



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: 10.31016/1998-8435-2025-19-1

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

# РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**Том 19**  
**Выпуск 1'2025**

*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: 10.31016/1998-8435-2025-19-1

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

# RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

**Vol. 19**  
**Issue 1'2025**

*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](mailto: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 № 1-01-2/2025. Свободная цена.

Формат: 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 12,25.

Подписано в печать: 10.03.2025

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](mailto: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](mailto: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](mailto:a.v.uspensky@mail.ru) (Москва, Россия)

**Научный редактор**

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

**Ответственный секретарь**

**ВАРЛАМОВА** Анастасия Ивановна, доктор биологических наук, [secretar@vniigis.ru](mailto:secretar@vniigis.ru) (Москва, Россия)

**Переводчик**

**ЯРЦЕВА** Ангелина Сергеевна, [bplogistika@mail.ru](mailto: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; safullin\_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.sergievy@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; shestepеров@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 Iliа 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 соответствии 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-parazitologicheskij-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-parazitologicheskij-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 Federacii] 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](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: March 10, 2025

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

Online: <https://www.vniigis.ru>

Sheet size 70x108 1/16. Conventional printed sheets 12.25.

Order No. 1-01-2/2025. 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](mailto: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](mailto: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](mailto:a.v.uspensky@mail.ru) (Moscow, Russian Federation)

**Science editor**

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

**Executive Secretary**

**Anastasiya I. VARLAMOVA**, doctor of biological sciences,  
[secretar@vniigis.ru](mailto:secretar@vniigis.ru) (Moscow, Russian Federation)

**Translator**

**Angelina S. YARTSEVA**  
[bplogistika@mail.ru](mailto: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. Martynovskiy Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine at I. M. Sechenov Moscow Medical Academy; SCOPUS ID: 7004845265, Researcher ID: U-5520-2017; v.sergieva@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; shesteperv@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)

**Iliia 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; marianaspa@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 parazitologicheskii 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-parazitologicheskii-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-parazitologicheskii-zhurnal>

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)

# СОДЕРЖАНИЕ

## ФАУНА, МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ПАРАЗИТОВ

- Сейидов Мирвасиф Адил оглы  
**Иксодофауна и сезонная динамика численности клещей *Hyalomma anatolicum* Koch. 1844 в Нахичеванской Автономной Республике** ..... 11
- Хрусталева А. В., Панова О. А., Андреев О. Н.  
**Малоизвестная капиллярида плотоядных с необычной локализацией** ..... 18

## ЭПИЗООТОЛОГИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

- Иванов В. А., Сивкова Т. Н.  
**Динамика зараженности домашних собак города Перми паразитами в современных условиях** ..... 26
- Курносова О. П., Панова О. А.  
**Видовой состав и возрастная динамика распространения кишечных простейших у домашних собак и кошек в городе Москве** ..... 34
- Хизриев Х. М., Багамаев Б. М.  
**Арахноэнтомозы собак в условиях города Ставрополя** ..... 49

## БИОХИМИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ДИАГНОСТИКА

- Малютина Т. А., Удалова Ж. В.  
**К вопросу о механизме резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам (краткий обзор)** ..... 56

## ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ

- Мусаев М. Б., Зацепкина В. В., Шахбиев И. Х.  
**Изучение эмбриотропного действия супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0%** ..... 67
- Токарь В. В., Мусаев М. Б., Новик Т. С.  
**Оценка острой токсичности двух противопаразитарных комбинированных препаратов из группы авермектинов и пиретроидов** ..... 76

## ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА

- Архипов И. А., Варламова А. И., Халиков С. С., Садов К. М., Халиков М. С.  
**Получение и испытание комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при мониезиозе и стронгилятозах пищеварительного тракта овец** ..... 83
- Бирюков И. М., Симонова Е. А., Сафиуллин Р. Т., Халиков С. С.  
**Антипротозойная эффективность супрамолекулярного препарата на основе толтразурила 5 % при экспериментальном эймериозе цыплят-бройлеров** ..... 91

Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С., Садов К. М., Иванов А. В., Халиков М. С. <b>Антигельминтная эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при диктиокаулезе и трихоцефалезе овец</b> .....	100
Дёмкина О. В. <b>Эффективность комбинированной терапии с использованием фенбендазола и <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> при лечении стронгилятозов у лошадей</b> .....	108
Шахбиев И. Х., Мусаев М. Б., Джамалова А. З., Кравченко И. А., Защепкина В. В., Халимов А. <b>Испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% при стронгилятозах пищеварительного тракта маралов, пятнистых оленей и косуль</b> .....	118

### ПАРАЗИТЫ РАСТЕНИЙ

Кулинич О. А., Арбузова Е. Н., Козырева Н. И., Чалкин А. А., Шуковская А. Г., Ряскин Д. И. <b>Изучение восприимчивости саженцев кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i>), сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i>) и лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i>) к возбудителю вилта хвойных пород – сосновой стволовой нематоды <i>Bursaphelenchus xylophilus</i></b> .....	125
---	-----

### ПАМЯТИ УЧЕНОГО

К 100-летию Малаховой Е. И. ....	139
----------------------------------	-----

## CONTENTS

### FAUNA, MORPHOLOGY AND SYSTEMATICS OF PARASITES

Seyidov Mirvasif A. <b>Ixodid fauna and seasonal dynamics of <i>Hyalomma anatolicum</i> Koch. 1844 population in the Nakhchivan Autonomous Republic</b> .....	11
Khrustalev A. V., Panova O. A., Andreyanov O. N. <b>A little-known capillariid of carnivores with an unusual localization</b> .....	18

### EPIZOOTOLOGY, EPIDEMIOLOGY AND MONITORING OF PARASITIC DISEASES

Ivanov V. A., Sivkova T. N. <b>Dynamics of infection of domestic dogs with parasites in Perm under modern conditions</b> .....	26
Kurnosova O. P., Panova O. A. <b>Species composition and age dynamics of the spread of intestinal protozoa in domestic dogs and cats in the city of Moscow</b> .....	34
Khizriev K. M., Bagamaev B. M. <b>Arachnoentomosis of dogs in Stavropol</b> .....	49

## BIOCHEMISTRY, BIOTECHNOLOGY AND DIAGNOSTICS

Malyutina T. A., Udalova Zh. V.

**On the mechanism of resistance of parasitic nematodes to anthelmintic drugs (brief review) ..... 56**

## PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY

Musaev M. B., Zashchepkina V. V.

**Study on embryotrophic effects of the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0% ..... 67**

Tokar V. V., Musaev M. B., Novik T. S.

**Assessment of acute toxicity of two antiparasitic combined drugs from the group of avermectins and piretroids ..... 76**

## TREATMENT AND PREVENTION

Arkhipov I. A., Varlamova A. I., Khalikov S. S., Sadov K. M., Khalikov M. S.

**Preparation and trials of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclozamide against moniezirosis and gastro-intestinal nematode infection of sheep ..... 83**

Biryukov I. M., Simonova E. A., Safiullin R. T., Khalikov S. S.

**Antiprotozoal efficacy of a supramolecular drug based on 5% toltrazuril against experimental eimeriosis in broiler chickens ..... 91**

Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Sadov K. M., Ivanov A. V., Khalikov M. S.

**Anthelmintic efficacy of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclosamide against dictyocaulosis and trichuriasis of sheep ..... 100**

Demkina O. V.

**Efficacy of combined therapy with fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* in treating strongylatosis in horses ..... 108**

Shahbiev I. Kh., Musaev M. B., Dzhamalova A. Z., Kravchenko I. A., Zashchepkina V. V., Khalimov A.

**Testing the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0% against gastro-intestinal strongylatosis of marals, sika deer and roe deer ..... 118**

## PARASITES OF PLANTS

Kulinich O. A., Arbuzova E. N., Kozyreva N. I., Chalkin A. A., Shchukovskaya A. G., Ryaskin D. I.

**Study of susceptibility of siberian pine (*Pinus sibirica*), scots pine (*Pinus sylvestris*) and siberian larch (*Larix sibirica*) seedlings to the pine wilt disease ..... 125**

## IN MEMORY OF A SCIENTIST

**On the 100<sup>th</sup> anniversary of Malakhova E.I. .... 139**

Научная статья

УДК 619:576.595.42

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-11-17>

## Иксодофауна и сезонная динамика численности клещей *Hyalomma anatolicum* Koch. 1844 в Нахичеванской Автономной Республике

Сейидов Мирвасиф Адил оглы<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Нахичеванский Государственный Университет, Нахичеван, Республика Азербайджан

<sup>1</sup> mirvasifseyidov@ndu.edu.az, <https://orcid.org/0009-0004-4700-5906>

### Аннотация

**Цель исследования** – изучение иксодофауны и степени распространения некоторых видов для проведения своевременных и эффективных мероприятий против клещей.

**Материалы и методы.** На территории Нахичеванской АР нами осмотрено 14 207 голов домашних животных 8 видов, среди которых оказались заклещеванными 5512 (38,8%). С них собрано 30 025 экз. иксодовых клещей на стадии имаго. Собранный материал исследовали в лаборатории ветеринарной медицины Нахичеванского Государственного Университета и лаборатории паразитологии Нахичеванского Научного Центра Ветеринарии. Клещей идентифицировали по определителю Н. А. Филипповой.

**Результаты и обсуждение.** У домашних животных в Нахичеванской АР зарегистрировано паразитирование 16 видов иксодовых клещей четырех родов: *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor* и *Haemaphysalis*. На теле сельскохозяйственных животных паразитируют 15 видов, из которых 4 вида, *Hyalomma asiaticum*, *H. anatolicum*, *Rhipicephalus bursa*, *Dermacentor marginatus* являются доминирующими видами. Ареал вида *H. anatolicum* занимает практически всю территорию Нахичеванской АР и составляет 25,7% от общего и 44,4% от родового сбора. *H. anatolicum* по распространению считается доминирующим видом.

**Ключевые слова:** иксодофауна, клещи, распространение, Нахичеванская АР

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

**Для цитирования:** Сейидов Мирвасиф Адил оглы. Иксодофауна и сезонная динамика численности клещей *Hyalomma anatolicum* Koch. 1844 в Нахичеванской Автономной Республике // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 11–17.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-11-17>

© Сейидов Мирвасиф Адил оглы, 2025



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

Original article

# Ixodid fauna and seasonal dynamics of *Hyalomma anatolicum* Koch. 1844 population in the Nakhchivan Autonomous Republic

Mirvasif A. Seyidov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nakhchivan State University, Nakhchivan, Azerbaijan

<sup>1</sup>mirvasifseyidov@ndu.edu.az, <https://orcid.org/0009-0004-4700-5906>

## Abstract

**The purpose of the research** is to study ixodid fauna and the distribution of some species to take timely and effective measures against ticks.

**Materials and methods.** In the Nakhchivan Autonomous Republic, we examined 14,207 domestic animals of 8 species of which 5,512 (38.8%) were found to be infected with ticks. 30,025 specimens of ixodid tick's imago were collected from the animals. The collected material was examined at the Laboratory of Veterinary Medicine of the Nakhchivan State University and the Laboratory of Parasitology of the Nakhchivan Scientific Center of Veterinary Medicine. The ticks were identified using the identification guide by N. A. Filippova.

**Results and discussion.** The parasitism of 16 species of ixodid ticks of four genera was recorded in the domestic animals in the Nakhchivan Autonomous Republic, namely, *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, and *Haemaphysalis*. Fifteen parasite species were found on the body of the livestock animals, of which 4 species, *Hyalomma asiaticum*, *H. anatolicum*, *Rhipicephalus bursa*, and *Dermacentor marginatus* were dominants. The *H. anatolicum* range occupied almost the entire Nakhchivan Autonomous Republic and made up 25.7% of the total and 44.4% of the tick gender collection. *H. anatolicum* is considered to be the dominant in terms of distribution.

**Keywords:** ixodid fauna, ticks, distribution, Nakhchivan Autonomous Republic

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

**For citation:** Seyidov Mirvasif A. Ixodid fauna and seasonal dynamics of *Hyalomma anatolicum* Koch. 1844 population in the Nakhchivan Autonomous Republic. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):11–17. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-11-17>

© Seyidov Mirvasif A., 2025

## Введение

Иксодовые клещи являются переносчиками возбудителей различных болезней человека и животных [4, 7]. Для правильного проведения противоклещевых и противокровепаразитарных мероприятий необходимо подробно изучить фауну иксодовых клещей и их распространение. Фауна иксодовых клещей Нахичеванской АР по сравнению с другими регионами республики изучена недостаточно. Это исследование имеет важное теоретическое и практическое значение, так как кровепаразитарные болезни наносят огромный экономический ущерб животноводству.

В настоящее время проводятся исследования по поиску новых методов лечения и профилактики кровепаразитарных болезней, а также предотвращения их передачи иксодовыми клещами в условиях мировой миграции [2]. Клещи являются переносчиками не только кровепаразитарных, но и ряда инфекционных болезней (чумы, туляремии, бруцеллеза, различных видов энцефалита, некробациллеза, ящура, риккетсиоза, листериоза и др.), представляющих серьезную медицинскую проблему, что указывает на существование большой потребности в детальном изучении этой группы паукообразных [3, 4].

Цель нашего исследования - изучить особенности распространения иксодовых клещей в условиях Нахичеванской АР.

### Материалы и методы

Для изучения распределения иксодовых клещей рода *Hyalomma* на территории Нахичеванской АР в 2015–2023 гг. проведены сборы в различных поясах и станциях. Собирали голодных иксодовых клещей всех стадий развития в природе на маршрутах, в разных биотопах, непосредственно с растительности и почвы. Сборы клещей проводили в солнечную погоду в утренние часы при отсутствии росы и при слабом ветре, в пасмурные дни – в дневные часы.

С сельскохозяйственных животных из 54 населенных пунктов клещей собирали на частных подворьях, фермах и пастбищах в присутствии хозяина или ответственного лица. Эти населенные пункты и хозяйства расположены в разных географических зонах республики (низины, предгорья, среднегорья и высокогорья).

От групп крупного рогатого скота, овец и коз по 10–25 голов каждая отбирали трижды в месяц клещей и исследовали. Определяли процент зараженности клещами того или иного вида животных, а также число и вид иксодовых клещей, паразитирующих на каждом животном в разных географических зонах по сезонам<sup>1</sup>. При сборе клещей принимали во внимание характеристику каждого хозяйства, пастбища и их состояние, направление хозяйства, тип, породу и т. д. Снятых клещей помещали в пробирки, куда вкладывали этикетки с указанием даты, числа осмотренных животных и места их сбора [5].

Важное значение имеет изучение иксодофауны диких мелких млекопитающих и птиц, обитающих на пастбищах данного хозяйства. Нами собраны клещи на диких животных при отстреле их и охотясь на грызунов с помощью ловушек Геро. Кроме того, обследовали норы грызунов; клещей собирали, вводя в норы желудочный зонд для лошадей, завернутый в вафельную ткань с шахматным рисунком [1]. Таким способом было поймано и исследовано

в лаборатории 299 диких млекопитающих, 296 рептилий и 97 диких птиц.

Для определения полового и видового состава иксодовых клещей на участках с различной растительностью клещей вылавливали по общепринятой методике – используя флажок из фланелевой ткани, насаженный на деревянное древко [5]. Собраный полевой материал исследовали в лаборатории ветеринарной медицины Нахичеванского Государственного Университета и лаборатории паразитологии Нахичеванского Научного Центра Ветеринарии. Клещей идентифицировали по определителю Н. А. Филипповой [10].

### Результаты и обсуждение

Установлено, что в Нахичеванской АР паразитируют представители клещей *Ixodidae* 4 родов: *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor* и *Haemaphysalis*. В Нахичеванской АР распространено 16 видов иксодовых клещей. Из указанных видов на теле сельскохозяйственных животных паразитируют 15, из которых 4 вида – *Hyalomma asiaticum*, *H. anatolicum*, *Rhipicephalus bursa*, *Dermacentor marginatus*, являются доминирующими [6]. Вид *H. anatolicum* распространен повсеместно и составляет 25,7% от общего и 44,4% от родового сбора (табл. 1). Этот вид был зарегистрирован повсеместно, начиная с низменных поясов и заканчивая высокогорьем на высоте 2500 м над уровнем моря и даже выше.

Имаго *H. anatolicum* и его нимфы паразитируют на полевых и домовых мышах, полевых голубях, амбарных крысах, воронах, куропатках, скворцах и ящерицах. В равнинных и предгорных районах Нахичеванской АР этот вид встречается после первой декады марта (рис. 1). В конце марта установлена 5–8%-ная зараженность при обнаружении на одном животном, в среднем, 3,6 экз. клещей.

По нашим данным, *H. anatolicum* в больших количествах встречается на пастбищах, расположенных в пойме рек, среди культурной растительности, и реже в предгорьях, а также в горной местности. Этот вид следует считать самым распространенным клещом на территории республики. В частности, его биотопы

<sup>1</sup> Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих - переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций. МУ 3.1.1027-01. 66 с.

Таблица

Table

## Сезонная динамика зараженности сельскохозяйственных животных иксодовыми клещами

## Seasonal dynamics of infection of farm animals with ixodid ticks

№	Вид клещей	ВЕСНА		ЛЕТО		ОСЕНЬ		ЗИМА		ВСЕГО			
		Число клещей	% отношение к сезонному сбору	Число клещей	% отношение к сезонному сбору	Число клещей	% отношение к сезонному сбору	Число клещей	% отношение к сезонному сбору	Число клещей	% отношение к сезонному сбору	Число клещей	% отношение к сезонному сбору
1	<i>H. punctata</i>	117	1,1	35	0,3	14	0,3	7	1,2	173	4,0	173	0,6
2	<i>H. sulcata</i>	826	7,8	122	0,9	339	5,9	32	5,4	1319	2,4	1319	4,4
3	<i>D. marginatus</i>	683	6,4	565	4,3	1820	31,9	425	71,3	3493	12,2	3493	11,6
4	<i>D. reticulatus</i>	8	0,1	-	-	6	0,1	42,9	-	14	-	14	0,1
5	<i>D. nuttalli</i>	150	1,4	13	0,1	230	4,0	58,5	-	393	-	393	1,3
6	<i>D. ushakovi</i>	202	1,9	54	0,4	419	7,3	62,1	-	675	-	675	2,2
7	<i>H. anatolicum</i>	2759	26,0	3935	30,1	1017	17,8	13,2	1,3	7719	0,1	7719	25,7
8	<i>H. asiaticum</i>	1023	9,6	1764	13,5	448	7,8	13,9	-	3235	-	3235	10,8
9	<i>H. kozlovi</i>	844	7,9	468	3,6	167	2,9	11,3	-	1479	-	1479	4,9
10	<i>H. detritum</i>	1218	11,5	783	6,0	139	2,4	6,5	-	2140	-	2140	7,1
11	<i>H. marginatum</i>	1107	10,4	1080	8,2	436	7,6	16,5	2,0	2635	0,5	2635	8,8
12	<i>H. scapenze</i>	32	0,3	7	0,1	103	1,8	63,6	3,4	162	12,3	162	0,5
13	<i>R. bursa</i>	1187	11,2	3152	24,0	479	8,4	9,7	15,4	4910	1,9	4910	16,4
14	<i>R. sanguineus</i>	97	0,9	190	1,5	22	0,4	7,1	-	309	-	309	1,0
15	<i>R. turanicus</i>	376	3,5	921	7,0	72	1,3	5,3	-	1369	-	1369	4,6
	ВСЕГО	10 629	100	13 089	100	5711	100	19,0	100	30 025	0,2	30 025	100

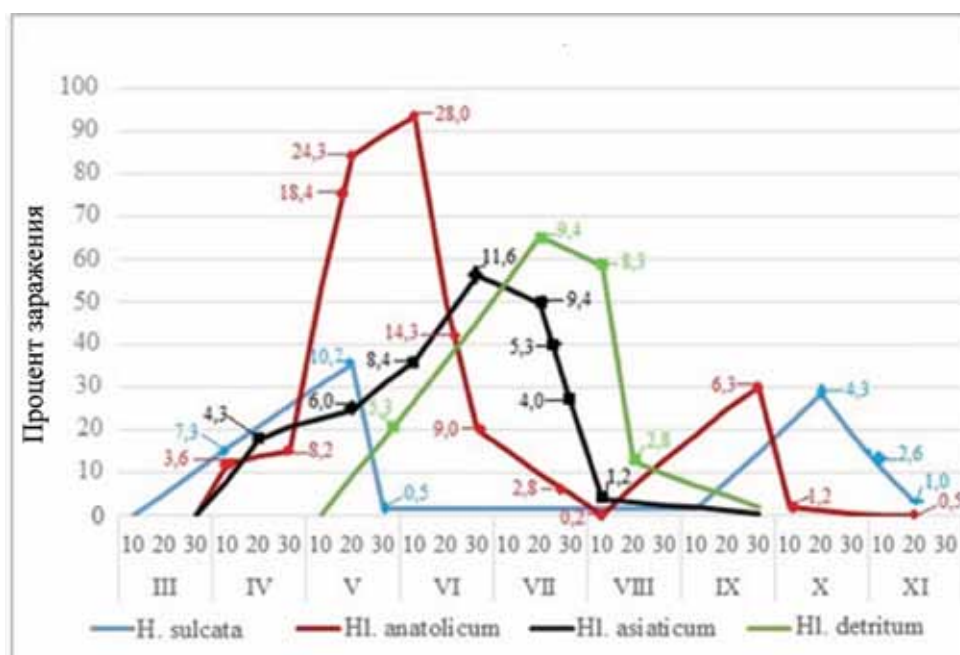


Рис. Зараженность сельскохозяйственных животных разными видами иксодовых клещей по месяцам (цифры, показанные на графике, обозначают число особей на одно зараженное животное)

Fig. Infection of farm animals with different types of ixodid ticks by month (The numbers shown on the graph indicate the number of individuals per infected animal)

распространены в ландшафтах вдоль Аразской долины, где расположены зимние пастбища различных хозяйств, в горных районах с относительно малокустарниковыми лесами, в горнолесной, лесостепной зонах. Ареал распространения охватывает высоты от 600 до 2500 м над уровнем моря. *H. anatolicum* поражает животных преимущественно весной и летом (рис. 1). 25,7% годового материала этого вида приходится на весну – 35,7%, на лето – 51,0, на осень – 13,2 и на зиму – 0,1%.

В Нахичеванской АР сезонная активизация *H. anatolicum* находится в двух возрастающих стадиях и встречается после первой декады марта в равнинных и предгорных районах. Зараженность животных этими клещами относительно возрастает до третьей декады апреля; интенсивность заражения составляет 10%, число клещей на одно зараженное животное – 8,2 экз.

В последующий период число их нападений на животных начинает резко возрастать. В конце второй декады мая заражение установили у 85,7–86,0% из 100 животных в стадах и коровниках, а в случаях, когда противоклещевые мероприятия не были осуществлены, на одном зараженном животном иногда находили 24,3

экз. имаго клещей. Со второй половины июня наблюдается период максимального заражения, достигающего пиковой стадии с 28 экз. клещей на одно зараженное животное, которое при благоприятных условиях составляет 90%. После конца июня и первой половины июля отмечено снижение зараженности животных *H. anatolicum*, а в третьей декаде процент заражения снизился до 15% при 9 экз. клещей на одно зараженное животное. Это снижение продолжалось до конца июля. Начиная с первой декады августа, заметна реактивация *H. anatolicum*, продолжающаяся до конца второй декады сентября – это второй пик, но слабее. В это время зараженность животных составила 35,0% при обнаружении на одном зараженном животном до 6,3 экз. клещей.

До конца первой декады октября их численность в природе постепенно снижалась и в конце октября их не встречали.

В горных районах Нахичеванской АР *H. anatolicum* становится активным после второй декады апреля. Такая скорость роста продолжалась до конца первой декады мая, повышаясь до 35%, а в отдельных случаях – и до 40%. При этом на каждое зараженное животное приходилось, в среднем, 4,5–5,7 экз. клещей.

Затем их число уменьшилось. После третьей декады июня экстенсивность и интенсивность заражения животных постепенно снижалась, и в первой декаде июля составило 17,3–19,8% при обнаружении на одном животном 2,3 экз. клещей. Это снижение продолжалось до конца второй декады сентября. В горных зонах зафиксирован один пик активности клещей.

Клещи *H. anatolicum* считаются переносчиками тейлериоза крупного рогатого скота, Ку-лихорадки человека и животных, геморрагической лихорадки человека, бруцеллеза и листериоза человека и животных [10]. По этой причине подготовку мер борьбы с ними следует считать очень важным вопросом.

### Заключение

В Нахичеванской АР распространено 16 видов иксодовых клещей четырех родов: *Hyalomma*, *Rhipicephalus*, *Dermacentor* и *Haemaphysalis*. На теле сельскохозяйственных животных паразитируют 15 видов, из которых *H. asiaticum*, *H. anatolicum*, *R. bursa*, *D. marginatus* являются доминирующими.

Вид *H. anatolicum* распространен повсеместно и составляет 25,7% от общего и 44,4% от родового сбора. Этот вид зарегистрирован повсеместно, начиная с низменных поясов и заканчивая высокогорьем на высоте 2500 м над уровнем моря и даже выше. В больших количествах встречается на пастбищах, расположенных в пойме рек, среди культурной растительности и реже в предгорьях, а также в горной местности, среднем и верхнем предгорье; в малых количествах – в низких предгорных и низменных поясах республики. 25,9% всего материала собрано в весенние месяцы, 30,0% – в летние, 17,8% – в осенние и всего лишь 1,3% – в зимние месяцы. 25,7% годового материала этого вида приходится на весну – 35,7%, на лето – 51,0, на осень – 13,2 и на зиму – 0,1%.

Статья поступила в редакцию 25.09.24; одобрена после рецензирования 25.10.24; принята к публикации 10.02.25

Об авторе:

**Сейидов Мирвасиф Адил оглы**, соискатель кафедры ветеринарной медицины

Автор прочел и одобрил окончательный вариант рукописи.

### Список источников

1. *Абдулмагомедов С. Ш., Нуралиев Р. А., Бакриева Р. М.* и др. Фауна иксодовых клещей и особенности экологии // Юг России: экология, развитие. 2012. Т. 7, № 3. С. 35-38.
2. *Бижанова Н. З.* Распространение пироплазмидозов крупного рогатого скота в Кизилюртовском районе Дагестана // Известия Дагестанского государственного университета. Естественные и точные науки. 2013. № 1. С. 22-23.
3. *Бекулов М. К.* Распространение иксодовых клещей – переносчиков пироплазмидозов животных в Кабардино-Балкарской Республике // Труды Всероссийского института гельминтологии имени К. И. Скрябина. М., 2005. Т. 41. С. 73-76.
4. *Денисов А. А.* Роль иксодовых клещей в распространении возбудителей инфекционных болезней на территории Нижнего Поволжья // Материалы докладов научной конференции. М., 2007. Вып. 8. С. 114-116.
5. *Дзасохов Г. С.* Эпизоотологическая классификация протозойных болезней животных // Протозойные болезни домашних животных: Научные труды ВИЭВ. М., 1963. Т. 28. С. 34-38.
6. *Магеррамов С. Г., Сейидов М. А.* Фауна иксодовых клещей и ее роль в передаче кровепаразитарных болезней крупного рогатого скота // Аграрная наука. М., 2017. № 2. С. 26-28.
7. *Петрищева П. А.* Переносчики возбудителей природноочаговых болезней. М., 1962. 344 с.
8. *Сейидов М. А.* Виды иксодовых клещей в иксодофауне Нахичеванской Автономной Республики и их распространение // Известия Нахичеванского Государственного Университета. Серия естественных наук. 2014. С. 115-117.
9. *Узаков У. Я.* Иксодовые клещи Узбекистана. Ташкент: Фан, 1972. С. 18-31.
10. *Филиппова Н. А.* Иксодовые клещи подсемейства Ixodinae. Паукообразные. Л., 1977. 393 с.

## References

1. Abdulmagomedov S. Sh., Nuratinov R. A., Bakrieva R. M. et al. Fauna of ixodid ticks and their ecology features. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye = South of Russia: ecology, and development*. 2012; 7(3): 35-38. (In Russ.)
2. Bizhanova N. Z. Distribution of bovine piroplasmosis in the Kizilyurt District of Dagestan. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Yestestvennyye i tochnyye nauki = Bulletin of the Dagestan State University. Natural and exact sciences*. 2013; 1: 22-23. (In Russ.)
3. Bekulov M. K. Spread of ixodid ticks, carriers of animal piroplasmosis, in the Kabardino-Balkarian Republic. *Trudy Vserossiyskogo instituta gel'mintologii imeni K. I. Skryabina = Papers of the All-Russian Institute of Helminthology named after K. I. Skryabin*. M., 2005; 41. 73-76. (In Russ.)
4. Denisov A. A. The role of ixodid ticks in the distribution of infecting agents in the Lower Volga region. *Materialy dokladov nauchnoy konferentsii = Proceedings of the Scientific Conference*. M., 2007; 8: 114-116. (In Russ.)
5. Dzasokhov G. S. Epizootological classification of protozoal diseases in animals. *Protozoynnye bolezni domashnikh zhivotnykh: Nauchnyye trudy VIEV = Protozoal diseases in domestic animals: VIEV scientific papers*. M., 1963; 28. 34-38. (In Russ.)
6. Magerramov S. G., Seidov M. A. Fauna of ixodid ticks and its role in the transmission of blood protozoan diseases in cattle. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*. M., 2017; 2: 26-28. (In Russ.)
7. Petrisheva P. A. Vectors of natural focal diseases. M., 1962; 344. (In Russ.)
8. Seidov M. A. Ixodid tick species in the ixodid fauna in the Nakhchevan Autonomous Republic and their spread. *Izvestiya Nakhichevanskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya yestestvennykh nauk = Bulletin of the Nakhchevan State University. Series of natural sciences*. 2014; 115-117. (In Russ.)
9. Uzakov U. Ya. Ixodid ticks in Uzbekistan. Tashkent: Fan, 1972; 18-31. (In Russ.)
10. Filippova N. A. Ixodid ticks of the subfamily Ixodinae. *Arachnids*. L., 1977; 393. (In Russ.)

The article was submitted 25.09.2024; approved after reviewing 25.10.2024; accepted for publication 10.02.2025

About the author:

**Mirvasif A. Seyidov**, Candidate of the Academic Degree of the Department of Veterinary Medicine

*The author read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:576.89; 619: 616.995.132

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-18-25>

## Малоизвестная капилляриида плотоядных с необычной локализацией

Хрусталеv Александр Валерьевич<sup>1</sup>, Панова Ольга Александровна<sup>2</sup>,  
Андреянов Олег Николаевич<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>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

<sup>1</sup>[hrustalev@vniigis.ru](mailto:hrustalev@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

<sup>2</sup>[panova@vniigis.ru](mailto:panova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

<sup>3</sup>[andreyanov@vniigis.ru](mailto:andreyanov@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучить распространение нематоды *Capillaria paranalisis* у диких плотоядных на территории Центрального района Европейской части России и оценить гистопатологические изменения в анальных железах при паразитировании нематод.

**Материалы и методы.** Анальные железы исследовали в ходе полных гельминтологических вскрытий 25 лесных куниц (*Martes martes*) и 43 лисиц (*Vulpes vulpes*) из охотхозяйств Рязанской и Тверской областей. Материал для гистологического исследования фиксировали в 10%-ном формалине, срезы окрашивали гематоксилином и эозином по Майеру.

**Результаты и обсуждение.** Нематоды *C. paranalisis* были обнаружены в анальных железах у 16 (64%) куниц в количестве от 2 до 11, в среднем, 6 экз. с индексом обилия (ИО) 3,8 экз., также у 5 (12%) лис в количестве от 1 до 3, в среднем, 2,2 экз. с ИО 0,3 экз. Гистологическое исследование показало, что нематоды в анальных железах расположены пристеночно и в толще ороговевшего слоя эпителия. Двусторонний сакулит выражен умеренно, течение хроническое. В местах расположения нематод эпителий дегенеративно изменен. Мягкие ткани, окружающие анальные железы, отечны, встречаются скопления малых лимфоцитов, реже гистиоцитов и макрофагов; иногда просматриваются нейтрофилы, единично эозинофилы и плазмоциты.

**Ключевые слова:** капилляриоз, *Capillaria paranalisis*, анальные железы, лесная куница, *Martes martes*, обыкновенная лисица, *Vulpes vulpes*

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2025-0001.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Хрусталеv А. В., Панова О. А., Андреянов О. Н. Малоизвестная капилляриида плотоядных с необычной локализацией // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 18–25.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-18-25>

© Хрусталеv А. В., Панова О. А., Андреянов О. Н., 2025



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

Original article

## A little-known capillariid of carnivores with an unusual localization

Alexander V. Khrustalev<sup>1</sup>, Olga A. Panova<sup>2</sup>, Oleg N. Andreyanov<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>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

<sup>1</sup>hrustalev@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

<sup>2</sup>panova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

<sup>3</sup>andreyanov@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3357-9322>

### Abstract

**The purpose of the research** is to study the distribution of the nematode *Capillaria paranalis* in wild carnivores in the Central region of the European part of Russia and to evaluate histopathological changes in the anal glands.

**Materials and methods.** The anal glands were examined during helminthological autopsies of 25 pine martens (*Martes martes*) and 43 foxes (*Vulpes vulpes*) from hunting grounds in the Ryazan and Tver regions. The material for histological examination was fixed in 10% formalin, sections were stained with Mayer's Hematoxylin-Eosin.

**Results and discussion.** *C. paranalis* nematodes were found in the anal glands of 16 (64%) martens in number from 2 to 11, averaging 6 specimens, with an abundance index (AI) of 3.8 specimens. Nematodes were found in 5 (12%) foxes in number from 1 to 3, averaging 2.2 specimens, with an AI of 0.3 specimens. Histological examination showed that nematodes in the anal glands are located parietal and within the stratum corneum of the mucosa. Bilateral sacculitis is moderately expressed, the process is chronic. In the places of nematode location, the epithelium is degeneratively changed. Soft tissues surrounding the anal glands are edematous, there are clusters of small lymphocytes, less often histiocytes and macrophages, sometimes neutrophils, eosinophils and plasma cells are visible.

**Keywords:** capillariasis, *C. paranalis*, anal sacs, pine marten, *Martes martes*, red fox, *Vulpes vulpes*

**Acknowledgements.** The work was carried out within the framework of State Assignment No. FGUG-2025-0001.

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

**For citation:** Khrustalev A. V., Panova O. A., Andreyanov O. N. A little-known capillariid of carnivores with an unusual localization. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):18–25. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-18-25>

© Khrustalev A. V., Panova O. A., Andreyanov O. N., 2025

### Введение

Нематоды сем. Capillariidae в гельминтофауне хищных млекопитающих представлены целым рядом видов, имеющих различную локализацию в организме хозяев. Такие виды, как *Eucoleus aerophilus*, *E. boehmi* из дыхательной системы, *Aonchotheca putorii* из желудочно-кишечного тракта, *Pearsonema plica*, *P. micronata* из мочевого пузыря, относятся к наиболее обычным и широко распространенным паразитам куньих и псовых.

В 1980 году Форстнер и Гайзель описали новую нематоду *Capillaria paranalis* от каменной куницы (*Martes foina*) в Германии, имею-

щую своеобразную специфичную локализацию в анальных (параанальных) железах [4]. Одновременно сообщалось о находках данной нематоды также у лесной куницы (*Martes martes*), лесного (*Mustela putorius*) и домашнего (*M. putorius furo*) хорьков, горностая (*Mustela erminea*) [5]. Примечательно, что к тому времени гельминтофауна куньих в Европе была уже подробно изучена, но эти нематоды долго оставались незамеченными, очевидно, вследствие их необычной локализации.

В последующие годы капиллярий в анальных железах находили у каменных куниц в Швейцарии [14], Германии [8] и Австрии [12],

у лесных хорьков в Германии [13], у лисиц (*Vulpes vulpes*) в Польше [11], а также у енотов (*Procyon lotor*) в США [6, 7]. В России до последнего времени отмечали отдельные находки *C. paranalisis* у лесных и каменных куниц лишь в Воронежской области [1, 3]. Предварительные данные об обнаружении *C. paranalisis* у лис в Центральном районе Европейской части России были недавно опубликованы нами [2]. Это полный список известных нам случаев обнаружения *C. paranalisis* в мире на сегодняшний день.

Целью исследований стало изучение распространения нематоды *Capillaria paranalisis* у диких плотоядных на территории Центрального района Европейской части России и оценка гистопатологических изменений в анальных железах при паразитировании нематод.

### Материалы и методы

Анальные железы исследовали при вскрытии животных, добытых охотниками на территории охотхозяйств Рязанской и Тверской областей. Были вскрыты лесные куницы *Martes martes* и лисы *Vulpes vulpes*. Всего обследовано 25 куниц и 43 лисы.

Анальные железы извлекали в чашку Петри в физиологический раствор хлорида натрия и препарировали под стереомикроскопом. Для гистологических исследований брали анальные железы с нематодами от лесных куниц. Отпрепарированные железы фиксировали в 10%-ном нейтральном забуференном формалине, срезы окрашивали гематоксилином и эозином по Майеру [9].

Работа проведена в 2019–2024 гг. в лаборатории биологии и биологических основ профилактики ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

### Результаты и обсуждение

Нематоды *C. paranalisis* были обнаружены у 16 из 25 (64%) куниц. Гельминты присутствовали в количестве от 2 до 11, в среднем, 6 экз., индекс обилия (ИО) составил 3,8 экз.

Из 43 обследованных лис капиллярии в анальных железах были найдены у 5 (12%) в количестве от 1 до 3, в среднем, 2,2 экз. с ИО 0,3 экз.

Гельминты локализовались в полости анальной железы частично свободно, но в

большинстве случаев прилегая к ее стенкам в толще ороговевшего слоя эпителия, вместе с которым могли быть отпрепарированы при вскрытии (рис. 1). В содержимом анальных желез в большом количестве обнаруживали яйца нематод характерной бочонковидной формы с оперкулами на полюсах, окруженными хорошо выраженным воротником с пробочками, слабо выступающими наружу (рис. 3). Оболочка яиц толстая с косо-продольными гребнями на поверхности. Размер яиц 69–75 × 30–32 мкм.

