https://doi.org/10.33943/MMS.2024.77.43.010
4. *Енгашев С. В., Ларионов С. В.* Новые лекарственные формы ветеринарных препаратов при паразитарных болезнях. Монография. Саратов, 2002. 322 с.
5. *Капустин В. Ф.* Атлас наиболее распространенных гельминтов сельскохозяйственных животных. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1953. 139 с.
6. *Кербабаев Э. Б., Василевич Ф. И., Катаева Т. С., Розовенко М. В.* Арахноэнтомозы сельскохозяйственных животных. Учебное пособие для вузов. М., 2000. 137 с.
7. *Колесников В. И., Стариков Р. А., Четвертнов В. И., Лоптева М. С.* Изыскание и эффективность новых препаратов при гельминтозах овец // Ветеринарная патология. 2008. № 4. С. 127.
8. *Новак Д. Д.* Руководство по общей эпизоотологии. Новосибирск: Издательство Новосибирского ГАУ, 1998. С. 72-107.
9. *Новак М. Д., Енгашев С. В.* Паразитарные болезни животных: учебное пособие. М., 2013. 192 с.
10. *Новак М. Д., Соколова В. М., Макшакова Е. Б.* Распространение, лечение и профилактика смешанных форм инвазий овец и коз в Центральном районе Российской Федерации // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. Рязань, 2013. С. 36-42.
11. *Оробец В. А., Колесников В. И., Савченко Ф. Г., Кадыжев Ш. М.* Сравнительная эффективность иверсекта при псороптозе и нематодозах овец // «Актуальные вопросы диагностики, профилактики и борьбы с болезнями сельскохозяйственных животных»: международная научно-практическая конференция. Ставрополь, 1999. С. 102-104, 118.
12. *Оробец В. А., Бабенков Л. В.* Эффективность и экологическая безопасность макроциклических лактонов при паразитозах овец // «Актуальные вопросы диагностики, профилактики и борьбы с болезнями сельскохозяйственных животных»: международная научно-практическая конференция. Ставрополь, 1999. С. 206-208.
13. *Сазонов А. А., Новикова С. В., Сидоркин В. А.* Эффективность препарата на основе дорамектина при псороптозе овец // Ветеринария. 2015. С. 38-39.
14. *Уркхарт Г., Эрмур Дж., Дункан Дж., Данн А., Дженнингс Ф.* Ветеринарная паразитология. М.: Аквариум, 2000. С. 172-248.
15. *Якубцова С. Н., Ятусевич А. И.* Эффективность препарата «Дорамектин КМ 1%» при стронгилятозах желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота // «Актуальные вопросы ветеринарной медицины»: материалы Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов.

Витебск, 2019. С. 188-191. https://doi.org/repo.vsavm.by/handle/123456789/8860.

16. *Andersen C. E., Gunn P. J.* Productivity measures in beef cows and calves following a single subcutaneous injection of long acting eprinomectin. Journal of Animal Science. 2017; 95 (4): 66-67.

Статья поступила в редакцию 06.02.25; одобрена после рецензирования 05.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Енгашев Сергей Владимирович, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, генеральный директор ООО «НВЦ Агроветзащита»; SPIN-код: 7673-4341, Researcher ID: A-5401-2016, Scopus ID: 57210295002.

Енгашева Екатерина Сергеевна, доктор биологических наук, директор департамента науки ООО «НВЦ Агроветзащита»; SPIN-код: 3930-3866, Researcher ID: JWA-5453-2024, Scopus ID: 57210235942.

Новак Михаил Дмитриевич, доктор биологических наук, профессор кафедры эпидемиологии; SPIN-код: 3516-6609, Researcher ID: Web of Science MTC-7120-2025, Scopus ID: 57377730900.

Вклад соавторов:

Енгашев С. В. – формулирование идеи, научное руководство, критический анализ полученных результатов.

Енгашева Е. С. – поиск и анализ отечественной, зарубежной научной литературы по изучаемым аспектам, разработка плана научных исследований, техническое обеспечение опытов.

Новак М. Д. – организация и проведение опытов, лабораторные исследования, первичный анализ результатов исследований, оформление рукописи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Arkhipov I. A. Anthelmintics: pharmacology and application. Monograph. M.: Russian Agricultural Academy Publishing House, 2009; 405. (In Russ.)

2. Arkhipov I. A., Larionov S. V. Efficacy of Ivomec against parasitic diseases in sheep. *Veterïnarïya = Veterinary Medicine*. 1996; 8: 53-54. (In Russ.)

3. Engashev S. V., Engasheva E. S., Kolesnikov V. I., Chetvertnov V. I., Komarov A. A. Therapeutic efficacy of Doramectin AVZ against nematodosis in cattle. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo = Dairy and beef breeding*. M., 2024; 2: 55-57. (In Russ.) https://doi.org/10.33943/MMS.2024.77.43.010

4. Engashev S. V., Larionov S. V. New dosage forms of veterinary drugs against parasitic diseases. Monograph. Saratov, 2002; 322. (In Russ.)

5. Kapustin V. F. Atlas of the most common helminths of livestock animals. M.: State Publishing House of Agricultural Literature, 1953; 139. (In Russ.)

6. Kerbabaev E. B., Vasilevich F. I., Kataeva T. S., Rozovenko M. V. Arachnoentomosis in livestock animals. Textbook for universities. M., 2000; 137. (In Russ.)

7. Kolesnikov V. I., Starikov R. A., Chetvertnov V. I., Lopteva M. S. Research and efficacy of new drugs against helminthiasis in sheep. *Veterinarnaya patologiya = Veterinary Pathology*. 2008; 4: 127. (In Russ.)

8. Novak D. D. Textbook for General Epizootology. Novosibirsk: Publishing House of the Novosibirsk State Agrarian University, 1998; 72-107. (In Russ.)

9. Novak M. D., Engashev S. V. Parasitic diseases in animals. *Study Guide*. M., 2013; 192. (In Russ.)

10. Novak M. D., Sokolova V. M., Makshakova E. B. Transmission, treatment and prevention of mixed infections in sheep and goats in the Central Region of the Russian Federation. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva = Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev*. Ryazan, 2013; 36-42. (In Russ.)

11. Orobets V. A., Kolesnikov V. I., Savchenko F. G., Kadyzhev Sh. M. Comparative efficacy of Iversect against psoroptosis and nematodiasis in sheep. *«Aktual'nyye voprosy diagnostiki, profilaktiki i bor'by s boleznyami sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh»: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya = "Current issues of diagnostics, prevention and control of diseases in livestock animals": International Scientific and Practical Conference*. Stavropol, 1999; 102-104, 118. (In Russ.)

12. Orobets V. A., Babenkov L. V. Efficacy and environmental safety of macrocyclic lactones against parasitosis in the sheep. *«Aktual'nyye voprosy diagnostiki, profilaktiki i bor'by s boleznyami sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh»: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya*

konferentsiya = "Current issues of diagnostics, prevention and control of diseases in livestock animals": International Scientific and Practical Conference. Stavropol, 1999; 206-208. (In Russ.)

13. Sazonov A. A., Novikova S. V., Sidorkin V. A. Efficacy of a doramectin preparation against psoroptosis in the sheep. *Veterïnarïya = Veterinary medicine*. 2015; 38-39. (In Russ.)

14. Urquhart G., Armour J., Duncan J., Dunn A., Jennings F. Veterinary Parasitology. M.: Aquarium, 2000; 172-248. (In Russ.)

15. Yakubtsova S. N., Yatusevich A. I. Efficacy of Doramectin KM 1% against gastrointestinal strongylatosis in cattle. *«Aktual'nyye voprosy veterinarnoy meditsiny»: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i magistrantov = "Current issues of veterinary medicine": proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Students and Graduate Students*. Vitebsk, 2019; 188-191. (In Russ.) https://doi.org/repo.vsavm.by/handle/123456789/8860

16. Andersen C. E., Gunn P. J. Productivity measures in beef cows and calves following a single subcutaneous injection of long acting eprinomectin. *Journal of Animal Science*. 2017; 95 (4): 66-67.

The article was submitted 06.02.2025; approved after reviewing 05.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Engashev Sergey V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, General Director of Limited Liability Company "Scientific and Implementation Center Agrovetzashchita"; SPIN: 7673-4341, Researcher ID: A-5401-2016, Scopus ID: 57210295002.

Engasheva Ekaterina S., Doctor of Biological Sciences, Director of the Science Department of Limited Liability Company "Scientific and Implementation Center Agrovetzashchita"; SPIN: 3930-3866, Researcher ID: JWA-5453-2024, Scopus ID: 57210235942.

Novak Mikhail D., Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Epidemiology; SPIN: 3516-6609, Researcher ID: Web of Science MTC-7120-2025, Scopus ID: 57377730900.

Contribution of the authors:

Engashev S. V. – idea formulation, academic supervision, critical analysis of obtained results.

Engasheva E. S. – search and analysis of domestic and foreign scientific literature in studied aspects, research plan development, technical support for experiments.

Novak M. D. – experiment organization and implementation, laboratory research, initial analysis of research results, manuscript preparation.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-250-262

Саногенетический статус организма яичных кур при дерманиссиозе на фоне дезакаризации

Индюхова Евгения Николаевна [1], Азарнова Татьяна Олеговна [2], Арисов Михаил Владимирович [3], Максимов Владимир Ильич [4], Золотухина Елена Александровна [5]

[1, 3] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[2, 4] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», Москва, Россия

[5] Селекционно-генетический центр «Загорское экспериментальное племенное хозяйство» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства», Сергиев Посад, Россия

[1] indyuhova@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0003-3294-6119

[2] azarena@list.ru, https://orcid.org/0000-0001-6342-9355

[3] director@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-2103-8468

[4] dr.maximov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8934-0778

[5] e89267796965@yandex.ru

Аннотация

Цель исследований – описать изменения саногенетического статуса организма яичных кур кросса «Хайсекс Уайт» при дерманиссиозе на фоне дезакаризации новым инсектоакарицидным средством на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена.

Материалы и методы. Исследования проводили в промышленном секторе. В птичнике, где содержали кур кросса «Хайсекс Уайт» в возрасте 20 мес., выявлена средняя степень заклещеванности *Dermanyssus gallinae*. Пять кур-несушек с дерманиссиозом из этого помещения перевезли на Подольскую опытно-производственную базу ВНИИП. Отбор проб крови проводили у них до обработки, через 15 и 30 сут после двукратной обработки (интервал 7 сут) 0,005%-ной водной эмульсией средства на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена. Обработку помещения и птиц осуществляли мелкокапельным опрыскиванием с нормой расхода 25–50 мл/м^2. Изучены в динамике некоторые показатели крови.

Результаты и обсуждение. На фоне обработок у кур отмечено улучшение общего состояния, повышение синтетической активности щитовидной железы, стабилизация индикаторов оксидативного стресса, нормализация морфофизиологических показателей крови, интенсификация углеводно-энергетического, липидного и белкового обменов по сравнению с их состоянием в промышленном секторе до обработок. Выявленные изменения в крови у кур после лечения отражают активацию комплекса адаптационно-восстановительных механизмов в их организме. До обработок у кур отсутствовало оперение, однако в течение одного месяца после обработок у трех особей из пяти практически полностью восстановился перьевой покров, у остальных – сохранялись бесперьевые участки кожи. Таким образом, новое инсектоакарицидное средство эффективно в отношении *D. gallinae*, и оно не оказывает отрицательного влияния на кур-несушек, при этом в их организме активируются саногенетические механизмы стабилизации гомеостаза.

Ключевые слова: дерманиссиоз, яичные куры, восстановление, саногенез, гомеостаз

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для цитирования: *Индюхова Е. Н., Азарнова Т. О., Арисов М. В., Максимов В. И., Золотухина Е. А.* Саногенетический статус организма яичных кур при дерманиссиозе на фоне дезакаризации // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 250–262.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-250-262

© Индюхова Е. Н., Азарнова Т. О., Арисов М. В., Максимов В. И., Золотухина Е. А., 2025

Original article

Deacarization-associated sanogenetic status of the organism of laying hens with dermanyssosis

Evgenia N. Indyuhova [1], Tatyana O. Azarnova [2], Mikhail V. Arisov [3], Vladimir I. Maximov [4], Elena A. Zolotukhina [5]

[1, 3] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[2, 4] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin», Moscow, Russia

[5] Breeding and Genetic Center "Zagorsk Experimental Breeding Farm" – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry", Sergiyev Posad, Russia

[1] indyuhova@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0003-3294-6119

[2] azarena@list.ru, https://orcid.org/0000-0001-6342-9355

[3] director@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-2103-8468

[4] dr.maximov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8934-0778

[5] e89267796965@yandex.ru

Abstract

The purpose of the research is to describe changes in the sanogenetic status of the organism of Hysex White laying hens with dermanyssosis as associated with deacarization with a new D-cyphenothrin, piperonyl butoxide and pyriproxyfen-based insectoacaricide.

Materials and methods. The research was conducted in the industrial sector; an average tick infestation with *Dermanyssus gallinae* was found in a poultry building where 20-month-old Hysex White hens were kept. Then, five laying hens with dermanyssosis from this building were transported to the Podolsk Experimental Production Base of the VNIIP. Blood samples were collected from the birds before treatment and at 15 and 30 days after double treatment (7-day interval) with 0.005% aqueous emulsion of a D-cyphenothrin, piperonyl butoxide and pyriproxyfen-based product. The building and the birds were treated by fine-droplet spraying at a rate of 25–50 mL/m^2. Some blood parameters were studied over time.

Results and discussion. The treatments were associated with an improved overall health status of the hens, increased synthetic activity of the thyroid gland, stabilized oxidative stress indicators, normalized morpho-physiological blood parameters, and intensified carbohydrate and energy balance, and lipid and protein metabolism as compared to their state in the industrial sector before the treatments. The blood changes in the hens after the treatment reflected the activation of a complex of adaptive and restorative mechanisms in their organism. The hens had no feathers before the treatments, but within one month after the treatments, three out of five birds had almost completely restored their plumage, while the rest still had bold areas on the skin. Thus, the new insectoacaricide is effective against *D. gallinae* and has no negative effect on laying hens, while sanogenetic mechanisms for homeostasis stabilization are activated in their organism.