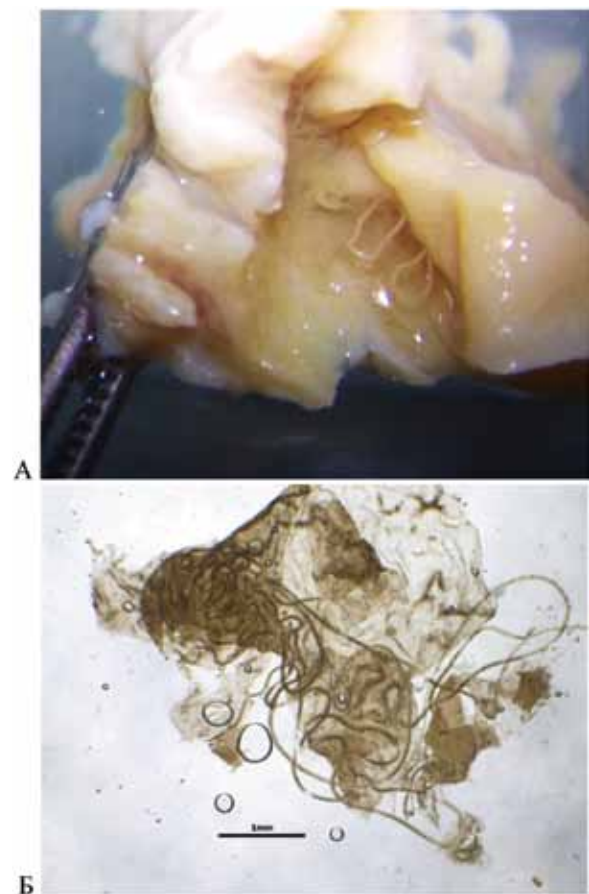


Рис. 1. Нематоды *C. paranalisis* в просвете анальной железы куницы (А) и в толще ороговевшего слоя эпителия (Б)

Fig. 1. Nematodes *C. paranalisis* in the lumen of the anal sac of a marten (A) and in the thickness of the epithelial layer (B)

Очевидная разница в показателях зараженности *C. paranalisis* у куниц и лис свидетельствует о том, что куницы являются более специфичными хозяевами гельминта. Этот вывод подтверждается также литературными данными, согласно которым *C. paranalisis* реги-



Рис. 2. Хвостовой конец самца *C. paranalís*  
 Fig. 2. The tail end of a male *C. paranalís*



Рис. 3. Яйцо *C. paranalís*:  
 А – общий вид; Б – рисунок наружной оболочки  
 Fig. 3. *C. paranalís* egg:  
 А – general view; Б – drawing of the outer shell

стрировали почти исключительно у кунных, зараженность которых достигала 78% у каменной куницы [5]. Лисы, а возможно и другие хищные животные, выступают скорее как факультативные хозяева гельминта. Хотя и их зараженность в некоторых случаях может быть довольно значительной. Так, согласно данным Tomczuk et al. (2019) по результатам обследования 175 лисиц в Польше она составила 37,7% при интенсивности инвазии до 8 экз. [11].

При гистологическом исследовании телá взрослых нематод *C. paranalís* и множество их яиц разной степени зрелости наблюдали в просвете анальных желез пристеночно и в зазорах между пластинами чешуек рогового слоя эпителиальной выстилки (рис. 4).

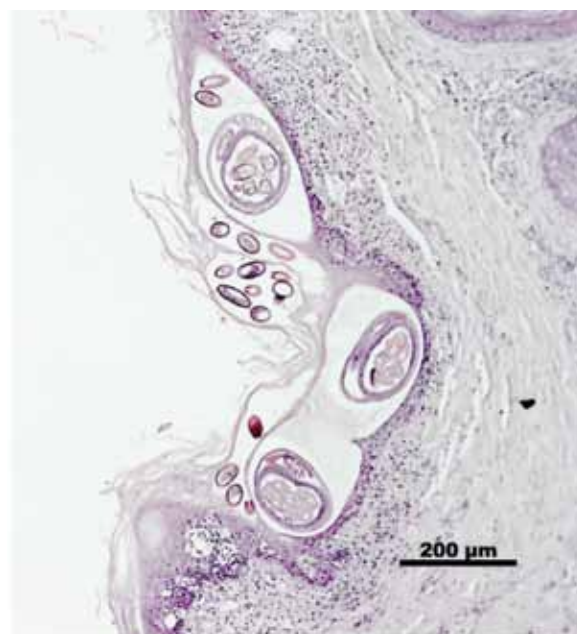


Рис. 4. Гистологический срез стенки анальной железы куницы, хорошо различимо пристеночное расположение нематод *C. paranalís* между пластинами рогового слоя эпителиальной выстилки, эпителий гиперплазирован

Fig. 4. Histological section of the anal sac wall of a marten; the parietal location of *C. paranalís* nematodes in the thickness of the stratum corneum of the epithelial lining is clearly visible, the epithelium is thickened

Многослойный плоский ороговевающий эпителий, выстилающий анальные железы, нерезко и умеренно гиперплазирован, отечен, в местах, где пристеночно расположены нематоды, дегенеративно изменен. Роговой слой умеренно утолщен, эрозий и изъязвлений

в пределах срезов нет (рис. 5). Апокринные железы анальных мешков представлены в достаточном количестве, без существенных особенностей, для крупных выводных протоков в области устья отмечается сквамозная метаплазия.

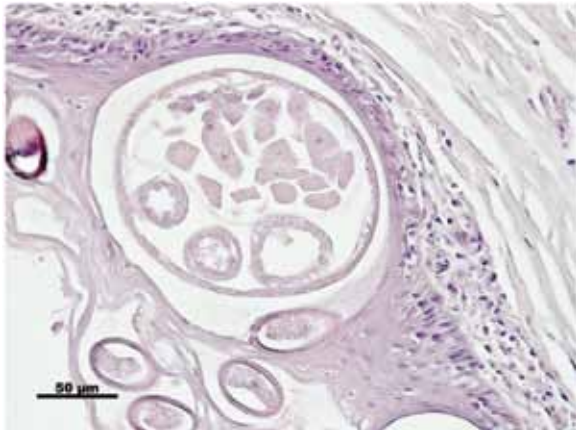


Рис. 5. Пристеночное расположение нематоды *C. paranalisis* в просвете анальной железы

Fig. 5. Parietal location of the nematode *C. paranalisis* in the lumen of the anal sac

Мягкие ткани, окружающие железы, отечны, имеют скопления малых лимфоцитов, реже гистиоцитов и макрофагов (в том числе активированных, с вакуолизированной цитоплазмой, со следами фагоцитоза), в меньшей степени присутствуют нейтрофилы, единично эозинофилы и плазмоциты. Сосуды расширены и кровенаполнены, присутствуют экстравазаты эритроцитов, имbibирование тканей эритроцитами не происходит.

Наблюдаемая гистопатологическая картина в целом согласуется с опубликованными ранее работами других авторов. Так, по данным Geisel (1980), проводившем гистологическое исследование пораженных гельминтами анальных желез от нескольких видов куньих (куниц, хорьков, горностая), нематоды располагались преимущественно в верхнем ороговевающем слое эпителия анальной железы. Инвазия сопровождалась гиперкератозом и развитием гнойного воспаления слизистой оболочки, которое могло распространяться в подслизистый слой. Подслизистая ткань была инфильтрирована лимфоцитами, плазмоцитами и гранулоцитами, инфильтрация имела очаговый характер. Заметного влияния на

другие органы и организм в целом не было отмечено. Исследование не показало различий гистологической картины у животных разных видов, но выявило отличия при разной интенсивности инвазии [5].

По данным А. N. Namir (1999), при гистологическом изучении анальных желез енотов, инвазированных капилляриями, во всех пораженных участках эпителий содержал узкие туннели, в которых присутствовали поперечные срезы нематод и яиц бочкообразной формы. Заражение анальных желез всегда отмечали двухстороннее; в них выявлено хроническое диффузное воспаление от умеренной до тяжелой степени, характеризующееся большим числом макрофагов и меньшим числом эозинофилов и лимфоцитов. У некоторых животных воспалительный инфильтрат состоял преимущественно из эозинофилов [7].

Описанный более 40 лет назад, *C. paranalisis* до сих пор остается малоизвестным и слабо изученным видом. Его распространение у диких хищных, особенно у куньих, явно недооценивается. Результаты наших исследований, а также данные из литературы позволяют говорить о том, что *C. paranalisis* является довольно обычным паразитом куниц, по крайней мере в Европе.

Вопрос о видовой принадлежности обнаруженных в анальных железах енотов в Северной Америке капиллярий остается открытым [7]. Авторы обозначают их как *Capillaria* sp., не проводя однозначную идентификацию с *C. paranalisis*, хотя и отмечают схожесть с данным видом. Авторы не приводят описания гельминтов, но на имеющейся в статье фотографии яйцо нематоды заметно отличается по морфологии от яиц *C. paranalisis* в нашем материале. В этой связи стоит отметить, что специальные исследования, подтверждающие идентичность капиллярий из анальных желез от разных видов хозяев и из различных регионов, до сих пор не проводились. На данный момент морфологическое описание *C. paranalisis* выполнено только на материале от каменной куницы при первичном описании вида.

Таксономическое положение вида в системе капилляриид остается не вполне определенным. Moravec (1982) рассматривает его в составе рода *Aonchotheca* и под названием *A. paranalisis* вид фигурирует в основных глобальных таксономических базах данных

(GBIF, WoRMS, NCBI, EOL и др.) [10]. Отечественные исследователи используют название *Eucoleus paranalisis* [1, 3]. В последнее время Tomczuk et al. (2019) на основании анализа 18S и ITS фрагментов рибосомальной ДНК вида пришли к выводу о его принадлежности роду *Pearsonema* [11]. В настоящей статье мы для обозначения вида используем его базиним, относя к роду *Capillaria* s.l.

### Выводы

Выявленные в настоящем исследовании высокие показатели зараженности *C. paranalisis* у диких хищных, а также ряд литературных данных позволяют сделать вывод о том, что эти нематоды имеют весьма широкое распространение и являются одним из доминантных видов в гельминтофауне куниц.

Заражение капилляриями анальных желез обычно приводит к хроническому двухстороннему сакулиту. Нематоды вызывают гиперплазию эпителия, выстилающего железы. Мягкие ткани, окружающие анальные железы, отечны, встречаются скопления малых лимфоцитов, реже гистиоцитов и макрофагов, иногда просматриваются нейтрофилы, единично эозинофилы и плазмциты. Гистопатологические изменения ограничены областью анальных желез.

### Список источников

1. Кулешов А. А., Ромашов Б. В. Современная фауна и распространение нематод-капилляриид у плотоядных Воронежской области // «Инновационные технологии и технические средства для АПК»: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2015. Ч. III. С. 113-118.
2. Панова О. А., Хрусталева А. В., Андреев О. Н., Кузнецова А. Д., Кузнецов К. С. Исследование гельминтофауны лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes*) в Центральной России // Ветеринария. 2023. № 11. С. 60-63. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.11.60-63>
3. 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. 23-33.
4. Forstner M. J., Geisel O. *Capillaria paranalisis* sp. n. (Nematoda; Trichuridae) aus den Analbeuteln des Steinmarders (*Martes foina*). Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift. 1980; 93: 312-316.
5. Geisel O. Haarwürmer in den Analbeuteln von Musteliden Vorkommen und histopathologische Befunde. Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift. 1980; 93: 411-413.
6. Hamir A. N. Capillariasis of the anal sacs of raccoons (*Procyon lotor*), and a possible association with anal sac impaction. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 1998; 10: 371-373.
7. Hamir A. N., Snyder D. E. A Retrospective Histopathological Survey of Capillariasis in Raccoons (*Procyon lotor*) from Oregon. The Journal of Parasitology. 1999; 85 (6): 1172-1174. <https://doi.org/10.2307/3285684>
8. Haupt W., Hartung J., Ribbeck R. Beitrag zum Endoparasiten befall des Steinmarders (*Martes foina* Erxleben, 1777) aus der Umgebung von Leipzig. Populationsbiologie marderartiger Säugetiere. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 1989; 37 (P39): 617-622.
9. Lillie R. D., Fullmer H. M. Histopathologic technic and practical histochemistry. New York: McGraw-Hill, 1976; 942.
10. Moravec F. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. Folia Parasitologica. 1982; 29 (2): 119-132.
11. Tomczuk K., Hirzmann J., Bauer C., Zięba P., Szczepaniak K., Studzińska M., Demkowska-Kutrzepa M., Roczeń-Karczmarz M. Parasites as the etiology of paranal sinusitis in foxes. Annals of Parasitology. 2019; 65 (1): 43.
12. Visser M., Messner C., Rehbein S. Massive infestation with fur mites (*Lynxacarus mustelae*) of a stone marten (*Martes foina*) from Tyrol. Wiener klinische Wochenschrift. 2011; 123 (1): 36-42. <https://doi.org/10.1007/s00508-011-0005-0>
13. von Kretschmar F. M. Die Parasiten des Europäischen Iltisses *Mustela putorius* Linnaeus, 1758 in Deutschland. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde. München, 2016; 194.
14. Zimmerli J. Étude des parasites de la fouine (*Martes foina*) dans le canton de Vaud durant la période 1980-1981. Schweizer Archiv für Tierheilkunde. 1982; 124. 419-422. <https://doi.org/10.5169/seals-588605>

Статья поступила в редакцию 10.09.24; одобрена после рецензирования 03.10.24; принята к публикации 07.02.25

Об авторах:

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

**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.

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

Вклад авторов:

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

Панова О. А. – разработка дизайна опытов, исследование материала, обзор публикаций по теме статьи.

Андреянов О. Н. – разработка дизайна опытов, исследование материала, обзор публикаций по теме статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Kuleshov A. A., Romashov B. V. Modern fauna and distribution of capillariid nematodes in carnivores of the Voronezh region. «*Innovatsionnyye tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva dlya APK*»: *materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov = Innovative technologies and technical means for the agro-industrial complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. 2015; Part III: 113-118. (In Russ.)
2. Panova O. A., Khrustalev A. V., Andreyanov O. N., Kuznetsova A. D., Kuznetsov K. S. Study of the helminth fauna of the common fox (*Vulpes vulpes*) in Central Russia. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. 2023; 11: 60-63. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2023.26.11.60-63> (In Russ.)
3. Romashova E. N., Rogov M. V., Romashov B. V., Nikulin P. I. Helminths of wild carnivores in the Voronezh region: ecological and faunal analysis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 1: 23-33. (In Russ.)
4. Forstner M. J., Geisel O. *Capillaria paranalis* sp. n. (Nematoda; Trichuridae) aus den Analbeuteln des Steinmarders (*Martes foina*). *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*. 1980; 93: 312-316.
5. Geisel O. Haarwürmer in den Analbeuteln von Musteliden Vorkommen und histopathologische Befunde. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*. 1980; 93: 411-413.
6. Hamir A. N. Capillariasis of the anal sacs of raccoons (*Procyon lotor*), and a possible association with anal sac impaction. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 1998; 10: 371-373.
7. Hamir A. N., Snyder D. E. A Retrospective Histopathological Survey of Capillariasis in Raccoons (*Procyon lotor*) from Oregon. *The Journal of Parasitology*. 1999; 85 (6): 1172-1174. <https://doi.org/10.2307/3285684>
8. Haupt W., Hartung J., Ribbeck R. Beitrag zum Endoparasiten befall des Steinmarders (*Martes foina* Erxleben, 1777) aus der Umgebung von Leipzig. *Populationsbiologie marderartiger Säugetiere. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. 1989; 37 (P39): 617-622.
9. Lillie R. D., Fullmer H. M. Histopathologic technic and practical histochemistry. New York: McGraw-Hill, 1976; 942.
10. Moravec F. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. *Folia Parasitologica*. 1982; 29 (2): 119-132.
11. Tomczuk K., Hirzmann J., Bauer C., Zięba P., Szczepaniak K., Studzińska M., Demkowska-Kutrzepa M., Roczeń-Karczmarz M. Parasites as the etiology of paranal sinusitis in foxes. *Annals of Parasitology*. 2019; 65 (1): 43.
12. Visser M., Messner C., Rehbein S. Massive infestation with fur mites (*Lynxacarus mustelae*) of a stone marten (*Martes foina*) from Tyrol. *Wiener klinische Wochenschrift*. 2011; 123 (1): 36-42. <https://doi.org/10.1007/s00508-011-0005-0>

13. von Kretschmar F. M. Die Parasiten des Europäischen Iltisses *Mustela putorius* Linnaeus, 1758 in Deutschland. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde. München, 2016; 194.
14. Zimmerli J. Étude des parasites de la fouine (*Martes foina*) dans le canton de Vaud durant la période 1980-1981. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 1982; 124. 419-422. <https://doi.org/10.5169/seals-588605>

The article was submitted 10.09.2024; approved after reviewing 03.10.2024; accepted for publication 07.02.2025

*About the authors:*

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

**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.

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

*Contribution of the authors:*

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

Panova O. A. – development of experiment design, researching the material, reviewing publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

Andreyanov O. N. – development of experiment design, researching the material, reviewing publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619.616.99:599.742.13

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-26-33>

## Динамика зараженности домашних собак города Перми паразитами в современных условиях

Иванов Владислав Александрович<sup>1</sup>, Сивкова Татьяна Николаевна<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

<sup>1</sup> [Ivovlad997@gmail.com](mailto:Ivovlad997@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-3348-6513>

<sup>2</sup> [tatiana-sivkova@yandex.ru](mailto:tatiana-sivkova@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0915-3540>

### Аннотация

**Цель исследований** – сравнительный анализ динамики зараженности домашних собак на территории города Перми гельминтами и простейшими за 2020–2023 гг.

**Материалы и методы.** Работу выполняли на кафедре инфекционных болезней факультета ветеринарной медицины и зоотехнологий Пермского ГАТУ. Материалом для исследования служили 1439 проб фекалий и 2141 проб цельной крови домашних собак, поступавших в частные ветеринарные клиники города Перми. Фекалии собирали трехкратно в контейнеры с консервантом Турдыева и исследовали комбинированным методом Котельникова–Хренова, а также методом последовательных промываний. Венозную кровь собирали в пробирки с ЭДТА КЗ и анализировали на наличие микрофилярий методом В. Б. Ястреба. Полученные результаты подвергали общепринятой статистической обработке.

**Результаты и обсуждение.** Экстенсивность инвазии (ЭИ) собак за 2020–2023 гг. незначительно возросла – с 18 до 20%, однако осталась относительно стабильной по сравнению с 2015–2019 гг. При изучении сезонности отмечено два пика зараженности – весенний (март–апрель) и осенний (сентябрь и ноябрь). Лидирующее место среди кишечных паразитов занимают гельминты и простейшие с прямыми циклами развития: *Giardia duodenalis* – 2,43% (35), *Toxocara canis* – 3,33% (48), *Cystoisospora* spp. – 3,13% (45), *C. canis* – 1,81% (26), а также саркоспоридии *Sarcocystis* sp. – 2,02% (29). Зараженность собак микрофиляриями за 2022–2023 гг. составила 1,5% без выраженной сезонности. В целом, за последние три года ситуация по паразитарным болезням собак в городе Перми остается напряженной.

**Ключевые слова:** домашние собаки, гельминты, простейшие, зараженность

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Иванов В. А., Сивкова Т. Н. Динамика зараженности домашних собак города Перми паразитами в современных условиях // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 26–33.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-26-33>

© Иванов В. А., Сивкова Т. Н., 2025



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

Original article

# Dynamics of infection of domestic dogs with parasites in Perm under modern conditions

Vladislav A. Ivanov<sup>1</sup>, Tatyana N. Sivkova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Perm State Agro-Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

<sup>1</sup>lvovlad997@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3348-6513>

<sup>2</sup>tatiana-sivkova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0915-3540>

## Abstract

**The purpose of the research** is a comparative analysis of the dynamics of helminth and protozoan infections in domestic dogs in Perm for 2020 to 2023.

**Materials and methods.** The study was conducted at the Department of Infectious Diseases of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnology of the Perm State Agro-Technological University. The material for the study was 1,439 fecal samples and 2,141 whole blood samples from domestic dogs admitted to private veterinary clinics in Perm. Feces were collected three times to containers with the Turdyev preservative and examined using the combined Kotelnikov-Khrenov method and sequential washing. Venous blood was collected to test tubes with EDTA K3 and analyzed for microfilaria using the V. Yastreb method. The results underwent common statistical processing.

**Results and discussion.** The infection prevalence (IP) in dogs increased slightly from 18 to 20% in 2020–2023 but remained relatively stable as compared to 2015–2019. When studying seasonality, two infection peaks were observed, in spring (March–April) and autumn (September and November). The following helminths and protozoa with direct development cycles occupied the leading place among intestinal parasites: *Giardia duodenalis*, 2.43% (35); *Toxocara canis*, 3.33% (48); *Cystoisospora* spp., 3.13% (45); *C. canis*, 1.81% (26); and sarcosporidia *Sarcocystis* sp., 2.02% (29). Microfilaria infection rate in dogs was 1.5% in 2022–2023 without pronounced seasonality. In general, the situation on parasitic diseases in dogs has remained tense in Perm over the past three years.

**Keywords:** domestic dogs, helminths, protozoa, infection rate

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

**For citation:** Ivanov V. A., Sivkova T. N. Dynamics of infection of domestic dogs with parasites in Perm under modern conditions. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):26–33. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-26-33>

© Ivanov V. A., Sivkova T. N., 2025

## Введение

Изучение паразитофауны мелких домашних животных всегда привлекало пристальное внимание ветеринарных специалистов, а также медицинских служб в связи как с широким распространением инвазионных болезней и их способностью вызывать тяжелые патологии у плотоядных, так и опасностью передачи инвазии человеку.

В г. Перми целенаправленные паразитологические исследования проводятся, начиная с 2005 г. Однако, необходимо принимать во

внимание, что в условиях постоянно изменяющейся экономической и политической обстановки, а также в связи с последствиями пандемии новой коронавирусной инфекции ситуация как в нашей стране, так и во всем мире, безусловно, подвержена изменениям. В частности, за последние два года некоторые импортные ветеринарные компании покинули российский рынок, что привело к развитию параллельного импорта, расширению производства российских фармацевтических предприятий, спровоцировавших увеличение стоимости препаратов и услуг ветеринарных

клиник [8, 9], что, несомненно, не могло не отразиться на таких паразитологических показателях, как например, экстенсивность инвазии гельминтами и простейшими.

В связи с вышеизложенным, отслеживание современной ситуации по распространению паразитарных болезней собак представляет значительный научный и практический интерес как для медиков, так и для ветеринарных врачей.

### Материалы и методы

Паразитологические исследования выполняли на кафедре инфекционных болезней Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д. Н. Прянишникова.

В качестве материала для паразитологических исследований служили пробы фекалий и крови от принадлежащих частным лицам собак, поступавших в несколько ветеринарных клиник г. Перми для проведения плановых профилактических обследований и для лабораторной диагностики различных болезней.

Фекалии собирали трехкратно с интервалом 3-4 сут в пластиковые контейнеры с консервантом Турдыева<sup>1</sup>, хранили в темноте при комнатной температуре, затем анализировали с применением комбинированного метода Котельникова–Хренова<sup>2</sup> с раствором нитрата аммония плотностью 1,3 г/мл, а также методом последовательных промываний.

Венозную кровь собирали в пробирки с ЭДТА К3, хранили при температуре 4 °С и исследовали на наличие микрофилярий методом В. Б. Ястреба<sup>3</sup>.

Для просмотра препаратов применяли микроскоп фирмы Meiji (Япония) при малом (× 10) и среднем (× 40) увеличении объектива с выведением изображения на монитор персонального компьютера при помощи камеры Vision (Канада).

Определение выявленных паразитов проводили по морфологическим признакам, используя имеющиеся в литературе описания [10].

В ряде случаев для подтверждения диагноза (неоспороз) материал направляли в лабораторию VetUnion (Москва) для проведения ПЦР согласно инструкции с соблюдением температурного режима транспортировки -17–23 °С (красный пакет).

Отдельные яйца гельминтов с целью уточнения диагноза по морфологическим показателям отмывали, исследовали на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments INCA Energy 250/X-max 20 в ГИ УрО РАН и сравнивали с описаниями других авторов [12].

Статистическую обработку проводили методом вариационной статистики с применением программы Excel.

### Результаты и обсуждение

За четырехлетний период было проанализировано 1439 проб фекалий, в том числе в 2020 г. – 362, в 2021 – 423, в 2022 – 321 и в 2023 г. – 333.

У собак зарегистрировано 9 видов нематод: *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Ancylostoma caninum*, *Oslerus osleri*, *Uncinaria stenocephala*, *Trichocephalus vulpis*, *Capillaria aerophila*, *C. boehmi*, *Strongyloides vulpis*, 1 вид цестод (*Diphyllobothrium latum*). Из простейших установлены *Cryptosporidium* spp., *Ctenocephalides canis*, *Cystoisospora* spp., *Neospora caninum*, *Sarcocystis* spp., *Giardia duodenalis*, *Entamoeba* spp.

Установлено, что лидирующее место занимают простейшие и гельминты с прямыми циклами развития: *G. duodenalis* – 2,43%, *T. canis* – 3,33%, *Cystoisospora* spp. – 3,13%, *C. canis* – 1,81%, также в значительном количестве регистрируют поражение саркоспоридиями *Sarcocystis* spp. – 2,02%, тогда как на долю остальных паразитов приходится незначительный объем (табл., рис. 1).

Паразитологическое исследование фекалий собак необходимо не только для дифференциальной диагностики различных патологий пищеварительной и дыхательной систем,

<sup>1</sup> Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоозов: Метод. указания МУК 4.2.735-99 / [Подгот.: Цыбиной Т. Н. и др.]. [2. изд.]. Москва: Минздрав России, 2003 (1-я Обр. тип.). 69 с.

<sup>2</sup> Котельников Г. А. Гельминтологическое исследование животных и окружающей среды. М.: Колос, 1984.

<sup>3</sup> Ястреб В. Б., Шестаков А. М., Лаврова Н. А. Дирофиляриоз собак в Москве и Московской области и меры его профилактики // Ветеринар. 2005. № 2. С. 38-39.

Таблица

## Зараженность собак разными паразитами за 4 года

Table

## Infection of dogs with various parasites over 4 years

Возбудитель	Экстенсивность инвазии (%) паразитами по годам				
	2020	2021	2022	2023	всего
Нематоды					
<i>Toxocara canis</i>	7 (1,93)	11 (2,60)	13 (4,05)	17 (5,11)	48 (3,33)
<i>Toxascaris leonina</i>	1 (0,27)	2 (0,47)	3 (0,93)	4 (1,20)	10 (0,69)
<i>Ancylostoma caninum</i>	5 (1,38)	2 (0,47)	2 (0,62)	-	9 (0,63)
<i>Oslerus osleri</i>	3 (0,83)	3 (0,71)	3 (0,93)	2 (0,60)	11 (0,76)
<i>Uncinaria stenocephala</i>	1 (0,27)	-	-	-	1 (0,07)
<i>Trichocephalus vulpis</i>	-	5 (1,18)	1 (0,31)	-	6 (0,42)
<i>Capillaria aerophila</i>	1 (0,27)	2 (0,47)	3 (0,93)	2 (0,60)	8 (0,56)
<i>Capillaria boehmi</i>	-	-	-	1 (0,30)	1 (0,07)
<i>Strongyloides vulpis</i>	2 (0,55)	-	4 (1,25)	-	6 (0,42)
Цестоды					
<i>Diphyllobothrium latum</i>	-	-	-	1 (0,30)	1 (0,07)
Простейшие					
<i>Cryptosporidium</i> spp.	6 (1,65)	3 (0,71)	-	2 (0,60)	11 (0,76)
<i>Cystoisospora canis</i>	9 (2,48)	7 (1,65)	9 (2,80)	1 (0,30)	26 (1,81)
<i>Cystoisospora</i> spp.	11 (3,04)	18 (4,26)	4 (1,25)	12 (3,60)	45 (3,13)
<i>Neospora caninum</i>	0	2 (0,47)	-	1 (0,30)	3 (0,21)
<i>Sarcocystis</i> spp.	12 (3,31)	4 (0,95)	4 (1,25)	9 (2,70)	29 (2,02)
<i>Giardia duodenalis</i>	4 (1,1)	10 (2,36)	10 (3,12)	11 (3,30)	35 (2,43)
<i>Entamoeba</i> spp.	1 (0,27)	-	1 (0,31)	3 (0,90)	5 (0,35)



Рис. 1. Зараженность собак (%) часто встречаемыми видами паразитов по годам

Fig. 1. Infection of dogs (%) with common parasite species by year

а также множества аллергических проявлений, но и назначается в период диспансеризации животных перед вакцинацией или плановыми процедурами.

Установлена средняя экстенсивность инвазии на уровне 17,72% с незначительным снижением в 2021 г. и подъемом в 2023 г. По сравнению со статистикой предыдущих лет (2005–2019 гг.), когда зараженность, в сред-

нем, составила 19,8% [9], данный показатель практически не изменился.

Помимо широко распространенных паразитов, начиная с 2023 г. в лаборатории паразитологии был единично зарегистрирован ранее отмеченный только у лисицы вид *C. (Eucoleus) boehmi*, циркулирующий в природных очагах в непосредственной близости к городской застройке (рис. 2, 3).



Рис. 2. Яйцо *C. boehmi*

Fig. 2. Egg of *C. boehmi*

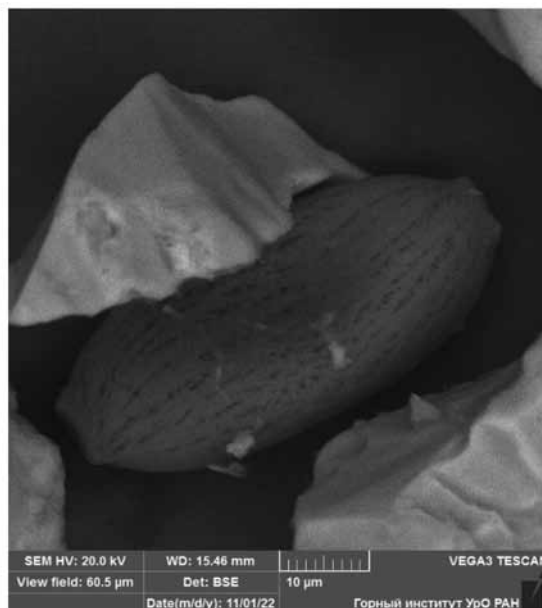


Рис. 3. Яйцо *C. aerophila*

Fig. 3. Egg of *C. aerophila*

Одним из наиболее опасных гельминтозов в настоящее время является дирофиляриоз [2, 3]. За данный период в лабораторию поступило 2141 проба крови, положительный результат из которых показали 29 (1,35%). Таким образом, уровень микрофиляриемии у собак в Пермском крае находится на достаточно низком уровне по сравнению с другими регионами России, что объясняется, в первую очередь, климатическими особенностями края, по которому проходит северная граница ареала дирофилярий.

Таким образом, в г. Перми за 15-летний период, с 2005 по 2019 гг., зараженность собак

*Sarcocystis* spp. составила 5,92%, *T. canis* – 5,50 и *C. canis* – 2,6% [8], т. е. снизилась (см. табл.).

Токсокароз, изоспороз и гиардиоз передаются прямым фекально-оральным путем, в связи с чем эти паразиты чрезвычайно широко распространены и в других регионах [1, 4, 5, 7], а также за рубежом [11, 13, 14]. В условиях города паразиты способны длительное время сохраняться в почве на ограниченных территориях выгула собак, что способствует их дальнейшему распространению.

Также необходимо учитывать патогенность некоторых паразитов собак для человека. Согласно предоставляемой в Государственном

докладе <sup>4</sup> Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» статистике, в структуре заболеваемости инвазиями лямблии (гиардии) занимают 9%, токсокары 0,53, дирофилярии 0,03%.

Стоит отметить, что профилактические обработки против кишечных простейших, как правило, не проводят, и ветеринарные врачи назначают специфическую терапию только после лабораторной постановки диагноза.

### Заключение

Анализируя сложившуюся на территории г. Перми ситуацию по зараженности собак паразитами за 2020–2023 гг., средняя экстенсивность инвазии остается на уровне 17,72%, однако прослеживается тенденция к ее постепенному увеличению. Снизилась зараженность собак токсокарами (3,33%), гиардиями (2,43%), цистоизоспорами (3,13%), а также саркоспоридиями (2,02%). За последние годы на территории г. Перми у собак впервые отмечен носовой капилляриоз, регистрируемый ранее только у диких лисиц. По результатам исследования крови у 1,35% собак обнаружены микродирофилярии.

В целом, паразитарная обстановка остается напряженной и требует усиления комплексных мер борьбы, направленных, в том числе, и на благополучие населения.

### Список источников

1. Ефремова Е. А., Рамих Т. В., Удальцов Е. А. Эпидемическая ситуация по токсокарозу в Новосибирской области // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. М., 2017. Вып. 18. С. 169-171.
2. Кравченко В. М., Винокурова Д. П. Распространение дирофиляриоза у собак и кошек в Краснодарском крае // «Опыт международного сотрудничества в области экологии, лесного хозяйства, ветеринарной
3. Криворотова Е. Ю., Киосова Ю. В., Нагорный С. А. и др. Служебные собаки как источник распространения дирофиляриоза // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2023. № 4. С. 36-43. <https://doi.org/10.33092/0025-8326mp2023.4.36-43>
4. Крючкова Е. Н. Фауна гельминтов плотоядных животных в европейской части России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы международной научно-практической конференции. М., 2012. Вып. 13. С. 205-208.
5. Курносова О. П., Зайцев В. С., Арисов М. В. Сравнительная диагностическая эффективность микроскопии, комбинированной флотации и полимеразной цепной реакции для выявления *Giardia* spp. у собак и кошек // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 1. С. 91–98. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-91-98>
6. Пилькова Е. В., Степнова Е. А., Гламаздин И. Г. Паразиты желудочно-кишечного тракта плотоядных на территории г. Москва // Вестник современных исследований. Издательство: Индивидуальный предприниматель Соловьёв В. А. Омск, 2019. № 4.7 (31). С. 47-50.
7. Степанова Т. Ф., Степанова К. Б., Бахитановская И. В., Шепоткова А. А. Современная ситуация по паразитарным заболеваниям в Российской Федерации: глобальные вызовы и пути решения // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2023. № 2. С. 3-13. <https://doi.org/10.33092/0025-8326mp2023.2.3-13>
8. Сивкова Т. Н., Четанов Н. А. Динамика зараженности домашних собак кишечными паразитами в городе Перми // Российский паразитологический журнал. 2021. № 1. С. 55-61. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-55-61>

<sup>4</sup>Постановление главного государственного санитарного врача по Пермскому краю от 28.12.2023 №71 «Об усилении мероприятий по профилактике паразитарных заболеваний на территории Пермского края».

9. Сивкова Т. Н. Результаты работы паразитологической лаборатории в условиях пандемии COVID-19 // «Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации»: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию основания университета. Пермь: ИПЦ Прокрость, 2020. С. 227-229.
10. Черепанов А. А., Москвин А. С., Котельников Г. А., Хренов В. М. Атлас. Дифференциальная диагностика гельминтозов по морфологической структуре яиц и личинок возбудителей. М.: Россельхозакадемия, 2002. 85 с.
11. Agresti F, Berrilli M, Maestrini I, Guadano Procesi E, Loretto N, Perrucci V. Prevalence, Risk Factors and Genotypes of *Giardia duodenalis* in Sheltered Dogs in Tuscany (Central Italy). *Pathogens*. 2021; 11 (1): 12. <https://doi.org/10.3390/pathogens11010012>.
12. Hodžić A., Bruckschwaiger P., Duscher G., Glawischnig W., Fuehrer H-P. High prevalence of *Eucoleus boehmi* (syn. *Capillaria boehmi*) in foxes from western Austria. *Parasitology Research*. 2018; 115 (8): 3275-3278. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5145-8>
13. Mitchell Sh. M., Zajac A. M., Charles S., Duncan R. B., Lindsay D. S. *Cystoisospora canis* Nemeseri, 1959 (syn. *Isospora canis*), infections in dogs: clinical signs, pathogenesis, and reproducible clinical disease in beagle dogs fed oocysts. *The Journal of Parasitology*. 2007; 93 (2): 345–352. <https://doi.org/10.1645/GE-1024R.1>
14. Nishiswapna Garanayak, Gupta A. R., Patra R. C. Successful therapeutic management of canine isosporosis in puppies. *Journal of Parasitic diseases*. 2017; 41 (1): 48–50. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0747-0>

Статья поступила в редакцию 03.10.24; одобрена после рецензирования 15.01.25; принята к публикации 10.02.25

Об авторах:

**Иванов Владислав Александрович**, аспирант кафедры инфекционных болезней.

**Сивкова Татьяна Николаевна**, доктор биологических наук, профессор, доцент кафедры инфекционных болезней; SPIN-код: 8241-5468, Researcher ID: JMP-8500-2023, Scopus ID: 24472094500.

Вклад авторов:

Иванов В. А. – сбор материала, проведение эксперимента, подготовка текста статьи.

Сивкова Т. Н. – идея, сбор материала, подготовка статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Efremova E. A., Ramih T. V., Udaltsov E. A. Epidemic situation on *Toxocara canis* infection in the Novosibirsk Region. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": proceedings of the International Scientific Conference. M., 2017; 18: 169-171. (In Russ.)
2. Kravchenko V. M., Vinokurova D. P. Spread of dirofilariasis in dogs and cats in the Krasnodar Territory. «*Opyt mezhdunarodnogo sotrudnichestva v oblasti ekologii, lesnogo khozyaystva, veterinarnoy meditsiny i okhotovedeniya*»: materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = "Experience of international cooperation in ecology, forestry, veterinary medicine and hunting": proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. KubSAU (Kuban State Agrarian University), Krasnodar, 2011; 86-89. (In Russ.)
3. Krivorotova E. Yu., Kiosova Yu. V., Nagorny S. A. et al. Service dogs as a source of the spread of dirofilariasis. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2023; 4: 36-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.33092/0025-8326mp2023.4.36-43>
4. Kryuchkova E. N. Helminth fauna of carnivores in the European part of Russia. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": proceedings of the International Scientific Conference. M., 2012; 13: 205-208. (In Russ.)

5. Kurnosova O. P., Zaitsev V. S., Arisov M. V. Comparative diagnostic efficacy of microscopy, combined flotation and polymerase chain reaction to detect *Giardia* spp. in dogs and cats. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023; 17 (1): 91-98. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-91-98>
6. Pilkova E. V., Stepnova E. A., Glamazdin I. G. Gastrointestinal parasites of carnivores in Moscow. *Vestnik sovremennykh issledovaniy = Bulletin of modern studies*. Publisher: Individual Entrepreneur V. A. Solovyov. Omsk, 2019; 4.7 (31): 47-50. (In Russ.)
7. Stepanova T. F., Stepanova K. B., Bakshtanovskaya I. V., Shepotkova A. A. Current situation on parasitic diseases in the Russian Federation: global challenges and solutions. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2023; 2: 3-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.33092/0025-8326mp2023.2.3-13>
8. Sivkova T. N., Chetanov N. A. Dynamics of intestinal parasite infections in domestic dogs in the city of Perm. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (1): 55–61. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-55-61>
9. Sivkova T. N. Results of the Parasitological Laboratory work amidst the COVID-19 pandemic. «*Agrotekhnologii XXI veka: strategiya razvitiya, tekhnologii i innovatsii*»: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = “*Agrotechnologies of the 21st century: development strategy, technologies and innovations*”: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Perm: IPC Prokrost, 2020; 227-229. (In Russ.)
10. Cherepanov A. A., Moskvina A. S., Kotelnikov G. A., Khrenov V. M. Atlas. Differential diagnosis of helminth infections based on morphological structure of causative agents’ eggs and larvae. M.: The Russian Agricultural Academy, 2002; 85. (In Russ.)
11. Agresti F., Berrilli M., Maestrini I., Guadano Procesi E., Loretto N., Perrucci V. Prevalence, Risk Factors and Genotypes of *Giardia duodenalis* in Sheltered Dogs in Tuscany (Central Italy). *Pathogens*. 2021; 11 (1): 12. <https://doi.org/10.3390/pathogens11010012>.
12. Hodžić A., Bruckschwaiger P., Duscher G., Glawischnig W., Fuehrer H-P. High prevalence of *Eucoleus boehmi* (syn. *Capillaria boehmi*) in foxes from western Austria. *Parasitology Research*. 2018; 115 (8): 3275-3278. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5145-8>
13. Mitchell Sh. M., Zajac A. M., Charles S., Duncan R. B., Lindsay D. S. *Cystoisospora canis* Nemeseri, 1959 (syn. *Isospora canis*), infections in dogs: clinical signs, pathogenesis, and reproducible clinical disease in beagle dogs fed oocysts. *The Journal of Parasitology*. 2007; 93 (2): 345–352. <https://doi.org/10.1645/GE-1024R.1>
14. Nishiswapna Garanayak, Gupta A. R., Patra R. C. Successful therapeutic management of canine isosporosis in puppies. *Journal of Parasitic diseases*. 2017; 41 (1): 48–50. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0747-0>

The article was submitted 03.10.2024; approved after reviewing 15.01.2025; accepted for publication on 10.02.2025

*About the authors:*

**Ivanov Vladislav A.**, Postgraduate Student of the Department of Infectious Diseases

**Sivkova Tatyana N.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Infectious Diseases; SPIN: 8241-5468, Researcher ID: JMP-8500-2023, Scopus ID: 24472094500.