Keywords: dermanyssosis, laying hens, recovery, sanogenesis, homeostasis

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Indyuhova E. N., Azarnova T. O., Arisov M. V., Maximov V. I., Zolotukhina E. A. Deacarization-associated sanogenetic status of the organism of laying hens with dermanyssosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):250–262. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-250-262

© Indyuhova E. N., Azarnova T. O., Arisov M. V., Maximov V. I., Zolotukhina E. A., 2025

Введение

Значительная роль в регуляции саногенетических процессов после патологий различного генеза принадлежит гормонам. Именно гормональная регуляция обеспечивает контроль за фундаментальными процессами жизнедеятельности у животных (экспрессия генов, биосинтез нуклеиновых кислот, белка, стабилизация метаболического гомеостаза и др.) [2, 4, 8, 21].

Так, при действии стрессоров в организме животных во многом ключевая роль в управлении процессами адаптации принадлежит тиреоидным гормонам [5]. Именно они ответственны за стабилизацию гомеостаза в заявленных условиях. Однако щитовидная железа чрезвычайно чувствительна ко всем изменениям окружающей среды, в т. ч. к колебаниям температуры, смене сезона года, изменениям в структуре рационов и др. [18].

Гормоны щитовидной железы являются важнейшими факторами для стимуляции анаболических процессов. Они также ответственны за оптимизацию процессов биологического окисления [22]. Интенсификация этих молекулярно-биоэнергетических процессов обусловливает рост и дифференцировку клеток всего организма. Йодтиронины являются стимуляторами иммунной системы [7]. Наряду с этим, указанные гормоны регулируют термогенез, стимулируют синтез эритропоэтина, а также эритропоэз, дифференциацию клеток семенников, яичников, стероидогенез и созревание ооцитов, рост оперения и др. Известна роль тиреоидных гормонов в оказании антиоксидантного действия за счет фенольного фрагмента в их структуре [10]. Так, при действии чрезвычайных стресс-факторов у птиц отмечают снижение уровня тиреоидных гормонов в крови [25].

В наших исследованиях биологический стресс-фактор экстремальный по силе – красный куриный клещ, который паразитирует на курах, при этом у них отмечают интенсификацию процессов липопероксидации на фоне супрессии антиоксидантной защиты, гипофункцию щитовидной железы, анемию, дестабилизацию и истощение обменных процессов, гипоксию смешанного типа, снижение содержания функциональных резервов, нарушение гомеостаза, снижение массы тела, истощение, беспокойство, потерю оперения и др. [8]. Наряду с этим, можно отметить признаки хронического течения стресса.

Дерманиссиоз является широко распространенным заболеванием в промышленном птицеводстве, где подходящая среда обитания для клещей – это стыки, щели клеточного оборудования, а также других производственных конструкций [24].

Главный элемент в программе комплексной борьбы с паразитическими членистоногими – это одновременная дезакаризация и дезинсекция птичников, в т. ч. без удаления птицы с использованием эффективных и безопасных противопаразитарных средств. На базе ВНИИП разработано новое комбинированное инсектоакарицидное средство на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена. Первое действующее вещество – синтетический пиретроид, который обладает выраженным инсектоакарицидным эффектом, второе – синергист пиретроидов и третий активный компонент – супрессор эмбриогенеза эктопаразитов.

Данный препарат согласно ГОСТ 12.1.007-76 относится к 3 классу опасности [1]. Учитывая актуальность представленной тематики, перспективу использования инсектоакацидного средства с новым составом в промышленном птицеводстве, определенный научный интерес состоит в изучении саногенетических механизмов в организме кур с дерманиссиозом на фоне противопаразитарных обработок.

В связи с вышеизложенным, цель работы - описать изменения саногенетического статуса организма яичных кур кросса «Хайсекс Уайт» при дерманиссиозе на фоне дезакаризации новым инсектоакарицидным средством на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена.

Материалы и методы

Исследования проводили в течение 2024 г. в условиях промышленного сектора и на Подольской опытно-производственной базе ВНИИП.

Проведено паразитологическое обследование птицеводческого объекта в условиях промышленного сектора, при этом выявлена средняя степень заклещеванности птичника (не более 100 экз. красных куриных клещей на один погонный метр). На яичных курах кросса «Хайсекс Уайт» также обнаружены клещи (индекс обилия 19,4 экз.). При осмотре птиц отмечены клинические признаки, характерные для дерманиссиоза – истощение, потеря пера, анемичность гребней и сережек, дерматиты, шелушение кожного покрова. Возраст птицы – 20 мес. Кур содержали в трех- и четырехъярусных клеточных батареях.

Далее пять кур перевезли на Подольскую опытно-производственную базу, где их разместили в отдельном птичнике с напольным содержанием и подстилкой из древесных опилок. В начале исследования у кур отмечали полное отсутствие оперения, истощение, клинические признаки анемического синдрома и некоторые особенности поведения (пугливость, они также забивались в угол птичника). Следует отметить, что на поверхности ящика для перевозки кур выявлены многочисленные скопления красных куриных клещей.

Кормили сельскохозяйственную птицу как в условиях птицефабрики, так и на другом объекте полнорационным комбикормом для кур-несушек по ГОСТу 18221-98.

Отбор проб крови у кур проводили из подкрыльцовой вены до обработки, а также через 15 и 30 сут после двукратной обработки (интервал 7 сут) водной эмульсией инсектоакарицидного средства на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена (патент № 2835679). Предварительно препарат тестировали в лабораторных условиях на изолированных красных куриных клещах, собранных с птицефабрики, где проводили паразитологическое обследование. Отмечена его высокая акарицидная активность в отношении заявленных паразитических членистоногих. Обработку помещения и птиц проводили мелкокапельным опрыскиванием с нормой расхода 25–50 мл/м^2 с помощью помпового опрыскивателя согласно проекту инструкции по применению.

Изучены в динамике следующие морфофизиологические показатели крови кур: число эритроцитов, лейкоцитов, концентрация гемоглобина и лейкоцитарная формула, а также физиолого-биохимические параметры: концентрация общего белка, альбуминов, глобулинов, креатинина, холестерола, триглицеридов, глюкозы, трийодтиронина (T_3) свободного, активность аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы (КФК), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и α-амилазы. Также оценивали уровень общей антиокислительной активности и перекисного окисления липидов в крови. При этом использовали общепринятые методики [11]. Определяли индекс ферментемии (АСТ/АЛТ+АСТ/ЛДГ+КФК/ЛДГ) [14].

Дополнительно проводили контроль за состоянием перьевого покрова птиц через 15 и 30 сут после двукратной обработки водной эмульсией препарата.

Статистическую обработку осуществляли, используя методические приемы, изложенные в издании Р. Х. Кармолиева (1971), путем вычисления t критерия для зависимых выборок [9]. Результаты представляли в следующем формате: среднее значение ± стандартное отклонение.

Результаты и обсуждение

Установлена высокая эффективность противопаразитарных обработок кур водной эмульсией инсектоакарицидного средства. В течение 60 сут после двукратной обработки клещей на птице и в новом помещении не обнаружено.

В динамике у исследуемых кур в крови выявлены следующие морфофизиологические, метаболические, энзимологические и эндокринные изменения на фоне дезакаризации (табл.).

Таблица

Морфофизиологические и физиолого-биохимические показатели крови кур-несушек «Хайсекс Уайт» до и через 15 и 30 сут после дезакаризации (n = 5)

Table

Morpho-physiological and biophysiochemical blood parameters in Hysex White laying hens before and 15 and 30 days after the deacarization (n = 5)

Показатель, ед. измерения	Срок исследования	Цифровые данные
1	2	3
Морфофизиологические показатели крови		
Эритроциты, $\times 10^{12}$/л	до дезакаризации	3,67 ± 0,16
	через 15 сут	5,02 ± 0,35**
	через 30 сут	4,92 ± 0,29**
Гемоглобин, г/л	до дезакаризации	141,60 ± 12,86
	через 15 сут	156,40 ±11,19
	через 30 сут	162,00 ± 5,87*
Лейкоциты, $\times 10^{9}$/л	до дезакаризации	5,80 ± 2,36
	через 15 сут	6,60 ± 0,73
	через 30 сут	6,32 ± 1,01
Лейкоцитарная формула, %		
Эозинофилы	до дезакаризации	4,40 ± 3,21
	через 15 сут	9,60 ± 2,30
	через 30 сут	5,60 ± 1,14
Моноциты	до дезакаризации	3,60 ± 2,41
	через 15 сут	2,00 ± 1,22
	через 30 сут	4,80 ± 0,84
Базофилы	до дезакаризации	0,60 ± 0,55
	через 15 сут	3,00 ± 0,71**
	через 30 сут	1,80 ± 0,84
Лимфоциты	до дезакаризации	60,40 ± 2,88
	через 15 сут	65,00 ± 3,39
	через 30 сут	66,00 ± 2,35*
Гетерофилы (псевдоэозинофилы)	до дезакаризации	31,00 ± 2,00
	через 15 сут	20,40 ± 2,41**
	через 30 сут	21,80 ± 2,39***
Физиолого-биохимические показатели		
Общий белок, г/л	до дезакаризации	64,80 ± 9,36
	через 15 сут	73,00 ± 3,39
	через 30 сут	69,00 ± 5,24
Альбумины, г/л	до дезакаризации	29,20 ± 2,86
	через 15 сут	31,20 ± 1,64
	через 30 сут	29,40 ± 1,95
Глобулины, г/л	до дезакаризации	35,60 ± 6,54
	через 15 сут	41,80 ± 2,68
	через 30 сут	39,60 ± 4,16
Аланинаминотрансфераза, Е/л	до дезакаризации	28,40 ± 14,54
	через 15 сут	30,00 ± 6,08
	через 30 сут	10,00 ± 2,00*
Аспартатаминотрансфераза, Е/л	до дезакаризации	260,60 ± 25,58
	через 15 сут	224,80 ± 3,56*
	через 30 сут	246,80 ± 27,29

Окончание таблицы
End of table

1	2	3
Щелочная фосфатаза, Е/л	до дезакаризации	960,40 ± 216,14
	через 15 сут	859,60 ± 458,03
	через 30 сут	977,00 ± 487,45
Креатинин, мкмоль/л	до дезакаризации	43,60 ± 4,88
	через 15 сут	40,60 ± 6,19*
	через 30 сут	32,40 ± 4,72*
Креатинфосфокиназа, Е/л	до дезакаризации	3338,20 ± 1268,67
	через 15 сут	1715,60 ± 330,26
	через 30 сут	1598,20 ± 608,37
Холестерол, ммоль/л	до дезакаризации	2,94 ± 0,17
	через 15 сут	4,44 ± 0,76*
	через 30 сут	4,50 ± 0,89*
Триглицериды, ммоль/л	до дезакаризации	14,27 ± 1,08
	через 15 сут	25,89 ± 2,73**
	через 30 сут	22,29 ± 4,36*
Глюкоза, ммоль/л	до дезакаризации	12,58 ± 0,38
	через 15 сут	13,80 ± 0,35*
	через 30 сут	13,18 ± 0,56
Лактатдегидрогеназа, Е/л	до дезакаризации	874,60 ± 440,82
	через 15 сут	1171,00 ± 110,95
	через 30 сут	412,60 ± 36,83
α-Амилаза, Е/л	до дезакаризации	149,40 ± 7,06
	через 15 сут	167,40 ± 11,24**
	через 30 сут	401,60 ± 22,91***
Общая антиоксидантная активность, ммоль/л	до дезакаризации	1,62 ± 0,02
	через 15 сут	1,65 ± 0,02
	через 30 сут	1,71 ± 0,02*
ПОЛ (перекисное окисление липидов), мкмоль/л	до дезакаризации	3,38 ± 0,15
	через 15 сут	3,33 ± 0,12
	через 30 сут	3,02 ± 0,08*
Гормоны-регуляторы		
T_3 свободный, пмоль/л	до дезакаризации	4,85 ± 0,34
	через 15 сут	8,07 ± 1,01**
	через 30 сут	8,02 ± 0,33***

Примечание. [Note]. * - P < 0,05; ** - P < 0,01; *** - P < 0,001.

На фоне противопаразитарных обработок у кур установлено статистически значимое повышение концентрации трийодтиронина свободного в крови через 15 сут в 1,7 раза (P < 0,01) и через 30 сут после обработок равнозначно (P < 0,001) относительно цифровых данных до лечения. Это свидетельствует о росте функциональной активности щитовидной железы у птиц на фоне лечения и отчасти обусловливает у них восстановление перьевого покрова, но с разной скоростью. Через 15 сут после двукратной обработки оперение восстановилось у одной курицы из пяти, через 30 сут – у трех из пяти, у остальных сохранялись бесперьевые участки кожи.

Подобный характер изменений концентрации трийодтиронина свободного в крови отмечен ранее в наших работах у кур кросса

«Хай-Лайн» при дерманиссиозе на фоне лечения монокомпонентным препаратом на основе D-цифенотрина [8]. Причем, высокую значимость йотиронинов отмечают еще в раннем онтогенезе у птиц. Поэтому, на наш взгляд, анализ концентрации T_3 в крови является важным составляющим, особенно в фазу восстановления. Йодтиронины влияют на все метаболические процессы, а интенсивность последних положительно коррелирует с уровнем тиреоидных гормонов в крови [4].

Следует отметить, что при действии чрезвычайных стресс-факторов в крови у кур отмечают высокие концентрации глюкокортикоидных гормонов [8, 16, 28], которые проявляют выраженные антитиреоидные свойства. Они снижают реакцию гипофиза на тиролиберин, подавляя секрецию тиреотропного гормона и, как следствие, уменьшая синтез йодтиронинов [20]. Очевидно, устранение агрессивного паразитарного стрессора на фоне дезакаризации сопровождается угасанием стресс-реакции в организме птиц; заявленное создает благоприятные условия для активизации работы щитовидной железы, которая во многом ответственна за адаптационные реакции. Стимуляция синтеза и повышение активности именно естественных биорегуляторов адаптационных процессов, в частности за счет синтеза гормонов щитовидной железы, создает благоприятные предпосылки для восстановления организма особей после действия экстремальных по силе стрессогенных факторов [21]. Кроме того, важными звеньями механизмов саногенеза являются иммуномодуляция, стимуляция анаболизма, активизация регенерации, детоксицирующих процессов, интенсификация центральных обменных процессов, повышение антиоксидантной способности организма и др. [2].

Заявленное подтверждено физиолого-биохимическим ответом организма яичных кур в возрасте 20 мес. на фоне дезакаризации, подробное описание которого приведено ниже.

Положительное изменение в динамике числа лейкоцитов в крови кур, очевидно, обусловлено стимуляцией иммунной функции в их организме тиреоидными гормонами. Установлена тенденция к увеличению числа лейкоцитов через 15 сут после обработок на 13,8% и через 30 сут – на 9,0% по сравнению с данными до лечения. Выраженные изменения отмечены в лейкоцитарной формуле. Через 15 сут после дезакаризации установлена тенденция к повышению процента эозинофилов в крови (в пределах физиологической нормы) по сравнению с первоначальными данными, через 30 сут она отсутствовала. После лечения через 30 сут процент лимфоцитов был достоверно выше на 9,3% ($P < 0,05$) относительно цифровых данных до обработок. Процент гетерофилов статистически значимо был ниже в 1,4 раза ($P < 0,001$) относительно данных, полученных до обработок. Перечисленные перестройки, очевидно, отразились на соотношении гетерофилов к лимфоцитам, которое показывает наличие стрессовых состояний в организме кур. До обработки этот индекс составил 0,52±0,04, а через 30 сут – 0,33±0,05 ($P < 0,001$). Так, в течение эксперимента выявлено достоверное уменьшение данного соотношения в 1,6 раза ($P < 0,001$), что свидетельствует об угасании интенсивности реакций стресса у кур на фоне дезакаризации, что не противоречит другим исследованиям [3].

Выявленная дестабилизация показателей системы красной крови у кур при дерманиссиозе в течение эксперимента изменяется. Указанное выразилось в достоверном росте числа эритроцитов в 1,3 раза ($P < 0,01$) и концентрации гемоглобина на 14,4% ($P < 0,05$) у кур на фоне дезакаризации по сравнению с цифровыми данными до лечения. На наш взгляд, это основные аспекты, которые позволяют обеспечить благоприятные условия для восстановления организма яичных кур.

Вышеописанные изменения, очевидно, отразились на интенсивности центральных обменных процессов в организме яичных кур. Общий белок является важным показателем крови при оценке состояния здоровья животных; белки выполняют многочисленные физиолого-биохимические функции в их организме, в т. ч. поддержание гомеостаза [27]. Так, на фоне дезакаризации выявлена тенденция к росту уровня общего белка в организме птиц. Кроме того, на 15-е сутки после лечения установлена тенденция к увеличению концентрации альбуминов в крови у кур на 6,8 % по сравнению с результатами до обработки птиц. Изменение уровня альбуминов в крови свидетельствует о повышении белковосинтезирующей функции печени [19], наиболее эффективной реализации альбуминового антитоксического барьера и нормализации общей транспортной функции (перенос витаминов, гормонов и др.) в организме птиц. Кроме того,

альбумины определяют онкотическое давление крови. Описанные изменения свидетельствуют о тенденции к интенсификации белкового обмена в организме исследуемых птиц. Заявленное, возможно, связано с изменением функциональной активности щитовидной железы в течение эксперимента.

Следует отметить некоторые особенности углеводно-энергетического обмена у кур на фоне противопаразитарных обработок. Концентрация глюкозы в крови имела тенденцию к увеличению в течение всего эксперимента. На 15-е сутки после дезакаризации установлено достоверное повышение ее концентрации в крови на 9,7% ($P < 0,05$) по сравнению с показателями до лечения. При этом активность ЛДГ на 15-е сутки после дезакаризации возросла до 1171,00±110,95 Е/л против 874,60±440,82 Е/л до обработок, а на 30-е сутки снизилась до 412,60±36,83 Е/л. Так, активность ЛДГ через 30 сут после дезакаризации ниже в 2,1 раза по сравнению с ее активностью в крови кур на фоне паразитирования красного куриного клеща. Можно предположить активацию аэробного гликолиза на 30-е сутки после лечения, что обусловливает необходимые условия для восстановления. Заявленное сопряжено с повышением числа эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови у опытных кур после дезакаризации. Кроме того, у птиц на фоне лечения установлено повышение активности α-амилазы в крови в 2,7 раза ($P < 0,001$) по сравнению с ее первоначальной активностью до лечения. Глюкоза является основным энергетическим субстратом для многих клеток, тканей и органов (например, для головного мозга, эритроцитов, паренхимы почек, мышц и др. [17]). В течение эксперимента ее концентрация увеличивается, что, возможно, обусловлено эффективным расщеплением полисахаридов, поступающих с кормом, на фоне повышения активности α-амилазы. Указанное необходимо для обеспечения восстановительных процессов субстратами с быстрым высвобождением энергии в организме кур. Кроме того, активность щелочной фосфатазы также в период восстановления у кур имела тенденцию к увеличению; данный фермент отчасти контролирует уровень глюкозы в крови [15].

Перечисленные энзимологические изменения в крови у птиц, очевидно, связаны с активизацией саногенетических механизмов, направленных на стабильное обеспечение организма необходимыми энергетическими ресурсами. Так, описанные особенности углеводно-энергетического обмена у кур в восстановительный период свидетельствуют об его интенсификации и эффективной реализации углеводами их энергетической функции.

Кроме того, вышеуказанная активность ЛДГ через 30 сут, возможно, также обусловлена активным запуском саногенетических процессов, направленных на снижение тканевой и клеточной деструкции в организме кур, что не противоречит работе [6].

Наряду с этим, на фоне паразитирования красного куриного клеща у кур можно отметить одновременное повышение активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы, если сравнивать цифровые показатели активности ферментов в крови кур до и после дезакаризации в пределах физиологической нормы. Очевидно, это обусловлено активизацией взаимосвязей аминокислотного, углеводного и энергетического обменов на фоне действия паразитарного стресс-фактора, т. е. напряженностью обменных процессов для эффективной реализации механизмов адаптации. Через 30 сут после дезакаризации активность этих ферментов снижается, при этом значение коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ) соответствует нормам для класса птиц (20-24 ед.).

Дополнительно в течение эксперимента у кур рассчитан индекс ферментемии по активности некоторых ферментов в крови. До лечения и через 15 сут после дезакаризации он составил 16,54±7,19 и 9,44±1,69, соответственно, а уже через 30 сут – 30,08±7,62. Первые две цифры ниже 20, что свидетельствует об анаэробном сдвиге ферментемии у кур, а через 30 сут установлена тенденция к увеличению данного индекса до 30,08, что указывает на аэробный сдвиг ферментемии у птиц после обработок [14].

Полученные результаты по оценке в динамике физиологического состояния яичных кур сопоставимы с нашим предположением о преобладании у них в начале эксперимента доли анаэробного гликолиза на фоне дестабилизации показателей системы красной крови и об обратном положительном изменении данных явлений и процессов на 30-е сутки после дезакаризации.

Возможно, выявленная нормализация энергетического обмена в организме кур повлияла на снижение активности креатинфос-

фокиназы на 30-е сутки после дезакаризации в 2,1 раза по сравнению с данными до лечения, а также на 30-е сутки после лечения установлено достоверное снижение уровня креатинина в крови птиц в 1,3 раза ($P < 0,05$) по сравнению с первоначальными данными. Выявленные изменения являются благоприятным прогнозом в отношении инициации восстановительных процессов в мышечной ткани птиц, что не противоречит другим исследованиям [8].

Реализация механизмов восстановления в организме кур также отмечена в изменении концентрации метаболитов липидного обмена. Выявлена выраженная тенденция к увеличению уровня холестерола и триглицеридов в крови кур на фоне лечения. Так, через 15 и 30 сут после дезакаризации концентрация первого показателя липидного обмена равнозначно достоверно выше в 1,5 раза ($P < 0,05$) по сравнению с первоначальным значением холестерина до лечения. Уровень триглицеридов в крови у кур через 15 сут достоверно выше в 1,8 раза ($P < 0,01$), через 30 сут – в 1,6 раза ($P < 0,05$) по сравнению с данными до лечения.

Описанная интенсификация липидного обмена в организме кур на фоне лечения, возможно, обусловлена угасанием стресс-реакции, исключая стадию истощения. Поэтому, на фоне лечения триглицериды в организме кур-несушек могут активно участвовать в энергетическом обмене, а холестерин – в синтезе именно стероидных половых гормонов.

Полноценное восстановление производных кожи возможно только при полноценном запуске саногенетических механизмов, необходимых для нормализации центральных параметров гомеостаза. Заявленное происходит за счет увеличения емкости энергического обмена (наличие необходимых субстратов, ферментов и др.), т. е. интенсивности данного обмена.

Интенсификация белкового, углеводно-энергетического и липидного обменов у яичных кур на фоне дезакаризации, очевидно, повлияла на перообразовательный процесс в их организме; также его интенсивность во многом поддерживается функциональной активностью щитовидной железы, которая изменилась в период восстановления.

Некоторые исследователи отмечают влияние стресс-реакции на состояние оперения у птиц [13, 26]. Массовая потеря оперения у кур-несушек при паразитировании красного куриного клеща, возможно, обусловлена интенсификацией оксидативного стресса. Так, с возрастом интенсивность перекисного окисления у кур-несушек увеличивается, наряду с эти они становятся более уязвимыми к действию негативных факторов окружающей среды, чем более молодая птица [23]. Ранее в наших работах доказано развитие оксидативного стресса у кур-несушек при дерманиссиозе [8]. Поэтому контроль в динамике продуктов липопероксидации и активности антиоксидантной системы в крови является важным критерием оценки гомеостаза кур-несушек в возрасте 20 мес. на фоне дезакаризации. Через 30 сут после лечения установлено статистически значимое увеличение общей антиоксидантной активности крови птиц на 5,6% ($P < 0,05$) по сравнению с первоначальной активностью данного показателя до лечения. Заявленное обусловливает постепенное снижение концентрации продуктов перекисного окисления липидов в крови исследуемых кур в течение эксперимента. Через 30 сут после лечения установлено достоверное снижение концентрации продуктов липопероксидации на 10,7% ($P < 0,05$) по отношению к первичным цифрам, полученным до лечения. Указанное обусловливает снижение интенсивности оксидативного стресса у кур-несушек на фоне противопаразитарных обработок, что, вероятно, связано с повышением функциональной активности щитовидной железы, йодсодержащие гормоны которой обладают выраженной антиоксидантной активностью [12]. При этом они активируют синтез супероксиддисмутазы и каталазы [12], которые являются активными участниками антиоксидантной системы птиц.

Таким образом, учитывая улучшение общего состояния, саногенетический характер изменений исследуемых показателей крови у кур на фоне лечения, с помощью мониторинга концентрации трийодтиронина свободного можно прогнозировать у них характер восстановительных процессов после инсектоакарицидных обработок. Так, запуск саногенетических механизмов в организме яичных кур на фоне лечебных мероприятий против паразитических членистоногих во многом обусловлен повышением синтетической активности щитовидной железы. Необходимо учитывать, что интенсивность и скорость восстановительных процессов в организме яичных кур зависят от их возраста, условий содержания,

а также от эффективности и безопасности инсектоакарицидного средства [8].

Заключение

На фоне противопаразитарных обработок у кур выявлена положительная динамика восстановления организма с улучшением их общего состояния. Восстановительный период у кур сопровождался активацией функциональной активности щитовидной железы. Наряду с этим отмечена нормализация морфофизиологических показателей, интенсификация углеводно-энергетического, липидного и белкового обменов, а также рост общей антиоксидантной активности на фоне снижения уровня перекисного окисления липидов в крови. Исходя из фармакологических характеристик действующих веществ в исследуемом препарате, можно предположить, что, возможно, реализация антиоксидантных свойств йодтиронинов определяет снижение интенсивности липопероксидации у кур в ходе восстановления. Таким образом, новое инсектоакарицидное средство на основе D-цифенотрина, пиперонилбутоксида и пирипроксифена эффективно в отношении *D. gallinae* и не оказывает отрицательного влияния на кур-несушек, при этом в их организме активируются генетически детерминированные саногенетические механизмы, обусловливающие стабилизацию гомеостаза, в т. ч. улучшение их экстерьерных параметров. Исследуемый препарат можно рекомендовать для дальнейших испытаний.

Список источников

1. *Арисов М. В., Индюхова Е. Н., Арисова Г. Б., Поселов Д. С., Степанов А. А., Поселова Е. В.* Параметры острой пероральной и накожной токсичности лекарственного препарата на основе D-цифенотрина, пирипроксифена и пиперонилбутоксида на лабораторных животных // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 4. С. 410–418. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-4-410-418
2. *Барановский А. Ю., Круглова Н. А., Григорьева Е. Ю.* Вариант функционального питания больных неалкогольной жировой болезнью печени // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2024. № 10. С. 189-196. https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-218-10-189-196
3. *Бусловская Л. К., Ковтуненко А. Ю., Беляева Е. Ю.* Адаптация кур к факторам промышленного содержания // Региональные геосистемы. 2010. Т. 13. № 21 (92). С. 96-102.
4. *Гудин В. А., Лысов В. Ф., Максимов В. И.* Физиология и этология сельскохозяйственных птиц. СПб.: Лань, 2010. 336 с.
5. *Гусакова Е. А., Городецкая И. В.* Сопоставление выраженности стресс-протекторного эффекта тироксина и гидрокортизона // «БГМУ в авангарде медицинской науки и практики»: сборник научных трудов. 2019. Вып. 9. С. 166-171.
6. *Делис И. В., Рыжкова Г. Ф.* Активность некоторых ферментов в организме сельскохозяйственной птицы при включении в рацион препарата «B-Traxim Se» и токоферола // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 59-61.
7. *Зайцева Н. В., Ланин Д. В., Черешнев В. А.* Иммунная и нейроэндокринная регуляция в условиях воздействия химических факторов различного генеза. Пермь: Издательство Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. 236 с.
8. *Индюхова Е. Н., Арисов М. В., Азарнова Т. О., Максимов В. И.* Саногенетические основы коррекции физиолого-биохимического статуса у кур при дерманиссиозе. М.: Наука, 2024. 242 с. https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-5-1-2024-242
9. *Кармолиев Р. Х.* Современные биохимические методы исследования в ветеринарии и зоотехнии. М.: Колос, 1971. 288 с.
10. *Кондратенко Е. И., Теплый Д. Л., Маслов А. К.* Экспериментальная оценка функционального состояния щитовидной железы белых крыс при введении антиоксидантов, трийодтиронина и их сочетаний // Ученые записки. 1996. № 2. С. 47-55.
11. *Кондрахин И. П.* Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. М.: КолосС, 2004. 520 с.
12. *Лыгденов Д. В., Сордонова Е. В., Жамсаранова С. Д.* Влияние органических форм йода и цинка на соотношение прооксидантных и антиоксидантных систем организма при йодной недостаточности // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7. № 4 (23). С. 36-43.
13. Патент № 2151502 Российская Федерация, МПК A01K 67/02. Способ прогноза стресса у яичных кур: № 99105140/13: заявл. 16.03.1999: опубл. 27.06.2000 / *В. И. Щербатов, Л. И. Сидоренко, Е. В. Левченко, Т. И. Пахомова, Т. А. Кутовенко, М. Н. Джолова*; заявитель Кубанский государственный аграрный университет. 4 с.
14. Патент № 2399203 Российская Федерация, МПК A01K 67/00, A61D 99/00. Способ оценки физиологического состояния организма цыплят: № 2009108991/13: заявл. 11.03.2009: опубл. 20.09.2010 / *В. Н. Ласкавый, М. Л. Малинин*; заявитель Государственное научное учреждение Саратовская научно-исследовательская ветеринарная станция Российской академии сельскохозяйственных наук. 7 с.