*Contribution of the authors:*

Ivanov V. A. – material collection, experiment, article preparation.

Sivkova T. N. – idea, material collection, article preparation.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:576.89

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-34-48>

## Видовой состав и возрастная динамика распространения кишечных простейших у домашних собак и кошек в городе Москве

Курносова Ольга Петровна<sup>1</sup>, Панова Ольга Александровна<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 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

<sup>1</sup> [kurnosova@vniigis.ru](mailto:kurnosova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3248-8931>

<sup>2</sup> [panova@vniigis.ru](mailto:panova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучение распространения кишечных простейших у собак и кошек на территории г. Москвы.

**Материалы и методы.** За 2020–2022 гг. исследовано 3411 проб фекалий: 2212 от собак, из них 994 от щенков, и 1199 проб от кошек, из них 465 от котят. Все животные, вошедшие в опыт, домашнего содержания. Фекалии исследовали нативной микроскопией и флотационным методом с использованием раствора сульфата цинка (ZnSO<sub>4</sub>) плотностью 1,24 г/см<sup>3</sup>.

**Результаты и обсуждение.** У собак самыми распространенными являются *Giardia duodenalis* – 9,27% (205 положительных проб из 2212), затем *Sarcocystis* sp. – 3,8% (84/2212), реже регистрировали *Cystoisospora* sp. – 2,58% (57/2212), *Cryptosporidium* sp. – 2,49% (55/2212), *Cystoisospora canis* – 1,13% (25/2212), *Sarcocystidae* gen. sp. – 0,3% (7/2212), сем. *Trichomonadidae* – 0,27% (6/2212). В 15,5% случаев у собак зарегистрированы кишечные протозойные болезни в виде моноинвазии. Среди смешанных инвазий чаще всего регистрировали *G. duodenalis* и *C. canis* – 0,5% (10/2212) и *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp. – 0,3% (7/2212). У кошек показатели экстенсивности инвазии простейшими составили: *Giardia duodenalis* 5,5% (66/1199), *Cryptosporidium* sp. – 4,17% (50/1199), сем. *Trichomonadidae* – 2,67% (32/1199), *Cystoisospora felis* – 1,33% (16/1199), *Sarcocystis* sp. – 0,42% (5/1199), *Cystoisospora rivolta* – 0,25% (3/1199), *Sarcocystidae* gen. sp. 0,17% (2/1199). У кошек наиболее часто встречаются сочетания двух видов простейших: *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp. – 0,5% (6/1199), *G. duodenalis* и сем. *Trichomonadidae* – 0,4% (5/1199). С возрастом как у кошек, так и у собак снижается зараженность *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp., у кошек также снижается зараженность *C. felis*, а у собак простейшими сем. *Trichomonadidae*, *C. canis* и *Cystoisospora* sp.

**Ключевые слова:** кишечные простейшие, собаки, кошки, распространенность, возрастная динамика

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2025-0001.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Курносова О. П., Панова О. А. Видовой состав и возрастная динамика распространения кишечных простейших у домашних собак и кошек в городе Москве // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 34–48.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-34-48>

© Курносова О. П., Панова 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

# Species composition and age dynamics of the spread of intestinal protozoa in domestic dogs and cats in the city of Moscow

Olga P. Kurnosova<sup>1</sup>, Olga A. Panova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 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

<sup>1</sup> kurnosova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3248-8931>

<sup>2</sup> panova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the spread of intestinal protozoa in dogs and cats in the territory of Moscow.

**Materials and methods.** In 2020–2022, 3,411 fecal samples were analyzed: 2212 from dogs, including 994 samples from puppies, and 1199 samples from cats, including 465 from kittens. All animals included in the experiment were kept at home. The feces were examined by native microscopy and the flotation method using a zinc sulfate (ZnSO<sub>4</sub>) solution with a density of 1.24 g/cm<sup>3</sup>.

**Results and discussion.** The results of the study showed that the most common in dogs are *Giardia duodenalis* – 9.27% (205 positive samples out of 2212), *Sarcocystis* sp. – 3.8% (84/2212), less frequently recorded *Cystoisospora* sp. – 2.58% (57/2212), *Cryptosporidium* sp. – 2.49% (55/2212), *Cystoisospora canis* – 1.13% (25/2212), Sarcocystidae gen. sp. – 0.3% (7/2212), family *Trichomonadidae* – 0.27% (6/2212). In 15.5% of cases, intestinal protozoan diseases in the form of monoinfection were registered in dogs. Among mixed infections, the most frequently recorded were *G. duodenalis* and *C. canis* – 0.5% (10/2212) and *G. duodenalis* and *Cryptosporidium* sp. – 0.3% (7/2212). In cats, the prevalence rates of protozoan infection were: *Giardia duodenalis* 5.5% (66/1199), *Cryptosporidium* sp. – 4.17% (50/1199), fam. *Trichomonadidae* – 2.67% (32/1199), *Cystoisospora felis* – 1.33% (16/1199), *Sarcocystis* sp. – 0.42% (5/1199), *Cystoisospora rivolta* – 0.25% (3/1199), Sarcocystidae gen. sp. 0.17% (2/1199). In cats, the most common combinations of two protozoan species were: *G. duodenalis* and *Cryptosporidium* sp. – 0.5% (6/1199), *G. duodenalis* and fam. *Trichomonadidae* – 0.4% (5/1199). With the age of the animal, both cats and dogs experience a decrease in infection with *G. duodenalis* and *Cryptosporidium* sp., cats also experience a decrease in infection with *C. felis*, and dogs experience a decrease in infection with protozoa of the fam. *Trichomonadidae*, *C. canis* and *Cystoisospora* sp.

**Keywords:** intestinal protozoa, dogs, cats, prevalence, age dynamics

**Acknowledgements.** The work was carried out within the framework of State Assignment No. FGUG-2025-0001.

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

**For citation:** Kurnosova O. P., Panova O. A. Species composition and age dynamics of the spread of intestinal protozoa in domestic dogs and cats in the city of Moscow. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):34–48. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-34-48>

© Kurnosova O. P., Panova O. A., 2025

## Введение

Исследования животных на наличие паразитарных болезней проводят повсеместно; их конечной целью является выявление патогенных возбудителей и принятие мер по лечению и профилактике болезней, ими вызываемых. Определение видовой разнообразия возбудителей, показателей зараженности, зависи-

мости этих показателей от возраста животных и выявление потенциальной опасности распространения зоонозов - предмет научных изысканий [2, 4, 8, 25, 30]. Собаки и кошки во всем мире являются популярными животными для домашнего содержания и поэтому к ним обращено пристальное внимание со стороны специалистов-паразитологов.

В настоящее время в российской научной литературе простейшим у домашних собак и кошек уделяется не так много внимания. Недостаточно информации о видовом разнообразии возбудителей, сочетанном паразитировании разных простейших, взаимосвязи возраста и показателей зараженности.

Стоит отметить имеющиеся трудности при диагностике простейших классическими методами: не регулярное выделение диагностических стадий с фекалиями, необходимость применения специальных методик исследования, малые размеры объектов [5, 28]. Видимо, поэтому, согласно научной литературе, среди простейших, паразитирующих у собак и кошек, в основном регистрируют цистоизоспоры, гiardии и токсоплазмы [1, 4, 8, 9]. Крайне редко можно найти информацию об обнаружении криптоспоридий и нет информации о распространении трихомонад, неоспор или гаммондий у собак, бесноитий у кошек [8, 25].

Целью нашего исследования было изучение распространения кишечных простейших у домашних собак и кошек на территории г. Москвы.

### Материалы и методы

Исследования проведены с января 2020 по декабрь 2022 гг. во ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН г. Москвы. Всего исследовано 2212 проб фекалий от собак, из них 994 проб от щенков в возрасте от 1 до 12 мес., и 1199 от кошек, из них 465 от котят в возрасте от 1 до 12 мес. Все исследованные животные были домашнего содержания.

Фекалии исследовали флотационным методом с двойным центрифугированием с использованием раствора сульфата цинка ( $ZnSO_4$ ) плотностью 1,24 г/см<sup>3</sup>. Первоначально фекалии в количестве 2-5 г смешивали с водой в пластиковых стаканчиках и фильтровали через 2 слоя марли в центрифужную пробирку объемом 15 мл; суспензию центрифугировали 15 мин при 650 г. После этого супернатант сливали. Центрифугирование повторяли с раствором  $ZnSO_4$ . Через 5 минут после центрифугирования гельминтологической петлей каплю с поверхностной пленки переносили на предметное стекло и микроскопировали.

Для выявления трофозоитов трихомонад использовали нативную микроскопию фека-

лий. Для этого готовили фекальную эмульсию, переносили ее стеклянной палочкой на предметное стекло с добавлением капли физиологического раствора.

Зараженность животных (экстенсивность инвазии) рассчитывали отношением числа животных с положительным результатом к общему числу обследованных животных, выраженное в процентах.

Микроскопирование проводили с покровным стеклом при увеличении  $\times 100$  и  $\times 400$  с использованием микроскопа Lomo (Joint stock company Lomo, Россия).

При анализе результатов учитывали возраст животных и условия их содержания по информации, полученной от владельцев.

При статистическом анализе данных использовали проверку независимости распределений Хи-квадрат. Во всех сравнениях было установлено пороговое р-значение 0,05. Для оценки взаимосвязи между возрастом животного и зараженностью каждым из видов кишечных простейших использовали коэффициент корреляции  $\tau$  Кендалла, так как распределение по возрасту не соответствовало требованию нормальности распределения, которая необходима в случае использования корреляции Пирсона. Коэффициент корреляции  $\tau$  Кендалла может принимать значения от -1 до +1, где значения меньше 0 говорят о наличии отрицательной связи (с ростом возраста зараженность снижается), а значения больше нуля свидетельствуют о положительной связи (с ростом возраста зараженность растет). Нулевое значение коэффициента корреляции говорит об отсутствии связи, а чем больше по модулю коэффициент, тем сильнее взаимосвязь двух переменных. Анализ данных проводили с использованием статистического пакета СПСС версии 26.0 (IBM SPSS, NY, USA).

### Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что у собак выявлены 7 видов кишечных простейших: *G. duodenalis*, *Sarcocystis* sp., *Cystoisospora canis*, *Cystoisospora* sp., *Cryptosporidium* sp., *Sarcocystidae* gen. sp., представители сем. *Trichomonadidae* (рис. 1–3). Общая распространенность кишечных простейших у собак составила 19,8% (439/2212). Самыми распространенными были *G. duodenalis* – 9,27%

(205/2212), затем *Sarcocystis* sp. – 3,8% (84/2212), реже обнаруживали *Cystoisospora* sp. – 2,58% (57/2212), *Cryptosporidium* sp. – 2,49% (55/2212),

*Cystoisospora canis* – 1,13% (25/2212), Sarcocystidae gen. sp. – 0,3% (7/2212), сем. *Trichomonadidae* – 0,27% (6/2212) (табл. 1).



Рис. 1. Цисты *Giardia duodenalis* в фекалиях собаки (масштабная линейка =10 мкм)

Fig. 1. *Giardia duodenalis* cysts in dog feces (scale bar =10  $\mu$ m)

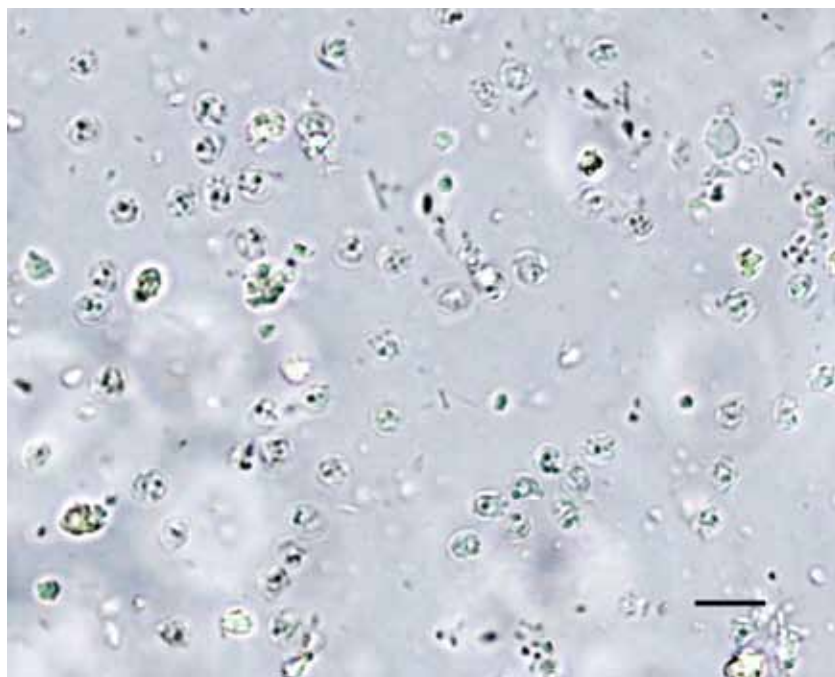


Рис. 2. Ооцисты *Cryptosporidium* sp. у собаки (масштабная линейка =10 мкм)

Fig. 2. *Cryptosporidium* sp. oocysts in a dog (scale bar =10  $\mu$ m)

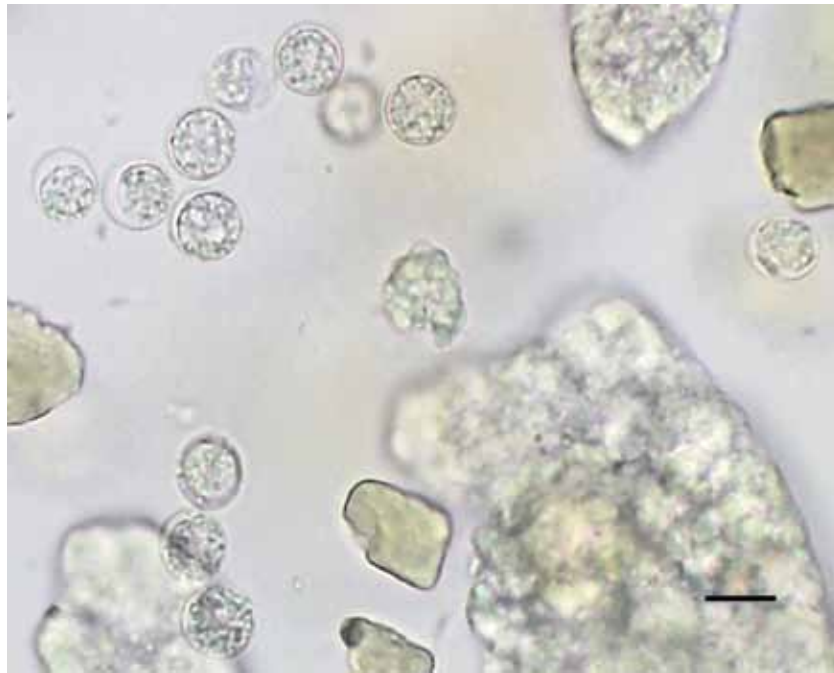


Рис. 3. Ооцисты Sarcocystidae gen. sp. у собаки (масштабная линейка =10 мкм)

Fig. 3. Sarcocystidae gen. sp. oocysts in a dog (scale bar =10  $\mu$ m)

Таблица 1

Показатели зараженности кишечными простейшими собак и кошек

Table 1

Infection with intestinal protozoa in dogs and cats

Возбудитель	Зараженность простейшими			
	собак		кошек	
	положительная проба	%	положительная проба	%
<i>G. duodenalis</i>	205	9,27	66	5,50
<i>Cryptosporidium</i> sp.	55	2,49	50	4,17
<i>Sarcocystis</i> sp.	84	3,80	5	0,42
Сем. <i>Trichomonadidae</i>	6	0,27	32	2,67
<i>Cystoisospora</i> sp.	57	2,58	-	-
<i>C. canis</i>	25	1,13	-	-
<i>C. felis</i>	-	-	16	1,33
<i>C. rivolta</i>	-	-	3	0,25
Sarcocystidae gen. sp.	7	0,30	2	0,17

У кошек также обнаружено 7 видов кишечных простейших: *G. duodenalis*, *Sarcocystis* sp., *Cystoisospora felis*, *C. rivolta*, *Cryptosporidium* sp., сем. *Trichomonadidae* и Sarcocystidae gen. sp. (см. табл. 1, рис. 4). Общая распространенность кишечных простейших у кошек составила 14,5% (174/1199). Показатели экстенсивности инвазии простейшими *G. duodenalis* составили 5,5% (66/1199), *Cryptosporidium* sp. –

4,17% (50/1199), сем. *Trichomonadidae* – 2,67% (32/1199), *C. felis* – 1,33% (16/1199), *Sarcocystis* sp. – 0,42% (5/1199), *C. rivolta* – 0,25% (3/1199), Sarcocystidae gen. sp. – 0,17% (2/1199).

Для более подробного изучения взаимосвязи зараженности каждым из видов кишечных простейших с возрастом животного был использован корреляционный анализ и рассчитан коэффициент корреляции  $\tau$  Кендалла.

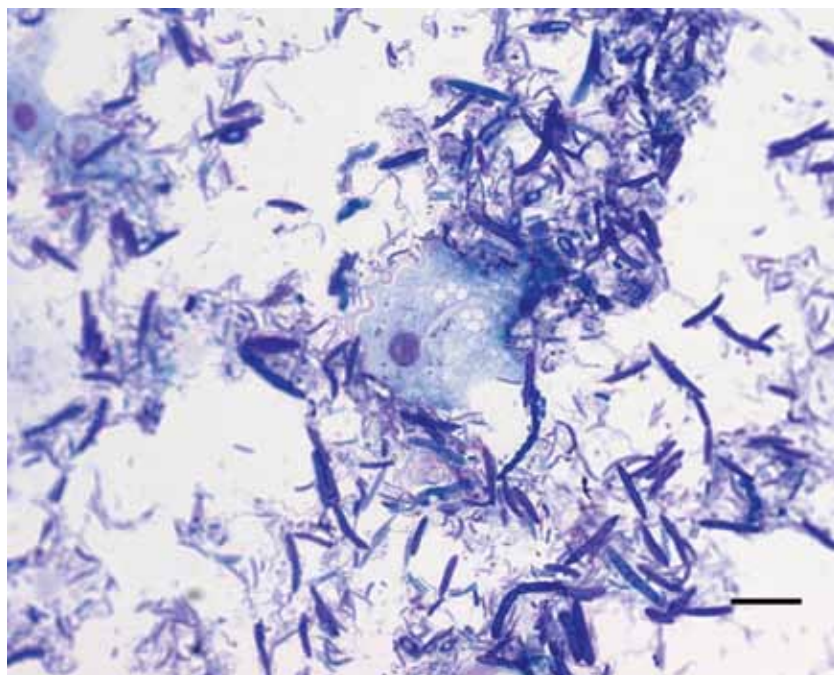


Рис. 4. Трихомонада в фекалиях кошки (окраска гематоксилином и эозином, масштабная линейка =10 мкм)

Fig. 4. Trichomonas in cat feces (H&E staining, scale bar =10 μm)

В ходе корреляционного анализа была выявлена статистически значимая, но не очень сильная отрицательная связь для зараженности собак *G. duodenalis* (-0,216), *Cryptosporidium* sp. (-0,132), сем. *Trichomonadidae* (-0,048), *C. canis* (-0,102) и *Cystoisospora* sp. (-0,138). Аналогично для кошек небольшая, но статистически значимая отрицательная корреляция была установлена между возрастом и зараженностью *G. duodenalis* (-0,064), *Cryptosporidium* sp. (-0,121) и *C. felis* (-0,084).

Таким образом, с возрастом собак и для кошек снижается степень зараженности *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp., для собак также снижается зараженность простейшими сем. *Trichomonadidae*, *C. canis* и *Cystoisospora* sp., а для кошек – *C. felis* (табл. 2).

Для детального анализа возрастной распространенности кишечных простейших были выделены три возрастные группы животных: от 1 до 12 мес., от 1 года до 8 лет и от 8 лет и старше. Анализ взаимосвязи частоты встречаемости кишечных простейших показал, что чаще их регистрируют у собак и кошек в возрасте от 1 до 12 мес. (табл. 3). Часто выявляют простейших *G. duodenalis* – 17,1% (170/994) у собак в возрасте 1–12 мес.,

в меньшей степени, но с одинаковой частотой *Cryptosporidium* sp. и *Cystoisospora* sp. – 4,6% (46/994). У кошек в возрасте 1–12 мес. с одинаковой частотой зарегистрированы случаи обнаружения *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp. – 7,5% (35/465), в меньшей степени – простейшие сем. *Trichomonadidae* (3,44%, 16/465) и *C. felis* (2,6%, 12/465). В возрасте от 1 года до 8 лет показатели зараженности у собак и кошек ниже, чем у животных до 12 мес. Ввиду чрезвычайно малой зараженности животных простейшими в возрасте старше 8 лет статистическое сравнение из-за некорректности не проводили. Исключение составляет лишь зараженность собак в возрасте 1–8 лет *Sarcocystis* sp. – она достигает 5%.

Исследования показали, что у 15,5% собак и 12% кошек кишечные протозойные болезни регистрируют в виде моноинвазии. У собак наиболее часто встречаются сочетания двух видов простейших: *G. duodenalis* и *C. canis*, *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp., у кошек *G. duodenalis* и *Cryptosporidium* sp., *G. duodenalis* и сем. *Trichomonadidae* (рис. 5, 6). Инвазии, вызванные сочетанием трех видов кишечных простейших, выявлены только у собак. Наиболее часто у кошек и собак отмечены сме-

Таблица 2

Корреляционный анализ частоты заражений простейшими собак и кошек с возрастом

Table 2

Correlation analysis of the frequency of protozoan infections in dogs and cats with age

Возбудитель	Частота заражений			
	собак		кошек	
	τ Кендалла	Р-значение	τ Кендалла	Р-значение
<i>G. duodenalis</i>	-0,216*	0,000	-0,064*	0,008
<i>Cryptosporidium</i> sp.	-0,132*	0,000	-0,121*	0,000
<i>Sarcocystis</i> sp.	0,006	0,751	0,010	0,694
Сем. <i>Trichomonadidae</i>	-0,048*	0,008	-0,013	0,584
<i>C. canis</i>	-0,102*	0,000	-	-
<i>Cystoisospora</i> sp	-0,138*	0,000	-	-
<i>C. rivolta</i>	-	-	-0,040	0,100
<i>C. felis</i>	-	-	-0,084*	0,000
Sarcocystidae gen. sp.	-0,027	0,136	-0,016	0,515

Примечание. [Note]. \* отмечены статистически значимые корреляции при  $P < 0,001$   
[statistically significant correlations were noted at  $P < 0.001$ ]

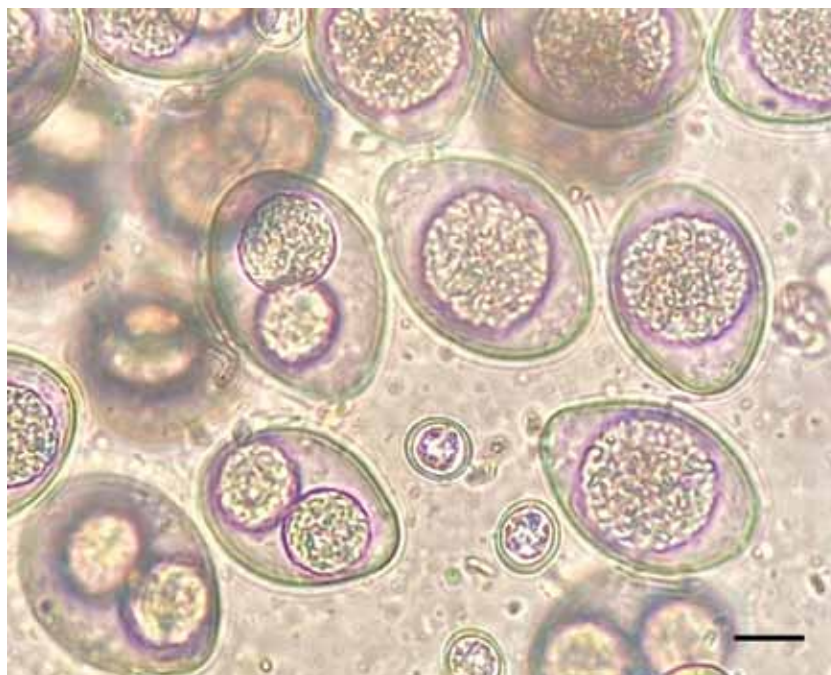


Рис. 5. Ооцисты *Cystoisospora felis* и *Sarcocystidae* gen. sp. у кошки (масштабная линейка =10 мкм)

Fig. 5. Oocysts of *Cystoisospora felis* and *Sarcocystidae* gen. sp. in a cat (scale bar =10  $\mu$ m)

шанные инвазии, вызванные сочетанием *G. duodenalis* с разными видами других кишечных простейших (табл. 4).

### Обсуждение

Мониторинг фауны паразитов у домашних животных на той или иной территории по-

зволяет определить основные эпизоотические особенности разных видов паразитов, что может лечь в основу эффективной профилактики распространения инвазии среди животных и человека [2, 21, 26, 34, 37].

В данном исследовании *G. duodenalis* являются наиболее распространенными про-

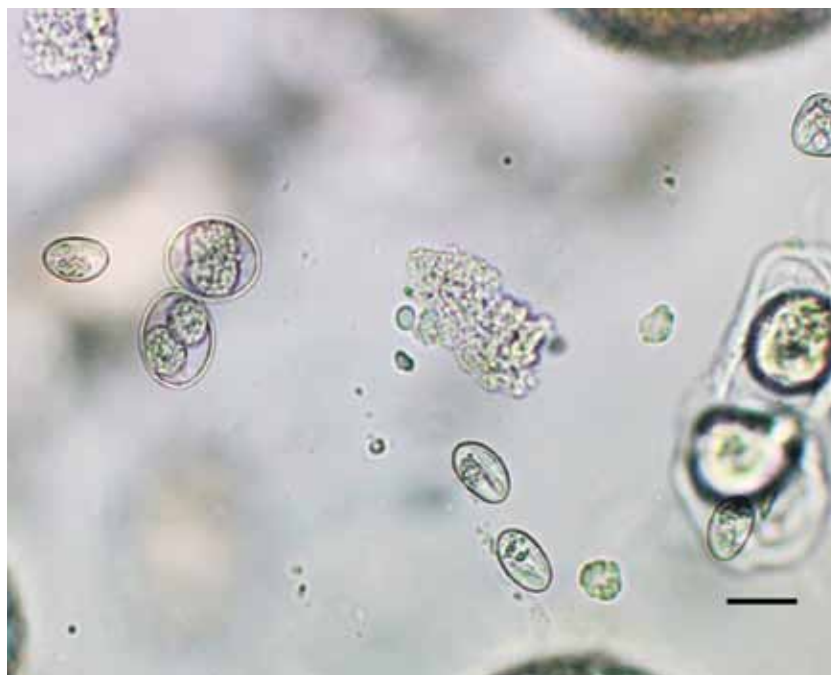


Рис. 6. Спороцисты *Sarcocystis* sp. и ооцисты *Cystoisospora* sp. у собаки (масштабная линейка =10 мкм)  
 Fig. 6. *Sarcocystis* sp. sporocysts and *Cystoisospora* sp. oocysts in a dog (scale bar =10  $\mu$ m)

стейшими с общей зараженностью 5,5 и 9,27% соответственно. Наиболее сильно заражены собаки (17,1%) и кошки (7,5%) в возрасте до 12 мес. Показатели зараженности в разных регионах могут варьировать, на что влияют такие факторы как климат, условия жизни животного, возраст, метод исследования, группы исследуемых животных. Во многих регионах мира гиардии выявляют чаще других кишечных простейших, а молодой возраст животного является predisposing фактором для заражения [3, 10, 13, 14, 26, 30, 36].

Паразитирование гиардий в тонком отделе кишечника вызывает ускорение апоптоза энтероцитов, нарушение тонкокишечного барьера, укорочение микроворсинок, дефицит дисахаридазы, нарушение всасывания и ферментативной активности. Эти патологические процессы приводят к развитию осмотической диареи [17]. Клинические проявления разнообразны – от диареи до незначительных отклонений или отсутствия симптомов, но наиболее часто отмечают кашицевидный стул и резкий запах [26].

Зараженность взрослых собак *Sarcocystis* sp. составила 4,18%. Показатели распространенности *Sarcocystis* sp. у собак могут сильно варьировать. Это, в первую очередь, зависит

от типа кормления животных [2]. Кишечная стадия саркоцистоза у плотоядных животных является самоограничивающейся, а клинические признаки регистрируют редко [19, 33].

Представителей рода *Cystoisospora* у щенков и котят регистрировали реже, чем *G. duodenalis* – 4,6 и 2,6%, соответственно. Несколько выше экстенсивность инвазии этими простейшими отмечена в сообщениях С. В. Коняева – 6,8% у собак и 5,1% у кошек, а по сообщениям Р. М. Акбаева зараженность собак составила 14,7%, кошек – 41,5% [1, 2]. По данным Д. Н. Полухиной, у кошек из приютов города цистоизоспоры регистрировали у 21,7% [6].

Показатели зараженности по данным простейшим будут зависеть от обсемененности ооцистами среды обитания животных и от образа их жизни при условии возможности поедания паразитических хозяев. Устойчивость ооцист изоспор во внешней среде и скученное содержание животных являются predisposing факторами для передачи инвазии в приютах и питомниках [12, 22].

Зараженность собак другими видами простейших семейства Sarcocystidae, к которым мы отнесли виды *Neospora caninum* и *Hammondia heydorni* в нашем исследовании,

Таблица 3

## Зараженность кишечными простейшими собак и кошек разных возрастов

Table 3

## Age-specific prevalence of intestinal protozoa in dogs and cats

Возбудитель	Зараженность простейшими животными в возрасте						Хи-квадрат / P-значение
	1-12 мес.		1 год – 8 лет		старше 8 лет		
	положительная проба	%	положительная проба	%	положительная проба	%	
Собаки							
<i>G. diodenalis</i>	170	17,1	32	3,3	3	1,6	123,94 / <0,001*
<i>Cryptosporidium</i> spp.	46	4,6	9	0,9	0	0,0	32,49 / <0,001*
<i>Sarcocystis</i> sp.	33	3,3	49	5,0	2	1,1	8,14 / 0,017*
Сем. <i>Trichomonadidae</i>	5	0,5	1	0,1	0	0,0	3,41 / 0,182
<i>C. canis</i>	21	2,1	4	0,4	0	0,0	14,83 / 0,001*
<i>Cystoisospora</i> sp.	46	4,6	10	1,0	1	0,5	28,3 / <0,001*
<i>Sarcocystidae</i> gen. sp.	4	0,4	3	0,3	0	0,0	0,8 / 0,671
Кошки							
<i>G. diodenalis</i>	35	7,5	30	5,2	1	0,7	10,06 / 0,007*
<i>Cryptosporidium</i> spp.	35	7,5	15	2,6	0	0,0	22,68 / <0,001*
<i>Sarcocystis</i> sp.	2	0,4	2	0,3	1	0,7	0,33 / 0,848
Сем. <i>Trichomonadidae</i>	16	3,4	13	2,3	3	2,1	1,62 / 0,446
<i>C. rivolta</i>	3	0,6	0	0,0	0	0,0	4,66 / 0,097
<i>C. felis</i>	12	2,6	4	0,7	0	0,0	9,13 / 0,010*
<i>Sarcocystidae</i> gen. sp.	1	0,2	1	0,2	0	0,0	0,3 / 0,859

Примечание. [Note]. \* отмечены статистически значимые отличия при P < 0,05 [statistically significant differences were noted at P < 0.05]

Таблица 4

## Распространённость смешанных протозойных инвазий у собак и кошек

Table 4

## Prevalence of mixed protozoan infections in dogs and cats

Возбудитель	Заражённость простейшими			
	кошек		собак	
	положительная проба	%	положительная проба	%
<i>G. duodenalis</i> + <i>Cryptosporidium</i> sp.	6	0,50	7	0,30
<i>G. duodenalis</i> + <i>C. canis</i>	-	-	10	0,50
<i>G. duodenalis</i> + сем. <i>Trichomonadidae</i>	5	0,40	3	0,10
<i>C. canis</i> + <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	6	0,30
<i>G. duodenalis</i> + <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	6	0,30
<i>Sarcocystis</i> sp.+ <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	4	0,20
<i>Cryptosporidium</i> sp. + <i>C. felis</i>	2	0,20	-	-
<i>Cryptosporidium</i> sp. + <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	4	0,20
<i>G. duodenalis</i> + <i>C. felis</i>	2	0,20	-	-
<i>Sarcocystis</i> sp.+ <i>Sarcocystidae</i> gen. sp.	1	0,10	-	-
<i>G. duodenalis</i> + <i>Sarcocystis</i> sp.	-	-	3	0,10
<i>Sarcocystis</i> sp. + <i>Sarcocystidae</i> gen. sp.	-	-	1	0,05
<i>G. duodenalis</i> + <i>Sarcocystidae</i> gen. sp.	-	-	1	0,05
<i>G. duodenalis</i> + <i>C. canis</i> + <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	2	0,10
<i>Cryptosporidium</i> sp. + <i>C. canis</i> + <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	1	0,05
<i>G. duodenalis</i> + сем. <i>Trichomonadidae</i> + <i>Cystoisospora</i> sp.	-	-	1	0,05
<i>G. duodenalis</i> + <i>Sarcocystis</i> sp. + <i>Sarcocystidae</i> gen. sp.	-	-	1	0,05

составила у щенков 0,4% и у взрослых собак 0,24%. Простейшие этих видов по морфологии неотличимы друг от друга. Обнаружение у собак вида *N. caninum* имеет большое значение для их здоровья, так как при тканевой форме болезни могут развиваться поражения нервной и мышечной ткани [16, 20].

У кошек обнаружены другие кокцидии семейства *Sarcocystidae* – *Toxoplasma gondii* и представители рода *Besnotia* и *Hammondia*. Данная группа ооцист нами выявлена у 0,2% кошек в возрасте до 12 мес. и у 0,13% кошек старше 12 мес. Низкие показатели экстенсивности инвазии простейшими *T. gondii* при исследовании фекалий у кошек связаны с коротким периодом кишечной стадии, которая часто протекает бессимптомно [15, 20, 23]. Ввиду этих особенностей обнаружение ооцист данного семейства в фекалиях не отображает истинного распространения токсоплазмоза среди кошек. Несмотря на глобальное распространение и низкий уровень клинической заболеваемости и летальности у собак и кошек, подтверждение токсоплазмоза необхо-

димо, так как нахождение бразидиозитов имеет потенциальную опасность для реверсии инвазии при развитии вторичного иммунодефицитного состояния [15, 23].

Жгутиковые простейшие сем. *Trichomonadidae* в нашем исследовании были выявлены от кошек и собак, содержащихся или выведенных в питомниках. Распространённость инвазии у кошек в возрасте до 12 мес. составила 3,45%, старше 12 мес. – 2,2%. Этих простейших у собак регистрировали значительно реже – 0,5 и 0,88%, соответственно. Данные согласуются с результатами других исследователей [18, 20, 24]. Трихомоноз у кошек распространён во всем мире и наиболее часто встречается среди животных, выращенных в местах с высокой плотностью размещения [6, 35]. Заражение происходит путем прямой фекально-оральной передачи или через объекты окружающей среды, загрязнённые свежими фекалиями [7, 32].

Заражению *Cryptosporidium* sp. в большей степени подвержены молодые собаки и кошки [25, 31]. Это прослеживается и в нашем ис-

следовании: у собак до 12 мес. зараженность составила 4,6%, у кошек до 12 мес. – 7,5%, у взрослых животных в возрасте от 1 года до 8 лет – 0,73 и 2,0%, соответственно. Из-за хорошей устойчивости ооцист криптоспоридий в окружающей среде и к воздействию большинства дезинфицирующих средств, у животных в приютах или питомниках при скученном содержании заражение криптоспоридиями происходит круглогодично и не имеет сезонной зависимости [20].

На характер течения инвазии влияет состояние иммунной системы. Недостаточность клеточного иммунитета, хемотаксиса, цитокинов снижает способность купировать криптоспоридиозную инвазию [27, 29]. У иммунокомпетентных животных клинические проявления могут быть не выраженными даже при интенсивной инвазии. Длительное персистирование криптоспоридий можно рассматривать как маркер состояния иммунной системы и проводить исследования на сопутствующие инфекции, что особенно актуально для кошек, при наличии вируса лейкемии и иммунодефицита [20]. У собак паразитируют виды *Cryptosporidium canis*, *C. parvum*, *C. muris*, у кошек *C. felis*, *C. parvum* и *C. muris*. Есть сообщения об обнаружении *C. canis*, *C. parvum* и *C. felis* у людей. Это делает животных потенциальным источником инвазии для человека [11].

Фауна кишечных протозоозов в этом исследовании аналогична нашим предыдущим результатам [24]. Таким образом, на основании мониторинга в течение 8 лет (с 2012 по 2017, с 2020 по 2022 гг.) можно сделать вывод об определенном видовом постоянстве фауны простейших у собак и кошек домашнего содержания в городской среде. Своевременное выявление как моно- так и смешанных инвазий с последующим лечением будет предотвращать распространение протозоозов среди животных и человека.

### Заключение

Наши исследования показали разнообразие кишечных простейших у собак и кошек домашнего содержания. Такие виды простейших, как *G. duodenalis*, *Cryptosporidium* sp. и *T. gondii* являются возбудителями зоонозов. Полученные данные продемонстрировали ключевое значение возраста животных при оценке показателей зараженности.