15. *Рослый И. М., Водолажская М. Г.* Правила чтения биохимического анализа. М.: Медицинское информационное агентство, 2020. 112 с.

16. *Сайфутдинова Л. Н., Дерхо М. А.* Оценка биологических связей кортикостерона и кортизола в организме кур при стресс-реакции // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2021. Т. 246. № 2. С. 187-193. https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-187-193

17. *Середа Т. И., Дерхо М. А.* Характеристика углеводного обмена в организме кур-несушек кросса «Ломанн белый» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3 (31-1). С. 334-337.

18. *Смирнова Т. С., Дегтярь Ю. В., Шараевская М. В., Капитонова М. Ю.* Иммуногистохимическая характеристика щитовидной железы при хроническом стрессе // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2008. № 4 (28). С. 51-54.

19. *Тремасова А. М., Белецкий С. О., Иванов А. А., Кахаберидзе В. В.* Применение сорбентов при выращивании молодняка птицы // Птица и птицепродукты. 2012. № 3 (17). С. 17-18.

20. *Фомина К. А., Ромашко А. А.* Влияние глюкокортикоидов на эндокринную регуляцию // Морфологический альманах имени В. Г. Ковешникова. 2019. Т. 17 (3). С. 75-77.

21. *Шушкевич Н. И.* Биохимия гормонов. Владимир: Издательство Владим. гос. ун-та, 2009. 68 с.

22. *Arzour-Lakehal N., Siliart B., Benlatreche C.* Relationship between plasma free thyroxine levels and some biochemical parameters in two strains of broiler chickens. Global Veterinaria. 2013; 10 (3): 243-249.

23. *Gu Y. F., Chen Y. P., Jin R., Wang C., Wen C., Zhou Y. M.* Age-related changes in liver metabolism and antioxidant capacity of laying hens. Poultry Science. 2021; 100 (12): 101478.

24. *Pavlićević A., Ratajac R., Stojanov I., Pavlovic I.* The control program of red poultry mite (*Dermanyssus gallinae*), today. Archives of Veterinary Medicine/ Arhiv Veterinarske Medicine. 2018; 11 (2): 71-88.

25. *Thrall M. A., Weiser G., Allison R. W., Campbell T. W.* (Eds.). Veterinary Hematology, Clinical Chemistry, and Cytology. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2022; 1056.

26. *Tok S., Şekeroğlu A., Duman M., Tainika B.* Effect of age, stocking density, genotype, and cage tier on feather score of layer pure lines. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences. 2022; 46 (1): 115-123.

27. *Tóthová C., Sesztáková E., Bielik B., Nagy O.* Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. Veterinary world. 2019; 12 (4): 598-604. https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604

28. *Wodzicka-Tomaszewska M., Stelmasiak T., Cumming R. B.* Stress by immobilization, with food and water deprivation, causes changes in plasma concentration of triiodothyronine, thyroxine and corticosterone in poultry. Australian journal of biological sciences. 1982; 35 (4): 393-402.

Статья поступила в редакцию 07.03.25; одобрена после рецензирования 10.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Индюхова Евгения Николаевна, кандидат биологических наук, зам. руководителя филиала по инновационной деятельности; SPIN-код: 2152-6693, Researcher ID: U-4490-2018, Scopus ID: 57207927270.

Азарнова Татьяна Олеговна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры химии им. профессоров С. И. Афонского, А. Г. Малахова; SPIN-код: 7993-6923, Scopus ID: 57725296100.

Арисов Михаил Владимирович, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, заведующий лабораторией эктопаразитозов, руководитель филиала ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; SPIN-код: 8737-2270, Researcher ID: B-7834-2018, Scopus ID: 57207942094.

Максимов Владимир Ильич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А. Н. Голикова и И. Е. Мозгова; SPIN-код: 6173-2928, Researcher ID: B-1343-2019, Scopus ID: 57202537528.

Золотухина Елена Александровна, зам. директора по производству.

Вклад авторов:

Индюхова Е. Н. – создание дизайна исследования, проведение научно-исследовательской работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

Азарнова Т. О. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Арисов М. В. – разработка дизайна исследования, анализ полученных результатов исследования.

Максимов В. И. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Золотухина Е. А. – анализ полученных результатов исследования.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Arisov M. V., Indyuhova E. N., Arisova G. B., Poselov D. S., Stepanov A. A., Poselova E. V. Acute oral and dermal toxicity parameters of a drug based on D-cyphenothrin, pyriproxyfen and piperonyl butoxide in laboratory animals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18 (4):410–418. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-4-410-418
2. Baranovsky A. Yu., Kruglova N. A., Grigorieva E. Yu. A variant of functional nutrition for patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya = Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2024; 10: 189-196. (In Russ.) https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-218-10-189-196
3. Buslovskaya L. K., Kovtunenko A. Yu., Belyaeva E. Yu. Adaptation of chickens to industrial maintenance factors. *Regional'nye geosistemy = Regional geosystems*. 2010; 13(21(92)): 96-102. (In Russ.)
4. Gudin V. A., Lysov V. F., Maximov V. I. Physiology and ethology of poultry. SPb.: Lan, 2010; 336. (In Russ.)
5. Gusakova E. A., Gorodetskaya I. V. Severity comparison of the stress-protective effect of thyroxine and hydrocortisone. *«BGMU v avangarde medicinskoj nauki i praktiki»: sbornik nauchnyh trudov = "BSMU at the Forefront of Medical Science and Practice": collection of scientific papers*. 2019; 9: 166-171. (In Russ.)
6. Delis I. V., Ryzhkova G. F. Activity of some enzymes in poultry when B-Traxim Se and tocopherol are included in the diet. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2015; 2: 59-61. (In Russ.)
7. Zaitseva N. V., Lanin D. V., Chereshnev V. A. Immune and neuroendocrine regulation when exposed to chemical factors of various origins. Perm: Publishing House of the Perm National Research Polytechnic University, 2016; 236. (In Russ.)
8. Indyuhova E. N., Arisov M. V., Azarnova T. O., Maximov V. I. Sanogenetic basis for correction of physiological and biochemical status in hens with dermanyssosis. M.: Nauka, 2024; 242 (In Russ.). https://doi.org/10.31016/978-5-6050437-5-1-2024-242
9. Karmoliev R. Kh. Modern biochemical research methods in veterinary science and zootechnics. M.: Kolos, 1971; 288. (In Russ.)
10. Kondratenko E. I., Teply D. L., Maslov A. K. Experimental evaluation of the functional status of the thyroid gland in white rats upon administration of antioxidants, triiodothyronine, and their combinations. *Uchenye zapiski = Proceedings*. 1996; 2: 47-55. (In Russ.)
11. Kondrakhin I. P. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics. M.: KolosS, 2004; 520. (In Russ.)
12. Lygdenov D. V., Sordonova E. V., Zhamsaranova S. D. The effect of iodine and zinc organic forms on the ratio of pro-oxidant and antioxidant systems in the organism with iodine deficiency. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya = News from universities. Applied chemistry and biotechnology*. 2017; 7(4(23)): 36-43. (In Russ.)
13. Patent No. 2151502 Russian Federation, IPC A01K 67/02. Method for predicting stress in laying hens: No. 99105140/13: application dd. 16/03/1999: published 27/06/2000 / V. I. Shcherbatov, L. I. Sidorenko, E. V. Levchenko, T. I. Pakhomova, T. A. Kutovenko, M. N. Jolova; Applicant the Kuban State Agrarian University. 4 p. (In Russ.)
14. Patent No. 2399203 Russian Federation, IPC A01K 67/00, A61D 99/00. Method for assessing the physiological status of the chicken organism: No. 2009108991/13: application dd. 11/03/2009: published 20/09/2010 / V. N. Laskavy, M. L. Malinin; Applicant, State Scientific Institution the Saratov Research Veterinary Station of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 7 p. (In Russ.)
15. Rosly I. M., Vodolazhskaya M. G. Rules for reading biochemical analysis. M.: Meditsinskoye informatsionnoye agenstvo, LLC (Medical Information Agency), 2020; 112. (In Russ.)
16. Saifutdinova L.N., Derkho M. A. Biocommunication evaluation of corticosterone and cortisol in the chicken organism in stress response. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana = Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2021; 246(2): 187-193. (In Russ.) https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-246-2-187-193
17. Sereda T. I., Derkho M. A. Characteristics of carbohydrate metabolism in the Lohmann white laying hen organism. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2011; 3 (31-1): 334-337. (In Russ.)
18. Smirnova T. S., Degtyar Yu. V., Sharaevskaya M. V., Kapitonova M. Yu. Immunohistochemical characteristics of the thyroid gland in chronic stress. V*estnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2008; 4 (28): 51-54. (In Russ.)

19. Tremasova A. M., Beletsky S. O., Ivanov A. A., Kakhaberidze V. V. Sorbents used in rearing young poultry. *Ptica i pticeprodukty = Poultry and Chicken Products*. 2012; 3 (17); 17-18. (In Russ.)

20. Fomina K. A., Romashko A. A. The effects of glucocorticoids on endocrine regulation. *Morfologicheskij al'manah imeni V. G. Koveshnikova = Morphological Almanac named after V.G. Koveshnikov*. 2019; 17 (3): 75-77. (In Russ.)

21. Shushkevich N. I. Biochemistry of hormones. Vladimir: Publishing House of the Vladimir State University, 2009; 68. (In Russ.)

22. Arzour-Lakehal N., Siliart B., Benlatreche C. Relationship between plasma free thyroxine levels and some biochemical parameters in two strains of broiler chickens. Global Veterinaria. 2013; 10 (3): 243-249.

23. Gu Y. F., Chen Y. P., Jin R., Wang C., Wen C., Zhou Y. M. Age-related changes in liver metabolism and antioxidant capacity of laying hens. Poultry Science. 2021; 100 (12): 101478.

24. Pavlićević A., Ratajac R., Stojanov I., Pavlovic I. The control program of red poultry mite (Dermanyssus gallinae), today. Archives of Veterinary Medicine/ Arhiv Veterinarske Medicine. 2018; 11 (2): 71-88.

25. Thrall M. A., Weiser G., Allison R. W., Campbell, T. W. (Eds.). Veterinary Hematology, Clinical Chemistry, and Cytology. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2022; 1056.

26. Tok S., Şekeroğlu A., Duman M., Tainika B. Effect of age, stocking density, genotype, and cage tier on feather score of layer pure lines. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences. 2022; 46 (1): 115-123.

27. Tóthová C., Sesztáková E., Bielik B., Nagy O. Changes of total protein and protein fractions in broiler chickens during the fattening period. Veterinary world. 2019; 12 (4): 598-604. https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.598-604

28. Wodzicka-Tomaszewska M., Stelmasiak T., Cumming R. B. Stress by immobilization, with food and water deprivation, causes changes in plasma concentration of triiodothyronine, thyroxine and corticosterone in poultry. Australian journal of biological sciences. 1982; 35 (4): 393-402.

The article was submitted 07.03.2025; approved after reviewing 10.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Indyuhova Evgenia N., Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Innovations; SPIN: 2152-6693, Researcher ID: U-4490-2018, Scopus ID: 57207927270.

Azarnova Tatyana O., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Chemistry named after Professors S. I. Afonsky, A. G. Malakhov; SPIN: 7993-6923, Scopus ID: 57725296100.

Arisov Mikhail V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Ectoparasitosis, Director of the VNIIP – FSC VIEV; SPIN: 8737-2270, Researcher ID: B-7834-2018, Scopus ID: 57207942094.

Maximov Vladimir I., Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology and Toxicology named after A. N. Golikov and I. E. Mozgov; SPIN: 6173-2928, Researcher ID: B-1343-2019, Scopus ID: 57202537528.

Zolotukhina Elena A., Deputy Director for Production.

Contribution of the authors:

Indyuhova E. N. – study design, research work, data collection and analysis, article preparation.

Azarnova T. O. – obtained data analysis and interpretation, article preparation.

Arisov M. V. – study design development, analysis of obtained research results.

Maximov V. I. – obtained data analysis and interpretation, article preparation.

Zolotukhina E. A. – analysis of obtained research results.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619.576.895.132

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-263-271

Выявление генотипа паразитических нематод *Teladorsagia circumcincta*, резистентного к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда

Пименов Илья Александрович [1], Одоевская Ирина Михайловна [2]

[1, 2] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[1] Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Москва, Россия

[1] pimenov@vniigis.ru, https://orcid.org/0009-0001-8712-6073

[2] odoevskaya@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-3644-5592

Аннотация

Цель исследований – выявление резистентных к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда штаммов паразитических нематод *Teladorsagia circumcincta* молекулярно-генетическими методами.

Материалы и методы. Животные: овцы породы «Южная мясная» возрастом от 8 до 12 мес. Паразитические нематоды сем. Trichostrongylidae были получены из сычугов овец. Самцов и самок нематод сохраняли в отдельных промаркированных пробирках типа «Эппендорф» при -20 °С. *Молекулярно-генетические исследования*. Выделение нативной геномной ДНК проводили с использованием коммерческого набора для экстракции ДНК из микроколичеств тканей "ДНК-Экстран-2" («Синтол», Москва). *Проведение «вложенной ПЦР»*. Для амплификации ДНК использовали термоциклер T-100 Bio-Rad и коммерческий набор реактивов Master Mix, Евроген. Полученные фрагменты ДНК использовали в качестве основного компонента для проведения реакции рестрикции с эндонуклеазой RsaI («Сибэнзим», г. Новосибирск). *Выявление резистентного генотипа T. circumcincta методом ПЦР*. Мультиплексную ПЦР проводили в соответствии с рекомендациями Silvestre et al, 2000 с использованием коммерческого набора реактивов Master Mix, Евроген. Результаты электрофореза анализировали в гель-документирующей системе GelDoc, Bio-Rad. Секвенирование полученных фрагментов проводили в компании ЦКП «Геном» ФГБНУ «МГНЦ» (Москва).

Результаты и обсуждение. Для выявления мутаций в гене β-тубулина, приводящих к формированию резистентности у паразитических нематод вида *T. circumcincta* к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда, были проведены молекулярно-генетические исследования с использованием методов «вложенной» ПЦР, анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов и «мультиплексной» ПЦР. Результаты наличия нуклеотидных замен в гене β-тубулина были подтверждены секвенированием по Сэнгеру.

Ключевые слова: резистентность, нематоды пищеварительного тракта, Trichostrongylidae, *Teladorsagia circumcincta*, «вложенная» ПЦР, ПЦР-ПДРФ, рестриктаза, мелкий рогатый скот

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта РНФ №23-26-00220.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Пименов И. А., Одоевская И. М.* Выявление генотипа паразитических нематод *Teladorsagia circumcincta*, резистентного к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 263–271.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-263-271

© Пименов И. А., Одоевская И. М., 2025

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Identifying the genotype of parasitic nematodes *Teladorsagia circumcincta* resistant to benzimidazole anthelmintics

Iliya A. Pimenov [1], Irina M. Odoevskaya [2]

[1, 2] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[1] Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russia

[1] pimenov@vniigis.ru, https://orcid.org/0009-0001-8712-6073

[2] odoevskaya@vniigis.ru, https://orcid.org/0000-0002-3644-5592

Abstract

The purpose of the research is to identify strains of parasitic nematodes *Teladorsagia circumcincta* resistant to benzimidazole anthelmintics using molecular genetic methods.

Materials and methods. Animals: The Southern sheep aged 8 to 12 months. Parasitic nematodes of the family Trichostrongylidae were isolated from sheep abomasums. Male and female nematodes were preserved in separate labeled Eppendorf tubes at -20 °C. *Molecular genetic testing*. Native genomic DNA was isolated using a commercial kit DNA-Extran-2 (Synthol, Moscow) for DNA extraction from microgram quantities of tissues. *Nested PCR*. For DNA amplification, a T-100 Bio-Rad thermal cycler and a commercial Master Mix reagent kit, Evrogen, were used. The resulting DNA fragments were used as the main component for a restriction reaction with RsaI endonuclease (SibEnzyme, Novosibirsk). *PCR-based detecting the resistant genotype of T. circumcincta*. Multiplex-PCR was performed as recommended by Silvestre et al., 2000, using a commercial Master Mix reagent kit, Evrogen. The electrophoresis results were analyzed in the GelDoc gel-documenting system, Bio-Rad. The obtained fragments were sequenced at the Genome Collective Use Center of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Centre for Medical Genetics" (Moscow).

Results and discussion. To identify β-tubulin gene mutations that lead to benzimidazole anthelmintic resistance in parasitic nematodes of the species *T. circumcincta*, molecular genetic testing was conducted using nested PCR, restriction fragment length polymorphism analysis, and multiplex-PCR methods. The results of the presence of nucleotide substitutions in the β-tubulin gene were confirmed by Sanger sequencing.

Keywords: resistance, gastrointestinal nematodes, Trichostrongylidae, *Teladorsagia circumcincta*, nested PCR, PCR-RFLP, restriction enzyme, small cattle.

Acknowledgments. The study was financially supported by the Russian Science Foundation Grant No. 23-26-00220.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Pimenov I. A., Odoevskaya I. M. Identifying the genotype of parasitic nematodes *Teladorsagia circumcincta* resistant to benzimidazole anthelmintics. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):263–271. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-263-271

© Pimenov I. A., Odoevskaya I. M., 2025

Введение

Основным направлением животноводческой отрасли сельского хозяйства сегодня является производство качественной и безопасной продукции, свободной от паразитарных инфекций. Для достижения данной цели антигельминтные препараты используют повсеместно: от крупных агрохолдингов до личных подсобных хозяйств. Длительное и систематическое использование антигельминтиков приводит к формированию у паразитов устойчивости к препаратам бензимидазольного класса, что, в свою очередь, приводит к значительным экономическим потерям [4, 6, 7, 10, 11, 13].

На сегодняшний день во многих странах подтверждено наличие резистентности к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда у паразитических нематод желудочно-кишечного тракта [2, 3, 5, 8, 9].

В России препараты данного класса применяют уже на протяжении длительного времени, поэтому целью исследования стало выявление резистентного генотипа у нематод вида *Teladorsagia circumcincta*, выделенных из ЖКТ мелкого рогатого скота.

Материалы и методы

Животные. Для проведения гельминтологических исследований было отобрано 10 овец методом свободной выборки из одной партии (50 голов) породы «Южная мясная» в возрасте от 8 до 12 мес., поступившей на убойный пункт в Московской области из фермерского хозяйства, расположенного на территории Ставропольского края. Вскрытие сычугов и фрагментов тонкого кишечника проводили в лаборатории иммунологии и молекулярных исследований ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

Паразитические нематоды. Для исследований использовали взрослых самцов и самок нематод сем. Trichostrongylidae. Каждую нематоду сохраняли в отдельной промаркированной пробирке типа «Эппендорф» при -20м °С вплоть до начала проведения молекулярно-генетических исследований.

Молекулярно-генетические исследования

Выделение нативной геномной ДНК проводили с использованием коммерческого набора для экстракции ДНК из микроколичеств тканей "ДНК-Экстран-2" («Синтол», Москва) согласно рекомендациям производителя. Аликвоты геномной ДНК сохраняли вплоть до использования при -20 °С .

Проведение «вложенной» ПЦР. Для амплификации ДНК использовали термоциклер T-100 Bio-Rad и коммерческий набор реактивов Master Mix, Евроген. Режим проведения ПЦР, используемые реактивы и расчёт конечной концентрации реагентов в реакционной смеси для амплификации фрагмента ДНК осуществляли согласно руководству WAAVP [4]. На первом этапе ПЦР использовали праймеры Pn1 – Pn2. Полученный продукт использовали в качестве матрицы для проведения второго этапа «вложенной» ПЦР с праймерами Pn3 – Pn4 [1, 2].

Режим проведения «вложенной» ПЦР: 94 °С –2 мин; 20 циклов: 94 °С – 55 с, отжиг при 57 °С – 55 с, 72 °С – 55 с; заключительный этап 72 °С – 10 мин; сохранение продукта при 12 °С. Количество амплифицированного фрагмента ДНК в пробах анализировали с помощью прибора Fluorometer Qubit 3,0, Invitrogen.

Полученный фрагмент ДНК (ампликон) использовали в качестве основного компонента для проведения реакции с эндонуклеазой RsaI («Сибэнзим», г. Новосибирск) и последующей диагностики выявления резистентного генотипа методом мультиплексной ПЦР.

Определение вида с использованием эндонуклеазы RsaI. Протокол проведения реакции рестрикции с эндонуклеазой RsaI: 10 мкл амплифицированного продукта «вложенной» ПЦР (25–30 пмол.), эндонуклеаза RsaI – 40 ед., RsaI – буфер-2 мкл. Инкубация в течение 1,5 ч при 37 °С .

Выявление резистентного генотипа T. circumcincta методом ПЦР. Мультиплексную ПЦР проводили в соответствии с рекомендациями Silvestre et al. [11], используя специфичные для нематод вида *T. circumcincta* праймеры, позволяющие определять гомо- и гетерозиготные аллели гена β-тубулина. Для амплификации ДНК использовали термоциклер T-100 Bio-Rad и коммерческий набор реактивов Master Mix, Евроген. Режим проведения ПЦР: 94 °С – 2 мин; 33 цикла: 94 °С – 55 с, отжиг при 57 °С – 55 с, 72 °С – 55 с; заключительный этап 72 °С – 10 мин; сохранение продукта – при 12 °С.

Анализ всех продуктов проводили в 2,5%-ном агарозном геле в TBE буфере, окрашенном бромистым этидием при УФ-излучении в гельдокументирующей системе GelDoc, Bio-Rad.

Очистку полученных фрагментов ДНК проводили с использованием набора Cleanup Mini («Евроген», Москва), секвенирование полученных фрагментов – в компании ЦКП «Геном» ФГБНУ «МГНЦ» (Москва).

Результаты и обсуждение

Вскрытие сычугов и тонких отделов кишечника овец из Ставропольского края показало, что животные были инвазированы паразитическими нематодами сем. Trichostrongylidae. Методом световой микроскопии по морфологическим критериям Van Wyk J. A. & Mayhew E. [12] было установлено, что данная популя-

ция гельминтов представлена тремя видами *Marshallagia marshalli*, *Haemonchus contortus* и *Teladorsagia circumcincta*. Нематоды вида *M. marshalli* были обнаружены только в 7 пробах желудочно-кишечных трактов, тогда как нематоды видов *H. contortus* и *T. circumcincta* – во всех исследуемых образцах. Наибольшие показатели интенсивности инвазии (ИИ) были отмечены у *T. circumcincta* – 132 экз./гол., наименьшие показатели – у *M. marshalli* – 11 экз./гол.

Согласно ветеринарным сопроводительным документам, в данном хозяйстве регулярно проводили дегельминтизацию овец альбендазолом. Обнаруженные в ходе посмертальных исследований паразитические нематоды в сычугах и в отделах тонкого кишечника овец дают повод предположить наличие в популяции гельминтов резистентных штаммов сем. Trichostrongylidae.

Рис. 1. *Marshallagia marshalli*

Рис. 2. *Teladorsagia circumcincta*

Для выявления резистентного генотипа было выбрано 30 самцов и самок гельминтов вида *T. circumcincta*, поскольку данный вид являлся доминирующим в популяции желудочно-кишечных нематод овец.

Проведение молекулярно-генетических исследований с использованием видоспецифических праймеров невозможно без достоверного определения вида исследуемых нематод, поэтому для подтверждения полученных ранее морфологических данных о видовой принадлежности самцов и определения таксономической характеристики самок, был проведен анализ методом «вложенной» ПЦР с последующей оценкой полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Методика «вложенной» ПЦР была выбрана для обеспечения повышения чувствительности и специфичности изотермических реакций. На первом этапе ПЦР использовали аликвоты геномной ДНК *T. circumcincta* и праймеры, амплифицирующие фрагмент гена β-тубулина трихострongилид. На втором этапе «вложенной» ПЦР в качестве матрицы использовали ампликон, полученный в результате проведения первого этапа.

Полученный ампликон подвергали расщеплению эндонуклеазой RsaI по сайту узнавания GT↓AC (CA↑TG) [11]. В результате была получена рестрикционная карта с фрагментами рестрикции, характерными для: *T. circumcincta* – расщепление ампликона на три части размером 284, 182, 131 н.п. и *H. contortus* – расщепление ампликона на две части размером 480 и 291 н.п. (рис. 3)

Для выявления наличия однонуклеотидных замен в гене β-тубулина у нематод сем. Trichostrongylidae, обусловливающих формирование резистентности к препаратам бензимидазольного ряда, были проведены серии ПЦР с использованием праймеров, специфичных для нематод вида *T. circumcincta*:

два прямых:

Pt1: 5’ gTACAgAgCTTCATTATCgATgCAgA 3’;

Pt3: 5’ TTggTAgAAAACACCgATgAAACATA 3’;

и два обратных:

Pt2: 5’ gATCAgCATTCAgCTgTCCA 3’;

Pt4: 5’ gTACAgAgCTTCATTATCgATgCAgA 3’.

Различные комбинации данных праймеров позволяют определять гомо- и гетеро-

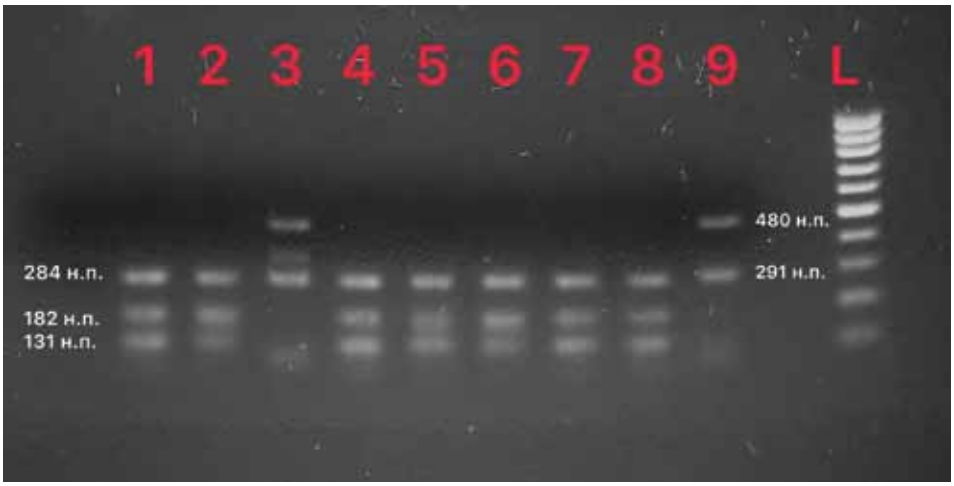

Рис. 3. Рестрикционная карта расщепления ампликонов ДНК эндонуклеазой RsaI в 2,5%-ном агарозном геле

(треки № 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 – фрагменты рестрикции, характерные для вида *T. circumcincta*; треки № 3, 9 - фрагменты рестрикции, характерные для вида *H. contortus*; трек «L» – DNA ladder, шаг 100 bhp)

Fig. 3. Restriction map of DNA amplicons digested with RsaI endonuclease in 2.5% agarose gel

(tracks No. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 – restriction fragments characteristic of the species *T. circumcincta*; tracks No. 3, 9 – restriction fragments characteristic of the species *H. contortus*; track "L" – DNA ladder, step 100 bhp)

зиготные генотипы по доминантному (восприимчивые) и рецессивному (устойчивые) признаку. Это достигается за счет того, что нуклеотидная замена обусловливает гомологию олигонуклеотидов праймера с матричной ДНК в сайтах ATA/TCT, что, в свою очередь, позволяет диагностировать мутацию в кодоне гена β-тубулина.

В ходе проведения ПЦР использовали такие комбинации праймеров, как Pt1+Pt2; Pt1+Pt2+Pt3; Pt1+Pt2+Pt4 для определения диагностической эффективности праймеров, для определения рецессивных аллелей и для определения доминантных аллелей у *T. circumcincta* соответственно. Анализ полученных данных показал, что в исследуемой нами популяции нематод вида *T. circumcincta* у овец из Ставропольского края присутствуют только гетерозиготные и гомозиготные (по рецессивному признаку) особи (рис. 4). На треках № 1–3 приведены ампликоны, характерные для нематоды с гетерозиготным генотипом, поскольку были амплифицированы фрагменты ДНК, несущие как доминантную (трек № 2, фрагмент размером 550 н.п.), так и рецессивную (трек № 3, фрагмент размером 200 н.п.) аллель гена β-тубулина. На треках № 4–6 можно увидеть иную картину: здесь представлена гомозиготная по рецессивному признаку особь, поскольку произошла амплификация фрагмента ДНК, определяющая только рецессивную аллель гена β-тубулина (трек № 6). Данные результаты подтверждают ранее выдвинутое предположение о формировании резистентности у паразитических нематод желудочно-кишечного тракта в исследуемом хозяйстве.