### Список источников

1. Акбаев Р. М., Бабичев Н. В., Золотухина А. А. Эпизоотическая ситуация по протозоозам домашних плотоядных на территории Москвы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 253-257. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-98-6-253-256>
2. Коняев С. В., Прилепский Ю. О. Фауна эндопаразитов кошек и собак регионов России // Современная ветеринарная медицина. 2022. № 2. С. 26-31.
3. Коняев С. В., Борцова М. С., Филимонова О. Б., Скороходова Н. Н., Кобяков В. И. Гиардиоз (лямблиоз) собак в России: распространенность и эффективное лечение // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2015. № 5. С. 42-45.
4. Лощинин М. Н., Студенникова У. В., Белименко В. В. Кишечные протозоозы собак и кошек в условиях мегаполиса // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2015. № 1. С. 20-21.
5. Панова О. А., Курносова О. П., Хрусталева А. В., Арисов М. В. Методы копрологической диагностики паразитозов животных // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 3. С. 365-377. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-3-365-377>
6. Полухина Д. Н., Сергеева Н. А., Сысоева Н. Ю., Панова О. А. Кишечные паразитозы кошек, содержащихся в приютах // Ветеринарный врач. 2020. № 6. С. 43-49. <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-6-43-49>
7. Сергеев В. П., Лобзин Ю. В., Козлова С. С. Паразитарные болезни человека. С-Петербург, 2006. С. 136-141.
8. Сивкова Т. Н., Четанов Н. А. Динамика зараженности домашних собак кишечными паразитами в городе Перми // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15, № 1. С. 55-61. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-55-61>
9. Трусова А. В., Коренкова Е. В., Зубов А. В., Петров Ю. Ф. Паразитофауна собак в Москве и Московской области // Российский паразитологический журнал. 2008. № 4. С. 16-17.
10. Agresti A., Berrilli F., Maestrini M., Guadano Procesi I., Loretto E., Vonci N., Perrucci S. Prevalence, risk factors and genotypes of *Giardia duodenalis* in sheltered dogs in Tuscany (Central Italy). Pathogens. 2021; 11 (1): 12. <https://doi.org/10.3390/pathogens11010012>

11. Ali N. A., Ali M. J. Molecular detection of *Cryptosporidium* spp. in stray cats in Al-Qadisiyah governorate. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 2023; 37 (2): 369-373. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2022.133893.2317>.
12. Altreuther G., Gasda N. Efficacy of emodepside plus toltrazuril suspension (Procox (®) oral suspension for dogs) against prepatent and patent infection with *Isospora canis* and *Isospora ohioensis*-complex in dogs. *Parasitology Research*. 2011; 109 (1): 9-20. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2398-0>
13. Bilgic B., Bayrakal A., Dokuzeylul B., Dodurka T., Or M. E. Zoonotic importance of *Giardia* spp. infections in asymptomatic dogs. *Van Veterinary Journal*. 2020; 31 (3): 158-160. <https://doi.org/10.36483/vanvetj.813479>
14. Bouzid M., Halai K., Jeffreys D., Hunter P. R. The prevalence of *Giardia* infection in dogs and cats, a systematic review and meta-analysis of prevalence studies from stool samples. *Veterinary Parasitology*. 2015; 207 (3-4): 181-202. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.12.011>
15. Calero-Bernal R., Gennari S. M. Clinical toxoplasmosis in dogs and cats: an update. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019; 26 (6): 54. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00054>
16. Cerqueira-Cezar C. K., Calero-Bernal R. All about neosporosis in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. 2017; 26 (3): 253-279. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017045>
17. Cotton J. A., Beatty J. K., Buret A. G. Host parasite interactions and pathophysiology in *Giardia* infections. *International Journal of Parasitology*. 2011; 41 (9): 925-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2011.05.002>
18. Dąbrowska J., Karamon J. *Tritrichomonas foetus* as a causative agent of tritrichomonosis in different animal hosts. *Journal of Veterinary Research*. 2019; № 63: 533-541. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0072>.
19. Fayer R., Esposito D. H., Dubey J. P. Human infections with *Sarcocystis* species. *Clinical Microbiology Reviews*. 2015; 28 (2): 295-311. <https://doi.org/10.1128/CMR.00113-14>
20. Green C. E. Infectious diseases of the dog and cat. Ed. Greene C. E. 2012; 771-784.
21. Gultekin M., Ural K., Aysul N., Ayan A., Balıkcı C., Akyıldız G. Prevalence and molecular characterization of *Giardia duodenalis* in dogs in Aydin, Turkey. *International Journal of Environmental Health Research*. 2017; 27 (3): 161-168. <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1310187>
22. Houk A. E., O'Connor T. Experimentally induced clinical *Cystoisospora canis* coccidiosis in dogs with prior natural patent *Cystoisospora ohioensis*-like or *C. canis* infections. *Journal of Parasitology*. 2013; 99 (5): 892-895. <https://doi.org/10.1645/13-197.1>
23. Jesus Deiro A., Prado D. Presence of atypical genotypes of *Toxoplasma gondii* isolated from cats in the state of Bahia, Northeast of Brazil. *PLoS One*. 2021; 16 (10): e0253630. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253630>
24. Kurnosova O. P., Arisov M. V. Intestinal parasites of pets and other house-kept animals in Moscow. *Helmintologia*. 2019; 56 (2): 108-117. <https://doi.org/10.2478/helm20190007>
25. Kurnosova O. P., Panova O. A., Arisov M. V. The prevalence of potentially zoonotic intestinal parasites in dogs and cats in Moscow, Russia. *Helminthologia*. 2023; 60 (1): 44-51. <https://doi.org/10.2478/helm-2023-0009>
26. Kurnosova O. P., Panova O. A., Arisov M. V. Prevalence of *Giardia duodenalis* in dogs and cats: Age-related predisposition, symptomatic, and asymptomatic cyst shedding. *Veterinary World*. 2024; 17 (2): 379-383. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.379-383>
27. Lamb T. J. Immunity to parasitic infection. First Edition. JohnWiley&Sons, Ltd. 2012; 121-134.
28. Li J., Dan X., Zhu K., Li N., Guo Y., Zheng Z., Feng Y., Xiao, L. Genetic characterization of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in dogs and cats in Guangdong, China. *Parasites and vectors*. 2019; 12 (1): 571. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3822-z>
29. Mohammad F. I., Ridh D. A. A.M., Kokaz O. F. A general review on cryptosporidium parvum: pathogenesis, diagnosis and treatment. *World Journal of Current Medical and Pharmaceutical Research*. 2023; 5 (3): 47-50. <https://doi.org/10.37022/wjcmpr.v5i3.264>
30. Murnik L. C., Dauschies A., Delling C. Gastrointestinal parasites in young dogs and risk factors associated with infection. *Parasitology Research*. 2023; 122 (2): 585-596. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07760-9>
31. Murnik L-C., Dauschies A. Cryptosporidium infection in young dogs from Germany. *Parasitology Research*. 2022; 121. 2985-2993. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07632-2>
32. Rosypal A. C., Ripley A. Survival of a feline isolate of *Tritrichomonas foetus* in water, cat urine, cat food and cat litter. *Veterinary Parasitology*. 2012; 30. 185 (2-4): 279-281. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.003>

33. Rovid A. Sarcocystosis. 2020; Retrieved from <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>.
34. Sweet S., Hegarty E., McCrann D. J., Coyne M., Kincaid D., Szlosek D. A 3-year retrospective analysis of canine intestinal parasites: Fecal testing positivity by age, U.S. Geographical region and reason for veterinary visit. *Parasites and vectors*. 2023; 14 (1): 173. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04678-6>
35. Tolbert M. K., Gookin J. L. Mechanisms of *Tritrichomonas foetus* pathogenicity in cats with insights from venereal trichomonosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016; 30 (2): 516–526. <https://doi.org/10.1111/jvim.13920>
36. Uiterwijk M., Nijse R., Kooyman F. N. J., Wagenaar J. A., Mughini-Gras L., Ploeger H. W. Host factors associated with *Giardia duodenalis* infection in dogs across multiple diagnostic tests. *Parasites and vectors*. 2019; 12 (1): 556. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3810-3>
37. Zanzani S. A., Gazzonis A. L., Scarpa P., Berrilli F., Manfredi M. T. Intestinal parasites of owned dogs and cats from metropolitan and micropolitan areas: Prevalence, zoonotic risks, and pet owner awareness in Northern Italy. *BioMed Research International*. 2014; 696508. <https://doi.org/10.1155/2014/696508>

Статья поступила в редакцию 08.11.24; одобрена после рецензирования 15.11.24; принята к публикации 07.02.25

Об авторах:

**Курносова Ольга Петровна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории паразитарных зоонозов, SPIN-код: 6784-0914, Researcher ID: U-9779-2018, Scopus ID: 23473657000.

**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.

Вклад авторов:

Курносова О. П. – разработка дизайна опытов, обзор публикаций по теме статьи, исследование материала, определение возбудителей, анализ полученных данных, разработка дизайна рукописи, написание текста рукописи.

Панова О. А. – разработка дизайна опытов, обзор публикаций по теме статьи, исследование материала, определение возбудителей.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Akbaev R. M., Babichev N. V., Zolotukhina A. A. Epizootic situation of protozoan diseases in domestic carnivores in Moscow. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2022; 6 (98): 253-257. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-98-6-253-256>
2. Konyaev S. V., Prilepsky Yu. O. Fauna of endoparasites of cats and dogs in the regions of Russia. *Sovremennaya veterinarnaya meditsina = Modern veterinary medicine*. 2022; 2: 26-31. (In Russ.)
3. Konyaev S. V., Bortsova M. S., Filimonova O. B., Skorokhodova N. N., Kobayakov V. I. Giardiasis (lamblia) in dogs in Russia: prevalence and effective treatment. *Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal. Melkiye domashniye i dikiye zhivotnyye = Russian Veterinary Journal. Small domestic and wild animals*. 2015; 5: 42-45. (In Russ.)
4. Loshinin M. N., Studennikova U. V., Belimenko V. V. Intestinal protozoan diseases of dogs and cats in a metropolis. *Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal. Melkiye domashniye i dikiye zhivotnyye = Russian Veterinary Journal. Small domestic and wild animals*. 2015; 1: 20-21. (In Russ.)
5. Panova O. A., Kurnoсова O. P., Khrustalev A. V., Arisov M. V. Methods of coprological diagnostics of animal parasitosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023; 17 (3): 365–377. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-3-365-377>
6. Polukhina D. N., Sergeeva N. A., Sysoeva N. Yu., Panova O. A. Intestinal parasitoses of cats kept in shelters. *Veterinarnyy vrach = Veterinary doctor*. 2020; 6: 43-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-6-43-49>
7. Sergiev V. P., Lobzin Yu. V., Kozlova S. S. Human parasitic diseases. St. Petersburg. 2006; 136-141. (In Russ.)
8. Sivkova T. N., Chetanov N. A. Dynamics of intestinal parasite infections in domestic dogs in the city of Perm. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (1): 55–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-55-61>
9. Trusova A. V., Korenskova E. V., Zubov A. V., Petrov Yu. F. Parasite fauna of dogs in Moscow and

- the Moscow region. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian journal parasitology*. 2008; 4: 16-17. (In Russ.)
10. Agresti A., Berrilli F., Maestrini M., Guadano Procesi I., Loretto E., Vonci N., Perrucci S. Prevalence, risk factors and genotypes of *Giardia duodenalis* in sheltered dogs in Tuscany (Central Italy). *Pathogens*. 2021; 11 (1): 12. <https://doi.org/10.3390/pathogens11010012>
  11. Ali N. A., Ali M. J. Molecular detection of *Cryptosporidium* spp. in stray cats in Al-Qadisiyah governorate. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 2023; 37 (2): 369-373. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2022.133893.2317>.
  12. Altreuther G., Gasda N. Efficacy of emodepside plus toltrazuril suspension (Procox (\*) oral suspension for dogs) against prepatent and patent infection with *Isospora canis* and *Isospora ohioensis*-complex in dogs. *Parasitology Research*. 2011; 109 (1): 9-20. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2398-0>
  13. Bilgic B., Bayrakal A., Dokuzeylul B., Dodurka T., Or M. E. Zoonotic importance of *Giardia* spp. infections in asymptomatic dogs. *Van Veterinary Journal*. 2020; 31 (3): 158-160. <https://doi.org/10.36483/vanvetj.813479>
  14. Bouzid M., Halai K., Jeffreys D., Hunter P. R. The prevalence of *Giardia* infection in dogs and cats, a systematic review and meta-analysis of prevalence studies from stool samples. *Veterinary Parasitology*. 2015; 207 (3-4): 181-202. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.12.011>
  15. Calero-Bernal R., Gennari S. M. Clinical toxoplasmosis in dogs and cats: an update. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019; 26 (6): 54. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00054>
  16. Cerqueira-Cezar C. K., Calero-Bernal R. All about neosporosis in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. 2017; 26 (3): 253-279. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017045>
  17. Cotton J. A., Beatty J. K., Buret A. G. Host parasite interactions and pathophysiology in *Giardia* infections. *International Journal of Parasitology*. 2011; 41 (9): 925-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2011.05.002>
  18. Dąbrowska J., Karamon J. Tritrichomonas foetus as a causative agent of tritrichomonosis in different animal hosts. *Journal of Veterinary Research*. 2019; № 63: 533-541. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2019-0072>.
  19. Fayer R., Esposito D. H., Dubey J. P. Human infections with *Sarcocystis* species. *Clinical Microbiology Reviews*. 2015; 28 (2): 295-311. <https://doi.org/10.1128/CMR.00113-14>
  20. Green C. E. Infectious diseases of the dog and cat. Ed. Greene C. E. 2012; 771-784.
  21. Gultekin M., Ural K., Aysul N., Ayan A., Balıkcı C., Akyıldız G. Prevalence and molecular characterization of *Giardia duodenalis* in dogs in Aydin, Turkey. *International Journal of Environmental Health Research*. 2017; 27 (3): 161-168. <https://doi.org/10.1080/09603123.2017.1310187>
  22. Houk A. E., O'Connor T. Experimentally induced clinical *Cystoisospora canis* coccidiosis in dogs with prior natural patent *Cystoisospora ohioensis*-like or *C. canis* infections. *Journal of Parasitology*. 2013; 99 (5): 892-895. <https://doi.org/10.1645/13-197.1>
  23. Jesus Deiro A., Prado D. Presence of atypical genotypes of *Toxoplasma gondii* isolated from cats in the state of Bahia, Northeast of Brazil. *PLoS One*. 2021; 16 (10): e0253630. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253630>
  24. Kurnosova O. P., Arisov M. V. Intestinal parasites of pets and other house-kept animals in Moscow. *Helminthologia*. 2019; 56 (2): 108-117. <https://doi.org/10.2478/helm20190007>
  25. Kurnosova O. P., Panova O. A., Arisov M. V. The prevalence of potentially zoonotic intestinal parasites in dogs and cats in Moscow, Russia. *Helminthologia*. 2023; 60 (1): 44-51. <https://doi.org/10.2478/helm-2023-0009>
  26. Kurnosova O. P., Panova O. A., Arisov M. V. Prevalence of *Giardia duodenalis* in dogs and cats: Age-related predisposition, symptomatic, and asymptomatic cyst shedding. *Veterinary World*. 2024; 17 (2): 379-383. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.379-383>
  27. Lamb T. J. Immunity to parasitic infection. First Edition. JohnWiley&Sons, Ltd. 2012; 121-134.
  28. Li J., Dan X., Zhu K., Li N., Guo Y., Zheng Z., Feng Y., Xiao, L. Genetic characterization of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in dogs and cats in Guangdong, China. *Parasites and vectors*. 2019; 12 (1): 571. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3822-z>
  29. Mohammad F. I., Ridh D. A. A.M., Kokaz O. F. A general review on cryptosporidium parvum: pathogenesis, diagnosis and treatment. *World Journal of Current Medical and Pharmaceutical Research*. 2023; 5 (3): 47-50. <https://doi.org/10.37022/wjcmpr.v5i3.264>
  30. Murnik L. C., Dausgies A., Delling C. Gastrointestinal parasites in young dogs and risk factors associated with infection. *Parasitology Research*. 2023; 122 (2): 585-596. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07760-9>

31. Murnik L-C., Dausgschies A. Cryptosporidium infection in young dogs from Germany. *Parasitology Research*. 2022; 121. 2985–2993. <https://doi.org/10.1007/s00436-022-07632-2>
32. Rosypal A. C., Ripley A. Survival of a feline isolate of *Tritrichomonas foetus* in water, cat urine, cat food and cat litter. *Veterinary Parasitology*. 2012; 30. 185 (2-4): 279-281. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.003>
33. Rovid A. Sarcocystosis. 2020; Retrieved from <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>.
34. Sweet S., Hegarty E., McCrann D. J., Coyne M., Kincaid D., Szlosek D. A 3-year retrospective analysis of canine intestinal parasites: Fecal testing positivity by age, U.S. Geographical region and reason for veterinary visit. *Parasites and vectors*. 2023; 14 (1): 173. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04678-6>
35. Tolbert M. K., Gookin J. L. Mechanisms of *Tritrichomonas foetus* pathogenicity in cats with insights from venereal trichomonosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016; 30 (2): 516–526. <https://doi.org/10.1111/jvim.13920>
36. Uiterwijk M., Nijssse R., Kooyman F. N. J., Wagenaar J. A., Mughini-Gras L., Ploeger H. W. Host factors associated with *Giardia duodenalis* infection in dogs across multiple diagnostic tests. *Parasites and vectors*. 2019; 12 (1): 556. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3810-3>
37. Zanzani S. A., Gazzonis A. L., Scarpa P., Berrilli F., Manfredi M. T. Intestinal parasites of owned dogs and cats from metropolitan and micropolitan areas: Prevalence, zoonotic risks, and pet owner awareness in Northern Italy. *BioMed Research International*. 2014; 696508. <https://doi.org/10.1155/2014/696508>

The article was submitted 08.11.2024; approved after reviewing 15.11.24; accepted for publication 07.02.2025

*About the authors:*

**Kurnosova Olga P.**, Ph. D., Senior Researcher, Laboratory of Parasitic Zoonoses, SPIN: 6784-0914, Researcher ID: U-9779-2018, Scopus ID: 23473657000.

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

*Contribution of the authors:*

Kurnosova O. P. – development of experiment design, reviewing publications on the topic of the article, researching the material, identification of pathogens; analysis of the data obtained, development of the design of the manuscript, writing the text of the manuscript.

Panova O. A. – development of experiment design, reviewing publications on the topic of the article, researching the material, identification of pathogens.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:616.993:576.89

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-49-55>

## Арахноэнтомозы собак в условиях города Ставрополя

Хизриев Хизри Мурадovich<sup>1</sup>, Багамаев Багама Манапович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Дагестанский государственный аграрный университет, Махачкала, Республика Дагестан, Россия

<sup>2</sup> Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

<sup>1</sup> [khizri.577@gmail.com](mailto:khizri.577@gmail.com)

<sup>2</sup> [bagamaev60@mail.ru](mailto:bagamaev60@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2604-5189>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучение эпизоотической ситуации по арахноэнтомозам собак в г. Ставрополе.

**Материалы и методы.** Всего за 2021–2023 гг. в лечебных клиниках обследовано 2296 собак с поражением кожного покрова. Из них 1539 с дерматитами паразитарной этиологии. Диагноз на акарозы ставили на основании эпизоотических данных, анализа клинической картины, исследования состояния кожного покрова методами инспекционного анализа с применением экспресс-метода и микроскопических исследований соскобов кожи при глубоком поражении. Анализировали данные ветеринарной отчетности г. Ставрополя за 2021–2023 гг.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что дерматиты паразитарного происхождения ежегодно встречаются у 490–510 собак, гельминтозы – у 150–190 животных и протозоозы – у 190–210 собак. В период резких перемен погоды происходило увеличение числа больных животных. Наиболее прогрессируют кожные болезни, вызванные блохами, далее дерматиты, вызванные чесоточными клещами рода *Demodex*, *Sarcoptes* и *Otodectes*, и затем иксодовые клещи.

**Ключевые слова:** арахноэнтомозы, дерматиты, иксодовые клещи, собаки

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Хизриев Х. М., Багамаев Б. М. Арахноэнтомозы собак в условиях города Ставрополя // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 49–55.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-49-55>

© Хизриев Х. М., Багамаев Б. 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

# Arachnoentomosis of dogs in Stavropol

Khizri M. Khizriev<sup>1</sup>, Bahama M. Bagamaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dagestan State Agrarian University, Makhachkala, Republic of Dagestan, Russia

<sup>2</sup>Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

<sup>1</sup>khizri.577@gmail.com

<sup>2</sup>bagamaev60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2604-5189>

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the epizootic situation on arachnoentomosis of dogs in Stavropol.

**Materials and methods.** In total, 2,296 dogs with skin lesions were examined in medical clinics in 2021 to 2023. Of these, 1,539 had dermatitis of parasitic etiology. Acarosis was diagnosed from epizootic data, clinical picture analysis, and skin examinations by inspection analysis using the express method and microscopic examination of skin scrapings in case of deep lesions. We analyzed veterinary reporting data in Stavropol for 2021–2023.

**Results and discussion.** It was found that parasitic dermatitis occurred annually in 490–510 dogs; helminthosis, in 150–190 animals; and protozoa, in 190–210 dogs. During periods of abrupt changes of weather, the number of sick animals increased. Skin diseases caused by fleas progressed most, followed by dermatitis caused by itch mites of the genus *Demodex*, *Sarcoptes*, and *Otodectes*, and then ixodid ticks.

**Keywords:** arachnoentomosis, dermatitis, ixodid ticks, dogs

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest

**For citation:** Khizriev K. M., Bagamaev B. M. Arachnoentomosis of dogs in Stavropol. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):49–55. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-49-55>

© Khizriev K. M., Bagamaev B. M., 2025

## Введение

В обзоре литературы есть данные о факторах, влияющих на повреждение кожного покрова у плотоядных животных. Однако, повреждение кожи может быть вызвано множеством различных факторов. К таковым относятся инфекции (микробы, грибки, вирусы), нарушения обмена веществ (недостаток витаминов, макро- и микроэлементов), паразитарная этиология, при попадании эктопаразитов (клещей, насекомых) и снижение иммунного статуса организма животного [1–3, 9].

Во время анализа данной проблемы наши исследования фокусировались на изучении причин возникновения дерматитов в целом. В первую очередь нас интересовали кожные болезни, возникающие при попадании эктопаразитов на кожный покров. Необходимо отметить, что способствующими факторами являются ослабление организма собак, благо-

приятные условия (сырость, скученность, снижение сопротивляемости организма). Однако, некоторые моменты, касающиеся эпизоотической ситуации по эктопаразитозам, до настоящего времени не до конца изучены [4, 5, 10, 11].

За последние годы утвердилось мнение, что места нахождения животных имеют большое значение при заражении людей во время летнего периода. Существуют данные о продолжительности жизни клещей вне организма животных и воздействию на них факторов внешней среды.

Известно, что эктопаразитозы имеют выраженную сезонную динамику. Некоторые авторы считают, что состояние кожного покрова животных не оказывает влияния на развитие чесоточных клещей [6–8, 12, 13].

Другие исследователи указывают, что домашние и дикие животные могут быть переносчиками паразитических клещей и насекомых.

Целью наших исследований было проведение сравнительного анализа эпизоотической ситуации по дерматитам различной природы у собак в г. Ставрополе.

### Материалы и методы

При поступлении в ветеринарные клиники пациентов согласно схеме клинического исследования, общеклиническими методами (осмотр, пальпация) обследовали кожный покров всего тела животного. Первоначально осмотр проводили невооруженным глазом или используя лупу. В большинстве случаев, применяли портативный цифровой микроскоп BW1008-500X USB 2.0 5X-500X CMOS, 8 светодиодов с использованием специального приспособления для фиксации оборудования в области очага кожного поражения у исследуемого животного (патент № 2815651). Для дифференциальной диагностики дерматитов инфекционной этиологии применяли серологические исследования (РСК, РДСК, РА) и ПЦР.

Всего за весь период в ветеринарных клиниках обследовано 2296 собак с поражением кожного покрова, из них 1539 – с дерматитами паразитарной этиологии. Диагноз на акарозы ставили на основании эпизоотических данных, анализа клинической картины, исследования состояния кожного покрова методами инспекционного анализа с применением экспресс-метода и микроскопических исследований соскобов кожи при глубоком поражении.

Для полного эпизоотического обследования были изучены особенности течения заболевания (острое, хроническое, генерализованное), восприимчивость животных и факторы, влияющие на распространение арахноэнтомозов. Данные изучали в течение нескольких лет у собак, содержащихся в условиях многоквартирных домов и частном секторе г. Ставрополя.

Степень распространения арахноэнтомозов у собак изучали в г. Ставрополе также по анализу данных ветеринарной отчетности и обследованию животных, поступающих в ветеринарные клиники.

При затруднениях при обнаружении эктопаразитов использовали инструменты (скальпель, пинцет), с помощью которых брали соскоб на границе здоровой и пораженной кожи и переносили в жидкость Барбагалло. У собак короткошерстных пород при обнаружении корочек брали глубокие соскобы и переносили в чашки Петри. При необходимости соскоб увлажняли щелочным 10%-ным раствором едкого натра. Спустя 30 мин. корочки кожи размягчались, затем их переносили на предметное стекло и исследовали под лупой.

### Результаты и обсуждение

По результатам проводимого мониторинга у собак при дерматитах различного происхождения за 2021–2023 гг. нами уточнялись патологические изменения кожного покрова и характер сезонной и возрастной динамики, т. е. распространение дерматитов в г. Ставрополе (рис. 1).

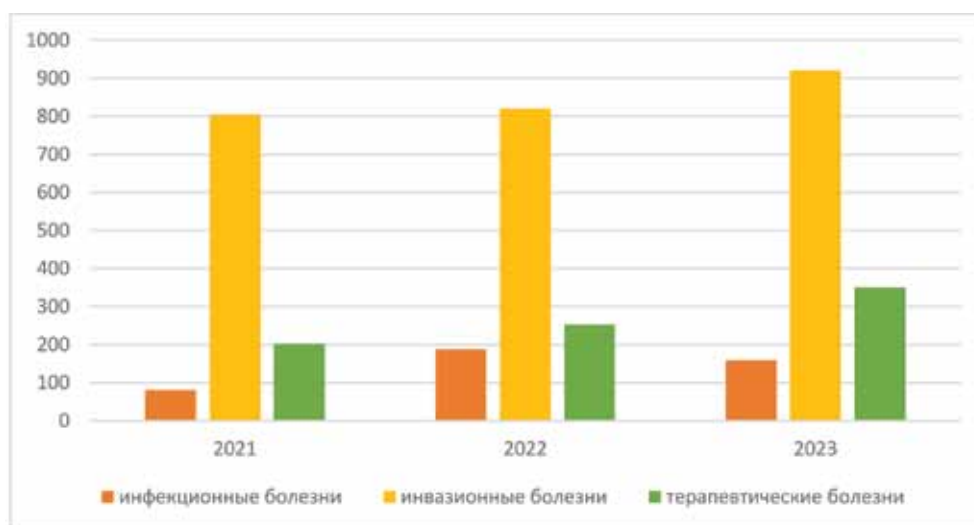


Рис. 1. Дерматиты различной этиологии у собак в условиях г. Ставрополя за 2021–2023 гг.

Fig. 1. Dermatitis of various etiologies in dogs in Stavropol for 2021–2023

По результатам статистического учета по распространению дерматитов различной этиологии, на дерматиты паразитарного происхождения приходится по годам в пределах от 800 до 900 животных, на долю незаразной этиологии – от 200 до 380 животных и заразного происхождения – от 90 до 390 животных. По происхождению практически все дерматиты имеют одинаковую картину, но ведущую роль играют дерматиты паразитарного происхождения.

В холодный период года до 30% собак страдают от болезней. Однако, на наш взгляд, способ кормления, тип корма и условия содержания собак играют ключевую роль в степени поражения.

Регулярные наблюдения по изучению степени поражения кожного покрова различной этиологии у собак показали, что в период резких перемен погодных условий происходило увеличение числа больных, а сам процесс прогрессировал при тесном и скученном содержании собак. Среди щенят дерматиты распространялись быстрее.

Животных, поступивших в ветеринарную лечебницу, подвергали клиническому осмотру, а при подозрении на наличие эктопаразитов проводили акарологический анализ с применением современных методов диагностики (патент № 2815651). При обнаружении эктопаразитов, больных животных осматривали с периодичностью в 2–3 недели, а после акарологической обработки – через 7–10 сут. При проведении лечебно-профилактических мероприятий учитывали источники инвазии, способы передачи и пути распространения саркоптоидозов с анализом условий кормления и содержания животных, восприимчивости по возрастным группам.

Эктопаразитозы по отношению к гельминтозам и протозоозам занимают лидирующее место, причем соотношение первых ко вторым составляет примерно 2 : 1. Эктопаразитозы диагностированы у 490–510 животных, гельминтозы – у 150–190 и протозоозы – у 190–210 животных (рис. 2).

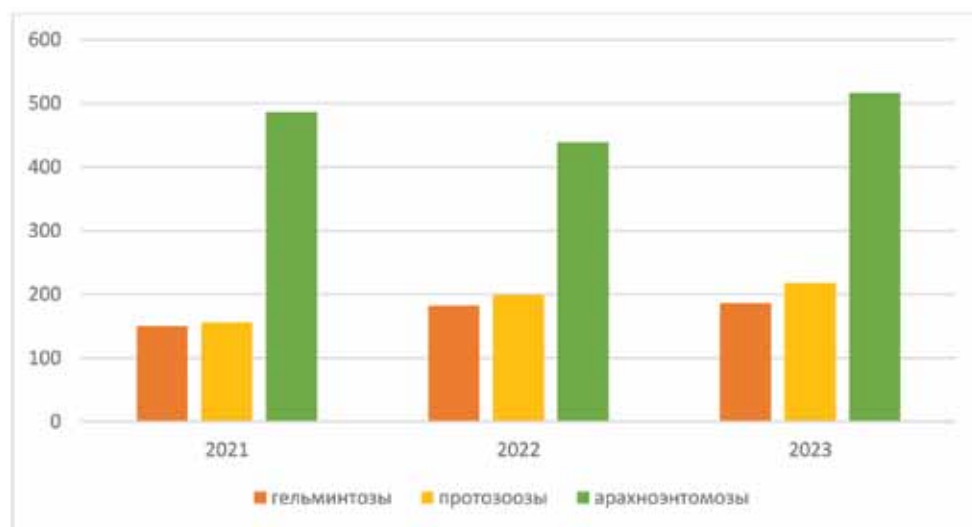


Рис. 2. Анализ паразитарных болезней собак в г. Ставрополе за 2021–2023 гг.

Fig. 2. Analysis of parasitic diseases of dogs in Stavropol for 2021–2023

Причинами дерматитов паразитарной этиологии являются эктопаразиты: блохи, вши и чесоточные клещи. Первые паразиты более крупные и их можно увидеть невооруженным глазом, но они подвижные. Чесоточные клещи более мелкие; полный цикл их развития

(яйцо, личинка, нимфа, имаго) проходит на теле теплокровных животных. Эктопаразиты способны существовать и размножаться в организме хозяина и в зависимости от вида могут находиться в разных слоях кожного покрова. Собаки поражаются блошиным дер-

матитом и саркоптоидозом или при контакте с больным, или через контаминированные (загрязненные) предметы ухода, подстилку, ошейник и другие предметы. Люди могут заразиться некоторыми из собачьих арахноэнтомозов, но на коже они не могут размножаться. Существует несколько видов клещей, каждый из которых паразитирует на определённых животных.

За весь период наблюдений нами установлено, что наиболее прогрессируют кожные болезни, вызванные блохами (афаниптероз), далее дерматиты, вызванные чесоточными клещами (демодекс и отодектес), и иксодовыми клещами (рис. 3). Дерматиты, вызванные чесоточными клещами (накожниками, кожеедами, зуднями), имеют тенденцию к спаду на второй год наблюдения за счет привыкания паразитов к используемым препаратам.

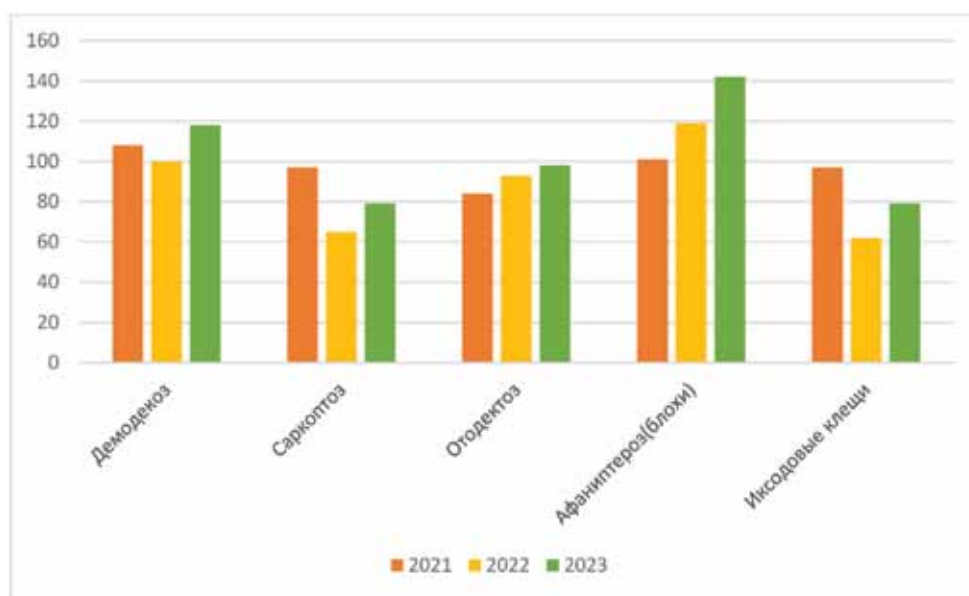


Рис. 3. Соотношение дерматитов, вызванных арахноэнтостомами, у собак в г. Ставрополе за 2021–2023 гг.

Fig. 3. The ratio of dermatitis caused by arachnoentomoses in dogs in Stavropol for 2021–2023

### Заклучение

По результатам исследования не установлено значительных отклонений в структуре дерматитов. Дерматиты проявляются в зависимости от климатических изменений по периодам года. Доля дерматитов, вызванных паразитами, показала преобладание наружных паразитов над гельминтами и простейшими. При анализе структуры дерматитов у собак в г. Ставрополе в 2021–2023 гг. установлено, что первое место занимает блошиный дерматит, затем демодекоз, саркоптоз, отодектоз и иксодидозы.

### Список источников

1. Арисов М. В., Белых И. П. Оценка инсектицидного действия ошейников у кошек и собак при афаниптерозе // Ветеринария и кормление.

2018. № 7. С. 8-9. <https://doi.org/10.30917/att-vk-1814-9588-2018-7-3>

2. Арисов М. В., Ткачева Ю. А., Эргашев А. А. Особенности проявления эффективности при спонтанном афаниптерозе собак и кошек различной интенсивности // Ветеринария и кормление. 2018. № 7. С. 11–13. <https://doi.org/10.30917/att-vk-1814-9588-2018-7-5>

3. Березина Е. С. Экология собак городских популяций // Ветеринарная патология. 2002. № 2. С. 132-135.

4. Гаврилова Н. А. Зудневая чесотка у плотоядных // Vetpharma. 2012. № 1-2. С. 50

5. Борцова М. С., Стацевич Л. Н., Колобкова Н. М. Изучение изменения количественных параметров микрофлоры ушных раковин при лечении отодектоза // Вестник Новосибирского госу-

- дарственного аграрного университета. 2016. № 2 (39). С. 97–101.
6. Гаврилова Н. А. Применение препарата Inspector Total при микстинвазиях плотоядных // *VetPharma*. 2013. №1 (12). С. 54–56.
  7. Ерофеева В. В., Доронина Г. Н., Родионова О. М., Костина А. А. Социально-экологические аспекты распространения антропозоонозов // *Современные проблемы науки и образования*. 2019. № 4. С. 68-76.
  8. Катаева Т. С., Костылёва М. А. Эпизоотология демодекоза собак в г. Краснодар // *Российский паразитологический журнал*. 2008. № 1. С. 64-67.
  9. Кербабаев Э. Б. Мониторинг клещей *Dermacentor marginatus* Sulzer, 1776 и *D. reticulatus* Fabricius, 1794 в Европейской части Российской Федерации // *Российский паразитологический журнал*. 2010. № 1. С. 56-62.
  10. Столбова О. А., Скосырских Л. Н., Круглов Д. С. Сезонная динамика эктопаразитозов у мелких домашних животных в условиях города Тюмени // *Современные проблемы науки и образования*. 2017. № 2. С. 237.
  11. Miquelle D. G., Pikunov D. G., Dunishenko Y. M. *Cat News*. 2005; 14: 14-16.
  12. Persichetti M. F., Pollmeier M., Pennisi M. G., Villo A., Masucci M., Migliazzo A., Solano-Gallego L. Clinical evaluation of outdoor cats exposed to ectoparasites and associated risk for vector-borne infections in southern Italy. *Parasites&Vectors*. 2018; 136.
  13. Wen B., Cao W., Pan H. Ehrlichiae and ehrlichial diseases in dima. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2003; 990. 45-53.

Статья поступила в редакцию 28.09.24; одобрена после рецензирования 10.10.24; принята к публикации 07.02.25

Об авторах:

**Хизриев Хизри Мурадович**, аспирант кафедры паразитологии.

**Багамаев Багама Манапович**, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры терапии и фармакологии.

Вклад авторов:

Хизриев Х. М. – обзор публикаций по теме статьи, исследование материала, анализ полученных результатов исследования, оформление статьи.

Багамаев Б. М. – разработка дизайна исследования, анализ полученных результатов исследования, формулировка выводов.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Arisov M. B., Belykh I. P. Evaluation of the insecticidal effect of collars in cats and dogs against afanipterosis. *Veterinariya i kormleniye = Veterinary medicine and feeding*. 2018; 7: 8-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.30917/att-vk-1814-9588-2018-7-3>
2. Arisov M. V., Tkacheva Yu. A., Ergashev A. A. Manifestation of efficacy in spontaneous afanipterosis of varying intensity in dogs and cats. *Veterinariya i kormleniye = Veterinary medicine and feeding*. 2018; 7: 11–13. (In Russ.) <https://doi.org/10.30917/att-vk-1814-9588-2018-7-5>
3. Berezina E. S. Ecology of dogs in urban populations. *Veterinarnaya patologiya = Veterinary pathology*. 2002; 2: 132-135. (In Russ.)
4. Gavrilova N. A. Sarcoptic mange in carnivores. *Vetfarma = Vetpharma*. 2012; 1-2: 50. (In Russ.)
5. Bortsova M. S., Statsevich L. N., Kolobkova N. M. Study of changes in quantitative parameters of the auricle microflora during the treatment of otodectic mange. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*. 2016; 2 (39): 97–101. (In Russ.)
6. Gavrilova N. A. Use of Inspector Total in mixed infections of carnivores. *Vetfarma = VetPharma*. 2013; 1 (12): 54–56. (In Russ.)
7. Erofeeva V. V., Doronina G. N., Rodionova O. M., Kostina A. A. Social and ecological aspects of anthrozoonosis distribution. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Current issues of science and education*. 2019; 4: 68-76. (In Russ.)
8. Kataeva T. S., Kostyleva M. A. Epizootology of demodicosis in dogs in Krasnodar. *Rossiyskiy*

- parazitologicheskij zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2008; 1: 64-67. (In Russ.)
9. Kerbabaev E. B., Monitoring of ticks *Dermacentor marginatus* Sulzer, 1776 and *D. reticulatus* Fabricius, 1794, in the European part of the Russian Federation. *Rossiyskiy parazitologicheskij zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2010; 1: 56-62. (In Russ.)
  10. Stolbova O. A., Skosyrskikh L. N., Kruglov D. S. Seasonal dynamics of ectoparasitosis in small domestic animals in Tyumen. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Current issues of science and education*. 2017; 2: 237. (In Russ.)
  11. Miquelle D. G., Pikunov D. G., Dunishenko Y. M. *Cat News*. 2005; 14: 14-16.
  12. Persichetti M. F., Pollmeier M., Pennisi M. G., Vullo A., Masucci M., Migliazzo A., Solano-Gallego L. Clinical evaluation of outdoor cats exposed to ectoparasites and associated risk for vector-borne infections in southern Italy. *Parasites & Vectors*. 2018; 136.
  13. Wen B., Cao W., Pan H. Ehrlichiae and ehrlichial diseases in dima. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2003; 990. 45-53.