Результаты выявления резистентного гомозиготного генотипа нематод вида *T. circumcincta* были подтверждены секвенированием по Сэнгеру в ЦКП «Геном». Для этого использовали фрагменты ДНК, амплифицированные праймерами Pt1+Pt2 для исключения ошибок прочтения, характерных для начальных и конечных участков сиквенса. Продукт очищали набором Cleanup Mini («Евроген»). Результаты секвенирования были обработаны в программе «Chromas» (рис. 5)

На полученной хроматограмме видно, что 557-й нуклеотид заменен с тимина на аденин. Данная мутация в кодоне гена β-тубулина нематод является одной из причин формирования резистентности к препаратам бензимидазольного ряда [4, 14]. Отсутствие «двойного

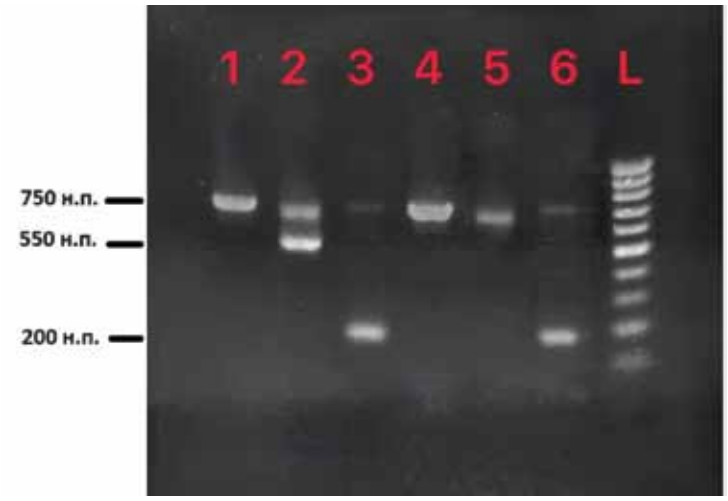

Рис. 4. Визуализация результатов ПЦР с использованием комбинации специфических праймеров, выявляющих нуклеотидную замену в кодоне гена β-тубулина у *T. circumcincta* в 2,5%-ном агарозном геле

(треки № 1–3 – *T. circumcincta* с гетерозиготным генотипом; треки №4–6 – *T. circumcincta* с гомозиготным по рецессивному признаку генотипом; трек № 1 – фрагмент ДНК размером 750 н.п., амплифицированный для определения диагностической эффективности праймеров у гетерозиготной особи; трек № 2 – амплифицированный фрагмент ДНК размером 550 н.п. доминантной аллели гена у гетерозиготной особи; трек № 3 – амплифицированный фрагмент ДНК размером 200 н.п. рецессивной аллели гена у гетерозиготной особи; трек № 4 – фрагмент ДНК размером 750 н.п., амплифицированный для определения диагностической эффективности праймеров у гомозиготной особи; трек № 5 – отсутствие доминантной аллели гена у гомозиготной по рецессивному признаку особи; трек № 6 – амплифицированный фрагмент ДНК размером 200 н.п. рецесивной аллели гена у гомозиготной особи; трек «L» – DNA ladder, шаг 100 bp)

Fig. 4. Visualization of PCR results using a combination of specific primers detecting a nucleotide substitution in a codon of the β-tubulin gene in *T. circumcincta* in a 2.5% agarose gel

(tracks No. 1–3 – *T. circumcincta* with a heterozygous genotype; tracks No. 4–6 – *T. circumcincta* with a homozygous recessive genotype; track No. 1 – a 750 bp DNA fragment amplified to determine the diagnostic efficiency of primers in a heterozygous individual; track No. 2 – amplified 550 bp DNA fragment of the dominant allele of the gene in a heterozygous individual; track No. 3 – amplified 200 bp DNA fragment of the recessive alleles of the gene in a heterozygous individual; track No. 4 – a 750 bp DNA fragment amplified to determine the diagnostic efficiency of primers in a homozygous individual; track No. 5 – absence of the dominant allele of the gene in an individual homozygous for the recessive trait; track No. 6 – amplified 200 bp DNA fragment of the recessive allele of the gene in a homozygous individual; track "L" – DNA ladder, step 100 bp)

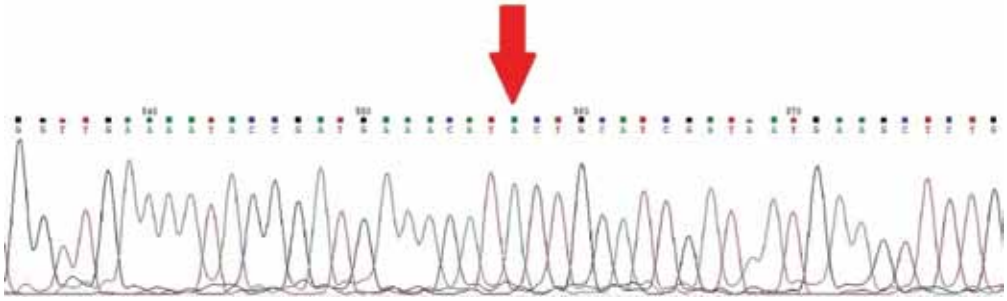

Рис. 5. Хроматограмма фрагмента полученного секвенирования амплифицированной последовательности гена β-тубулина праймерами Pt1+Pt2 у гомозиготной по рецессивному признаку устойчивости к бензимидазолу особи в программе «Chromas»

Fig. 5. Chromatogram of the fragment obtained from sequencing the amplified sequence of the β-tubulin gene with primers Pt1+Pt2 in an individual homozygous for the recessive trait of resistance to benzimidazole in the Chromas program

пика» в указанном месте подтверждает, что исследуемая последовательность получена от гомозиготного генотипа.

Было проведено сравнение полученной нуклеотидной последовательности гена β-тубулина резистентной нематоды вида *T. circumcincta* с аналогичными последовательностями восприимчивых штаммов нематод, депонированными в открытой базе данных GenBank (рис. 6).

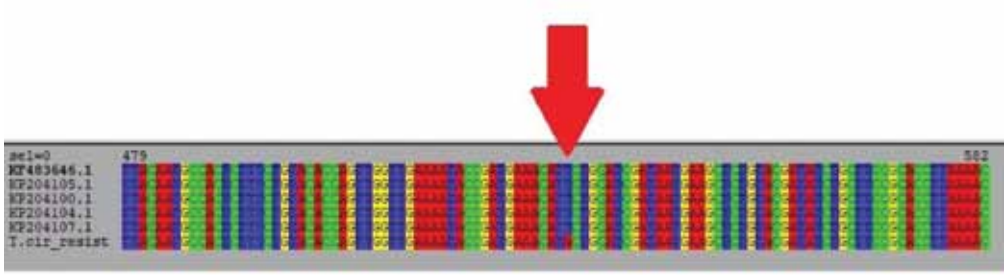

Рис. 6. Сравнение полученной нуклеотидной последовательности гена β-тубулина резистентной нематоды вида *T. circumcincta* с аналогичными последовательностями восприимчивых штаммов нематод, депонированными в открытой базе данных GenBank

Fig. 6. Comparison of the obtained nucleotide sequence of the β-tubulin gene of the resistant nematode species *T. circumcincta* with similar sequences of susceptible nematode strains deposited in the open GenBank database

Заключение

Современное животноводство основано на выпуске доброкачественной продукции, получение которой невозможно без применения лекарственных препаратов. На сегодняшний день использование антигельминтиков установлено на законодательном уровне. Однако, к сожалению, проблема формирования к ним устойчивости паразита не всегда учитывается. Полученные нами данные о выявлении резистентного генотипа паразитических нематод мелкого рогатого скота указывают на необходимость изменения стратегии использования антигельминтных препаратов в хозяйствах.

Список источников

1. *Пименов И. А., Одоевская И. М., Плиева А. М., Варламова А. И.* Возможности использования «вложенной» ПЦР-ПДРФ для таксономической идентификации личинок L3 семейства Trichostrongylidae, Leiper, 1912 // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 3. С. 264–273. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-3-264-273
2. *Пименов И. А., Варламова А. И., Афанасьев А. Д., Одоевская И. М.* Анализ наличия резистентности у паразитических нематод *Haemonchus contortus* к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда методом гнездовой изотермической амплификации (ПЦР) // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 170–178. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-170-178
3. *Avramenko R. W., Redman E. M., Windeyer C., Gilleard J. S.* Assessing anthelmintic resistance risk in the post-genomic era: a proof-of-concept study assessing the potential for widespread benzimidazole-resistant gastrointestinal nematodes in North American cattle and bison. Parasitology. 2020; 147. 897–906. https://doi.org/10.1017/S0031182020000426
4. *Coles G. C., Jackson F., Pomroy W. E., Prichard R. K., von Samson-Himmelstjerna G., Silvestre A., Taylor M. A., Vercruysse J.* The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. Veterinary Parasitology. 2006; 136 (3-4):167-185. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.11.019
5. *Hinney B., Wiedermann S., Bosco A., Rinaldi L., Hofer M., Joachim A., Krücken J., Steinborn R.* Development of a three-color digital PCR for early and quantitative detection of benzimidazole resistance-associated single nucleotide polymorphisms in *Haemonchus contortus*. International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance. 2023; 22. 88-95. https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.06.001
6. *Kaplan R. M.* Biology, epidemiology, diagnosis, and management of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of livestock. Veterinary

Clinics: Food Animal Practice. 2020; 36 (1): 17–30. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.001

7. *Kaplan R. M., Denwood M. J., Nielsen M. K., Thamsborg S. M., Torgerson P. R., Gilleard J. S., Dobson R. J., Vercruysse J., Levecke B.* World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. Veterinary Parasitology. 2023; 318. 109936. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936
8. *Ng'etich A. I., Amoah I. D., Bux F.* et al. Anthelmintic resistance in soil-transmitted helminths: One-Health considerations. Parasitology Research. 2024; 123. 62. https://doi.org/10.1007/s00436-023-08088-8
9. *Rajagopal A., Sabu L., Radhika R., Devada K., Jain Jose K., Thomas N., Aravindakshan T. V.* Development of PCR-RFLP for the detection of benzimidazole resistance polymorphisms in isotype 1 β-tubulin gene of *Trichostrongylus colubriformis*. Small Ruminant Research. 2023; 222. 106954. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.106954.
10. *Santos J. M. L., Vasconcelos J. F., Frota G. A., Freitas E. P., Teixeira M., Vieira L. S., Bevilaqua C. M. L., Monteiro J. P.* Quantitative molecular diagnosis of levamisole resistance in populations of *Haemonchus contortus*. Experimental Parasitology. 2019; 205. 107734. https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107734
11. *Silvestre A., Humbert J.-F.* A Molecular Tool for Species Identification and Benzimidazole Resistance Diagnosis in Larval Communities of Small Ruminant Parasites. Experimental Parasitology. 2000; 95 (4): 271–276. https://doi.org/10.1006/expr.2000.4542
12. *Van Wyk J. A., Mayhew E.* Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. Onderstepoort Journal of Veterinary Research. 2013; 80 (1). 539. https://doi.org//10.4102/ojvr.v80i1.539
13. *Zajac A. M., Garza J.* Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2020; 36 (1): 73-87. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.005
14. *Zarlenga D. S., Barry Chute M., Gasbarre L. C., Boyd P. C.* A multiplex PCR assay for differentiating economically important gastrointestinal nematodes of cattle. Veterinary Parasitology. 2001; 97 (3): 199-209. https://doi.org/10.1016/s0304-4017(01)00410-1

Статья поступила в редакцию 11.03.25; одобрена после рецензирования 25.03.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Пименов Илья Александрович, лаборант-исследователь лаборатории иммунологии и молекулярных исследований

Одоевская Ирина Михайловна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией иммунологии и молекулярных исследований; SPIN-код: 4024-3272, Researcher ID: B-1947-2017, Scopus ID: 24470255200.

Вклад авторов:

Пименов И. А. – гельминтологическое вскрытие, сбор гельминтов, выделение ДНК, постановка вложенной ПЦР, проведение реакции рестрикции, электрофоретическое разделение продуктов амплификации, подготовка статьи.

Одоевская И. М. – научное руководство, разработка дизайна исследований, ресурсное обеспечение НИР, анализ и интерпретация полученных результатов, обзор литературы, подготовка рукописи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Pimenov I. A., Odoevskaya I. M., Varlamova A. I. Possibilities of using nested PCR-RFLP for taxonomic identification of L3 larvae of the family Trichostrongylidae, Leiper, 1912. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18 (3): 264-273. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-3-264-273
2. Pimenov I.A., Varlamova A.I., Afanasyev A.D., Odoevskaya I.M. Analysis of benzimidazole anthelmintic resistance in parasitic nematodes Haemonchus contortus using nested isothermal amplification (PCR). *Russian Journal of Parasitology*. 2024;18(2):170-178. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-170-178
3. Avramenko R. W., Redman E. M., Windeyer C., Gilleard J. S. Assessing anthelmintic resistance risk in the post-genomic era: a proof-of-concept study assessing the potential for widespread benzimidazole-resistant gastrointestinal nematodes in North American cattle and bison. *Parasitology*. 2020; 147. 897–906. https://doi.org/10.1017/S0031182020000426

4. Coles G. C., Jackson F., Pomroy W. E., Prichard R. K., von Samson-Himmelstjerna G., Silvestre A., Taylor M. A., Vercruysse J. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 2006; 136 (3-4):167-185. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.11.019

5. Hinney B., Wiedermann S., Bosco A., Rinaldi L., Hofer M., Joachim A., Krücken J., Steinborn R. Development of a three-color digital PCR for early and quantitative detection of benzimidazole resistance-associated single nucleotide polymorphisms in Haemonchus contortus. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.* 2023; 22. 88-95. https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.06.001

6. Kaplan R. M. Biology, epidemiology, diagnosis, and management of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of livestock. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice.* 2020; 36 (1): 17–30. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.001

7. Kaplan R. M., Denwood M. J., Nielsen M. K., Thamsborg S. M., Torgerson P. R., Gilleard J. S., Dobson R. J., Vercruysse J., Levecke B. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology.* 2023; 318. 109936. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936

8. Ng'etich A. I., Amoah I. D., Bux F. et al. Anthelmintic resistance in soil-transmitted helminths: One-Health considerations. *Parasitology Research.* 2024; 123. 62. https://doi.org/10.1007/s00436-023-08088-8

9. Rajagopal A., Sabu L., Radhika R., Devada K., Jain Jose K., Thomas N., Aravindakshan T. V. Development of PCR-RFLP for the detection of benzimidazole resistance polymorphisms in isotype 1 β-tubulin gene of *Trichostrongylus colubriformis. Small Ruminant Research.* 2023; 222. 106954. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.106954.