The article was submitted 28.09.2024; approved after reviewing 10.10.2024; accepted for publication 07.02.2025

*About the authors:*

**Khizriev Khizri M.**, Postgraduate Student of the Department of Parasitology.

**Bagamaev Bahama M.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Therapy and Pharmacology.

*Contribution of the authors:*

Khizriev H. M. – review of publications on the topic of the article, research of the material, analysis of obtained research results, article design.

Bagamaev B. M. – study design development, analysis of obtained research results, conclusions.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 616.995.132:615.284:632.95.025.8

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-56-66>

## К вопросу о механизме резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам (краткий обзор)

Малютина Татьяна Анатольевна<sup>1</sup>, Удалова Жанна Викторовна<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>2</sup> 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

<sup>1</sup> maliytina@mail.ru

<sup>2</sup> zh.udalova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8254-4495>

### Аннотация

**Цель исследований** – анализ литературы, посвященной изучению одного из факторов развития резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам, имеющего генетическую основу.

В статье анализируется роль генетических мутаций, выявленных в популяциях паразитических нематод позвоночных животных, не проявляющих чувствительности к бензимидазолам, макроциклическим лактонам и ацетилхолинергическим агонистам и антагонистам. В литературе показано, что резистентность к бензимидазолам у паразитических нематод, на примере нематоды *Haemonchus contortus*, связана с мутациями гена *gru-1* изоформа 1, кодирующего белок  $\beta$ -тубулин, который является мишенью для бензимидазолов в организме нематод. В отношении резистентности нематод к макроциклическим лактонам, которые являются агонистами глутаматных рецепторов, на примере нематоды *Caenorhabditis elegans*, показано, что мутации трех генов *glc-1*, *avr-14*, *avr-15*, кодирующих субъединицы  $\alpha$ -типа глутаматзависимых хлорных каналов рецепторов, приводят к развитию резистентности нематоды к ивермектину из группы макроциклических лактонов. Устойчивость паразитических нематод к холинергическим антигельминтикам (леваamisол, пирантел, оксантел), на примере нематоды *Ascaris suum*, связана с мутациями генов, кодирующих субъединицы Asu-UNC-29 и Asu-UNC-38, которые формируют у нематоды никотиновые ацетилхолиновые рецепторы трех типов – *N*, *L* и *B*. Значимость наличия резистентности, как явления у растительных паразитических нематод к нематодицидам, к настоящему времени окончательно не решена. Экология и биология фитонематод позволяют им переживать неблагоприятные условия существования. Работ, свидетельствующих о вероятности выявления резистентности у фитопаразитических нематод к химическим средствам защиты, немного. Исследования поиска генетических маркеров резистентности к различным нематодицидам активно ведутся на модельной свободноживущей нематоды *C. elegans*, что позволит создавать новые нематодицидные препараты, как для зоо-, так и для фитонематод.

**Ключевые слова:** зоо- и фитонематоды, резистентность, антигельминтики, нематодициды, генетические мутации, рецепторы, ионные каналы

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Малютина Т. А., Удалова Ж. В. К вопросу о механизме резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам (краткий обзор) // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 56–66.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-56-66>

© Малютина Т. А., Удалова Ж. 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

## On the mechanism of resistance of parasitic nematodes to anthelmintic drugs (brief review)

Tatyana A. Malyutina<sup>1</sup>, Zhanna V. Udalova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Federal State Budget Scientific Institution, A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>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

<sup>1</sup>malyutina@mail.ru

<sup>2</sup>zh.udalova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8254-4495>

### Abstract

**The purpose of the research** is to analyze the literature devoted to the study of one of the factors in the development of resistance of parasitic nematodes to anthelmintic drugs which has a genetic basis.

The article analyzes the role of genetic mutations identified in populations of parasitic nematodes in vertebrates that do not show sensitivity to benzimidazoles, macrocyclic lactones and acetylcholinergic agonists and antagonists. The literature shows that benzimidazole resistance in parasitic nematodes, by the example of the nematode *Haemonchus contortus*, is associated with mutations in the  $\beta$ -tubulin encoding isotype 1 gene *gru-1*, which is a target for benzimidazoles in the body of nematodes. For the nematode resistance to macrocyclic lactones which are glutamate receptor agonists, it was shown by the example of the nematode *Caenorhabditis elegans* that mutations of three *glc-1*, *avr-14*, and *avr-15* genes that encode the  $\alpha$ -type subunits of glutamate-gated chloride channels of receptors give rise to the development of nematode resistance to macrocyclic lactone ivermectin. Parasitic nematode resistance to cholinergic anthelmintics (levamisole, pyrantel, oxantel), by the example of the nematode *Ascaris suum*, is associated with mutations in the *Asu-UNC-29* and *Asu-UNC-38* subunit-encoding genes which form three types of nicotinic acetylcholine nematode receptors, *N*, *L* and *B*. The significance of nematicide resistance as a phenomenon in plant parasitic nematodes has not yet been fully resolved. The phytonematode ecology and biology allow them to survive unfavorable conditions of existence. There are few studies evidencing the probability of detecting resistance in phytoparasitic nematodes to chemical means of protection. Studies are actively conducted to search genetic markers of resistance to various nematicides on the model free-living nematode *C. elegans*, which will allow us to create new nematicides against both zooparasitic and phytonematodes.

**Keywords:** zooparasitic and phytonematodes, resistance, anthelmintics, nematicides, genetic mutations, receptors, ion channels

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

**For citation:** Malyutina T. A., Udalova Zh. V. On the mechanism of resistance of parasitic nematodes to anthelmintic drugs (brief review). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):56–66. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-56-66>

© Malyutina T. A., Udalova Zh. V., 2025

Паразитические нематоды заражают большое число видов позвоночных и беспозвоночных животных, человека и растений, причиняя значительный экономический вред. На сегодняшний день антигельминтные препараты являются единственным эффективным способом борьбы с паразитическими нематодами животных и человека. Профилактические мероприятия, такие как контроль пастбищ, вакцинация животных занимают незначительную часть в

этой борьбе. Химические нематодциды занимают ведущее место на ряду с устойчивыми сортами и гибридами растений в борьбе с паразитическими видами нематод растений. Однако, интенсивное использование антигельминтных препаратов ведет к возникновению такого явления как резистентность нематод. Под резистентностью нематод к антигельминтным препаратам понимают существенное снижение чувствительности или ее полное отсутствие.

Резистентностью паразитических организмов к терапевтическому средству принято считать снижение эффективности препарата ниже 90% при соблюдении условий введения необходимой дозы препарата [12, 32]. Резистентность представляет существенную проблему в связи с тем, что создание новых препаратов является крайне затратным процессом и по времени, и по материальным вложениям. Установлено, что новые препараты в отношении резистентности являются более уязвимыми. Таким образом, у производителей антигельминтных средств неизбежно возникает необходимость включаться в бесконечную гонку преодоления резистентности, имея небольшой арсенал подходящих соединений.

На сегодняшний день к основным группам лекарственных препаратов для животных и человека относятся бензимидазолы и антигельминтики, воздействующие на нервную систему паразитов, включая рецепторные мишени или рецепторы и имеющиеся у них лиганд-зависимые ионные каналы, расположенные, в большинстве случаев, на мембранах различных видов нейронов и мышечных клеток гельминтов. К числу этих препаратов относятся производные пиримидина, пиперазина, пиримидина, салициламида и макроциклические лактоны [12, 24, 35]. Явление резистентности зооантозонов к основным группам антигельминтиков зарегистрировано во всем мире [4, 26, 29, 30].

Развитие резистентности паразитических нематод человека и позвоночных животных к антигельминтным препаратам представляет собой сложный и многофакторный процесс, имеющий ряд причин, одна из которых носит генетическую основу, связанную опосредованно с генетическими изменениями мишеней лекарственного препарата.

В литературе приведены и обсуждаются некоторые молекулярно-генетические концепции механизма развития резистентности паразитических нематод к антигельминтикам, в которых высказывается аргументированное предположение, что резистентность уже существует в популяции паразита и считается преадаптивным явлением [2], при котором аллели резистентности присутствуют в популяции до момента обработки каким-либо антигельминтиком [12, 13, 32]. В этом случае, все аллели резистентности имеют общее про-

исхождение. В отсутствии антигельминтиков аллели резистентности сохраняются, но с низкой частотой, поскольку они делают гельминтов менее жизнеспособными по сравнению с восприимчивыми организмами. Однако, введение и постоянное использование антигельминтика дает резистентным гельминтам преимущество в выживании. Это позволяет им размножаться быстрее, чем восприимчивым, и приводит к увеличению численности организмов с фенотипом резистентности в популяции.

Данная статья является кратким анализом зарубежной литературы, посвященной изучению одного из важных факторов развития резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам, имеющего генетическую основу, и затрагивает вопросы возникновения резистентности не только у нематод животных и человека, но и нематод – паразитов растений. В России подобные исследования не получили широкого распространения [3].

### **Резистентность зооантозонов**

Впервые резистентность паразитических нематод к антигельминтикам была обнаружена у домашних животных при лечении нематодозов препаратами бензимидазола и его аналогами [11]. В последующие годы появились обзоры о выявлении резистентности у паразитических нематод позвоночных животных, в которых были проанализированы случаи резистентности нематод к противопаразитарному препарату ивермектину и другим препаратам, а также предложены возможные механизмы развития данной резистентности [5, 12, 32].

В последние годы в литературе появилось большое число публикаций, в которых приведены данные о различных способах обнаружения резистентности паразитических нематод позвоночных животных к антигельминтным лекарственным препаратам [18, 21, 25, 31, 35, 36].

Анализ литературы показал, что одной из главных задач в современных паразитологических исследованиях в области поиска эффективных средств защиты человека и животных от нематодных инвазий является выявление и изучение механизмов резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам. Показано, что генетические мутации в

организме паразитических нематод вызывают стойкие изменения нуклеотидных последовательностей в ДНК паразитов, что опосредованно влияет на функционирование гена и приводит к снижению чувствительности нематод к антигельминтному препарату [5, 12, 16, 28, 31, 32].

В обзорах зарубежных исследователей высказывается предположение, что механизмы развития и особенности резистентности паразитических нематод могут иметь общий характер по отношению к основным классам современных антигельминтных лекарственных препаратов – бензимидазолам, воздействующим на белок  $\beta$ -тубулин, который составляет основу структуры микротрубочек цитоскелета клеток нематод, а также к большой группе ветеринарных препаратов, взаимодействующих с высоким сродством с рецепторами и лиганд-зависимыми ионными каналами нематод, к которым относятся глутаматные рецепторы с хлорзависимыми анионными каналами (GluCl), никотиновые ацетилхолиновые рецепторы (nAChR) с калийзависимыми катионными каналами и другие рецепторы, которые в данном обзоре не рассматриваются. Резистентность нематод к основным классам антигельминтиков зарегистрирована во всем мире [32].

Установлено, что механизм действия бензимидазолов заключается в связывании препаратов этой группы с высоким сродством с белком тубулином, обычно присутствующим в клетке нематод в форме димера:  $\alpha$ - и  $\beta$ -тубулина, и последующим ингибированием образования и стабильности микротрубочек, составляющих основу цитоскелета клетки нематоды, что приводит к гибели клеток паразита [17, 23, 32].

В литературе приведены многочисленные сведения о выявлении резистентности паразитических нематод человека и позвоночных животных к бензимидазолу и его аналогам и на примере нематоды *Haemonchus contortus* описан механизм развития резистентности нематод к этой группе веществ (бензимидазолу и его аналогам) [5, 18, 32]. Молекулярное исследование генов, кодирующих  $\beta$ -тубулин, показало, что в популяциях нематод *H. contortus*, не чувствительных к бензимидазолам, ген *gru-1* изотипа 1, кодирующий этот белок, имеет три мутации, которые опосре-

довано приводят к специфическим заменам аминокислот в молекуле белка  $\beta$ -тубулина (три различных замены одиночных аминокислот, а именно F167Y, E198A и F200Y в последовательностях  $\beta$ -тубулина), что с большой вероятностью может приводить к развитию резистентности нематод к препаратам из класса бензимидазолов.

Наряду с бензимидазолами у паразитических нематод выявлена резистентность к группе лекарственных препаратов, воздействующих на рецепторные мишени нематод и лиганд-зависимые ионные каналы. К таким антигельминтным средствам относятся макроциклические лактоны, взаимодействующие с глутаматными рецепторами и лиганд-зависимыми хлорными каналами (GluCl), а также ветеринарные препараты, которые по механизму действия являются холинергическими агонистами и антагонистами, и взаимодействуют с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами (nAChR) и их катионными каналами.

Макроциклические лактоны являются агонистами глутаматных рецепторов и глутамат-зависимых хлорных каналов [5, 21, 32, 35, 36]. GluCl играют важную роль в регуляции локомоций нематод, и их активация антигельминтиками из группы макроциклических лактонов вызывает необратимый паралич соматической мускулатуры паразитических нематод.

Структура глутаматных рецепторов и GluCl, а также механизм взаимодействия этих рецепторов со специфическими агонистами подробно изучены у свободноживущей нематоды *Caenorhabditis elegans*, которая многими исследователями рассматривается в качестве модельного организма в биологических исследованиях, а также у паразитических нематод *Brugia malayi*, *Haemonchus contortus* и *Parascaris univalens* [1, 7, 9, 14, 35].

Глутаматные рецепторы нематод представляют собой пентамеры, состоящие из пяти схожих субъединиц  $\alpha$ -типа с различной комбинацией субъединиц, которые формируют GluCl рецепторов. GluCl нематод являются мишенями для антигельминтиков группы авермектина [28]. Субъединицы  $\alpha$ -типа GluCl у *C. elegans* кодируются семейством генов *glc-1*, *avr-14*, *avr-15*. Экспериментально установлено, что у свободноживущей нематоды

*C. elegans*, не имеющей чувствительности к ивермектину, одновременная мутация этих трех генов, кодирующих субъединицы GluCl, формирует резистентность нематоды к ивермектину [10].

При исследовании механизма действия антигельминтных препаратов, относящихся к холинергическим агонистам и антагонистам, установлено, что противогельминтная эффективность этих препаратов связана с активацией или ингибированием nAHR [5, 14, 32, 35]. Показано, что nAHR имеют лиганд-зависимые катионные каналы, которые активируются при взаимодействии рецептора с лигандом, и широко представлены в различных отделах нервной и мышечной систем паразитических и свободноживущих нематод (в синапсах мотонейронов, центральных ганглиях, интернейронах). Взаимодействие nAHR с лигандами вызывает разнообразие быстрых синаптических действий и физиологических эффектов [25, 33, 34]. Предполагается, что такие рецепторы, включающие лиганд-зависимые катионные каналы, имеют очевидные преимущества перед любыми другими биологическими мишенями, поскольку их взаимодействие с лигандами, которыми являются некоторые антигельминтики, развивается очень быстро, вызывая физиологический эффект на мускулатуре гельминта чаще всего в виде повышенного тонуса соматической мускулатуры и мускулатуры внутренних органов и последующего спастического паралича [32, 35].

У паразитических и свободноживущих нематод выявлено несколько типов nAHR, сходных по архитектуре. Так, все nAHR являются гетеропентамерами, состоящими из пяти схожих субъединиц в различных комбинациях, которые способны значительно модулировать фармакологические свойства nAHR [5, 25, 32, 35].

Установлено, что у паразитической нематоды *Ascaris suum* в нервно-мышечных соединениях имеется 3 фармакологических подтипа nAHR, которые могут активироваться разнообразными холинергическими антигельминтиками: *N*-подтип активируется никотином, *L*-подтип – левамизолом и *B*-подтип – бифениумом [25, 33]. Экспериментально подтверждено, что обнаруженная резистентность аскарид к левамизолу связана с потерей чувствительности nAHR *L*-подтипа, хотя чувствительность рецепторов *N*-подтипа к

этому препарату не изменялась. Установлено, что nAHR в нервно-мышечных структурах аскариды, имеющие характеристики, сходные с *N*- и *L*-подтипами, экспрессируются двумя субъединицами – Asu-UNC-29 и Asu-UNC-38, а фармакологические различия между этими двумя подтипами рецепторов заключаются в разном соотношении этих субъединиц в пентамерном nAHR. Мутации генов, кодирующих субъединицы Asu-UNC-29 и Asu-UNC-38, приводят к изменению чувствительности нематод к холинергическим антигельминтикам.

Таким образом, анализ зарубежной литературы, посвященной изучению механизма развития резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам, вызванной генетическими мутациями, подтверждает, что высказанные в литературе предположения о механизме развития и особенностях резистентности паразитических нематод к антигельминтным препаратам, являются общими для разных классов антигельминтиков. Так, установлено, что резистентность к бензимидазолу вызвана специфическими заменами аминокислот в структуре  $\beta$ -тубулина, что связано с мутациями гена, кодирующего этот белок у нематод, а мутации генов, кодирующих субъединицы ионных каналов, являющихся мишенями для макроциклических лактонов и холинергических антигельминтиков, способствуют снижению чувствительности паразитических нематод к лекарственным препаратам из основных классов антигельминтиков.

### Резистентность фитонематод

Вопрос о наличии резистентности как явления у растительных паразитических нематод к применяемым химическим средствам защиты, включая нематотициды, к настоящему времени окончательно не решен.

Фитопаразитические нематоды труднодоступны для химического воздействия, поскольку обитают в почве и в органах растений; имеют хорошо защищенную кутикулу, сложный цикл развития, включающий непитающуюся стадию, что исключает пероральное попадание нематотицида в организм паразита [8], что возможно у зоонематод. Наиболее уязвимой стадией фитопаразитов-нематод, на которую воздействуют нематотициды, являются личинки J2 или активная стадия развития

паразита в почве и растении [20]. В связи с этим, при выборе нематодов для борьбы с паразитическими нематодами на конкретном растении важно знать о токсикологических свойствах и механизме действия препарата. Однако механизм действия многих нематодов, а также вероятность развития резистентности фитонематод к нематоцидам, имеющей генетическую основу, как это показано для зоонематод, до сих пор остаются мало изученными. Некоторые из нематодов обладают широким спектром действия и могут влиять на разные звенья жизнедеятельности нематод. Для предотвращения преобладания в популяции видов вредителей с мутациями резистентности, пестициды с разным механизмом действия следует использовать последовательно или поочередно, чтобы последующие поколения вредителей не подвергались воздействию химикатов с одним и тем же механизмом действия, что будет снижать давление отбора. Однако, перекрестная устойчивость может также возникнуть, когда устойчивость к одному пестициду дает устойчивость к другому пестициду, даже если вредитель не подвергался воздействию последнего. Следует отметить, что круг нематодов узок и для комбинирования или их чередования при обработке растений имеется не так много вариантов, что также может способствовать развитию резистентности.

В связи с очевидностью нарастающих проблем в сельскохозяйственном производстве из-за возникновения резистентности организмов к химическим препаратам в 1984 году была создана международная организация Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) – комитет по борьбе с резистентностью к инсектицидам. По данным этой организации, риск развития резистентности нематод к нематоцидам считается очень низким и теоретически маловероятным в связи с тем, что способ использования нематодов в сочетании с экологией нематод, скорее всего, снижает вероятность устойчивого давления отбора на нематод, паразитирующих на растениях в полевых условиях, что, в свою очередь, связано с небольшой частотой использования нематодов в одном цикле выращивания сельскохозяйственных культур [20]. Как правило, ограничиваются одной обработкой за вегетационный период. Обработку прово-

дят локально, в зоне расположения корневой системы растений; большие объемы почвы обработке не подвергаются, что создает возможность сохранения исходной популяции. К тому же, почва химически, физически и биологически является слишком сложной средой для нематодов. Кислотность, структура почвы, наличие в ней разнообразных микроорганизмов, разлагающих нематоциды, препятствуют их эффективному действию. Биология фитонематод такова, что у них имеются стадии развития, которые позволяют нематодам переживать неблагоприятные условия существования.

Работы, в которых приведены данные о выявлении резистентности нематод, выполнены в лабораторных условиях [22, 37], и имеется лишь одна доступная статья, где представлены многолетние исследования, проводимые в полевых условиях [24]. Тем не менее, необходимо учитывать возможность образования резистентности даже при таких условиях, особенно учитывая факт небольшого выбора нематодных препаратов, которые считаются агрессивными для окружающей среды и постепенно выводятся из употребления, а новых препаратов создано немного.

Слабым звеном в отношении резистентности считают новые нематоциды, поскольку они не прошли отбора временем; особенно это касается малоизученных в этом плане системных препаратов [6]. Молекулярных исследований причин и механизмов возникновения резистентности на фитопаразитических нематодах не проводилось по вышеприведенным причинам, поэтому в качестве аналогии можно рассматривать лишь исследования на модельном объекте свободноживущей нематоде *C. elegans*, как наиболее близком организме.

*C. elegans* давно используют в качестве тест-объекта при изучении нематодов ветеринарного и медицинского назначения. Работы с целью получения резистентных линий, в первую очередь, ведутся для определения механизма действия создаваемых новых антигельминтиков и нематодов [1, 7].

В литературе приведены сведения об исследованиях, в которых проводили скрининг 19 миллионов мутантов *C. elegans* для выявления нематодных соединений, для которых возникновение резистентности вероятно или маловероятно. В числе 70 тыс. соединений

был выявлен целый ряд соединений с нематцидными свойствами [7]. Показано, что наиболее часто встречающийся мутантный ген *C. elegans*, обуславливающий резистентность, в коллекции резистентных штаммов кодирует либо мишень, либо целевой путь/комплекс этих биоактивных молекул [15, 19].

В результате исследования механизма действия известных системных фунгицидных препаратов с нематцидными свойствами – флуопирама и беноданила, проводимого на мутантах *C. elegans*, резистентных к этим соединениям, высказано предположение, что эти молекулы нацелены на митохондриальный комплекс II (Q-сайта комплекса II, сукцинатдегидрогеназы) нематод *in vivo* [7].

На сегодняшний день проблема резистентности фитогельминтов не представляет столь значительной опасности, которая имеется для зоогельминтов, однако небольшой арсенал нематцидных препаратов с однообразным механизмом действия может представлять угрозу сельскохозяйственному производству в будущем. Молекулярно-генетические исследования механизмов резистентности как у паразитических нематод, так и на модельной нематоде *C. elegans* позволяют выявлять мишени и создавать новые нематциды, в том числе благодаря хемогеномному скринингу.

### Заключение

Наличие резистентности паразитических нематод у человека и позвоночных животных к высокоэффективным противогельминтным препаратам является значительным препятствием в борьбе с нематодозами и угрозой потери контроля над популяциями паразитических нематод в мире. В развитии резистентности паразитических нематод к антигельминтным средствам большое значение отводится генетическим факторам, а именно, уже существующим аллелям, новым мутациям, повторяющимся мутациям и миграции мутаций [13]. К факторам негенетической природы исследователи относят механизмы, которые изменяют эффективную концентрацию лекарственного препарата, достигающего эффекторного участка на поверхности рецептора, что может быть связано с повышенным оттоком антигельминтика из клеток, содержащих рецептор; со снижением поглощения лекарственного вещества, усилением метаболизма и инактивации антигельминти-

ков, потерей рецепторов и рядом других факторов [12, 32]. В связи с этим, в современных паразитологических исследованиях, помимо выявления механизмов развития резистентности паразитических нематод, все больший интерес привлекает разработка чувствительных и специфических молекулярных маркеров, в которых могут быть использованы данные о генетических мутациях, выявленных у паразитических нематод и вызывающих резистентность к антигельминтным средствам.

При сравнении проблем возникновения резистентности у зоонематод и фитопаразитических нематод к антигельминтным препаратам и средствам защиты растений, очевидно, что проблема резистентности у зоопаразитов стоит гораздо острее и, что этот процесс изучен лучше у зоонематод, чем у фитогельминтов. Это связано со значительной разницей в экологии и биологии зоо- и фитопаразитов. Однако, предполагать возможность возникновения резистентности у фитонематод необходимо по причине довольно узкого набора используемых нематцидов и необходимости введения новых препаратов с учетом уже имеющихся генетических маркеров резистентности.

### Список источников

1. Калининкова Т. Б. Почвенная нематода *Caenorhabditis elegans* как модель для изучения паразитических нематод // Лабораторные животные для научных исследований. 2024. № 1. С. 1-7. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2024-01-07>.
2. Калининкова Т. Б., Гайнутдинов М. Х., Шагидуллин Р. Р. Устойчивость к антигельминтным препаратам: проблема и пути ее решения // Ветеринарный врач. 2018. № 5. С. 36-41.
3. Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталева 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>
4. Baiak B. H. B., Lehnen C. R., Rocha R. A. Anthelmintic resistance in cattle: a systematic review and meta-analysis. *Livestock Science*. 2018; 217: 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.022>
5. Beech R. N., Skuce P., Bartley D. J. et al. Anthelmintic resistance: markers for resistance, or susceptibility? *Parasitology*. 2011; 138 (2): 160–174. <https://doi.org/10.1017/S0031182010001198>

6. *Berenbaum M.* Committee on the future role of pesticides, National Academy of Sciences. The future role of pesticides in U. S. Agriculture. National Academy Press, Washington, D. C., 2000; 48.
7. *Burns A. R., Luciani G. M., Musso G.* *Caenorhabditis elegans* is a useful model for anthelmintic discovery. *Nature Communications.* 2020; 11 (1): 3779. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17617-3>
8. *Chitwood D. J.* Nematicides. In *Encyclopedia of Agrochemicals*; Plimmer J. R., Ed.; John Wiley & Sons: New York, NY, USA, 2003; 1104–1115. <https://doi.org/10.1002/047126363X>
9. *Cully D. F., Vassilatis D. K., Liu K. K.* et al. Cloning of an avermectin-sensitive glutamate-gated chloride channel from *Caenorhabditis elegans*. *Nature* 1994; 371 (6499): 707–711. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2024-01-07>
10. *Dent J. A., McHardy M. Smith, Vassilatis D. K., Avery L.* The genetics of ivermectin resistance in *Caenorhabditis elegans*. *PNAS.* 2000; 97 (6): 2674–2679. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.6.2674>
11. *Drudge J. H., Szanto J., Wyant Z. N., Elam G. W.* Field studies on parasite control of sheep: comparison of thiabendazole, ruelene and phenothiazine. *American Journal of Veterinary Research.* 1964; 25: 1512–1518.
12. *Fissilha W., Kinde M. Z.* Anthelmintic resistance and its mechanism: A review *Infection and Drug Resistance.* 2021; 14: 5403–5410. <https://doi.org/10.2147/IDR.S332378>
13. *Gilleard J. S., Beech R. N.* Markers for anthelmintic resistance. *Parasitology.* 2007; (8): 1133–1147. <https://doi.org/10.1017/S0031182007000066>
14. *Holden-Dye L., Walker R. J.* Anthelmintic drugs and nematicides: studies in *Caenorhabditis elegans*. *WormBook.* 2014; 1–29. <https://doi.org/10.1895/wormbook.1.143.2>
15. *Kaminsky R.* et al. A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature.* 2008; 452 (7184): 176–180. <https://doi.org/10.1038/nature06722>
16. *Kenealy J. S.* Anthelmintic Resistance in Equine Parasites: Mechanisms and Treatment Approaches. University of Kentucky Uknowledge, 2019; 288.
17. *Köhler P.* The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology.* 2001; 31 (4): 336–345. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(01\)00131-x](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(01)00131-x)
18. *Kwa M. S., Veenstra J. G., Roos M. H.* Molecular characterization of beta-tubulin genes present in benzimidazole-resistant populations of *Haemonchus contortus*. *Molecular and Biochemical Parasitology.* 1993; 60 (1): 133–143. [https://doi.org/10.1016/0166-6851\(93\)90036-w](https://doi.org/10.1016/0166-6851(93)90036-w)
19. *Kwok T. C.* et al. A small-molecule screen in *C. elegans* yields a new calcium channel antagonist. *Nature.* 2006; 441: 91–95.
20. *La Grange R., Mandiriza G., van Zyl C.* Nematodes, nematicides and resistance management. Compiled by IRAC South Africa, March 2021. <https://irac-online.org/documents/nematicides-and-resistance-management/?ext=pdf>.
21. *Lamassiaude N., Courtot E., Corset A.* et al. Pharmacological characterization of novel heteromeric GluCl subtypes from *Caenorhabditis elegans* and parasitic nematodes. *British Journal of Pharmacology.* 2022; 179 (6): 1264–1279. <https://doi.org/10.1111/bph.15703>
22. *Lin Y., Tsay T.* Differences in induced nematicide-resistance between free-living and plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology.* 2007; 39 (1): 85–85.
23. *Lubega G. W., Prichard R. K.* Specific interaction of benzimidazole anthelmintics with tubulin: high-affinity binding and benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus*. *Molecular and Biochemical Parasitology.* 1990; 15. 38 (2): 221–232. [https://doi.org/10.1016/0166-6851\(90\)90025-hJan](https://doi.org/10.1016/0166-6851(90)90025-hJan)
24. *Martin R. J.* Modes of action of anthelmintic drugs. *Veterinary Journal.* 1997; 154 (1): 11–34. [https://doi.org/10.1016/s1090-0233\(05\)80005-x](https://doi.org/10.1016/s1090-0233(05)80005-x)
25. *Martin R. J., Verma S., Levandoski M.* et al. Drug resistance and neurotransmitter receptors of nematodes: recent studies on the mode of action of levamisole. *Parasitology.* 2005; S71–S84. <https://doi.org/10.1017/S0031182005008668>
26. *Mickiewicz M., Czopowicz M., Moroz A.* et al. Prevalence of anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes in Polish goat herds assessed by the larval development test. *BMC Veterinary Research.* 2021; 17 (19): 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02721-9>
27. *Moens M., Hendrickx G.* Effect of long term ivermectin applications on the development of field populations of some endoparasitic nematodes. *Fundamental and Applied Nematology.* 1998; 21: 199–204.
28. *Molento M. B.* Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. *Veterinary Parasitology.* 2009; 163 (3): 229–234.
29. *Peña-Espinoza M.* Drug resistance in parasitic helminths of veterinary importance in Chile: status review and research needs. *Austral Journal of Veterinary Sciences.* 2018; 50: 65–76. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322018000200065>

30. Potârniche A. V., Mickiewicz M., Olah D. et al. First report of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes in goats in Romania. *Animals*. 2021; 11: 2761. <https://doi.org/10.3390/ani1110276>
31. Prichard R. K. Genetic variability following selection of *Haemonchus contortus* with anthelmintics. *Trends in parasitology*. 2001; 17 (9): 445-453.
32. Prichard R. K., Lespine A. Genetics and mechanisms resistance in Nematodes. In M. B. Kennedy, W. Harnett. *Parasitic nematodes: molecular biology, biochemistry and immunology*. 2013; <https://doi.org/10.1079/9781845937591.0156>
33. Qian H., Martin R. J., Robertson A. P. Pharmacology of N-, L-, and B-subtypes of nematode nAChR resolved at the single-channel level in *Ascaris suum*. *FASEB Journal*. 2006; 20 (14): 2606-2608. <https://doi.org/10.1096/fj.06-6264fj>
34. Rozhkova E. K., Malyutina T. A., Shishov B. A. Pharmacological characteristics of cholinergic receptors in somatic muscles of the nematode *Ascaris suum*. *General Pharmacology*. 1980; 11: 141-146.
35. Wolstenholme A. J. Ion channels and receptor as targets for the control of parasitic nematodes. *International Journal for Parasitology – Drugs and Drug Resistance*. 2011; 1 (1): 2–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2011.09.003>
36. Wolstenholme A. J., Rogers A. T. Glutamate-gated chloride channels and the mode of action of the avermectin/milbemycin anthelmintics. *Parasitology*. 2005; 131: S85–S95. <https://doi.org/10.1017/S0031182005008218>
37. Ymashlta T. T., Viglierchio D. R. *In vitro* testing for nonfumiganr nematocide resistance in *Xiphinema* index. *Revue de Nématologie*. 1987; 10: 75-79.

Статья поступила в редакцию 21.11.24; одобрена после рецензирования 03.12.24; принята к публикации 09.02.25

Об авторах:

**Малютина Татьяна Анатольевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фауны, экологии и экспериментальной паразитологии.

**Удалова Жанна Викторовна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории паразитологии; SPIN-код: 3042-0520, Researcher ID: J-3667-2018, Scopus ID: 6603578215.

Вклад авторов:

Малютина Т. А. – анализ и интерпретация источников литературы, написание текста статьи.

Удалова Ж. В. – анализ и интерпретация источников литературы, написание текста статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Kalinnikova T. B. Soil nematode *Caenorhabditis elegans* as a model to study parasitic Nematoda. *Laboratornyye zhivotnyye dlya nauchnykh issledovaniy = Laboratory Animals for Science*. 2024; 1: 61–68. (In Russ). <https://doi.org/10.57034/2618723X-2024-01-07>
2. Kalinnikova T. B., Gainutdinov M. Kh., Shagidulin R. R. Anthelmintics resistance: the problem and means to overcome it. *Veterinarnyy vrach = The Veterinarian*. 2018; 5: 36-41. (In Russ)
3. Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V. The problem of anthelmintic 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>
4. Baiak B. H. B., Lehnen C. R., Rocha R. A. Anthelmintic resistance in cattle: a systematic review and meta-analysis. *Livestock Science*. 2018; 217: 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.022>
5. Beech R. N., Skuce P., Bartley D. J. et al. Anthelmintic resistance: markers for resistance, or susceptibility? *Parasitology*. 2011; 138 (2): 160–174. <https://doi.org/10.1017/S0031182010001198>
6. Berenbaum M. Committee on the future role of pesticides, National Academy of Sciences. *The future role of pesticides in U. S. Agriculture*. National Academy Press, Washington, D. C., 2000; 48.
7. Burns A. R., Luciani G. M., Musso G. *Caenorhabditis elegans* is a useful model for anthelmintic discovery. *Nature Communications*. 2020; 11 (1): 3779. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17617-3>
8. Chitwood D. J. Nematicides. In *Encyclopedia of Agrochemicals*; Plimmer J. R., Ed.; John Wiley & Sons: New York, NY, USA, 2003; 1104–1115. <https://doi.org/10.1002/047126363X>

9. Cully D. F., Vassilatis D. K., Liu K. K. et al. Cloning of an avermectin-sensitive glutamate-gated chloride channel from *Caenorhabditis elegans*. *Nature*. 1994; 371 (6499): 707-711. <https://doi.org/10.57034/2618723X-2024-01-07>
10. Dent J. A., McHardy M. Smith, Vassilatis D. K., Avery L. The genetics of ivermectin resistance in *Caenorhabditis elegans*. *PNAS*. 2000; 97 (6): 2674-2679. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.6.2674>
11. Drudge J. H., Szanto J., Wyant Z. N., Elam G. W. Field studies on parasite control of sheep: comparison of thiabendazole, ruelene and phenothiazine. *American Journal of Veterinary Research*. 1964; 25: 1512-1518.
12. Fissiha W., Kinde M. Z. Anthelmintic resistance and its mechanism: A review. *Infection and Drug Resistance*. 2021; 14: 5403-5410. <https://doi.org/10.2147/IDR.S332378>
13. Gilleard J. S., Beech R. N. Markers for anthelmintic resistance. *Parasitology*. 2007; (8): 1133-1147. <https://doi.org/10.1017/S0031182007000066>
14. Holden-Dye L. , Walker R. J. Anthelmintic drugs and nematicides: studies in *Caenorhabditis elegans*. *WormBook*. 2014; 1-29. <https://doi.org/10.1895/wormbook.1.143.2>
15. Kaminsky R. et al. A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature*. 2008; 452 (7184): 176-180. <https://doi.org/10.1038/nature06722>
16. Kenealy J. S. Anthelmintic Resistance in Equine Parasites: Mechanisms and Treatment Approaches. University of Kentucky Uknowledge, 2019; 288.
17. Köhler P. The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology*. 2001; 31 (4): 336-345. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(01\)00131-x](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(01)00131-x)
18. Kwa M. S., Veenstra J. G., Roos M. H. Molecular characterization of beta-tubulin genes present in benzimidazole-resistant populations of *Haemonchus contortus*. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 1993; 60 (1): 133-143. [https://doi.org/10.1016/0166-6851\(93\)90036-w](https://doi.org/10.1016/0166-6851(93)90036-w)
19. Kwok T. C. et al. A small-molecule screen in *C. elegans* yields a new calcium channel antagonist. *Nature*. 2006; 441: 91-95.
20. La Grange R., Mandiriza G., van Zyl C. Nematodes, nematicides and resistance management. Compiled by IRAC South Africa, March 2021. <https://irac-online.org/documents/nematicides-and-resistance-management/?ext=pdf>.
21. Lamassiaude N., Courtot E., Corset A. et al. Pharmacological characterization of novel heteromeric GluCl subtypes from *Caenorhabditis elegans* and parasitic nematodes. *British Journal of Pharmacology*. 2022; 179 (6): 1264-1279. <https://doi.org/10.1111/bph.15703>
22. Lin Y., Tsay T. Differences in induced nematicide-resistance between free-living and plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology*. 2007; 39 (1): 85-85.
23. Lubega G. W., Prichard R. K. Specific interaction of benzimidazole anthelmintics with tubulin: high-affinity binding and benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus*. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 1990; 15. 38 (2): 221-232. [https://doi.org/10.1016/0166-6851\(90\)90025-hJan](https://doi.org/10.1016/0166-6851(90)90025-hJan)
24. Martin R. J. Modes of action of anthelmintic drugs. *Veterinary Journal*. 1997; 154 (1): 11-34. [https://doi.org/10.1016/s1090-0233\(05\)80005-x](https://doi.org/10.1016/s1090-0233(05)80005-x)
25. Martin R. J., Verma S., Levandoski M. et al. Drug resistance and neurotransmitter receptors of nematodes: recent studies on the mode of action of levamisole. *Parasitology*. 2005; S71-S84. <https://doi.org/10.1017/S0031182005008668>
26. Mickiewicz M., Czopowicz M., Moroz A. et al. Prevalence of anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes in Polish goat herds assessed by the larval development test. *BMC Veterinary Research*. 2021; 17 (19): 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02721-9>
27. Moens M., Hendrickx G. Effect of long term ivermectin applications on the development of field populations of some endoparasitic nematodes. *Fundamental and Applied Nematology*. 1998; 21: 199-204.
28. Molento M. B. Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. *Veterinary Parasitology*. 2009; 163 (3): 229-234.
29. Peña-Espinoza M. Drug resistance in parasitic helminths of veterinary importance in Chile: status review and research needs. *Austral Journal of Veterinary Sciences*. 2018; 50: 65-76. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322018000200065>
30. Potârniche A. V., Mickiewicz M., Olah D. et al. First report of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes in goats in Romania. *Animals*. 2021; 11: 2761. <https://doi.org/10.3390/ani1110276>
31. Prichard R. K. Genetic variability following selection of *Haemonchus contortus* with anthelmintics. *Trends in parasitology*. 2001; 17 (9): 445-453.

32. Prichard R. K., Lespine A. Genetics and mechanisms resistance in Nematodes. In M. B. Kennedy, W. Harnett. Parasitic nematodes: molecular biology, biochemistry and immunology. 2013; <https://doi.org/10.1079/9781845937591.0156>
33. Qian H., Martin R. J., Robertson A. P. Pharmacology of N-, L-, and B-subtypes of nematode nAChR resolved at the single-channel level in *Ascaris suum*. *FASEB Journal*. 2006; 20 (14): 2606-2608. <https://doi.org/10.1096/fj.06-6264fj>
34. Rozhkova E. K., Malyutina T. A., Shishov B. A. Pharmacological characteristics of cholinergic receptors in somatic muscles of the nematode *Ascaris suum*. *General Pharmacology*. 1980; 11: 141-146.
35. Wolstenholme A. J. Ion channels and receptor as targets for the control of parasitic nematodes. *International Journal for Parasitology – Drugs and Drug Resistance*. 2011; 1 (1): 2–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2011.09.003>
36. Wolstenholme A. J., Rogers A. T. Glutamate-gated chloride channels and the mode of action of the avermectin/milbemycin anthelmintics. *Parasitology*. 2005; 131: S85–S95. <https://doi.org/10.1017/S0031182005008218>
37. Ymashlta T. T., Viglierchio D. R. In vitro testing for nonfumigant nematocidal resistance in *Xiphinema index*. *Revue de Nématologie*. 1987; 10: 75-79.