10. Santos J. M. L., Vasconcelos J. F., Frota G. A., Freitas E. P., Teixeira M., Vieira L. S., Bevilaqua C. M. L., Monteiro J. P. Quantitative molecular diagnosis of levamisole resistance in populations of *Haemonchus contortus. Experimental Parasitology.* 2019; 205. 107734. https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107734

11. Silvestre A., Humbert J.-F. A Molecular Tool for Species Identification and Benzimidazole Resistance Diagnosis in Larval Communities of Small Ruminant Parasites. *Experimental Parasitology*. 2000; 95 (4): 271–276. https://doi.org/10.1006/expr.2000.4542

12. Van Wyk J. A., Mayhew E. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research.* 2013; 80 (1). 539. https://doi.org//10.4102/ojvr. v80i1.539

13. Zajac A. M., Garza J. Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 2020; 36 (1): 73-87. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.005

14. Zarlenga D. S., Barry Chute M., Gasbarre L. C., Boyd P. C. A multiplex PCR assay for differentiating economically important gastrointestinal nematodes of cattle. *Veterinary Parasitology.* 2001; 97 (3): 199-209. https://doi.org/10.1016/s0304-4017(01)00410-1

The article was submitted 11.03.2025; approved after reviewing 25.03.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Pimenov Iliya A., Laboratory Assistant-Researcher of the Laboratory of Immunology and Molecular Research.

Odoevskaya Irina M., Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Immunology and Molecular Research; SPIN code: 4024-3272, Researcher ID: B-1947-2017, Scopus ID: 24470255200.

Contribution of the authors:

Pimenov I. A. – helminthological dissection, collection of helminths, DNA isolation, nested PCR, restriction reaction, electrophoretic separation of amplification products, article preparation.

Odoevskaya I. M. – academic supervision, study design development, resource support for research work, analysis and interpretation of obtained results, literature review, manuscript preparation.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.132

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-272-279

Испытание твёрдодисперсных препаратов на основе ивермектина, полученных по разной технологии, при паразитозах домашних животных

Мусаев Маулды Баудинович [1], Шахбиев Ислам Хасанович [2], Джамалова Айшет Зеудыевна [3]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал 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» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

[2] Чеченский Государственный университет им. А. А. Кадырова», Грозный, Россия

[3] Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН, Грозный, Россия

[1] vigis-patent@yandex.ru, https://orcid.org//0000-0002-0523-2308

[2] shahbiev141@mail.ru, https://orcid.org/ 0009-0009-9320-3539

[3] dzhamalovam@list.ru, https://orcid.org//0000-0002-4218-865X

Аннотация

Цель исследований – освоение производства твёрдодисперсных комплексных препаратов на основе ивермектина с водорастворимыми полимерными наполнителями по технологии, ранее разработанной во ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН с применением растворителя, а также по технологии ИНЭОС РАН в одну стадию без участия жидких фаз и их сравнительное испытание эффективности при паразитозах животных.

Материалы и методы. Наработку препарата № 1 проводили по технологии, разработанной во ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН в несколько этапов, № 2 – по технологии ИНЭОС РАН в одну стадию. Сравнительное испытание эффективности этих препаратов проводили в Чеченской Республике в трех частных хозяйствах на 870 овцах тушинской породы и 57 местных козах, спонтанно инвазированных стронгилятами пищеварительного тракта. В первом опыте овец (n = 130) распределили по принципу аналогов на 4 группы по 30–35 животных в каждой. Овцам первой и второй опытных групп препараты № 1 и № 2 назначали перорально в виде суспензии в дозах 0,2 мг/кг по ДВ. Третью и четвертую группы по 35 овец в каждой обрабатывали теми же препаратами в той же дозе, только групповым методом в смеси с комбикормом. Во втором опыте 140 овец и 57 коз обработали препаратом № 1 в дозе 0,2 мг/кг в форме суспензии индивидуально однократно. Третий опыт по испытанию препарата № 1 проводили в условиях производства на 600 овцах, 217 бычках, находящихся на откорме, 165 лошадях и 15 собаках.

Результаты и обсуждение. Растворимость препарата № 1 увеличилась в 7,1 раз, препарата № 2 – в 4,7 раза. Анализ ВЭЖХ подтвердил 95,0%-ную сохранность ивермектина в обоих препаратах. Установлена 100%-ная эффективность препаратов № 1 и № 2, полученных по разным технологиям, в дозе 0,2 мг/кг в форме суспензии индивидуально однократно против нематод пищеварительного тракта овец. При обработке овец препаратом № 1 методом группового скармливания в смеси с комбикормом также получена 100%-ная эффективность, препаратом № 2 – 94,6%-ная. При дегельминтизации овец во втором опыте препаратом № 1 в дозе 0,2 мг/кг по ДВ в форме суспензии индивидуально однократно установлена 100%-ная эффективность. При испытании комплексного препарата № 1 в дозе 0,2 мг/кг в третьем опыте получена 100%-ная эффективность против нематод пищеварительного тракта лошадей, молодняка крупного рогатого скота, овец, коз и собак. Побочных действий после дегельминтизации у животных не отмечали.

Ключевые слова: лошади, крупный рогатый скот, овцы, козы, ивермектин, арабиногалактан, поливинилпирролидон, нематоды, эффективность

Благодарности. Выражаем благодарность Салавату Саматовичу Халикову, доктору технических наук, ведущему научному сотруднику и Михаилу Михайловичу Ильину, кандидату химических наук, научному сотруднику Института элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН (ИНЭОС РАН) за оказанную помощь в освоении технологии получения твёрдодисперсных препаратов в одну стадию без участия жидких фаз и за анализы полученных препаратов.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Исследования по разработке препарата по механохимической технологии выполнены в рамках Государственного задания FGUG-2025-0001 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Мусаев М. Б., Шахбиев И. Х., Джамалова А. З.* Испытание твёрдодисперсных препаратов на основе ивермектина, полученных по разным технологиям, при паразитозах домашних животных // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 2. С. 272–279.

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-272-279

© Мусаев М. Б., Шахбиев И. Х., Джамалова А. З., 2025

Original article

Testing ivermectin-based solid dispersion preparations obtained by different techniques against parasitic diseases of domestic animals

Mauldy B. Musaev [1], Islam Kh. Shakhbiev [2], Aishet Z. Jamalova [3]

[1] All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

[2] Chechen State University named after A. A. Kadyrov, Grozny, Russia

[3] Complex Scientific Research Institute named after Kh. I. Ibragimov of the RAS, Grozny, Russia

[1] vigis-patent@yandex.ru, https://orcid.org//0000-0002-0523-2308

[2] shahbiev141@mail.ru, https://orcid.org/ 0009-0009-9320-3539

[3] dzhamalovam@list.ru, https://orcid.org//0000-0002-4218-865X

Abstract

The purpose of the research is to develop the production of ivermectin-based complex solid dispersion preparations with water-soluble polymer fillers using the technique previously developed in the VNIIP – FSC VIEV with a solvent, as well as the INEOS RAS (Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds RAS) technique in one stage without involving liquid phases, and their comparative performance testing against parasitosis of animals.

Materials and methods. Preparation 1 was developed using the technique developed in the VNIIP – FSC VIEV in several stages, and preparation 2 was developed using the INEOS RAS technique in one stage. A comparative performance test of the above preparations was conducted on three private Chechen Republic farms on 870 Tushino sheep and 57 local goats spontaneously infected with gastrointestinal Strongylata. In the first experiment, the sheep (n = 130) were divided into 4 groups of 30–35 animals each on the analog principle. The sheep from the first and second experimental groups were given preparations 1 and 2 orally in the suspension formulation at doses of 0.2 mg/kg by active substance. The third and fourth groups of 35 sheep each were treated with the same preparations mixed with combined feed at the same dose, by the group method only. In the second experiment, 140 sheep and 57 goats were treated once, individually, with preparation 1 at a dose of 0.2 mg/kg in the suspension formulation. The third experiment on testing preparation 1 was conducted on 600 sheep, 217 bull calves, 165 horses, and 15 dogs in production conditions.

Results and discussion. The solubility of preparation 1 increased by 7.1, and preparation 2 by 4.7. A HPLC analysis confirmed 95.0% preservation of ivermectin in both preparations. One hundred percent efficacy against gastrointestinal nematodes in sheep was confirmed for preparations 1 and 2 obtained by different techniques, given individually, once, at a dose of 0.2 mg/kg in the suspension formulation. The treating of the sheep with preparation 1 mixed with combined feed by group feeding obtained 100% efficacy, and 94.6% for preparation 2. The deworming of the sheep in the second experiment showed 100% efficiency for preparation 1 given individually, once, at a dose of 0.2 mg/kg by active substance in the suspension formulation. The testing of complex preparation 1 at a dose of 0.2 mg/kg in the third experiment obtained 100% efficacy against gastrointestinal nematodes in horses, young cattle, sheep, goats, and dogs. No side effects were observed in the animals after deworming.

Keywords: horses, cattle, sheep, goats, ivermectin, arabinogalactan, polyvinylpyrrolidone, nematodes, efficacy

Acknowledgments. We would like to express our gratitude to Salavat S. Khalikov, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, and Mikhail M. Ilyin, Candidate of Chemical Sciences, Researcher at the Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences (INEOS RAS) for their assistance in mastering the technique for obtaining solid dispersion preparations in one stage without involving liquid phases and for analyzing the preparations.

The research for preparation development using mechanochemical technology was performed within State Task FGUG-2025-0001 of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Musaev M. B., Shakhbiev I. Kh., Jamalova A. Z. Testing ivermectin-based solid dispersion preparations obtained by different techniques against parasitic diseases of domestic animals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(2):272–279. (In Russ.).

https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-2-272-279

© Musaev M. B., Shakhbiev I. Kh., Jamalova A. Z., 2025

Введение

Животноводческая отрасль сельского хозяйства является стратегически важным объектом нашей страны, которому уделяется большое внимание. Препятствием экономическому развитию животноводства являются болезни животных и на первом месте из них стоят паразитарные.

Одним из методов повышения продуктивности животноводства является профилактика и лечение животных при паразитозах современными эффективными препаратами широкого спектра действия.

Использование одних и тех же противопаразитарных препаратов в течение длительного времени приводит к проявлениям резистентности к тем или иным из них. Разработка более совершенных лекарственных средств, имеющих новые сочетания веществ, повышающих эффективность, безопасность, характеризующихся удобством применения в пределах доступности для потребителя, всегда является актуальной научно-исследовательской задачей.

Во ВНИИП (филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН) ранее была разработана жидкофазная технология противопаразитарных препаратов с повышенной растворимостью с использованием водорастворимых полимеров. Данная технология представляет собой современную систему доставки лекарственных молекул, т. н. Drug Delivery Systems (DDS) [1]. Разработанный нами противопаразитарный комплексный препарат на основе субстанции ивермектина с водорастворимыми наполнителями и тот же препарат, разработанный по технологии ИНЭОС РАН в одну стадию без участия жидких фаз [5,11], нацелены для лечения и профилактики эндо- и эктопаразитозов животных групповым или индивидуальным методами применения.

Терапевтическая доза препарата, полученного в одну стадию без участия жидких фаз, при нематодозах пищеварительного тракта лошадей, крупного рогатого скота, овец и коз составила 0,2 мг/кг по ДВ. Отмечена высокая эффективность и безопасность его применения [2–4, 6–10].

Цель исследования – освоение технологии производства твёрдодисперсных комплексных препаратов на основе ивермектина с водорастворимыми полимерами по технологии, ранее разработанной во ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, а также по технологии ИНЭОС РАН в одну стадию без участия жидких фаз и сравнительное испытание их эффективности при паразитозах животных разными методами применения.

Материалы и методы

В работе использовали:

- ивермектин (ИВМ) – субстанция в виде 16-членного макролида; является вторичным метаболитом почвенной бактерии – актиномицета вида Streptomyces avermitilis, обладающего широким спектром нематодоцидного и инсектоакарицидного действия (Китай);
- арабиногалактан (АГ) – биологически активный водорастворимый полисахарид из

лиственницы сибирской *Larix sibirica* по ТУ 9363-021-39094141-08 («Амитис» г. Благовещенск, Россия);

- поливинилпирролидон (ПВП) (ФСП 42-0345-4368-03) с молекулярной массой Mw~17 кДа (Китай);
- спирт этиловый ректификат, ГОСТ 5962-2013.

Наработку противопаразитарного комплексного препарата №1 на основе ивермектина по технологии, разработанной во ВНИИП-филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, проводили в несколько этапов:

- в планетарном миксере тщательно перемешивали 490 г АГ, 490 г ПВП и 20 г субстанции ИВМ, добавляя этиловый спирт до получения тестообразной массы;
- полученную тестообразную массу тонким слоем наносили на противень и сушили в сушильном шкафу при температуре 37–40 °С в течение 3–5 сут;
- высушенную массу измельчали, пропуская через шнековый измельчитель, затем раздробленную массу загружали в фарфоровый барабан с керамическими шарами. Механохимическую обработку в валковой мельнице LE-101 проводили в течение 7 ч до получения твердодисперсного порошка состава ИВМ : ПВП : АГ (2 : 49 : 49) с размером частиц 0,1–10,0 микрон.

Наработку комплексного препарата № 2 в виде твердой дисперсии (ТД) состава ИВМ : ПВП : АГ (2 : 49 : 49) по технологии ИНЭОС РАН проводили в одну стадию без участия жидких фаз: субстанцию ивермектина (20 г) и по 490 г АГ и ПВП загружали в барабан с керамическими шарами и подвергали механохимической обработке в валковой шаровой мельнице в одну стадию без участия жидких фаз в течение 7 ч с размером частиц 0,1–10,0 микрон [5].

Полученные препараты были проанализированы на растворимость в воде и содержание ивермектина методом ВЭЖХ, описанным ранее [11].