The article was submitted 21.11.2024; approved after reviewing 03.12.2024; accepted for publication 09.02.2025

*About the authors:*

**Malyutina Tatiana A.**, PhD in biol. sc., Senior Researcher, Laboratory of Fauna, Ecology and Experimental Parasitology

**Udalova Zhanna V.**, PhD in biol. sc., Senior Researcher at the Laboratory of Parasitology; SPIN: 3042-0520, Researcher ID: J-3667-2018, Scopus ID: 6603578215.

*Contribution of the authors:*

Malyutina T. A. – analysis and interpretation of literary sources, writing the text of the article.

Udalova Zh. V. – analysis and interpretation of literary sources, writing the text of the article.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:615.015.4

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-67-75>

## Изучение эмбриотропного действия супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0%

Мусаев Маулды Баудинович<sup>1</sup>, Защепкина Виктория Владимировна<sup>2</sup>,  
Шахбиев Ислам Хасанович<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>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

<sup>3</sup>Чеченский Государственный университет им. А. А. Кадырова, Грозный, Чеченская Республика, Россия

<sup>1</sup>[vigis-patent@yandex.ru](mailto:vigis-patent@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0523-2308>

<sup>2</sup>[zashepkinavv@gmail.com](mailto:zashepkinavv@gmail.com)

<sup>3</sup>[shahbiev141@mail.ru](mailto:shahbiev141@mail.ru)

### Аннотация

**Цель исследований** – оценка эмбриотоксического и тератогенного действия супрамолекулярного комплекса ивермектина аниверм-2,0%.

**Материалы и методы.** Опыт проводили на 100 самках крыс массой 180–200 г., которые содержались в виварии ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Подопытных крыс разделили на группы по 8 голов в каждой. Супрамолекулярный комплекс ивермектина аниверм-2,0% вводили инбредным беременным самкам крыс перорально в форме суспензии с помощью внутрижелудочного зонда в три приёма в повышенных дозах. Беременным самкам 1-й группы вводили суммарную дозу аниверма-2,0% за первые 6 сут, превышающую в 3 раза терапевтическую (3,6 мг/кг) по ДВ, по препарату 180 мг/кг. Животным 2-й группы задавали субстанцию ивермектина в аналогичной дозе 3,6 мг/кг в форме суспензии на крахмальном клейстере в первые сутки беременности. Повторно крысам 1-й группы суммарную увеличенную в 3 раза дозу аниверма-2,0%, равную за 7 сут (7–13 сут), задавали в дозе 4,2 мг/кг по ДВ, по препарату 210 мг/кг, а крысы 2-й группы получали аналогичную дозу субстанции ивермектина 4,2 мг/кг в форме суспензии на крахмальном клейстере на 7-е сутки беременности. На 14-е сутки (14–19 сут) крысам 1-й группы в третий раз вводили суммарную дозу аниверма-2,0% за 6 сут в дозе 3,6 мг/кг по ДВ, по препарату 180 мг/кг, а второй группе животных – субстанцию ивермектина в дозе 3,6 мг/кг по ДВ в форме суспензии на крахмальном клейстере. Самкам крыс 3-й контрольной группы вводили крахмальный клейстер три раза в те же периоды беременности, как и опытным животным в объеме 5–7 мл. На 20-е сутки эмбриогенеза всех подопытных крыс подвергли эвтаназии. У самок после убоя и экстирпации матки учитывали число эмбрионов, резорбций и желтых тел беременности в обоих яичниках; измеряли краниокаудальные размеры эмбрионов, регистрировали их массу, определяли пол. Измеряли и взвешивали плаценту для вычисления плодоточного коэффициента. Также обращали внимание на наличие уродств и аномалий развития у эмбрионов. Далее часть плодов помещали в жидкость Буэна для дальнейшего исследования внутренних органов по методу Вильсона. Другую часть фиксировали в 96,0%-ном спирте для исследования костной системы и измерения длины костей по методу Даусона. Для оценки эмбриотоксической активности препарата учитывали пред- и постимплантационную гибель и общую эмбриональную смертность. Полученные результаты обработали статистически.

**Результаты и обсуждение.** В течение всего периода беременности признаков интоксикации у животных не наблюдали. Животные были активны, охотно поедали корм и хорошо набирали массу. При макроскопическом исследовании внутренних органов каких-либо патологических изменений не обнаружено. Признаки воспаления, уродства и другие отклонения от нормы у эмбрионов и плацент отсутствовали. Аниверм-2,0% в трехкратно увеличенной дозе 0,6 мг/кг при внутрижелудочном введении в критические периоды эмбриогенеза не проявил эмбриотоксической и тератогенной активности.



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

**Ключевые слова:** крысы, ивермектин, супрамолекулярный комплекс, аниверм-2,0%, эмбриогенез, эмбриотоксическая и тератогенная активность

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Шахбиев И. Х. Изучение эмбриотропного действия супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 67–75.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-67-75>

© Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Шахбиев И. Х., 2025

Original article

## Study on embryotropic effects of the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0%

Mauldy B. Musaev<sup>1</sup>, Victoria V. Zashchepkina<sup>2</sup>, Islam Kh. Shahbiev<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>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

<sup>3</sup>Chechen State University named after A. A. Kadyrov, Grozny, Chechen Republic, Russia

<sup>1</sup>vigis-patent@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0523-2308>

<sup>2</sup>zashepkinavv@gmail.com

<sup>3</sup>shahbiev141@mail.ru

### Abstract

**The purpose of the research** is to evaluate embryotoxic and teratogenic effects of the supramolecular complex of ivermectin aniverm-2.0%.

**Materials and methods.** The experiment was conducted on 100 female rats weighing 180–200 g that were kept in the vivarium of the VNIIP – FSC VIEV. The experimental rats were divided into groups of 8 animals each. The supramolecular complex of ivermectin aniverm-2.0% was administered to inbred pregnant female rats orally in the suspension formulation using an intragastric catheter three times in increased doses. The 1st group pregnant females were administered a total dose of aniverm-2.0% for the first 6 days which was 3 times higher than the therapeutic dose (3.6 mg/kg) by the active substance, and 180 mg/kg by the drug. The 2nd group animals were given the ivermectin substance in a similar dose of 3.6 mg/kg in the suspension formulation on starch paste on the first day of pregnancy. The 1st group rats were given a total dose of aniverm-2.0% increased to 3-fold, equal to 7 days (7–13 days), at a dose of 4.2 mg/kg by the active ingredient, and 210 mg/kg by the drug, and the 2nd group rats received a similar dose of the ivermectin substance of 4.2 mg/kg in the suspension formulation on starch paste on day 7 of pregnancy. On day 14 (days 14–19), the 1st group rats were administered a total dose of aniverm-2.0% for 6 days for the third time at a dose of 3.6 mg/kg by the active ingredient, and 180 mg/kg by the drug, and the second group of animals received the substance of ivermectin at a dose of 3.6 mg/kg by the active ingredient in the suspension formulation on starch paste. The female rats from the 3rd control group were administered starch paste of 5–7 mL three times during the same periods of pregnancy as the experimental animals. On day 20 of embryogenesis, all experimental rats were euthanized. In the females, after slaughter and extirpation of the uterus, the number of embryos, resorptions, and corpus luteum in pregnancy in both ovaries was recorded; the craniocaudal embryo dimensions were measured, their weight was recorded, and their sex was determined. The placenta was measured and weighed to calculate the fetoplacental coefficient. Attention was also paid to deformities and developmental anomalies in the embryos. Some of the fetuses were then placed in Bouin's fluid for further examination of the internal organs using the Wilson method. Another part was fixed in 96.0% alcohol to examine the skeletal system and measure bone length using the Dawson method. To assess embryotoxic effects of the drug, pre- and post-implantation death and total embryonic mortality were recorded. The obtained results were processed statistically.

**Results and discussion.** In the entire pregnancy period, no signs of intoxication were observed in the animals. The animals were active, ate food readily and gained weight well. Macroscopic examination of the internal organs did not reveal any pathological changes. There were no signs of inflammation, deformities or other abnormalities in the embryos and placentas. Aniverm-2.0% in a three-fold increased dose of 0.6 mg/kg with intragastric administration did not exhibit embryotoxic or teratogenic effects in critical periods of embryogenesis.

**Keywords:** rats, ivermectin, supramolecular complex, aniverm-2.0%, embryogenesis, embryotoxic and teratogenic effects

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

**For citation:** Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Shahbiev I. Kh. Study on embryotrophic effects of the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0%. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):67–75. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-67-75>

© Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Shahbiev I. Kh., 2025

## Введение

Разработанный нами супрамолекулярный комплекс ивермектина аниверм-2,0% предназначен, в основном, для неприрученных домашних и диких животных путем вольного скармливания в смеси с концентрированными кормами при эндо- и эктопаразитазах.

Аниверм-2,0% представляет собой растворимый в воде твердодисперсный порошок, включающий субстанцию ивермектина, растворимые в воде полимеры поливинилпирролидон низкомолекулярный и природный полимер арабиногалактан (в соотношении 2 : 49 : 49), полученный по механохимической технологии до образования частиц размером до 10 микрон. Препарат без вкуса с легко уловимым хвойным запахом светло-бежевого цвета [1, 7-10, 11, 12].

Аниверм-2,0% по параметрам острой пероральной и кожной токсичности относится к IV классу малотоксичных веществ со слабовыраженной кумуляцией, не обладает иммунотоксической активностью. Терапевтический индекс аниверма-2,0% – 115,8 [2-4, 7]. Исследования аниверма-2,0% в условиях производства показали его высокую активность против нематод пищеварительного тракта лошадей в терапевтической дозе 0,2 мг/кг по ДВ [8-10].

При изучении субхронической токсичности аниверма-2,0% на крысах на 55-е сутки при пероральном введении в течение 7 сут подряд в дозе 15 мг/кг такие биохимические показатели сыворотки крови, как аспаратаминотрансфераза, креатинин, лактатдегидрогеназа были повышены по сравнению с контролем, хотя на 8-е сутки этих изменений не наблюдали, что свидетельствовало о возможном отдалённом негативном последствии на печень, почки и поджелудочную железу метаболитами [5].

Целью наших исследований было изучение эмбриотропного действия супрамолекулярного комплекса ивермектина аниверм-2,0% по критерию эмбриотоксической и тератогенной активности.

## Материалы и методы

Опыты по исследованию супрамолекулярного комплекса ивермектина аниверм-2,0% на эмбриотоксическое и тератогенное действие выполняли согласно Методическим рекомендациям<sup>1</sup> на 100 самках крыс массой 180–200 г, которые содержались в виварии ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных (Страсбург, 1986) и согласно руководствам<sup>2,3</sup>. Эмбриотоксическое и тератогенное действие препарата оценивали на беременных половозрелых крысах-самках в репродуктивном возрасте. Для спаривания вечером к самкам крыс подсаживали на ночь самцов, которых содержали отдельно от самок в соотношении 1♂ : 2♀. Первым днем беременности считали день обнаружения сперматозоидов в вагинальном мазке из влагалища крысы. Беременных самок разделили на две опытные и одну контрольную группы по 8 самок в каждой.

<sup>1</sup> Методические рекомендации по доклиническому изучению репродуктивной токсичности фармакологических средств, одобренные фармакологическим комитетом Минздрава России (протокол №8 от 3 июля 1997) и утвержденные Минздравом России 18 декабря 1997.

<sup>2</sup> Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Ч. 1 / под ред. А. Н. Миронова. М., 2012. 944 с.

<sup>3</sup> Хабриев Р. У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. М., 2005. С. 501-514.

Аниверм-2,0% вводили беременным самкам крыс перорально в форме суспензии с помощью внутрижелудочного зонда. В связи с тем, что препараты на основе ивермектина в трехкратных дозах многими исследователями были изучены с положительным эффектом при введении с 1 по 19-е сутки, то нами было принято решение вместо ежедневного введения препарата с 1 по 19-е сутки, задавать их в три приёма на 1, 7 и 14-е сутки беременности в 3 раза увеличенных суммарных дозах.

В первые сутки беременности самкам первой опытной группы вводили перорально однократно суммарную дозу аниверма-2,0%, превышающую в 3 раза терапевтическую, равную 6 сут (0,6 мг/кг × 6 сут) – 3,6 мг/кг по ДВ, по препарату – 180 мг/кг.

Вторая группа подопытных самок получила субстанцию ивермектина в аналогичной дозе 3,6 мг/кг в виде взвеси 2,0%-крахмального клейстера; препараты задавали в первые сутки беременности.

Второй раз 1-й группе самок вводили суммарную дозу аниверма-2,0%, равную за 7 сут 2,1 мг/кг по ДВ, по препарату 210 мг/кг и второй группе самок аналогичную дозу субстанции ивермектина 4,2 мг/кг в виде крахмального клейстера задавали на 7-е сутки беременности.

Третий раз 1-й группе самок суммарную дозу аниверма-2,0% за 6 сут в дозе 1,8 мг/кг, по препарату 180 мг/кг и второй группе животных суспензию ивермектина в аналогичной дозе 3,6 мг/кг в виде крахмального клейстера задавали на 14-е сутки.

Самкам третьей контрольной группы вводили по 5 мл крахмального клейстера три раза в те же периоды беременности, как и опытным животным.

Убой животных проводили на 20-е сутки беременности с применением углекислого газа. При вскрытии самок крыс извлекали матку и яичники. В яичниках подсчитывали число желтых тел беременности, в матке – число мест имплантации, резорбированных, живых и мёртвых плодов. Плоды тщательно осматривали под бинокулярной лупой для обнаружения внешних аномалий развития; определяли пол, взвешивали и измеряли краниокаудальный размер плодов, массу и диаметр плаценты для определения плодоплацентарного коэффициента.

Далее часть плодов помещали в жидкость Буэна для изучения состояния внутренних органов по методу Вильсона, другую часть плодов фиксировали в 95,0%-ном этиловом спирте в течение 7–10 сут. Затем плоды погружали в 1,0%-ный раствор КОН для просветления мягких тканей. Через 2–3 сут плоды вынимали из щелочи, промывали водой и переносили в раствор, состоящий из 150 мл глицерина, 800 мл дистиллированной воды и 10 г КОН, а также нескольких капель 1,0%-ного раствора ализарина красного. Через 3–5 сут окостеневшие участки скелета окрашивались в интенсивно красно-фиолетовый цвет. Для обесцвечивания мягких тканей и окончательного просветления плоды переносили в раствор глицерина, дистиллированной воды и КОН в тех же соотношениях, но без добавления 1,0%-ного раствора ализарина красного. Затем плоды обезжизивали путем медленной проводки через смесь спирта, глицерина и воды в разных пропорциях (1 : 2 : 7, 2 : 2 : 6, 4 : 4 : 2). Измерение длины центров окостенения скелета плодов (лопаточная, плечевая, локтевая, лучевая, бедренная, большая и малая берцовые кости) проводили под бинокулярной лупой МБС с помощью окулярмикрометра по методу Даусона.

По методу Вильсона в модификации А. П. Дыбана [13] делали 9 сагиттальных срезов лезвием бритвы. Все срезы анализировали под стереомикроскопом МБС-2 на наличие внутренних аномалий.

Для определения эмбриотоксического действия аниверма-2,0% и базового препарата ивермектина определяли предимплантационную гибель зигот, постимплантационную гибель эмбрионов, общую эмбриональную смертность.

Показателями тератогенного действия препаратов являлись нарушения органогенеза во внутриутробном периоде и изменения костной системы плодов.

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики по t-критерию Стьюдента. Расчет выполняли с использованием Microsoft Excel 2010 и пакета статистического анализа данных Statistica 8.0 for Windows.

## Результаты и обсуждение

Супрамолекулярный комплекс ивермектина аниверм-2,0% и субстанция ивермектина в

трехкратно увеличенной дозе на протяжении всего периода опыта у самок крыс не вызывали признаков токсикоза и видимых нарушений беременности. Падежа в опытных группах не отмечено.

Данные по изучению эмбриотоксических и тератогенных свойств супрамолекулярного комплекса ивермектина аниверм-2,0% и суб-

станции ивермектина в трехкратно увеличенной дозе показали, что при исследовании эмбрионального материала внешних и внутренних аномалий развития не выявили. При динамическом наблюдении за приростом массы тела у опытных самок не регистрировали снижения привесов по сравнению с контрольными животными (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты изучения эмбрионального материала, полученного от самок крыс, после введения супрамолекулярного комплекса ивермектина аниверм-2,0% и субстанции ивермектина в трехкратно увеличенной дозе 0,6 мг/кг по ДВ в критические периоды эмбриогенеза**

Table 1

**Results of the study of embryonic material obtained from female rats after the introduction of the supramolecular complex of ivermectin aniverm-2.0% and the substance of ivermectin in a three-fold increased dose of 0.6 mg/kg by active ingredient during critical periods of embryogenesis**

Параметр	Суммарная доза с 1-7; 7-14; 14-19 сутки		
	Аниверм-2,0%	Субстанция ивермектина	Контроль
Число самок	8	8	8
Среднее число эмбрионов на одну самку	10±0,63, t = 2,05	9,38±0,62, t = 3,79	10,75±0,59, t = 2,15
Среднее число резорбций на одну самку	0,88±0,54, t = 0,45	1,00±0,63, t = 0,80	0,75±0,39, t = 2,15
Предимплантационная смертность, %	1,50±0,39, t = 0,23	1,54±0,21, t = 1,57	1,33±0,24, t = 2,15
Постимплантационная смертность, %	3,9±0,8, t = 0,55	3,94±1,43, t = 0,35	4,18±0,93, t = 2,15
Общая эмбриональная смертность, %	10,56±0,31, t = 0,34	11,72±0,91, t = 2,73	10,62±0,27, t = 2,15
Средняя масса эмбриона, г	2,32±0,06, t = 0,53	2,26±0,05, t = 2,29	2,33±0,05, t = 2,15
Краниокаудальный размер плода, см	2,94±0,05, t = 0,56	2,83±0,18, t = 1,50	2,95±0,05, t = 2,15
Средняя масса плаценты, г	0,47±0,03, t = 0,63	0,49±0,05, t = 1,26	0,46±0,04, t = 2,15
Средний диаметр плаценты, см	1,37±0,03, t = 0,57	1,38±0,06, t = 0,54	1,36±0,03, t = 2,15
Плодоплацентарный коэффициент, %	21,2±0,82, t = 1,11	21,95±1,63, t=1,65	20,31±1,7, t = 2,15
Число эмбрионов с аномалиями развития:			
внешние аномалии	0	0	0
внутренние аномалии	0	0	0

Примечание. [Note]. P ≥ 0,05

После введения аниверма-2,0% в дозе 0,6 мг/кг по ДВ предимплантационная смертность составила 1,50±0,39, субстанции ивермектина в дозе 0,6 мг/кг – 1,54±0,21, в контроле – 1,33±0,24; постимплантационная смертность для аниверма-2,0% – 3,9±0,8, субстанции ивермектина – 3,94±1,43, в контроле – 4,18±0,93; общая эмбриональная смертность для аниверма-2,0% – 10,62±0,27 %, субстанции ивермектина – 11,72±0,91 %, в контроле – 10,62±0,27. Средняя масса плодов в опыте составила 2,32±0,06 г в сравнении с 2,33±0,05 г в контроле, краниокаудальный размер плодов в опыте – 2,94±0,05 см, в контроле – 2,95±0,05 см.

Супрамолекулярный комплекс ивермектина «Аниверм-2,0%» не влиял на число желтых

тел в яичниках, не оказывал эмбриолетального действия и не вызывал предимплантационной гибели эмбрионов. В группах самок крыс, получавших препарат, число крысят не отличалось от такового в контрольной группе.

При исследовании внутренних органов по Вильсону аномалий в развитии эмбрионов не зарегистрировано. На срезах у подопытных и контрольных эмбрионов самок крыс отмечена схожая топография пищеварительного тракта, спинного мозга, крупных сосудов, сердца, лёгких, бронхов, печени, поджелудочной железы, почек, органов малого таза и скелета.

Длина участков окостенения в закладках основных костей эмбрионов (лопаточной, плечевой, локтевой, лучевой, бедренной, большой и

Таблица 2

Результаты измерения участков окостенения костей эмбрионов, полученных от самок крыс после введения аниверма-2,0% и субстанции ивермектина в дозе 0,6 мг/кг перорально однократно ( $P > 0,05$ )

Table 2

Results of measuring the ossification areas of embryonic bones obtained from female rats after the administration of aniverm-2.0% and ivermectin substance at a dose of 0.6 mg/kg orally once ( $P > 0.05$ )

Кость	Длина кости (мм) эмбрионов после введения беременным самкам препаратов			
	Аниверм-2,0%	Субстанция ивермектина	Контроль	
Число пар ребер	13	13	13	
Лопаточная	левая	2,36±0,03, t = 0,23	2,34±0,03, t = 1,34	2,36±0,02, t = 2,15
	правая	2,35±0,03, t = 0,08	2,36±0,03, t = 1,18	2,36±0,01, t = 2,15
Плечевая	левая	2,54±0,06, t = 0,64	2,54±0,03, t = 0,77	2,56±0,05, t = 2,15
	правая	2,55±0,04, t = 0,30	2,54±0,03 t = 1,04	2,56±0,04, t = 2,15
Локтевая	левая	2,64±0,03, t = 1,64	2,66±0,05, t = 0,39	2,67±0,05, t = 2,15
	правая	2,61±0,12, t = 1,30	2,65±0,03 t = 1,54	2,68±0,04, t = 2,15
Лучевая	левая	2,02±0,04, t = 0,23	2,03±0,05, t = 0,53	2,01±0,02, t = 2,15
	правая	2,03±0,03, t = 0,59	2,02±0,03, t = 1,08	2,04±0,03, t = 2,15
Бедренная	левая	1,78±0,04, t = 0,71	1,78±0,03, t = 0,75	1,76±0,04, t = 2,15
	правая	1,77±0,04, t = 0,44	1,78±0,04, t = 0,91	1,76±0,04, t = 2,15
Большая берцовая	левая	2,07±0,03, t = 0,15	2,1±0,06, t = 1,07	2,1±0,05, t = 2,15
	правая	2,11±0,05, t = 1,52	2,11±0,07, t = 1,31	2,07±0,03, t = 2,15
Малая берцовая	левая	1,92±0,05, t = 1,32	1,9±0,04, t = 0,54	1,89±0,03, t = 2,15
	правая	1,92±0,04, t = 1,08	1,91±0,04, t = 0,78	1,9±0,03, t = 2,15
Лопатка	левая	2,42±0,02 t = 1,23	2,41±0,02 t = 1,48	2,42±0,02, t = 2,15
	правая	2,43±0,02 t=0,43	2,42±0,02 t=1,72	2,44±0,02, t=2,15

малой берцовых) у опытных плодов находились в близких пределах к таковым от животных контрольной группы ( $P \geq 0,05$ , табл. 2).

Таким образом, исследуемые препараты не влияют на морфометрические показатели плодов крыс при введении в период беременности и не вызывают аномалии развития.

### Заключение

До и после введения препарата аниверм-2,0% и субстанции ивермектина гибели беременных самок крыс не отмечали. Признаки нарушения беременности или интоксикации также отсутствовали.

Продолжительность беременности у опытных самок соответствовала физиологической норме для данного вида животных.

При исследовании плодов крыс контрольной и опытных групп аномалий развития не отмечали. Изменений в линейных промерах и массе плодов, числе плодов в помёте, нарушении анатомического строения и окостенения скелета также обнаружено не было.

На основании проведенных нами исследований можно заключить, что при введении беременным самкам супрамолекулярного комплекса ивермектина аниверм-2,0% и субстанции ивермектина в трехкратно увеличенных дозах 0,6 мг/кг по ДВ в критические периоды эмбриогенеза (1-6, 7-8, 13-14-е сутки) эмбриотоксического и тератогенного действия не установлено.

### Список источников

1. *Архипов И. А.* Антигельминтики: фармакология и применение. М.: РАСХН, 2009. 406 с.
2. *Защепкина В. В., Мусаев М. Б., Халиков С. С.* Доклинические исследования твердой дисперсии ивермектина // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. М., 2019. Вып. 20. С. 231-238. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.231-237>
3. *Защепкина В. В.* Изучение кумулятивных свойств супрамолекулярного комплекса ивермектина // Российский паразитологический

- журнал. 2019. Т. 13, № 4. С. 72-76. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-72-76>
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, № 4. С. 29-33. <https://doi.org/10.30906/2073-8099-2021-13-4-29-33>
  5. *Медведева С. А., Александрова Г. П., Сайботалов М. Ю.* Арабиногалактан лиственницы сибирской – природный иммуномодулятор // «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения»: материалы 5 Международного съезда. СПб., 2001. С. 104–105.
  6. *Мусаев М. Б., Халиков С. С., Защепкина В. В., Архипов И. А., Емельянова Н. Б., Гадаев Х. Х., Вацаев Ш. В.* Противопаразитарное средство для лечения и профилактики животных вольным скармливанием. Патент №2715432 28.02.2020 г., Бюл. № 7.
  7. *Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Белова Е. Е., Халиков С. С.* Изучение субхронической токсичности супрамолекулярного комплекса ивермектина на крысах // «Агро-бизнес, экологический инжиниринг и биотехнологии»: материалы V Международной научной конференции «Современные проблемы биологии: от молекул до экосистем». Красноярский государственный аграрный университет, 2021.
  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., 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>
  10. *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/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.255-260>
  11. *Халиков С. С., Локишин Б. В., Ильин М. М., Варламова А. И., Мусаев М. Б., Архипов И. А.* Способы получения твердых дисперсий лекарственных веществ и их свойства // *Известия Академии наук. Серия химическая*. 2019. № 10. С. 1924-1932.
  12. *Халиков С. С., Чистяченко Ю. С., Душкин А. В., Метелева Е. С., Поляков Н. Э., Архипов И. А., Варламова А. И., Гламаздин И. И., Данилевская Н. В.* Создание антигельминтных препаратов повышенной эффективности на основе межмолекулярных комплексов действующих веществ с водорастворимыми полимерами, в том числе с полисахаридами // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2015. Т. 23, № 5. С. 567-577.
  13. *Wilson J. G.* Current status of teratology – general principles and mechanisms derived from animal studies. In: *Handbook of teratology / Eds. Wilson J. G., Clarke Fraser F.* New York: Plenum Press, 1977; 47–74.

Статья поступила в редакцию 03.07.24; одобрена после рецензирования 25.10.24; принята к публикации 07.02.25

*Об авторах:*

**Мусаев Маулды Баудинович**, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии, SPIN-код: 2652-9435, Researcher ID: U-8287-2018, Scopus ID: 56088908400

**Защепкина Виктория Владимировна**, аспирант лаборатории экспериментальной терапии

**Шахбиев Ислам Хасанович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарной медицины и зооинженерии

*Вклад авторов:*

Мусаев М. Б. – научное руководство, проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Защепкина В. В. – проведение исследований, интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Шахбиев И. Х. – критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Arkhipov I. A., Anthelmintics: pharmacology and application. M.: Russian Academy of Agricultural Sciences, 2009; 406. (In Russ.)
2. Zashchepkina V. V., Musaev M. B., Khalikov S. S. Pre-clinical studies of ivermectin solid dispersion. «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 adapted from the International Scientific Conference. M., 2019; 20: 231-238. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.231-237>
3. Zashchepkina V. V. Study of 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/10.31016/1998-8435-2019-13-4-72-76>
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/10.30906/2073-8099-2021-13-4-29-33>
5. Medvedeva S. A., Aleksandrova G. P., Saibotolov M. Yu. Siberian larch arabinogalactan is a natural immune modulator. «Aktual'nyye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoy proiskhozhdeniya»: materialy 5 Mezhdunarodnogo s"yezda = "Current issues of creating new drugs of natural origin": proceedings of the 5th International Congress. St. Petersburg, 2001; 104–105. (In Russ.)
6. Musaev M. B., Khalikov S. S., Zashchepkina V. V., Arkhipov I. A., Emelyanova N. B., Gadayev H. H., Vatsaev Sh. V. Antiparasitic agent for animal treatment and prevention by free feeding. Patent No. 2715432 02.28.2020, Bulletin No. 7.
7. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Belova E. E., Khalikov S. S. Study on subchronic toxicity of the supramolecular complex of ivermectin in rats. «Agro-biznes, ekologicheskiy inzhiniring i biotekhnologii»: materialy V Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sovremennyye problemy biologii: ot molekul do ekosistem» = "Agrobusiness, environmental engineering and biotechnology": proceedings of the V International Scientific Conference "Current Issues of Biology: from Molecules to Ecosystems". Krasnoyarsk State Agrarian University, 2021.
8. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Gadayev Kh. Kh., Shakhbiyev Kh. Kh. Commission test of the efficacy of the supramolecular complex of ivermectin against gastrointestinal strongylatoses of 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., Khalikov S. S. Antiparasitic Complex of Ivermectin for Treatment of Herd Horses at Gastrointestinal Nematodosis. *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>
10. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Vatsaev Sh. V., Dzhamalova 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": collection of Scientific Articles adapted from the International Scientific Conference. 2020; 21: 255-260. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.255-260>
11. Khalikov S. S., Lokshin B. V., Ilyin M. M., Varlamova A. I., Musaev M. B., Arkhipov I. A. Methods for preparing solid dispersions of medicinal substances and their properties. *Izvestiya Akademii nauk. Seriya khimicheskaya = Bulletin of the Academy of Sciences. Chemistry series*. 2019; 10: 1924-1932. (In Russ.)
12. Khalikov S. S., Chistyachenko Yu. S., Dushkin A. V., Metelyova E. S., Polyakov N. E., Arkhipov I. A., Varlamova A. I., Glamazdin I. I., Danilevskaya N. V. Creation of anthelmintics of increased efficacy based on intermolecular complexes of active substances with water-soluble polymers including polysaccharides. *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya = Chemistry for Sustainable Development*. 2015; 23 (5): 567-577. (In Russ.)
13. Wilson J. G. Current status of teratology – general principles and mechanisms derived from animal studies. In: Handbook of teratology / Eds. Wilson J. G., Clarke Fraser F. New York: Plenum Press, 1977; 47–74.

The article was submitted 03.07.2024; approved after review on 25.10.2024; accepted for publication on 07.02.2025

*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.

**Zashchepkina Victoria V.**, Postgraduate Student of the Laboratory of Experimental Therapy.

**Shahbiev Islam Kh.**, critical analysis and interpretation of the obtained data, preparation of the article.

*Contribution of the authors:*

Musaev M. B. – academic supervision, research, obtained data, critical analysis and interpretation, article preparation.

Zashchepkina V. V. – research, obtained data interpretation, article preparation.

Shahbiev I. Kh. – critical analysis and interpretation of the obtained data, preparation of the article.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:615.015.5

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-76-82>

## Оценка острой токсичности двух противопаразитарных комбинированных препаратов из группы авермектинов и пиретроидов

Токарь Варвара Вениаминовна<sup>1</sup>, Мусаев Маулды Баудинович<sup>2</sup>,  
Новик Тамара Самуиловна<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>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

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» – ФГБУ «ВГНКИ», Москва, Россия

<sup>1</sup> [vgnki@vgnki.ru](mailto:vgnki@vgnki.ru)

<sup>2</sup> [vigis-patent@yandex.ru](mailto:vigis-patent@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0523-2308>

<sup>3</sup> [novik.tamara@mail.ru](mailto:novik.tamara@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9317-2052>

### Аннотация

**Цель исследований** – оценка острой токсичности на лабораторных животных опытных образцов двух противопаразитарных комбинированных лекарственных препаратов из группы авермектинов и пиретроидов, условно обозначенных как ЦА-17 и ЦА-18 (ООО НБЦ «Фармбиомед»).

**Материалы и методы.** Опыт проводили на половозрелых аутбредных крысах и мышах (самцах), которым исследуемые препараты вводили двумя путями, внутрижелудочно и наружно, в диапазоне доз, позволяющем рассчитать параметры острого токсического действия или установить максимально переносимую дозу. Исследуемые препараты представляли собой прозрачные маслянистые жидкости, в состав которых входят аверсектин С и цифлутрин в разных концентрациях. В течение 14 сут проводили наблюдение за состоянием и поведением животных, регистрировали гибель и симптомы интоксикации. При расчете значений ЛД<sub>50</sub> и других параметров острого токсического действия препаратов использовали пробит-анализ.

**Результаты и обсуждение.** Значение ЛД<sub>50</sub> препарата ЦА-17 при внутрижелудочном введении крысам и мышам составляет соответственно 6072 (5208–6975) и 4008 (2340–6094) мг/кг. Значение ЛД<sub>50</sub> препарата ЦА-18 при внутрижелудочном введении крысам и мышам равно соответственно 3716 (3103–4496) и 2929 (1454–3603) мг/кг. По сравнению с крысами у мышей отмечена видовая чувствительность к обоим препаратам. Препараты ЦА-17 и ЦА-18 при внутрижелудочном введении крысам и мышам согласно гигиенической классификации ГОСТ 12.1.007-76 относятся к 3 классу опасности. Значение ЛД<sub>50</sub> препарата ЦА-17 при наружном введении и крысам и мышам составляет более 7500 мг/кг, а для препарата ЦА-18 соответственно более 5000 и 2500 мг/кг. По параметрам наружной токсичности оба препарата относятся к 4 классу опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76.

**Ключевые слова:** противопаразитарные комбинированные препараты, острая токсичность, крысы, мыши

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Токарь В. В., Мусаев М. Б., Новик Т. С. Оценка острой токсичности двух противопаразитарных комбинированных препаратов из группы авермектинов и пиретроидов // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 76–82.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-76-82>

© Токарь В. В., Мусаев М. Б., Новик Т. 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

## Assessment of acute toxicity of two antiparasitic combined drugs from the group of avermectins and piretroids

Varvara V. Tokar<sup>1</sup>, Mauldi B. Musaev<sup>2</sup>, Tamara S. Novik<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>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

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution "All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicines for Animals and Feed" – FGBI "VGNKI", Moscow, Russia

<sup>1</sup>vgnki@vgnki.ru

<sup>2</sup>vigis-patent@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0523-2308>

<sup>3</sup>novik.tamara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9317-2052>

### Abstract

**The purpose of the research** is to assess the acute toxicity in laboratory animals of experimental samples of two antiparasitic combined drugs from the group of avermectins and pyrethroids, conventionally designated as CA-17 and CA-18 (NBC Pharmed LLC).

**Materials and methods.** The present experiment was performed on sexually mature outbred rats and mice (males), to which the studied drugs were administered in two ways, intragastrically and subcutaneously, in a dose range that allows calculating the parameters of acute toxic effects or setting the maximum tolerated dose. The studied preparations were transparent oily liquids containing avermectin C and cyfluthrin in different concentrations. During 14 days, the condition and behavior of the animals were monitored, death and symptoms of intoxication were recorded. Probit analysis was used to calculate LD<sub>50</sub> values and other parameters of acute toxic effects of drugs.

**Results and discussion.** The LD<sub>50</sub> value of CA-17 when administered intragastrically to rats and mice is 6072 (5208±6975) and 4008 (2340±6094) mg/kg, respectively. The LD<sub>50</sub> value of CA-18 when administered intragastrically to rats and mice is 3716 (3103±4496) and 2929 (1454±3603) mg/kg, respectively. Compared with rats, mice have a species sensitivity to both drugs. Preparations CA-17 and CA-18 for intragastric administration according to the hygienic classification belong to hazard class 3. The LD<sub>50</sub> value of CA-17 after cutaneous administration to rats and mice is more than 7,500 mg/kg, respectively. Similar indicators for CA-18 for rats and mice are more than 5,000 and 2,500 mg/kg, respectively. According to the parameters of cutaneous toxicity, both drugs belong to hazard class 4.

**Keywords:** antiparasitic combined drugs, acute toxicity, rats, mice

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

**For citation:** Tokar V. V., Musaev M. B., Novik T. S. Assessment of acute toxicity of two antiparasitic combined drugs from the group of avermectins and piretroids. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):76–82. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-76-82>

© Tokar V. V., Musaev M. B., Novik T. S., 2025

### Введение

Несмотря на наличие эффективных и качественных противопаразитарных препаратов, разработка более совершенных лекарственных средств, которые сочетали бы в себе высокую эффективность, безопасность, просто-

ту применения и доступность, всегда является актуальной исследовательской задачей.

Важным этапом в процессе создания новых лекарственных препаратов является проведение доклинических исследований на лабораторных животных, в частности, оценка острой

токсичности при различных путях введения, что и явилось предметом нашей предшествующей работы и настоящей статьи<sup>1,2</sup>.

В состав препаратов входят два действующих вещества из групп авермектинов и пиретроидов. Механизм действия авермектинов заключается в блокировке передачи электрической активности в нервных и мышечных клетках беспозвоночных, в основном, за счет усиления эффектов глутамата на глутамат-управляемом хлоридном канале, который является специфичным для первичноротых беспозвоночных [9] с незначительным воздействием на рецепторы гамма-аминомасляной кислоты [1, 2, 4]. Это вызывает приток ионов хлорида в клетки, что приводит к гиперполяризации и последующему параличу нервно-мышечной системы беспозвоночных. Сопоставимые дозы не токсичны для млекопитающих, поскольку они не обладают специфичными для первичноротых глутамат-управляемыми хлоридными каналами [3, 9].

Механизм действия пиретроидов заключается во взаимодействии с натриевыми каналами и индукции длительной деполяризации в нейронах. Пиретроиды делятся на два типа в зависимости от структуры соединения, а также от их действия и вызываемых ими нежелательных симптомов. Использование пиретроидов I типа может привести к синдрому тремора, характеризующемуся дрожанием всего тела, агрессивным поведением, повышенной чувствительностью и атаксией. Механизм действия пиретроидов I типа заключается в изменении конформации натриевых каналов во время их открытия и закрытия в мембранах нейронов. Пиретроиды II типа вызывают слюнотечение, синдром хорееатетоза – слюнотечения и двигательные нарушения у млекопитающих. Помимо воздействия на натриевые каналы, эти соединения, как известно, влияют на хлоридные каналы, в том числе на ГАМК-зависимые [6-8].

## Материалы и методы

Исследования проводили в виварии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России и в ВГНКИ в период с 14.03.2023 по 11.03.2024 гг.

Эксперимент проводили на половозрелых аутбредных крысах массой тела 180–210 г и мышах массой тела 18–21 г (самцах). Животных получали из питомника «Филиал «Андреевка» «Научного центра биомедицинских технологий Федерального медико-биологического агентства». Животных содержали в виварии согласно санитарным правилам и на стандартном рационе в соответствии с нормативными документами<sup>3,4</sup>. Крыс и мышей содержали в поликарбонатных клетках по 6 голов в каждой. В качестве подстилки использовали древесные опилки. Крыс и мышей содержали в отдельных боксах.

Корм представлял собой сухой брикетированный корм ПК-120 ГОСТ Р 51849-2011 Р5 (ООО «Лабораторкорм», Москва). Поили животных водопроводной водой<sup>5</sup>. Воду давали крысам и мышам *ad libitum* из стандартных поилок. Животных содержали в контролируемых условиях при температуре воздуха 20–22 °С и относительной влажности 60–70%. Освещение – естественно-искусственное (12 ч свет/12 ч темнота).

Каждая опытная группа крыс и мышей состояла из 6 животных. Перед опытом у животных отбирали корм и воду. Через два часа животных взвешивали, распределяли по группам и вводили препарат. Препараты использовали без разведения.

Препарат ЦА-17 вводили внутривентрикулярно однократно с помощью желудочного зонда в следующих дозах: крысам – 4000, 5000, 6000, 7500 и 800 мг/кг; мышам – 1000, 2000, 5000, 6000 и 7000 мг/кг. При исследовании накожной токсичности испытуемый препарат наносили однократно на кожу крысам и мышам в дозах 5000, 7500 и 5000 мг/кг.

<sup>1</sup>Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под ред. Р. У. Хабриева. М.: Медицина, 2005.

<sup>2</sup>Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Ч. 1 / под ред. А. Н. Миронова. М.: Гриф и К, 2012.

<sup>3</sup>Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедуры. ГОСТ 33215-2014.

<sup>4</sup>Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за животными. ГОСТ 33216-2014.

<sup>5</sup>Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. ГОСТ Р 51232-1998.

Внутрижелудочное введение препарата ЦА-18 проводили крысам в дозах 2500, 3000, 3500, 5000 и 5500 мг/кг и мышам – 1000, 2500, 3500, 4000 и 5000 мг/кг. Накожные аппликации проводили крысам и мышам соответственно в дозах 5000 и 2500 мг/кг.

Во всех случаях объем вводимых препаратов не превышал допустимый для внутрижелудочного или накожного введения крысам и мышам.

В течение 14 сут после введения препаратов вели наблюдение за животными; в случае гибели проводили вскрытие павших животных. Также определяли сроки, характер и степень проявления симптомов интоксикации; отмечали особенности поведения, приема корма и воды. После окончания периода наблюдений животных подвергали эвтаназии дислокацией шейных позвонков и проводили макроскопическое исследование основных внутренних органов и полостей<sup>6</sup>.

Критериями оценки острой токсичности были: падеж опытных животных и сроки их гибели, клиническая картина интоксикации, поведенческие реакции, макроскопический

анализ органов, павших и подвергнутых эвтаназии в конце эксперимента животных.

В настоящем исследовании было использовано 84 крысы и 72 мыши. При расчете значений ЛД<sub>50</sub> и других параметров острого токсического действия препаратов использовали пробит-анализ [5].

### Результаты и обсуждение

Поскольку оба препарата представляли собой оригинальные комбинированные составы, и заранее трудно было прогнозировать их токсические свойства, то в начале исследований проводили предварительные опыты с целью ориентировочного определения диапазона доз для введения. Также следует учесть, что одновременно шла работа по отработке и усовершенствованию промежуточных составов в отношении потребительских и других свойств посредством изменения формообразующей смеси.

Результаты внутрижелудочного введения препаратов ЦА-17 и ЦА-18 крысам приведены соответственно в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты внутрижелудочного введения препарата ЦА-17 крысам

Table 1

Results of intragastric administration of the drug CA-17 to rats

Доза препарата, мг/кг	Число крыс в опыте	Число погибших крыс после однократного введения препарата ЦА-17 в различных дозах, сутки								Итого
		1	2	3	4	5	6	7	14	
4000	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0/6
5000	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1/6
6000	6	3	0	0	0	0	0	0	0	3/6
7500	6	5	0	0	0	0	0	0	0	5/6
8000	6	6	0	0	0	0	0	0	0	6/6

После введения крысам препарата ЦА-17 в самой нижней дозе 4000 мг/кг гибели животных не отмечали. Дозы в диапазоне от 5000 до 8000 мг/кг приводили к падежу крыс; отмечена четкая зависимость «доза-эффект» (табл. 1). Гибель крыс после введения указанных токсических доз имела место в первые сутки после введения испытуемого препарата.

Введение крысам препарата ЦА-18 в двух дозах 1000 и 2500 мг/кг не привело к падежу животных. Дозы в диапазоне от 3000 до 5500 мг/кг были токсическими и летальными (табл. 2). Гибель крыс после введения испытуемого препарата в указанных дозах имела место в первые сутки после введения.

<sup>6</sup> Директива 2010/63/EU европейского парламента и совета европейского союза от 22.09.2010 по охране животных, используемых в научных целях.

Таблица 2

## Результаты внутрижелудочного введения препарата ЦА-18 крысам

Table 2

## Results of intragastric administration of the drug CA-18 to rats

Доза препарата, мг/кг	Число крыс в опыте	Число погибших крыс после однократного введения препарата ЦА-18 в различных дозах, сутки								Итого
		1	2	3	4	5	6	7	14	
1000	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0/6
2500	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0/6
3000	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1/6
3500	6	3	0	0	0	0	0	0	0	3/6
5000	6	5	0	0	0	0	0	0	0	5/6
5500	6	6	0	0	0	0	0	0	0	6/6

При вскрытии павших крыс отмечали острую застойную гиперемиию легких, острую застойную гиперемиию печени, отек глиссоновой капсулы, кровоизлияния в паренхиме и отёк поджелудочной железы.

В таблицах 3 и 4 приведены данные по частоте гибели мышей после однократного внутрижелудочного введения испытуемых препаратов.

Гибели животных не установлено только при введении препарата ЦА-17 в дозе 1000 мг/кг. Гибель мышей имела место в первые сутки после введения испытуемого препарата.

После введения мышам препарата ЦА-18 в дозе 1000 мг/кг гибель животных отсутствовала. Дозы в диапазоне от 2500 до 5000 мг/кг привели к падежу мышей (табл. 4), который регистрировали на 1-е сутки после введения.

Таблица 3

## Частота гибели мышей после внутрижелудочного введения препарата ЦА-17

Table 3

## Frequency of death of mice after intragastric administration of the drug CA-17

Доза препарата, мг/кг	Число мышей в опыте	Число погибших мышей после однократного введения препарата ЦА-17 в различных дозах через, сутки								Итого
		1	2	3	4	5	6	7	14	
1000	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0/6
2000	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1/6
5000	6	3	0	0	0	0	0	0	0	3/6
6000	6	5	0	0	0	0	0	0	0	5/6
7000	6	6	0	0	0	0	0	0	0	6/6

Таблица 4

## Частота гибели мышей после внутрижелудочного введения препарата ЦА-18

Table 4

## Frequency of death of mice after intragastric administration of the drug CA-18

Доза препарата, мг/кг	Число мышей в опыте	Число погибших мышей после однократного введения препарата ЦА-18 в различных дозах через, сутки								Итого
		1	2	3	4	5	6	7	14	
1000	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0/6
2500	6	2	0	0	0	0	0	0	0	2/6
3500	6	4	0	0	0	0	0	0	0	4/6
4000	6	5	0	0	0	0	0	0	0	5/6
5000	6	6	0	0	0	0	0	0	0	6/6

Введение мышам препарата ЦА-17 в дозах 2000–7000 мг/кг и ЦА-18 в дозах 2500–5000 мг/кг привело к развитию выраженных симптомов интоксикации: возбуждению, беспокойству, одышке, тахикардии, конвульсии. Выраженность указанных симптомов зависела от вводимой дозы.

Определение токсикологических параметров при накожном пути введения для обоих препаратов имеет особое значение, поскольку планируется применять их на сельскохозяйственных животных в виде пур-она.

После нанесения препаратов ЦА-17 в дозах 5000 и 7500 мг/кг и препарата ЦА-18 в дозе

5000 мг/кг гибели опытных животных не отмечали в течение всего периода наблюдений.

Наблюдала следующие симптомы интоксикации: груминг, беспокойство, возбуждение; животные принимали неестественные позы, выгибали спины, кожа в месте нанесения собиралась в складки, подергивалась. После применения препаратов на месте нанесения у лабораторных животных сохранялась маслянистая пленка, проходящая через 6–24 ч.

Обобщенные результаты по оценке острого токсического действия препаратов ЦА-17 и ЦА-18 приведены в таблице 5.

Таблица 5

**Токсикологические параметры препаратов ЦА-17 и ЦА-18**

Table 5

**Toxicological parameters of drugs CA-17 and CA-18**

Значения токсикологических параметров, мг/кг				
ЛД <sub>1</sub>	ЛД <sub>16</sub>	ЛД <sub>50</sub>	ЛД <sub>84</sub>	ЛД <sub>99</sub>
Препарат ЦА-17 крысы внутрижелудочно				
3722	4926	6072 (5208÷6975)	7485	9905
Препарат ЦА-17 мыши внутрижелудочно				
855	2071	4008 (2340÷6094)	7758	18787
Препарат ЦА-17 крысы накожно				
ЛД <sub>50</sub> более 7500 мг/кг				
Препарат ЦА-17 мыши накожно				
ЛД <sub>50</sub> более 5000 мг/кг				
Препарат ЦА-18 крысы внутрижелудочно				
1939	2814	3716 (3103÷4496)	4908	7122
Препарат ЦА-18 мыши внутрижелудочно				
1300	2070	2929 (1454÷3603)	4143	6595
Препарат ЦА-18 крысы накожно				
ЛД <sub>50</sub> более 5000 мг/кг				
Препарат ЦА-18 мыши накожно				
ЛД <sub>50</sub> более 2500 мг/кг				

**Заключение**

При изучении острой пероральной токсичности препарата ЦА-17 на крысах и мышах ЛД<sub>50</sub> составила соответственно 6072 и 4008 мг/кг, препарата ЦА-18 соответственно 3716 и 2929 мг/кг.

Согласно гигиенической классификации (ГОСТ 12.1.007-76) препараты ЦА-17 и ЦА-18 относятся к 3 классу опасности.

При изучении острой накожной токсичности препарата ЦА-17 на крысах и мышах

ЛД<sub>50</sub> составляет соответственно более 7500 и 5000 мг/кг, а для препарата ЦА-18 – более 5000 и 2500 мг/кг.

Необходимо отметить, что дозы для крыс и мышей были максимально возможными для аппликации на неповрежденную кожу. В связи с этим, по параметрам накожной токсичности для крыс и мышей согласно гигиенической классификации (ГОСТ 12.1.007-76), оба препарата относятся к 4 классу опасности.

Низкая токсичность препаратов при накожном нанесении является хорошей харак-

теристикой с учетом того, что они будут рекомендованы для применения в виде пур-он.

### Список источников / References

1. Bloomquist J. R. Ion Channels as Targets for Insecticides. *Annual Review of Entomology*. 1996; 41: 163–190. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.001115>
2. Bloomquist J. R. Chloride channels as tools for developing selective insecticides. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. 2003; 54 (4): 145–156. <https://doi.org/10.1002/arch.10112>
3. Bloomquist J. R. Toxicology, mode of action and target site-mediated resistance to insecticides acting on chloride channels. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*. 1993; 106 (2): 301–314. [https://doi.org/10.1016/0742-8413\(93\)90138-b](https://doi.org/10.1016/0742-8413(93)90138-b)
4. Cully D. F., Vassilatis D. K., Liu K. K., Paress P. S., Van der Ploeg L. H. T., Schaeffer J. M., Arena J. P. Cloning of an avermectin-sensitive glutamate-gated chloride channel from *Caenorhabditis elegans*. *Nature*. 1994; 371 (6499): 707–711. <https://doi.org/10.1038/371707a0>
5. Finney D. J. Probit Analysis. 3rd ed. Cambridge University Press, 1971; 350.
6. Kosta L. G. Neurotoxicity of organochlorine and pyrethroid pesticides. *Handbook of Clinical Neurology*. 2015; 131. 135–148. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00009-3>
7. Sally M. Bradberry, Sarah A. Cage, Alex T. Proudfoot & J. Allister Vale. Poisoning due to Pyrethroids. *Review Article*. 2012; 93-106. <https://doi.org/10.2165/00139709-200524020-00003>
8. Soderlund D. M. Molecular mechanisms of neurotoxicity of pyrethroid insecticides: recent advances. *Archives of Toxicology*. 2012; 86. 165–181. <https://doi.org/10.1007/s00204-011-0726-x>
9. Wolstenholme A. J. Glutamate-gated Chloride Channels. *Journal of Biological Chemistry*. 2012; 287 (48): 40232–40238. <https://doi.org/10.1074/jbc.r112.406280>

Статья поступила в редакцию 02.12.24; одобрена после рецензирования 25.01.25; принята к публикации 07.02.25

Об авторах:

**Токарь Варвара Вениаминовна**, соискатель лаборатории экспериментальной терапии.

**Мусаев Маулды Баудинович**, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии; SPIN-код: 2652-9435, Researcher ID: U-8287-2018, Scopus ID: 56088908400.

**Тамара Самуиловна Новик**, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии; SPIN-код: 8456-3915, Researcher ID: U-6372-2018, Scopus ID: 6601960888.

Вклад авторов:

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

Мусаев М. Б. – проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

Новик Т. С. – проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

The article was submitted 02.12.2024; approved after reviewing 25.01.2025; accepted for publication 07.02.2025

About the authors:

**Tokar Varvara V.**, aspirant of the laboratory of experimental therapy

**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.

**Novik Tamara S.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Researcher, Laboratory of Experimental Therapy; SPIN: 8456-3915, Researcher ID: U-6372-2018, Scopus ID: 6601960888.

Contribution of the authors:

Tokar V. V. – conducting research, critical analysis and interpretation of the obtained data, preparing the article.

Musaev M. B. – conducting research, critical analysis and interpretation of the obtained data, preparing the article.

Novik T. S. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:616.995.1-085

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-83-90>

## Получение и испытание комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при мониезиозе и стронгилятозах пищеварительного тракта овец

Архипов Иван Алексеевич<sup>1</sup>, Варламова Анастасия Ивановна<sup>2</sup>,  
Халиков Салават Самадович<sup>3</sup>, Садов Константин Михайлович<sup>4</sup>,  
Халиков Марат Салаватович<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> 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

<sup>3,5</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», Кинель, Россия

<sup>1</sup> [arkhipovhelm@mail.ru](mailto:arkhipovhelm@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

<sup>2</sup> [arsphoeb@mail.ru](mailto:arsphoeb@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

<sup>3</sup> [khalikov\\_ss@ineos.ac.ru](mailto:khalikov_ss@ineos.ac.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

<sup>4</sup> [sadovkm@mail.ru](mailto:sadovkm@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9688-5936>

<sup>5</sup> [marat.halikov.88@bk.ru](mailto:marat.halikov.88@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3014-7383>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучить антигельминтную эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола (ФБЗ) и никлозамида (НЗМ) при мониезиозе и стронгилятозах пищеварительного тракта овец.

**Материалы и методы.** Для получения комплексной твердой дисперсии использовали метод механохимической обработки субстанций ФБЗ, НЗМ и поливинилпирролидона (ПВП) в соотношении 2 : 20 : 78 в валковой мельнице LE-101 при уровне энергонапряженности 1 г в течение 4 ч при скорости вращения барабана 60–70 об./мин. Активность комплексной твердой дисперсии изучали на 119 овцах, спонтанно зараженных мониезиями и стронгилятами пищеварительного тракта. Овец при каждом заболевании разделили на три группы. Овцам первых опытных групп вводили комплексную твердую дисперсию однократно перорально в дозе 20 мг/кг по НЗМ при мониезиозе и в дозе 2 мг/кг по ФБЗ при стронгилятозах пищеварительного тракта. Овцы вторых опытных групп получали механическую смесь ФБЗ, НЗМ и ПВП в таком же соотношении в аналогичных дозах. Овцы третьих групп служили контролем и препаратов не получали. Эффективность препаратов учитывали по результатам копроовоскопических исследований методом флотации до и через 15 сут после дегельминтизации по типу «контрольный тест».

**Результаты и обсуждение.** Результаты испытания твердой дисперсии ФБЗ, НЗМ с ПВП при гельминтозах овец свидетельствуют о 97,0%-ной эффективности препарата в дозе 20 мг/кг по ДВ (НЗМ) при мониезиозе и о 92,1%-ной эффективности при стронгилятозах пищеварительного тракта в дозе 2 мг/кг по ФБЗ. Базовый препарат – механическая смесь ФБЗ и НЗМ в этих же дозах проявил 25,2–26,4%-ную эффективность.

**Ключевые слова:** твердая дисперсия, фенбендазол, никлозамид, механохимия, овцы, мониезиоз, стронгилятозы пищеварительного тракта, эффективность

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2025-0001. Работа по получению препаратов выполнена в рамках Государственного задания №075-00697-24-00 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.



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:** Архипов И. А., Варламова А. И., Халиков С. С., Садов К. М., Халиков М. С. Получение и испытание комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при мониезиозе и стронгилятозах пищеварительного тракта овец // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 83–90.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-83-90>

© Архипов И. А., Варламова А. И., Халиков С. С., Садов К. М., Халиков М. С., 2025

Original article

## Preparation and trials of complex solid dispersion based on Fenbendazole and Niclozamide against monieziosis and gastro-intestinal nematode infection of sheep

Ivan A. Arkhipov<sup>1</sup>, Anastasiya I. Varlamova<sup>2</sup>, Salavat S. Khalikov<sup>3</sup>,  
Konstantin M. Sadov<sup>4</sup>, Marat S. Khalikov<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> 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

<sup>3,5</sup> Federal State Budgetary Institution of Science A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Agrarian University», Kinel, Russia

<sup>1</sup> arkhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

<sup>2</sup> arsphoeb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

<sup>3</sup> khalikov\_ss@ineos.ac.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

<sup>4</sup> sadovkm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9688-5936>

<sup>5</sup> marat.halikov.88@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3014-7383>

### Abstract

**The purpose of the research** is to study the anthelmintic efficacy of complex solid dispersion of fenbendazole (FBZ) and niclozamide (NZM) against monieziosis and gastro-intestinal nematode infection of sheep.

**Materials and methods.** A complex solid dispersion was obtained by mechanochemical processing of FBZ, NZM and polyvinylpyrrolidone (PVP) substances in a ratio of 2 : 20 : 78 in LE-101 roller mill at an energy intensity level of 1 g for 4 hours at drum rotation speed of 60–70 rpm. The activity of the complex solid dispersion was studied on 119 sheep naturally infected with *Moniezia expansa* and gastro-intestinal strongyles. The sheep were divided into 3 groups for each disease. The complex solid dispersion was administered to the sheep of the first experimental groups once orally at a dose of 20 mg/kg of NZM against monieziosis and at a dose of 2 mg/kg of FBZ against gastro-intestinal nematode infection. The sheep of the second experimental groups received a mechanical mixture of FBZ, NZM and PVP in the same ratio in similar doses. The sheep of the 3 groups served as a control and did not receive any preparations. The efficacy of the drugs was calculated on the results of coproovoscopic studies using the flotation method before and 15 days after deworming according to the "control test".

**Results and discussion.** The results of trials of complex solid dispersion against sheep helminthosis indicated 97.0% efficacy of the drug at a dose of 20 mg/kg of active substance (NZM) against monieziosis and 92.1% efficacy against gastro-intestinal nematode infection at a dose of 2 mg/kg of FBZ. The basic drug – a mechanical mixture of FBZ and NZM in the same doses revealed 25.2–26.4 % efficacy.

**Keywords:** solid dispersion, Fenbendazole, Niclozamide, mechanochemistry, sheep, monieziosis, gastro-intestinal nematode infection, efficacy.

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of State Assignment No. FGUG-2025-0001. The work on obtaining the drugs was carried out within the framework of State Assignment No. 075-00697-24-00 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., Varlamova A. I., Khalikov S. S., Sadov K. M., Khalikov M. S. Preparation and trials of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclozamide against monieziosis and gastro-intestinal nematode infection of sheep. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(1):83–90. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-83-90>

© Arkhipov I. A., Varlamova A. I., Khalikov S. S., Sadov K. M., Khalikov M. S., 2025

## Введение

В Российской Федерации общая численность овец по состоянию на конец 2022 г. составляет 19 млн. 83,0 тыс. гол., в сельскохозяйственных организациях – 3 млн. 41,0 тыс. гол, что составляет 35,8% от уровня 1990 г. В течение года во всех категориях хозяйств незначительно снизилась как общая численность овец, так и маточного поголовья (на 0,3 и 1,0%); в сельскохозяйственных организациях общее поголовье овец несколько увеличилось (на 1,8%), а маток уменьшилось (на 0,6%) [13].

Одним из существенных препятствий для успешного развития животноводства, в том числе овцеводства, являются паразитарные болезни. Отсутствие культурных пастбищ и пригодных для выпаса участков, неблагоустроенный водопой, высокая концентрация животных на небольших территориях, несоблюдение или несвоевременное проведение лечебно-профилактических мероприятий обуславливают энзоотии гельминтозов в некоторых регионах страны [10].

Огромный ущерб животноводству в России наносят кишечные гельминтозы, особенно анолоцефалитозы и стронгилятозы пищеварительного тракта, часто протекающие в форме смешанной инвазии [7–9]. К наиболее распространенным заболеваниям относят мониезиоз [3, 12]. Зараженность овец *Moniezia* spp. в отдельных районах страны достигает 100% [3, 7–9]. Потери при мониезиозе составляют от снижения прироста массы 4,16 кг, настрига шерсти – 0,42 кг, а летальность – 7,1% [11]; предубойная масса животных, масса туши, убойный выход и количество жира снижаются на 27,7; 23,5; 3,4 и 61,4% соответственно по сравнению со здоровыми животными; нарушается процесс созревания мяса, изменяется его химический состав и утрачивается его биологическая ценность [12].

Патогенное влияние мониезий обусловлено механическим воздействием, токсическим вли-

янием, изменением и использованием паразитом питательных веществ хозяина, активизацией патогенных микроорганизмов, обладающих протеолитическими свойствами (*Clostridium perfringens*, протей), уменьшением количества непатогенных эшерихий, развитием секундарной инфекции. При мониезиозах, стронгилятозах легких и пищеварительного тракта, стронгилоидозе, эймериозе, криптоспориidioзе у больных животных наблюдают нарушения белкового и минерального обменов, иммунного и нейрогуморального статуса [10].

Основным методом борьбы с цестодами является дегельминтизация препаратами на основе альбендазола, празиквантела и НЗМ (фенасала) [1, 16]. Однако, альбендазол не эффективен против неполовозрелых мониезий, а препараты на основе празиквантела имеют высокую стоимость.

Учитывая тот факт, что нематодозы и мониезиоз часто протекают в форме смешанной инвазии и необходимость постоянного совершенствования антигельминтных средств и способов их введения с целью минимизации рисков развития резистентности, была поставлена цель разработать комплексный препарат на основе ФБЗ и НЗМ по механохимической технологии. Данная технология уже была использована ранее для получения твердых дисперсий ФБЗ, альбендазола, которые показали высокую эффективность при гельминтозах в уменьшенной терапевтической дозе [4–6, 14, 15].

Результаты испытания образцов комплексных твердых дисперсий на основе ФБЗ и НЗМ в 2023 г. при трихинеллезе и гимнолепидозе на лабораторных моделях и при стронгилятозах пищеварительного тракта овец показали лучшую эффективность в соотношении 2 : 20 : 78 [17].

Целью нашей работы было испытание комплексной твердой дисперсии на основе ФБЗ и

НЗМ при мониезиозе и стронгилятозах пищеварительного тракта овец.

### Материалы и методы

Для испытаний использовали образец комплексной твердой дисперсии ФБЗ, НЗМ с полимером ПВП в соотношении 2 : 20 : 78, полученный методом механохимической технологии на валковой мельнице LE-101 (Венгрия) при уровне энергонапряженности 1 г в течение 4 ч при скорости вращения барабана 60–70 об./мин.

Изучение антигельминтной эффективности образцов комплексной твердой дисперсии при мониезиозе и стронгилятозах пищеварительного тракта овец проводили в ООО «Озерский» Большеглушицкого района Самарской области в период максимальной инвазированности овец. В опыте использовали 95 гол. овец, спонтанно инвазированных мониезиями (*Moniezia expansa*) и 24 гол. овец, зараженных стронгилятами пищеварительного тракта. Животных разделили на три группы при каждом заболевании. При мониезиозе овцам первой опытной группы вводили комплексную твердую дисперсию в дозе 20,0 мг/кг по ДВ (НЗМ), животные второй опытной группы получили механическую смесь ФБЗ, НЗМ с ПВП в этом же соотношении в аналогичной дозе. Животные третьей группы препарат не получали и служили контролем. При

стронгилятозах пищеварительного тракта овцам первой опытной группы вводили комплексную твердую дисперсию в дозе 2,0 мг/кг по ДВ (ФБЗ), овцы второй опытной группы получали механическую смесь ФБЗ, НЗМ с ПВП в дозе 2,0 мг/кг по ДВ. Третья группа животных препараты не получала и служила контролем.

Эффективность испытанных препаратов изучали по результатам копроовоскопических исследований методом флотации до и через 15 сут после дегельминтизации [1, 2]. Учет эффективности препаратов проводили по типу «контрольный тест» с расчетом среднего числа обнаруженных яиц мониезий/нематод в грамме фекалий [18].

### Результаты и обсуждение

Результаты испытания образца твердой дисперсии на основе ФБЗ и НЗМ при мониезиозе овец приведены в таблице 1 и свидетельствуют о 97%-ной эффективности дисперсии в дозе 20 мг/кг по ДВ (НЗМ). Механическая смесь ФБЗ и НЗМ в дозе 20 мг/кг проявила 25,2%-ную эффективность против *M. expansa*. У животных контрольной группы зараженность в течение опыта существенно не изменялась. Число яиц мониезий в 1 г фекалий нелеченых овец составила до опыта 134,2±5,1 и в конце опыта 137,2±5,2 экз.

Таблица 1

Результаты испытания комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при мониезиозе овец

Table 1

Results of trials of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclozamide against monieziosis of sheep

Группа животных	Состав комплекса и соотношение компонентов	Доза по ДВ (НЗМ), мг/кг	Число овец в группе	Освободилось от инвазии, голов	ЭЭ, %	Среднее число яиц в 1 г фекалий, экз.		Эффективность, %
						до опыта	после лечения	
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78)	20,0	68	62	91,17	136,3±5,8	4,1±0,8	97,02
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78) механическая смесь	20,0	17	0	0	132,4±5,6	102,6±4,9	28,22
Контрольная	–	–	10	0	0	134,2±5,1	137,2±5,2	–

Анализ полученных результатов показал, что эффективность комплексной твердой дисперсии в 3,85 раза выше по сравнению с активностью механической смеси ФБЗ, НЗМ с ПВП в этой же дозе.

Эффективность комплексной твердой дисперсии ФБЗ и НЗМ при стронгилятозах пищеварительного тракта овец составила 92,1% в дозе 2,0 мг/кг по ДВ, субстанция ФБЗ проявила 26,4%-ную активность (табл. 2).

Таблица 2

Результаты испытания комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при стронгилятозах пищеварительного тракта овец

Table 2

Results of trials of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclozamide against gastro-intestinal nematode infection of sheep

Группа животных	Состав комплекса и соотношение компонентов	Доза по ДВ (ФБЗ), мг/кг	Число овец в группе	Освободилось от инвазии, гол.	Среднее число яиц нематод в 1 г фекалий, экз.		Эффективность, %
					до опыта	после лечения	
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП 2:20:78	2,0	8	5	161,4±7,4	13,0±1,7	92,13
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78) механическая смесь	2,0	8	5	160,2±7,1	121,4±5,7	26,43
Контрольная	–	–	8	–	162,4±7,6	165,0±7,5	–

Полученные данные согласуются с результатами исследований, проведенными нами ранее по оценке биологической активности различных образцов твердых дисперсий ФБЗ и НЗМ при экспериментальном трихинеллезе и гименолепидозе белых мышей, при гельминтозах овец [17], и подтверждают повышение активности образцов комплексной твердой дисперсии, полученной методом механохимической обработки в сравнении с субстанциями базовых препаратов. Результаты исследований обусловлены повышением растворимости полученных твердых дисперсий, и, как следствие, возможной лучшей биодоступностью тканями гельминтов. Кроме того, в случае применения комбинации нескольких действующих веществ в составе твердой дисперсии возможен их синергизм.

Необходимы дальнейшие исследования возможности использования полученных результатов и применяемой методики получения твердых дисперсий в отношении преодоления антигельминтной резистентности к широко применяемым антигельминтным средствам.

### Заключение

Результаты испытания комплексной твердой дисперсии на основе ФБЗ, НЗМ с ПВП показали 97,0%-ную эффективность в дозе 20 мг/кг по НЗМ при мониезиозе овец и 92,1%-ную эффективность при стронгилятозах пищеварительного тракта овец в дозе 2 мг/кг по ФБЗ.

Результаты исследований могут быть использованы для разработки рациональной си-

стемы лечебных и профилактических мероприятий при ассоциативных паразитозах овец.

### Список источников

1. *Архипов И. А.* Антигельминтики: фармакология и применение. М., 2009. 415 с.
2. *Котельников Г. А.* Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. М.: Колос, 1984. 208 с.
3. *Белова Е. Е.* Распространение аноплоцефалитозов овец в Самарской области с учетом зональных особенностей // Российский паразитологический журнал. 2011. № 1. С. 50-53.
4. *Варламова А. И.* Биологическая активность твердой дисперсии фенбендазола, полученной по механохимической технологии с различными компонентами для адресной доставки // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 1. С. 75-80. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-1-75-80>
5. *Гламаздин И. И., Архипов И. А., Одоевская И. М., Хилюта Н. В., Халиков С. С., Чистяченко Ю. С., Душкин А. В.* Антигельминтная эффективность лекарственных форм альбендазола, полученных по механохимической технологии с использованием адресной доставки Drug Delivery System на лабораторной модели // Российский паразитологический журнал. 2013. № 3. С.92-95.
6. *Душкин А. В., Сунцова Л. П., Халиков С. С.* Механохимическая технология для повышения растворимости лекарственных веществ // Фундаментальные исследования. 2013. № 1 (Ч. 2). С. 448-457.
7. *Ефремова Е. А., Марченко В. А.* Особенности структуры гельминтокомплекса и динамика

- зараженности овец в Республике Алтай // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2014. № 6. С. 82–88.
8. *Зубаирова М. М., Атаев А. М., Карсаков Н. Т., Ахмедов М. А.* Смешанные стронгилятозы пищеварительного тракта и аноплогоцефалатозы овец в разрезе вертикальной поясности Дагестана // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. №1. С. 93-100. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-1-93-100>
  9. *Кабардиев С. Ш., Мусаев З. Г., Гюльяхмедова Н. Х.* Распространение и меры борьбы с кишечными цестодозами и стронгилятозами овец и коз в Дагестане // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 4. С.91-96. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-91-96>
  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. 2013. № 3 (19). С. 36-42.
  11. *Сафиуллин Р. Т.* Распространение и экономический ущерб от основных гельминтозов жвачных животных // Ветеринария. 1997. № 8. С. 28-32.
  12. *Уколова А. В., Дашиева Б. Ш., Токарев В. С., Невзоров А. С., Храмов Д. Э.* Статистико-экономический анализ состояния и развития овцеводства и козоводства в крестьянских (фермерских) хозяйствах Российской Федерации // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. Вып. 5. С. 151-167. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-5-151-167>
  13. *Ятусевич А. И., Мироненко В. М., Кирищенко В. Г.* Проблема мониезиеза жвачных и пути ее решения // Ученые записки. 2009. Т. 45. Вып. 2 (1). С. 148-151.
  14. *Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Sadov K. M., Dushkin A. V., Meteleva E. S., Varlamova A. I., Odoevskaya I. M., Danilevskaya N. V.* Influence of mechanochemical technology on anthelmintic efficacy of the supramolecular complex of fenbendazole with polyvinylpyrrolidone. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research.* 2019; 6 (1): 133-141. <https://doi.org/10.5455/javar.2019.f323>
  15. *Dushkin A. V., Chistjachenko Y. S., Ljachov N. Z., Mordvinov V. A., Katochin A. V., Pacharukova M. U., Khalikov S. S., Arkhipov I. A., Glamazdin I. I., Varlamova A. I., Tolstikova T. G., Chvastov M. V.* Physicochemical and pharmacological study of the newly synthesised complex of albendazole and polysaccharide arabinogalactan from larch wood. *Current Drug Delivery.* 2015; 12(5): 477-490.
  16. *Riviere J. E., Papich V. G.* *Veterinary pharmacology and therapeutics.* Hoboken: 9th ed.: Willey Blackwell. 2009; 317.
  17. *Varlamova A. I., Khalikov S. S., Arkhipov I. A., Arisov M. V., Sadov K. M., Ilyin M. M.* Influence of Parameters of Mechanochemical Processing on the Efficacy of Complex Solid Dispersion of Anthelmintics. *Current Bioactive Compounds.* <https://doi.org/10.2174/0115734072303357240528095424>
  18. *Wood I. B., Amaral N. K., Bairden K., Dunkan J. L., Kassai T., Malone J. B., Pankavic J. A., Reinecke R. K., Slocombe O., Taylor S. M., Vercruyse J.* *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine).* *Veterinary Parasitology.* 1995; 58 (3): 181–213. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00806-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00806-2)

Статья поступила в редакцию 25.09.24; одобрена после рецензирования 25.11.24; принята к публикации 07.02.25

Об авторах:

**Архипов Иван Алексеевич**, доктор ветеринарных наук, профессор, заместитель руководителя по научной работе, заведующий лабораторией экспериментальной терапии; SPIN-код: 5598-1187, Researcher ID: U-5040-2018, Scopus ID: 12783579100.

**Варламова Анастасия Ивановна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии; SPIN-код: 6577-1180, Researcher ID: F-9941-2014, Scopus ID: 56612429800.

**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.

**Садов Константин Михайлович**, доктор ветеринарных наук, научный сотрудник; SPIN-код: 8092-0547.

**Халиков Марат Салаватович**, младший научный сотрудник лаборатории физиологически активных фторорганических соединений; SPIN-код: 1937-9902, Scopus ID: 602304510.

Вклад авторов:

Архипов И. А. – научное руководство, проведение испытаний, критический анализ полученных результатов, оформление рукописи.

Варламова А. И. – проведение испытаний, анализ данных, оформление рукописи.

Халиков С. С. – научное руководство, отработка методики, наработка опытных образцов, анализ полученных результатов.

Садов К. М. – организация и проведение испытаний, анализ данных.

Халиков М. С. – наработка опытных образцов, инструментальные исследования, анализ данных.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Arkhipov I. A. Anthelmintics: pharmacology and application. Moscow, 2009; 415. (In Russ.)
2. Kotelnikov G. A. Helminthological studies of animals and the environment. Moscow: Kolos, 1984; 208. (In Russ.)
3. Belova E. E. Spread of sheep anoplocephalosis in the Samara region, taking into account zonal features. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2011; 1: 50-53. (In Russ.)
4. Varlamova A. I. Biological activity of fenbendazole solid dispersion obtained by mechanochemical technology with various components for targeted delivery. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (1): 75–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-1-75-80>
5. Glamazdin I. I., Arkhipov I. A., Odoevskaya I. M., Khilyuta N. V., Khalikov S. S., Chistyachenko Yu. S., Dushkin A. V. Anthelmintic efficiency of medicinal forms of albendazole received on mechanochemical technologies and use of targeted delivery Drug Delivery System on laboratory model. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2013; 3: 92-95. (In Russ.)
6. Dushkin A. V., Suntsova L. P., Khalikov S. S. Mechanochemical technology for increasing the solubility of drugs. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*. 2013; 1(2): 448-457. (In Russ.)
7. Efremova E. A., Marchenko V. A. Features of helminth complex structure and infection dynamics in sheep in the Republic of Altai. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2014; 6: 82–88. (In Russ.)
8. Zubairova M. M., Atayev A. M., Karsakov N. T., Akhmedov M. A. Mixed gastrointestinal strongylatosis and anoplocephalosis of sheep in the context of the vertical zonality of Dagestan. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(1): 93-100. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-1-93-100>
9. Kabardiev S. Sh., Musaev Z. G., Gyulakhmedova N. Kh. Distribution and control measures of intestinal cestodosis and strongylatosis of sheep and goats in Dagestan. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (4): 91–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-91-96>
10. Novak M. D., Sokolova V. M., Makshakova E. B. Spread, treatment and prevention of mixed infections of sheep and goats in the Central Region of the Russian Federation. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva = Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev*. 2013; 3 (19): 36–42. (In Russ.)
11. Safullin R. T. Spread of and economic damage from the main helminth infections of ruminants. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. 1997; 6: 28-32. (In Russ.)
12. Ukolova A.V., Dashieva B.Sh., Tokarev V.S., Nevzorov A.S., Khramov D.E. Statistical and economic analysis of the state and development of sheep and goat breeding in peasant (farmer) households of the Russian Federation. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy Akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023; (5): 151-167. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-5-151-167>
13. Yatushevich A.I., Mironenko V.M., Kirishchenko V.G. The problem of moniezirosis in ruminants and ways to solve it. *Uchenye zapiski = Scientific notes*. 2009; 45(1): 148-151.
14. Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Sadov K. M., Dushkin A. V., Meteleva E. S., Varlamova A. I., Odoevskaya I. M., Danilevskaya N. V. Influence of mechanochemical technology on anthelmintic efficacy of the supramolecular complex of fenbendazole with polyvinylpyrrolidone. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2019; 6 (1): 133-141. <https://doi.org/10.5455/javar.2019.f323>
15. Dushkin A. V., Chistjachenko Y. S., Ljachov N. Z., Mordvinov V.A., Katochin A. V., Pacharukova M. U., Khalikov S. S., Arkhipov I. A., Glamazdin I. I., Varlamova A. I., Tolstikova T. G., Chvastov M. V. Physicochemical and pharmacological study of

- the newly synthesized complex of albendazole and polysaccharide arabinogalactan from larch wood. *Current Drug Delivery*. 2015; 12(5): 477-490.
16. Riviere J. E., Papich V. G. *Veterinary pharmacology and therapeutics*. Hoboken: 9th ed.: Willey Blackwell. 2009; 317.
  17. Varlamova A. I., Khalikov S. S., Arkhipov I. A., Arisov M. V., Sadov K. M., Ilyin M. M. Influence of Parameters of Mechanochemical Processing on the Efficacy of Complex Solid Dispersion of Anthelmintics. *Current Bioactive Compounds*. <https://doi.org/10.2174/0115734072303357240528095424>
  18. Wood I. B., Amaral N. K., Bairden K., Duncan J. L., Kassai T., Malone J. B., Pankavic J. A., Reinecke R. K., Slocombe O., Taylor S. M., Vercruysse J. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology*. 1995; 58 (3): 181–213. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00806-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00806-2)

The article was submitted 25.09.2024; approved after reviewing 25.11.2024; accepted for publication 07.02.2025

*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.

**Varlamova Anastasiya I.**, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Experimental Therapy; SPIN: 6577-1180, Researcher ID: F-9941-2014, Scopus ID: 56612429800.

**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.

**Sadov Konstantin M.**, Doctor of Veterinary Sciences, Researcher; SPIN-code: 8092-0547.

**Khalikov Marat S.**, Junior Researcher, Laboratory of Physiologically Active Organofluorine Compounds; SPIN: 1937-9902, Scopus ID: 602304510.

*Contribution of the authors:*

Arkhipov I. A. – academic supervision, conducting trials, critical analysis of obtained results, manuscript preparation.

Varlamova A. I. – conducting trials, data analysis, manuscript preparation.

Khalikov S. S. – academic supervision, development of methodology and prototypes, analysis of obtained results.