Сравнительное испытание эффективности двух твёрдодисперсных комплексных препаратов на основе ивермектина в виде порошков, полученных по разным технологиям, проводили в Шатойском районе Чеченской Республики в частных хозяйствах селений Сюжа на 130 овцах, с. Малые Варанды на 140 овцах тушинской породы и 57 местных козах, спонтанно инвазированных стронгилятами пищеварительного тракта.

Для определения инвазированности овец и коз стронгилятами пищеварительного тракта были индивидуально ректально отобраны пробы фекалий от всех животных и исследованы методом флотации с использованием хлорида натрия по Фюллеборну. Подсчёт среднего числа яиц в 1 г фекалий проводили стандартной петлёй диаметром 0,4 мм, используя стаканчики ёмкостью 50 мл.

Первый опыт проводили на спонтанно инвазированных стронгилятами овцах в с. Сюжи, которых по принципу аналогов распределили на 4 группы по 30–35 животных в каждой. Овцам первой и второй опытных групп назначали соответственно препараты № 1 и № 2 в дозе 0,2 мг/кг по ДВ в виде суспензии перорально с помощью автоматического шприца. Третью и четвертую группы овец соответственно обработали теми же препаратами в той же дозе, только методом группового скармливания в смеси с комбикормом.

Во втором опыте в с. Малые Варанды овцы (n = 140) и козы (n = 57) были обработаны препаратом № 1 в дозе 0,2 мг/кг по ДВ в форме суспензии индивидуально однократно с помощью автоматического шприца, так как были сильно инвазированны строгилятами пищеварительного тракта и ослабленные животные не смогли бы получить необходимую дозу.

Третий опыт проводили на ферме индивидуального предпринимателя, где содержались около 600 овец, 217 бычков на откорме, 165 лошадей и 15 приотарных собак, которых в течение года не дегельминтизировали. Для определения инвазированности овец было индивидуально ректально отобрано 60 проб фекалий от овец, 25 проб от молодняка крупного рогатого скота и 20 проб от лошадей и 15 собак.

При клиническом осмотре овцы были худыми, хотя корма было достаточно, у некоторых овец отмечали истечения из носовых протоков, т. е. имелась типичная клиническая картина эстроза; у двух ягнят диагностировали ценуроз (вертячка).

Через 2 недели после дегельминтизации исследовали пробы фекалий. Эффективность препаратов оценивали по типу «критический тест».

Результаты и обсуждение

Для сравнительного испытания эффективности при паразитозах сельскохозяйственных животных было наработано по 3 кг препаратов № 1 и № 2 по разным технологиям.

Установлено, что водорастворимость препарата № 1 увеличилось в 7,1 раз, а препарата № 2 – лишь в 4,7 раза. Анализ ВЭЖХ на сохранность ИВМ показал величину 95,0% в обоих образцах. Заниженное содержание ИВМ в препарате № 1 и № 2 можно объяснить процессом деструкции ИВМ при обработке в растворителях и многостадийности процесса получения препарата.

Все исследованные 130 овец в с. Сюжи оказались инвазированы стронгилятами пищеварительного тракта (свыше 3000 яиц г/фек.). Оба препарата в дозе 0,2 мг/кг, примененные индивидуально перорально в форме суспензии, показали 100%-ную эффективность против стронгилят пищеварительного тракта.

При дегельминтизации овец препаратом № 2 групповым методом с комбикормом эффективность составила 94,6%, а препарата № 1 – 100%, что можно объяснить более высоким показателем его водорастворимости.

В с. Малые Варанды после дегельминтизации овец и коз препаратом № 1 в дозе 0,2 мг/кг по ДВ в форме суспензии, индивидуально однократно, установлена его 100%-ная эффективность против стронгилят пищеварительного тракта.

В с. Хорсни при копроовоскопическом исследовании установлена 100%-ная инвазированность овец нематодами пищеварительного тракта (стронгилята, нематодирусы, трихоцефалы) при обнаружении в 1 г фекалий, в среднем, 2333,3 экз.

В 20 из 25 проб фекалий от молодняка крупного рогатого скота обнаружили яйца стронгилят (ЭИ – 80,0%) и, в среднем, 238,8±11,9 экз. яиц в 1 г фекалий. Из исследованных 15 проб фекалий собак в 7 обнаружены яйца нематод (токсокар, анкилостом, унцинарий) и в одной – яйца цестод тениидного типа.

При испытании препарата № 1 в дозе 0,2 мг/кг по ДВ индивидуально, однократно в условиях производства молодняку крупного рогатого скота (массой 80–100 кг) в смеси с комбикормом, лошадям методом группового скармливания в смеси с комбикормом получена 100%-ная эффективность.

Препарат № 1 при дегельминтизации собак породы кавказская и среднеазиатская овчарка, а также породы бигль в дозе 0,2 мг/кг по ДВ показал 100%-ную активность. Собак до и после дегельминтизации содержали на привязи.

Одну из собак дополнительно дегельминтизировали празиквантелом в дозе 5 мг/кг, так как в пробах фекалий были обнаружены яйца цестод. После дегельминтизации в фекалиях были обнаружены 7 экз. цестод, идентифицированных как *Multiceps multiceps* – возбудитель, вызывающий у овец ценуроз.

Побочных действий у собак пород кавказская и среднеазиатская овчарки не отмечали. У собаки породы бигль отмечен тремор, вокализация, нарушение координации движений, несогласованное движение конечностей. Была проведена симптоматическая терапия и на следующие сутки вышеотмеченных побочных эффектов не наблюдали. Считаем, что собаки породы бигль, как и колли, шелти, австралийская овчарка, бобтейлы и их помеси, чувствительны к ивермектинам.

Заключение

В лаборатории экспериментальной терапии ВНИИП наработаны препараты № 1 и № 2 по твердофазной механохимической жидкофазной технологии и твердой дисперсии по технологии ИНЭОС РАН в одну стадию без жидких фаз соответственно. Установлено, что у препарата № 1 растворимость увеличилась в 7,1 раз, а у препарата № 2 - лишь в 4,7 раза. Анализ содержания субстанции ивермектина методом ВЭЖХ показал 95,0%-ную сохранность ивермектина в обоих образцах.

Сравнительное испытание эффективности препаратов № 1 и № 2 при применении их индивидуально перорально показало 100%-ную эффективность против нематод пищеварительного тракта. При применении препаратов групповым методом с комбикормом эффективность препарата № 2 составила 94,6%, а № 1 – 100 %, что согласуется с данными по растворимости.

В производственных условиях при дегельминтизации препаратом № 1 овец и коз индивидуально, однократно, молодняка крупного рогатого скота индивидуально, однократно в смеси с комбикормом; лошадей групповым методом в смеси с комбикормом получена

100%-ная эффективность. Отмечена 100%-ная эффективность препарата № 1 против нематод пищеварительного тракта в дозе 0,2 мг/кг по ИВМ при дегельминтизации собак в смеси с мясным фаршем.

Побочных действий после дегельминтизации сельскохозяйственных животных и собак не отмечали.

Таким образом, препарат № 1 проявил более высокую эффективность при паразитозах животных (100%), чем препарат № 2 (94,6%), что согласуется с данными по их растворимости. Однако, надо отметить, что технология получения препарата № 2 в одну стадию без участия жидких фаз обладает целым рядом преимуществ (технология одностадийная, безотходна и экологически безопасна).

Список источников

1. *Диденко П. П., Архипов И. А., Успенский А. В., Мусаев М. Б.* Способ получения растворимых комплексных препаратов из нерастворимых в воде субстанций лекарственных средств // Бюллетень ФИПС № 21 Патент № 2524652, 27.07. 2014.
2. *Защепкина В. В., Мусаев М. Б.* Доклинические исследования твёрдой дисперсии ивермектина // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2019. Вып. 20. С. 231-237. https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.231-237
3. *Защепкина В. В., Мусаев М. Б.* Изучение кумулятивных свойств супрамолекулярного комплекса ивермектина // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 4. С. 72-76. https://doi.org/10.30906/1998-8435-2019-13-4-72-76
4. *Защепкина В. В., Курочкина К. Г., Мусаев М. Б., Ильин М. М., Халиков С. С.* Иммунотоксические свойства супрамолекулярного комплекса ивермектина // Биофармацевтический журнал. 2021. Т. 13. Вып. 4. С. 29-33. https://doi.org/10.30906/2073-8099-2021-13-4-24-28
5. *Мусаев М. Б., Халиков С. С., Защепкина В. В., Архипов И. А., Емельянова Н. Б.* и др. Противопаразитарное средство для лечения и профилактики животных вольным скармливанием // Бюллетень ФИПС № 7. Патент № 2715432 28.02. 2020.
6. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Вацаев Ш. В., Джамалова А. З., Халиков С. С.* Эффективность супрамолекулярного комплекса ивермектина в условиях производства при нематодозах пищеварительного тракта лошадей табунного содержания // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2020. Вып. 21. С. 255-260. https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21
7. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Халиков С. С.* Противопаразитарный комплекс ивермектина для лечения лошадей табунного содержания при нематодозах пищеварительного тракта // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 2. С. 114-119. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-114-119
8. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Гадаев Х. Х., Шахбиев Х. Х.* Комиссионное испытание эффективности супрамолекулярного комплекса ивермектина при стронгилятозах пищеварительного тракта лошадей // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 2. С. 101-106. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-101-106
9. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Белова Е. Е., Халиков С. С.* Изучение субхронической токсичности супрамолекулярного комплекса ивермектина на крысах // «Агробизнес, экологический инжиниринг и биотехнологии». Современные проблемы биологии: от молекул до экосистем: материалы V международной научной конференции. 2022. 2467. 070031. https://doi.org/10.1063/5.0092519
10. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Халиков С. С., Джамалова А. З.* Влияние супрамолекулярного комплекса ивермектина-2,0% в повышенных дозах на организм лошадей // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16, № 2. С. 203-212. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-203-212
11. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Вацаев Ш. В., Джамалова А. З., Ильин М. М., Халиков С. С.* Эффективность супрамолекулярного комплекса ивермектина в условиях производства при нематодозах пищеварительного тракта лошадей табунного содержания // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 3. С. 104–108. https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-3-104-108

Статья поступила в редакцию 13.03.25; одобрена после рецензирования 02.04.25; принята к публикации 30.04.25

Об авторах:

Мусаев Маулды Баудинович, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии, SPIN-код: 2652-9435, Researcher ID: U-8287-2018, Scopus Author ID: 56088908400.

Шахбиев Ислам Хасанович, кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарной медицины и зооинженерии

Джамалова Айшет Зеудыевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН.

Вклад авторов:

Мусаев М. Б. – наработка препаратов по жидкофазной технологии, организация и проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Шахбиев И. Х. – проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Джамалова А. З. – копроовоскопические исследования, интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Didenko P. P., Arkhipov I. A., Uspensky A. V., Musaev M. B. Method for obtaining soluble complex preparations from water-insoluble drug substances. Bulletin 21 of the Federal Institute of Industrial Property Patent 2524652, dd. 07/27/2014.

2. Zashchepkina V.V., Musaev M. B. Preclinical studies of the solid dispersion of ivermectin. *"Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami": sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference.* 2019; 20: 231-237. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.231-237

3. Zashchepkina V. V., Musaev M. B. Study on the cumulative properties of the supramolecular complex of ivermectin. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2019; 13 (4): 72-76. (In Russ.) https://doi.org/10.30906/1998-8435-2019-13-4-72-76

4. Zashchepkina V. V., Kurochkina K. G., Musaev M. B., Ilyin M. M., Khalikov S. S. Immunotoxic properties of the supramolecular complex of ivermectin. *Biofarmatsevticheskiy zhurnal = Biopharmaceutical Journal.* 2021; 13 (4): 29-33. (In Russ.) https://doi.org/10.30906/2073-8099-2021-13-4-24-28

5. Musaev M. B., Khalikov S. S., Zashchepkina V. V., Arkhipov I. A., Emelyanova N. B. et al. Antiparasitic agent for animal treatment and prevention by free feeding. Bulletin 7 of the Federal Institute of Industrial Property. Patent 2715432 dd. 02/28/2020.

6. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Vatsaev Sh. V., Jamalova A. Z., Khalikov S. S. The efficacy of the supramolecular complex of ivermectin in production conditions against gastrointestinal nematode infections in herd horses. *"Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami": sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference.* 2020; 21: 255-260. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21

7. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Khalikov S. S. Antiparasitic complex of ivermectin for treatment of herd horses against gastrointestinal nematode infections. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2020; 14 (2): 114-119. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-114-119

8. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Gadayev H. H., Shahbiev H. H. Commission efficacy testing of the supramolecular complex of ivermectin against gastrointestinal strongylatosis in horses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology.* 2021; 15 (2): 101-106. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-101-106

9. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Belova E. E., Khalikov S. S. Study on subchronic toxicity of the supramolecular complex of ivermectin on rats. *«Agrobiznes, ekologicheskiy inzhiniring i biotekhnologii». Sovremennyye problemy biologii: ot molekul do ekosistem: materialy V mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = Agribusiness, ecological engineering and biotechnology. Current issues of biology: from molecules to ecosystems: proceedings*

of the V International Scientific Conference. 2022; 2467. 070031. (In Russ.) https://doi.org/10.1063/5.0092519

10. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Khalikov S. S., Jamalova A. Z. Effects of the 2.0% supramolecular complex of ivermectin in increased doses on horses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16 (2): 203-212. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-203-212
11. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Vatsaev Sh. S., Jamalova A. Z., Ilyin M. M., Khalikov S. S. Efficacy of the supramolecular complex of ivermectin against gastrointestinal nematodosis in herd horses in production conditions. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (3): 104–108. (In Russ.) https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-3-104-108

The article was submitted 13.03.2025; approved after reviewing 02.04.2025; accepted for publication 30.04.2025

About the authors:

Musaev Mauldy B., Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Experimental Therapy, SPIN: 2652-9435, Researcher ID: U-8287-2018, Scopus ID: 56088908400.

Shakhbiev Islam Kh., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine and Zoo Engineering.

Jamalova Aishet Z., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Complex Scientific Research Institute named after Kh. I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences.

Contribution of the authors:

Musaev M. B. – preparations development using a liquid phase technique, research organization and implementation, critical analysis and interpretation of obtained data, article preparation.

Shakhbiev I. Kh. – research, critical analysis and interpretation of obtained data, article preparation.

Jamalova A. Z. – coproovoscopic examinations, obtained data interpretation, article preparation.

All authors have read and approved the final manuscript.

ISSN 1998-8435