Sadov K. M. – organization and conducting trials, data analysis.

Khalikov M. S. – preliminary studies of prototypes, instrumental research, data analysis.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:616.993.192

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-91-99>

## Антипротозойная эффективность супрамолекулярного препарата на основе толтразурила 5% при экспериментальном эймериозе цыплят-бройлеров

Бирюков Илья Михайлович<sup>1</sup>, Симонова Екатерина Александровна<sup>2</sup>,  
Сафиуллин Ринат Туктарович<sup>3</sup>, Халиков Салават Самадович<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП», Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> 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

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт элементоорганических соединений имени А. Н. Несмеянова» Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>1</sup> [i\\_biryukov88@mail.ru](mailto:i_biryukov88@mail.ru)

<sup>2</sup> [vetsaneco.vnivip@yandex.ru](mailto:vetsaneco.vnivip@yandex.ru)

<sup>3</sup> [safullin.r\\_t@mail.ru](mailto:safullin.r_t@mail.ru), <https://orcid.org/0000-003-0450-5527>

<sup>4</sup> [khalikov\\_ss@ineos.ac.ru](mailto:khalikov_ss@ineos.ac.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

### Аннотация

**Цель исследования** – получение 5%-ных супрамолекулярных форм толтразурила с добавлением ПАВ и эмульгатора, и изучение противопротозойной активности при ограниченном периоде введения в рацион птицы с водой.

**Материалы и методы.** Супрамолекулярные формы толтразурила получали методом механохимического суспендирования с добавлением вспомогательных веществ (эмульгатор, ПАВ и пр.). Для заражения цыплят использовали смесь, состоящую из трех видов кокцидий кур: *Eimeria acervulina*, *E. tenella*, *E. maxima*. Тестировали следующие препараты: «Стоп-кокцид 2,5%», «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ» «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с Эмульгатором», «Толтразурил 5%». Были сформированы 6 групп (две контрольные и четыре опытные) по 7 голов цыплят-бройлеров 15-суточного возраста. Цыплят одной контрольной и четырех опытных групп заражали смесью спорулированных ооцист кокцидий. Подсчитывали уровень репродукции ооцист кокцидий в помете от цыплят опытных групп в течение 5 сут патентного периода, выделенных одним цыпленком, а также в 1 г помета. Птицу каждой группы взвешивали в начале и в конце опыта. Рассчитывали интенсэффективность препарата, репродуктивный индекс. Проводили диагностическое вскрытие вынужденно убитой птицы.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что применение препаратов «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ» и «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с Эмульгатором» при экспериментальном кокцидиозе дало наиболее сниженную репродукцию ооцист кокцидий, в отличие от остальных опытных групп. Интенсэффективность данных препаратов составила наибольшие значения, в сравнении с другими группами.

**Ключевые слова:** бройлеры, эймериоз, ооцисты, репродукция, толтразурил, механохимия, супрамолекулярная форма

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2025-0001.

Исследования по разработке супрамолекулярных форм толтразурила выполнены в рамках Государственного задания № 075-00276-25-00 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**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:** Бирюков И. М., Симонова Е. А., Сафиуллин Р. Т., Халиков С. С. Антипротозойная эффективность супрамолекулярного препарата на основе толтразурила 5% при экспериментальном эймериозе цыплят-бройлеров // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 91–99.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-91-99>

© Бирюков И. М., Симонова Е. А., Сафиуллин Р. Т., Халиков С. С., 2025

Original article

## Antiprotozoal efficacy of a supramolecular drug based on 5% toltrazuril against experimental eimeriosis in broiler chickens

Ilya M. Biryukov<sup>1</sup>, Ekaterina A. Simonova<sup>2</sup>, Rinat T. Safullin<sup>3</sup>, Salavat S. Khalikov<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>All-Russian Scientific Research Veterinary Institute of Poultry Farming – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Scientific Center VNITIP, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup>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

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Institution of Science A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>1</sup>i\_biryukov88@mail.ru

<sup>2</sup>vetsaneco.vnivip@yandex.ru

<sup>3</sup>safullin.r\_t@mail.ru, <https://orcid.org/0000-003-0450-5527>

<sup>4</sup>khalikov\_ss@ineos.ac.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

### Abstract

**The purpose of the research** is to obtain 5% toltrazuril supramolecular forms with the addition of SASs and emulsifiers, and to study antiprotozoal activity in a limited period of their introduction into the poultry diet with water.

**Materials and methods.** Toltrazuril supramolecular forms were obtained by the mechanochemical suspension method with the addition of auxiliary excipients (emulsifier, SASs, etc.). A mixture consisting of following three types of coccidia of chickens was used to infect the chickens: *Eimeria acervulina*, *E. tenella*, and *E. maxima*. The following drugs were tested: Stop-coccid 2.5%, Supramolecular Toltrazuril 5% with SASs, Supramolecular Toltrazuril 5% with Emulsifier, and Toltrazuril 5%. Six groups (two control and four experimental) of 7 broiler chickens aged 15 days were formed. The chickens from one control and four experimental groups were infected with a mixture of sporulated coccidia oocysts. The reproduction level of coccidia oocysts excreted by one chicken and in 1 g of droppings from the experimental chickens was calculated during the 5-day patent period. The birds of each group were weighed at the beginning and the end of the experiment. The intense-effectiveness of the drug and the reproductive index were calculated. A diagnostic dissection of the forcedly killed birds was performed.

**Results and discussion.** It was found that Supramolecular Toltrazuril 5% with SASs and Supramolecular Toltrazuril 5% with Emulsifier gave the most reduced reproduction of coccidia oocysts in experimental coccidiosis as compared to the other experimental groups. The intense-effectiveness of these drugs was the highest as compared to the other groups.

**Keywords:** broilers, eimeriosis, oocysts, reproduction, toltrazuril, mechanochemistry, supramolecular form

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of State Assignment No. FGUG-2025-0001.

The research to develop toltrazuril supramolecular forms was conducted within State Task 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:** Biryukov I. M., Simonova E. A., Safullin R. T., Khalikov S. S. Antiprotozoal efficacy of a supramolecular drug based on 5% toltrazuril against experimental eimeriosis in broiler chickens. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):91–99. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-91-99>

© Biryukov I. M., Simonova E. A., Safullin R. T., Khalikov S. S., 2024

## Введение

Успехи развития промышленного птицеводства и высокая эффективность работы данной отрасли в нашей стране общеизвестны. Это оказалось возможным благодаря интенсивной эксплуатации линейной и гибридной птицы, повышению ее продуктивности, усовершенствованию технологических процессов в птицеводстве и системы мероприятий по обеспечению эпизоотического благополучия птицепредприятий. Но, чтобы соблюсти все эти условия, необходимо знать основные принципы охраны здоровья птицы, общей профилактики и методы борьбы не только с инфекционными, но и с паразитарными болезнями [1, 3, 5].

В странах с развитым промышленным птицеводством на современном этапе ведения отрасли кокцидиоз является одним из главных пусковых механизмов возникновения не только инфекционных заболеваний, но также способствует увеличению болезней, связанных с обменом веществ.

Несмотря на большое число лекарственных средств, ингибирующих эндогенные стадии развития кокцидий, все же проявление клинической и субклинической форм заболевания неизбежны. Прежде всего, это связано с тем, что у разных видов птицы одновременно может паразитировать до 7 видов кокцидий, имеющих различные биологические свойства. Особенно это касается уровня чувствительности кокцидий к противозимериозным препаратам. Поскольку с каждым годом уровень устойчивости кокцидий к противоккокцидным препаратам увеличивается, возникает необходимость в короткие сроки купировать вспышки заболевания, но при этом создать напряженный иммунный ответ организма птицы к нескольким видам кокцидий [7, 8, 10].

К таким лекарственным средствам относят противозимериозные препараты, которые способны подавлять бесполое и половые стадии развития кокцидий, кроме стадии перехода зиготы в ооцисту. Поэтому такие препараты обладают кокцидиоцидными свойствами, что позволяет в разы снизить количество выхода ооцист во внешнюю среду, что не препятствует возможности реинвазии птицы и выработке у нее естественного противоккокцидного иммунитета.

На данный момент из всего ассортимента противоккокцидных препаратов, зарегистрированных и разрешенных для применения

в странах ЕС, применяют только препараты, относящиеся к классу триазиновых соединений, способные в короткие сроки купировать вспышки кокцидийной инвазии и не препятствовать развитию противоккокцидного иммунитета у птицы.

Впервые описание противоккокцидной активности триазинтриона, производного 6-азаурацила, при ограниченном периоде введения в рацион птицы было приведено в середине семидесятых годов двадцатого века. При ограниченном периоде введения в рацион птицы в условиях заражения высокими дозами ооцист *E. tenella*, данное производное 6-азаурацила продемонстрировало кокцидиоцидное воздействие на шизонты первой и второй генерации. При заражении высокими дозами *E. brunetti* кокцидиоцидное действие данного производного было направлено на ингибирование половой стадии развития паразита [10]. В последующие годы благодаря усовершенствованию методов синтеза и производства был зарегистрирован и запатентован препарат на основе толтразурила.

Противопротозойная эффективность толтразурила в отношении ооцист кокцидий кур была подтверждена в многочисленных лабораторных и производственных исследованиях, где тестировали препараты на основе толтразурила 2,5%. В научной литературе практически нет информации о применении препаратов на основе действующего вещества толтразурила 5% в отношении кокцидий кур [6, 9].

Форма толтразурила с повышенной растворимостью (супрамолекулярная) была получена методом механохимического суспендирования с применением вспомогательных веществ (полимеров, эмульгаторов, ПАВ и пр.).

Целью работы было изучение противопротозойной активности супрамолекулярного препарата на основе толтразурила 5% с добавлением ПАВ и эмульгатора при ограниченном периоде введения в рацион птицы с водой.

## Материалы и методы

С целью увеличения растворимости толтразурила в воде на базе ИНЭОС РАН была проведена его твердофазная механохимическая модификация с применением липофильных полимеров (ПВП, келтрол и др.). В результате растворимость толтразурила была

увеличена до 6–7 раз при 100%-ной сохранности действующего вещества (ДВ).

Учитывая преимущества и удобство применения антипротозойных суспензионных форм в практике птицеводства, полученные ранее твердые дисперсии толтразурила были переведены в суспензионные формы. После оценки физико-химических параметров (стабильность суспензии, сохранность ДВ, растворимость) полученных суспензий, для дальнейших исследований был отобран следующий состав: 5,0% толтразурила, 12,0% ПВП, 2,0% лимонной кислоты, 0,5% келтрола, до 95% воды деминерализованной.

Полученную суспензию разделили на 3 равные части:

- в первую часть добавили 5% ПАВ (Твин-80) и перемешивали на магнитной мешалке Heidolph MR 3001 K при скорости вращения 100 об/мин в течение 1 ч. Готовый препарат получил название «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ»;
- во вторую часть добавили 2% эмульгатора (сульфосукцинат натрия) и перемешивали на магнитной мешалке Heidolph MR 3001 K при скорости вращения 100 об/мин в течение 1 ч. Готовый препарат получил название «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с Эмульгатором»;
- в оставшаяся часть («Толтразурил 5%») ПАВ и эмульгатор не добавляли.

Все образцы были переданы для дальнейших исследований во Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко (ВНИИП).

В условиях отдела протозоологии и инфекционного вивария ВНИВИП исследовали смесь полевого изолята кокцидий кур из коллекции, состоящую из трех видов: *E. acervulina*, *E. tenella*, *E. maxima*.

Было сформировано 6 групп (две контрольные и четыре опытные) по 7 голов цыплят-бройлеров 15-суточного возраста. Птицу каждой группы взвешивали в начале и в конце опыта. Цыплят одной контрольной и четырех опытных групп заражали смесью спорулированных ооцист кокцидий кур в дозе 50 000 ооцист/мл/гол.

Через 96 ч после заражения и в последующие 5 сут ежедневно собирали помет от 2-6 групп в разные емкости идентичного объема, при этом весь помет взвешивали. Водой доводили каждую полученную пробу помета до одинакового объема – 5000 мл (5 л). Тщательно размешивали каждую пробу, доводя смесь до гомогенной массы в течение 30 мин. Такое разведение и тщательное длительное перемешивание способствуют максимально равномерному распределению ооцист в толще смеси. Во время размешивания из каждой емкости было взято по 50 мл смеси. В течение 20 мин эту пробу тщательно размешивали на магнитной мешалке, с помощью бактериологической петли заправляли поля камеры Горяева. Проводили подсчет числа ооцист в каждой из пяти проб в камере Горяева.

Тестируемые препараты на основе толтразурила 5% были предоставлены лабораторией эпизоотологии и санитарной паразитологии ВНИИП. В качестве толтразурила 2,5% использовали препарат «Стоп-кокцид 2,5%» («Aricenna», Россия).

Оценку антипротозойной активности исследуемых препаратов определяли по методу В. Е. Диковской [2] путем подсчета числа ооцист кокцидий в помете, выделенных одним цыпленком опытных групп в течение 5 сут патентного периода, а также в 1 г помета.

Определяли антипротозойную активность следующих препаратов: «Стоп-кокцид 2,5%», «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ», «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с Эмульгатором», «Толтразурил 5%» без добавления ПАВ и эмульгатора. Все исследуемые препараты задавали с водой в дозе из расчета 0,5 мл препарата на 1 л в течение двух суток через 120 ч после заражения.

Рассчитывали процентное снижение интенсивности инвазии после применения препаратов (ИЭ) по формуле:

$$\text{ИЭ} = \frac{\text{КОк} - \text{КОд}}{\text{КОк}} \times 100,$$

где КОк – количество ооцист у цыплят контрольной группы; КОд – количество ооцист у цыплят, получавших препарат.

Определяли репродукцию ооцист эймерий в динамике с четвертого по восьмые сутки после заражения, а также число ооцист эймерий

в 1 г помета и уровень репродукции ооцист в подсчете на одну голову. Репродуктивный потенциал полевого изолята кокцидий после применения препаратов определяли по репродуктивному индексу (РИ) по формуле:

$$РИ = \frac{\text{количество ооцист, выделенных одним цыпленком за патентный период}}{\text{доза заражения}}$$

Проводили диагностическое вскрытие вынужденно убитой птицы с последующей микроскопией содержимого кишечника в каждой исследуемой группе с целью подтверждения видового состава смеси полевого изолята кокцидий.

### Результаты

Установлено, что репродукция ооцист кокцидий, выделенных за период исследования в контрольной группе, а также в опытных группах цыплят, зараженных кокцидиями после дачи исследуемых препаратов, была достаточно высокой.

Результаты исследований репродукции ооцист, выделенных одним цыпленком, и в 1 г помета, и результаты расчетов репродуктивного индекса и интенсэфективности препаратов приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Установлено, что эффективность препаратов «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ» и «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с Эмульгатором» при экспериментальном кокцидиозе оказалась выше активности препаратов «Стоп Кокцид» и Толтразурил 5%. Стоит отметить, что при применении препарата «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ» репродукция ооцист снижалась более активно, начиная с третьего дня патентного периода, а на 5-е сутки достигала минимума.

Наименьшее значение репродуктивного индекса отмечено в группах цыплят, получавших «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с ПАВ» и «Супрамолекулярный Толтразурил 5% с Эмульгатором». Интенсэфективность этих препаратов также была выше в сравнении с группами, где применяли препараты «Стоп Кокцид» (Толтразурил 2,5%) и «Толтразурил 5%» без добавления ПАВ и эмульгатора.

При использовании препаратов «Супрамолекулярный Толтразурил с Эмульгатором», «Супрамолекулярный Толтразурил с ПАВ» и

«Стоп Кокцид» (Толтразурил 2,5%) наблюдали повышение прироста живой массы тела птицы в сравнении с другими опытными и контрольной зараженной группами. Особенно это было выражено у цыплят после применения препарата «Стоп Кокцид» 2,5%, где процент прироста массы тела составил 148,2%, и у цыплят, получавших «Супрамолекулярный Толтразурил с Эмульгатором», где этот показатель был равен 147,8% (табл. 4).

### Обсуждение

Анализ результатов исследований репродукции ооцист *Eimeria* spp. показал, что число ооцист в расчете на 1 цыпленка за весь 5-суточный патентный период по разным группам колебалось от 588,3 млн. до 708,5 млн. экз. При этом, наибольшее число ооцист эймерий выявлено у бройлеров группы зараженного контроля и данный показатель существенно отличался от показателей всех других групп ( $P < 0,05$ ). Показатели по числу ооцист в расчете на 1 голову за патентный период всех других групп между собой отличались не существенно ( $P > 0,05$ ). Среди анализируемых групп наименьшее число ооцист эймерий по сравнению с зараженным контролем было в фекалиях цыплят-бройлеров, которые получали супрамолекулярный толтразурил с ПАВ и супрамолекулярный толтразурил с эмульгатором ( $P < 0,05$ ). Расчет интенсэфективности подтвердил сказанное и определенный перевес опять выявлен в группах супрамолекулярного толтразурила с ПАВ и эмульгатором. Эти показатели составили, соответственно, 16,7 и 16,9% в сравнении с 14,9 и 15,1% после назначения обычного толтразурила.

Необходимо отметить, что другие исследователи для заражения цыплят-бройлеров назначали ооцист эймерий в дозе от 2000 до 10000 экз. [4] в отличие от дозы заражения 50000 спорулированных ооцист *Eimeria* spp. в нашем опыте.

Следует сказать, что входящие в состав супрамолекулярного толтразурила ПАВ и эмульгатор сами не оказывают прямого действия на эймерий, но они играют существенную роль в повышении биодоступности супрамолекулярного толтразурила. Иными словами, они оказывают действие на эймерий в комплексе с действующим веществом толтразурилом, имеющим другие размеры частиц. Из полу-

Таблица 1

Table 1

Результаты изучения действия препаратов на репродукцию ооцист кокцидий у цыплят

Results of the study of the effect of drugs on the reproduction of coccidia oocysts in chickens

Группа	Число ооцист на 1 голову за							5 суток патентного периода (192 ч после заражения)	весь патентный период (5 сут)
	1 сутки патентного периода (96 ч после заражения) (препараты не задавали)	2 сутки патентного периода (120 ч после заражения) (первые сутки применения препаратов)	3 сутки патентного периода (144 ч после заражения) (вторые сутки применения препаратов)	4 сутки патентного периода (168 ч после заражения) (отмена препаратов)	5 суток патентного периода (192 ч после заражения)	6 суток патентного периода (216 ч после заражения)	7 суток патентного периода (240 ч после заражения)		
Контроль зараженный	234 643 200	243 864 500	111 100 000	66 660 000	52 375 714	708 583 414±28,34			
«Стоп Кокцид» (Толтразурил 2,5%)	203 535 200	230 532 500	73 449 444	51 383 750	42 456 071	601 356 965±24,65			
Супрамолекулярный толтразурил с ПАВ	202 202 000	254 419 000	70 363 333	36 801 875	26 187 857	589 974 065±24,78			
Супрамолекулярный тортразурил с эмульгатором	237 754 000	190 536 500	67 894 444	49 300 625	42 852 857	588 338 426±24,70			
Толтразурил 5%	205 312 800	216 089 500	101 841 667	41 662 500	38 091 429	602 997 896±26,53			

Таблица 2

Table 2

Результаты исследования репродукции ооцист кокцидий в 1 г помета

Results of the study of reproduction of coccidia oocysts in 1 gram of feces

Группа	Число ооцист в 1 г помета за						5 сутки патентного периода (192 ч после заражения) (препараты не задавали)
	1 сутки патентного периода (96 ч после заражения) (препараты не задавали)	2 сутки патентного периода (120 ч после заражения) (первые сутки применения препаратов)	3 сутки патентного периода (144 ч после заражения) (вторые сутки применения препаратов)	4 сутки патентного периода (168 ч после заражения) (отмена препаратов)	5 суток патентного периода (192 ч после заражения) (препараты не задавали)	6 суток патентного периода (216 ч после заражения)	
Контроль зараженный	2 630 529	2 622 199	1 187 530	709 149	474 909		
«Стоп Кокцид» (Толтразурил 2,5%)	2 400 179	2 305 325	781 377	536 645	418 581		
Супрамолекулярный толтразурил с ПАВ	2 287 353	2 865 079	824 570	406 651	276 077		
Супрамолекулярный тортразурил с эмульгатором	2 784 005	1 944 250	745 183	467 305	406 463		
Толтразурил 5%	2 053 128	2 390 371	1 020 685	392 118	404 000		

Таблица 3

## Результаты исследований репродуктивного индекса и интенсэфективности тестируемых препаратов

Table 3

## Results of the studies of the reproductive index and intensity of efficiency of the tested drugs

Группа	Репродуктивный индекс	Интенсэфективность препарата, %
Контроль зараженный	14 171,7	-
«Стоп Кокцид» (Толтразурил 2,5%)	12 027,1	15,1
Супрамолекулярный толтразурил 5% с ПАВ	11 799,5	16,7
Супрамолекулярный толтразурил 5% с эмульгатором	11 766,8	16,9
Толтразурил 5%	12 059,9	14,9

Таблица 4

## Результаты изучения влияния тестируемых препаратов на прирост живой массы тела цыплят

Table 4

## Results of the study of the effect of the tested drugs on the increase of body weight of chickens

Группа	Число птиц в группе, гол.		Средняя масса птицы, г		Процент прироста живой массы, %
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта	
Контроль незараженный	10	7	344±12,04	886±31,01	157,5
Контроль зараженный	10	7	343±11,66	797±27,10	132,6
«Стоп Кокцид» (Толтразурил 2,5%)	10	7	344±11,35	854±28,18	148,2
Супрамолекулярный Толтразурил с ПАВ	10	7	345±12,05	827±28,94	139,7
Супрамолекулярный Толтразурил с эмульгатором	10	7	343±11,32	850±28,05	147,8
Толтразурил 5%	10	7	342±12,31	806±28,21	135,6

ченных результатов вытекает необходимость корректировки плана эксперимента, дозы заражения цыплят-бройлеров и повторного испытания супрамолекулярного толтразурила с ПАВ и эмульгатором.

Результаты исследований прироста живой массы тела цыплят-бройлеров показали, что исходная средняя масса тела в начале испытания по группам колебалась от 342 до 345 г. В конце опыта установлено повышение прироста живой массы цыплят; их средняя масса по группам колебалась от 797 г у зараженного контроля, и до 886 г у «чистого» контроля ( $P < 0,05$ ).

### Заключение

Супрамолекулярный препарат на основе толтразурила 5% в сочетании с дополнительными вспомогательными веществами обладает противоккокцидийными свойствами в отношении кокцидий кур, также как и стандартный толтразурил 2,5%, который применяют для борьбы с кокцидиозом у птиц при ограниченном периоде введения в рацион птицы.

### Список источников

1. Ананьева Н. Б., Кириллов А. И., Крылова Н. П. Иммунохимиопрофилактика эймериозов цыплят // Ветеринария. М., 1987. № 6. С. 35-37.
2. Диковская В. Е. Внутривидовая изменчивость кокцидий кур: дисс. канд. биол. наук. Ленинград, 1974. 141 с.
3. Кириллов А. И., Диковская В. Е. Оценка анти-

кокцидийной активности препаратов и степени резистентности к ним кокцидий // Ветеринария в птицеводстве. 2004. № 4. С. 30-32.

4. Сафиуллин Р. Т., Мурзаков Р. Р., Андреянова О. Н. Экспериментальная модель эймериоза цыплят, вызванная *Eimeria tenella* // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции. М., 2011. Вып. 12. С. 452-458.
5. Сафиуллин Р. Т. Паразитарные болезни птиц, средства и методы борьбы. М., 2019. 260 с.
6. Braunies W. W. Toltrazuril (baycox) against coccidiosis in broiler under praxis conditions. Archiv fur Geflugelkunde. 1987; 51: 169-172.
7. Chapman H. D. Control of a line of *E. tenella*, partly resistant to monensin, by including toltrazuril discontinuously in the drinking water of chickens. Journal of Comparative Pathology. 1987; 97 (1): 21-27.
8. Fanatico A. Parasite Management for Natural and Organic Poultry: Coccidiosis. Lloydia (Cincinnati), 2006; 12.
9. Haberkorn A., Stoltefuss J. Untersuchungen zum Wirkungsspektrum von Toltrazuril, einem neuen Kokzidiose-Mittel. Veterinar-Medizinische nachrichten. 1987; 1: 22-32.
10. Reid W. M. History of Avian Medicine in the United States. X. Control of Coccidiosis. Avian Diseases. 1990; 34 (3): 509-525.
11. Ryley J. F., Wilson R. G., Betts M. J. Anticoccidial activity of an azauracil derivative. Parasitology. 1974; 68 (1): 69-79.

Статья поступила в редакцию 20.12.24; одобрена после рецензирования 15.01.25; принята к публикации 07.02.25

Об авторах:

**Бирюков Илья Михайлович**, научный сотрудник отдела паразитологии.

**Симонова Екатерина Александровна**, научный сотрудник отдела паразитологии.

**Сафиуллин Ринат Туктарович**, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эпизоотологии и санитарной паразитологии, SPIN-код: 1789-7505, Researcher ID: N-2261-2018, Scopus ID: 7004260282.

**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.

Вклад соавторов:

Бирюков И. М. – проведение научно-исследовательской работы.

Симонова Е. А. – проведение научно-исследовательской работы.

Сафиуллин Р. Т. – организация испытаний, формирование заключения и составление статьи.

Халиков С. С. – создание тестируемых препаратов на основе супрамолекулярного толтразурила.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Ananyeva N. B., Kirillov A. I., Krylova N. P. Immune and chemoprophylaxis of chicken eimeriosis. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. M., 1987; 6: 35-37. (In Russ.)
2. Dikovskaya V. E. Intraspecies variability of chicken coccidia: thesis by Cand. in Biol. Sc. Leningrad, 1974; 141. (In Russ.)
3. Kirillov A. I., Dikovskaya V. E. Evaluation of anticoccidial activity of drugs and the degree of drug resistance in Coccidia. *Veterinariya v pitsevodstve = Veterinary medicine in poultry farming*. 2004; 4: 30-32. (In Russ.)
4. Safullin R. T., Murzakov R. R., Andreyanova O. N., Experimental model of chicken eimeriosis caused by *Eimeria tenella*. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": proceedings of the Scientific Conference. M., 2011; 12: 452-458. (In Russ.)
5. Safullin R. T. Avian parasitic diseases, control means and methods. M., 2019; 260. (In Russ.)
6. Braunies W. W. Toltrazuril (Baycox) against coccidiosis in broiler under praxis conditions. *Archiv fur Geflugelkunde*. 1987; 51: 169-172.
7. Chapman H. D. Control of a line of *E. tenella*, partly resistant to monensin, by including toltrazuril discontinuously in the drinking water of chickens. *Journal of Comparative Pathology*. 1987; 97 (1): 21-27.
8. Fanatico A. (2006). Parasite Management for Natural and Organic Poultry: Coccidiosis. *Lloydia (Cincinnati)*, 2006; 12.
9. Haberkorn A., Stoltefuss J. Untersuchungen zum Wirkungsspektrum von Toltrazuril, einem neuen Kokzidiose-Mittel. *Veterinar-Medizinische nachrichten*. 1987; 1: 22-32.
10. Reid W. M. History of Avian Medicine in the United States. X. Control of Coccidiosis. *Avian Diseases*. 1990; 34 (3): 509-525.
11. Ryley J. F., Wilson R. G., Betts M. J. Anticoccidial activity of an azauracil derivative. *Parasitology*. 1974; 68 (1): 69-79.

The article was submitted 20.12.2024; approved after reviewing 15.01.2025; accepted for publication 07.02.2025

### About the authors:

**Biryukov Ilya M.**, Researcher of the Department of Parasitology.

**Simonova Ekaterina A.**, Researcher of the Department of Parasitology.

**Safullin Rinat T.**, Dr. in Biol. Sc., Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Epizootology and Sanitary Parasitology, SPIN: 1789-7505, Researcher ID: N-2261-2018, Scopus ID: 7004260282.

**Khalikov Salavat S.**, Dr. in Tech. Sc., Leading Researcher of the Laboratory of Physiologically Active Fluoroorganic Compounds; SPIN: 8931-8242, Researcher ID: T-2164-2018, Scopus ID: 57190865687.

### Contribution of the authors:

Biryukov I. M. – research work.

Simonova E. A. – research work.

Safullin R. T. – test arrangement, conclusions, and article drafting.

Khalikov S. S. – creation of test drugs based on supramolecular toltrazuril.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:616.995.1-085

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-100-107>

## Антигельминтная эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при диктиокаулезе и трихоцефалезе овец

Варламова Анастасия Ивановна<sup>1</sup>, Архипов Иван Алексеевич<sup>2</sup>,  
Халиков Салават Самадович<sup>3</sup>, Садов Константин Михайлович<sup>4</sup>,  
Иванов Аркадий Васильевич<sup>5</sup>, Халиков Марат Салаватович<sup>6</sup>

<sup>1,2,5</sup> 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

<sup>3,6</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», Кинель, Россия

<sup>1</sup> [arkhipovhelm@mail.ru](mailto:arkhipovhelm@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

<sup>2</sup> [arsphoeb@mail.ru](mailto:arsphoeb@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

<sup>3</sup> [khalikov\\_ss@ineos.ac.ru](mailto:khalikov_ss@ineos.ac.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

<sup>4</sup> [sadovkm@mail.ru](mailto:sadovkm@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9688-5936>

<sup>5</sup> [aivanov0450@mail.ru](mailto:aivanov0450@mail.ru)

<sup>6</sup> [marat.halikov.88@bk.ru](mailto:marat.halikov.88@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3014-7383>

### Аннотация

**Цель исследования** – изучить эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при диктиокаулезе и трихоцефалезе овец.

**Материалы и методы.** Комплексная твердая дисперсия была получена методом механохимической обработки субстанций фенбендазола (ФБЗ), никлозамида (НЗМ) и поливинилпирролидона (ПВП) в соотношении 2 : 20 : 78. Полученные образцы твердой дисперсии изучали на нематодоцидную активность на овцах, спонтанно инвазированных диктиокаулами и трихоцефалами. При диктиокаулезе препарат испытывали в дозе 2 мг/кг, а при трихоцефалезе в дозах 2, 4 и 6 мг/кг по ФБЗ.

**Результаты и обсуждение.** Получена 98,9%-ная эффективность комплексной дисперсии на основе ФБЗ, НЗМ и ПВП против диктиокаулеза овец в дозе 2 мг/кг по ФБЗ. Базовый препарат – механическая смесь ФБЗ и НЗМ в этой же дозе показала 25,8%-ный эффект. При трихоцефалезе овец получена 98,7; 93,5 и 78,8%-ная эффективность комплексной твердой дисперсии в дозах 6, 4 и 2 мг/кг по ДВ соответственно. Механическая смесь ФБЗ и НЗМ показала в дозе 6 мг/кг по ФБЗ 24,6%-ный эффект. Доза комплексной твердой дисперсии ФБЗ и НЗМ 6 мг/кг по ФБЗ рекомендована при трихоцефалезе овец как терапевтическая.

**Ключевые слова:** комплексная твердая дисперсия, фенбендазол, никлозамид, овцы, диктиокаулез, трихоцефалез, эффективность

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2025-0001. Работа по получению препаратов выполнена в рамках Государственного задания №075-00697-24-00 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.



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:** Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С., Садов К. М., Иванов А. В., Халиков М. С. Антигельминтная эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамида при диктиокаулезе и трихоцефалезе овец // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 100–107.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-100-107>

© Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С., Садов К. М., Иванов А. В., Халиков М. С., 2025

Original article

## Anthelmintic efficacy of complex solid dispersion based on Fenbendazole and Niclozamide against dictyocaulosis and trichuriasis of sheep

Anastasiya I. Varlamova<sup>1</sup>, Ivan A. Arkhipov<sup>2</sup>, Salavat S. Khalikov<sup>3</sup>,  
Konstantin M. Sadov<sup>4</sup>, Arkady V. Ivanov<sup>5</sup>, Marat S. Khalikov<sup>6</sup>

<sup>1,2,5</sup> 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

<sup>3,6</sup> Federal State Budgetary Institution of Science A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Agrarian University», Kinel, Russia

<sup>1</sup> arkhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

<sup>2</sup> arsphoeb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

<sup>3</sup> khalikov\_ss@ineos.ac.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

<sup>4</sup> sadovkm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9688-5936>

<sup>5</sup> aivanov0450@mail.ru

<sup>6</sup> marat.halikov.88@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3014-7383>

### Abstract

**The purpose of the research** is to study the anthelmintic efficacy of complex solid dispersion of fenbendazole and niclozamide against dictyocaulosis and trichuriasis of sheep.

**Materials and methods.** The complex solid dispersion was obtained by mechanochemical processing of fenbendazole (FBZ), niclozamide (NZM) and polyvinylpyrrolidone (PVP) substances in the ratio of 2 : 20 : 78. The obtained samples of solid dispersion were studied for nematocidal activity on sheep naturally infected with *Dictyocaulus filaria* and *Trichuris ovis*. The solid dispersion was tested against dictyocaulosis of sheep at a dose of 2 mg/kg and against trichuriasis at doses of 2, 4 and 6 mg/kg according to FBZ.

**Results and discussion.** The complex dispersion based on FBZ, NZM and PVP showed 98.9% efficacy against dictyocaulosis of sheep at a dose of 2 mg/kg according to FBZ. The basic preparation – a mechanical mixture of FBZ and NZM at the same dose revealed 25.8% effect. Against trichuriasis of sheep, 98.7; 93.5 and 78.8% efficacy of complex solid dispersion was obtained at doses of 6, 4 and 2 mg/kg according to the active substance, respectively. The mechanical mixture of FBZ and NZM showed a 24.6% effect at a dose of 6 mg/kg according to FBZ. The dose of the complex solid dispersion – 6 mg/kg according to FBZ is recommended as therapeutic against trichuriasis of sheep.

**Keywords:** complex solid dispersion, Fenbendazole, Niclozamide, sheep, dictyocaulosis, trichuriasis, efficacy

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of State Assignment No. FGUG-2025-0001.

The work on obtaining the drugs was carried out within the framework of State Assignment No. 075-00697-24-00 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:** Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Sadov K. M., Ivanov A. V., Khalikov M. S. Anthelmintic efficacy of complex solid dispersion based on Fenbendazole and Niclozamide against dictyocaulosis and trichuriasis of sheep. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):100–107. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-100-107>

© Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Sadov K. M., Ivanov A. V., Khalikov M. S. 2024

## Введение

К наиболее распространенным нематодозам жвачных животных на территории Российской Федерации относят трихоцефалез и диктиокаулез. Зараженность животных трихоцефалами в отдельных регионах страны достигает 30–40% [6]. При этом трихоцефалы вызывают воспаление, отеки, а также необратимые изменения в кишечнике. При высокой степени инвазированности трихоцефалез проявляется клинически в виде диареи, истощения и гибели. Большой ущерб причиняют диктиокаулы. Зараженность животных достигает 50%. При паразитировании они вызывают тяжелые патологические изменения в форме серозно-катарального бронхита, что приводит к снижению темпов роста и падежу молодняка [7, 8, 11].

При анализе ассортимента антигельминтных средств, которые используют для дегельминтизации овец, установлено, что наиболее применяемыми являются препараты на основе альбендазола, ФБЗ, ивермектинов и левамизола [2, 5, 10, 12]. Однако, большинство используемых препаратов в терапевтических дозах недостаточно эффективны в отношении трихоцефал и предназначены для контроля инвазий, вызываемых гельминтами одного класса. Поэтому модификация и усовершенствование используемых антигельминтных субстанций с целью получения сравнительно доступных, технологичных в использовании препаратов с широким спектром действия и высокой эффективностью является приоритетным направлением ветеринарной фармацевтики.

В предыдущие годы нами разработана комплексная твердая дисперсия на основе ФБЗ и НЗМ методом механохимической технологии (ФБЗ : НЗМ : ПВП – 2 : 20 : 78), и установлена ее высокая эффективность при экспериментальном трихинеллезе и гименолепидозе мышей, а также нематодирозе и других стронги-

лятозах пищеварительного тракта овец в дозе 2,0 мг/кг по ДВ (ФБЗ) [13].

В связи с этим, целью нашей работы было изучение эффективности комплексной твердой дисперсии на основе ФБЗ и НЗМ при диктиокаулезе и трихоцефалезе овец.

## Материалы и методы

Изучение эффективности комплексной твердой дисперсии ФБЗ и НЗМ (ФБЗ : НЗМ : ПВП в соотношении 2 : 20 : 78, валковая мельница LE-101, уровень энергонапряженности 1g, 4 ч механообработки, скорость вращения барабана – 60–70 об./мин.) при диктиокаулезе овец проводили в августе 2024 г. в Самарской области. В опыте использовали 22 овцы, спонтанно зараженные *Dictyocaulus filaria* по результатам исследования фекалий методом Бермана [3]. Животных разделили на 3 равноценные группы по 7–8 овец в каждой. Овцам первой опытной группы задавали комплексную твердую дисперсию ФБЗ : НЗМ : ПВП в дозе 2,0 мг/кг по ДВ (фенбендазолу), животным 2-й опытной группы назначали базовый препарат – механическую смесь ФБЗ, НЗМ с ПВП в этом же соотношении в дозе 2 мг/кг по ФБЗ. Овцы 3-й группы препарат не получали и служили контролем.

Эффективность испытанных препаратов изучали по результатам копроларвоскопических исследований методом Бермана до и через 13 сут после дегельминтизации. Учет эффективности препаратов проводили по типу «контрольный тест» [2, 14].

Эффективность комплексной твердой дисперсии при трихоцефалезе овец изучали в августе-сентябре 2024 г. в Самарской области. Для опыта было подобрано 36 овец разного возраста, спонтанно инвазированных трихоцефалами. Животных разделили на 4 опытные и одну контрольную группы по 7–8 овец в каждой. Овцам 1, 2 и 3-й опытных групп задавали комплексную твердую дисперсию в

дозах соответственно 2,0; 4,0 и 6,0 мг/кг по ДВ (ФБЗ). Животным 4-й опытной группы назначали механическую смесь ФБЗ, НЗМ с ПВП в этом же соотношении в дозе 4 мг/кг по ФБЗ. Овцы 5-й группы препарат не получали и служили контролем.

Эффективность препарата изучали в опыте типа «контрольный тест» по результатам копроовоскопических исследований методом флотации до и через 15 сут после дегельминтизации [2, 14].

### Результаты и обсуждение

Результаты испытания твердой дисперсии ФБЗ, НЗМ с ПВП при диктиокаулезе овец свидетельствуют о 98,91%-ной эффективности в дозе 2,0 мг/кг по ДВ (ФБЗ) (табл. 1). Базовый препарат – механическая смесь ФБЗ и НЗМ с ПВП в дозе 2,0 мг/кг по ФБЗ проявил 25,82%-ную активность против *D. filaria*. У овец контрольной группы инвазированность в течение опыта существенно не изменялась. Число личинок диктиокаул в 1 г фекалий контрольных овец составило до опыта  $87,3 \pm 4,0$  и в конце опыта –  $91,4 \pm 4,1$  экз.

Таким образом, эффективность комплексной твердой дисперсии была в 3,82 раза выше по сравнению с активностью базового ФБЗ.

Результаты титрации терапевтической дозы твердой дисперсии ФБЗ, НЗМ с ПВП при трихоцефалезе овец приведены в таблице 2. Установлено, что с повышением дозы препарата повышалась эффективность. Так, дисперсия в дозах 6, 4 и 2 мг/кг по ДВ (ФБЗ) проявила соответственно 98,7; 93,5 и 78,8%-ный эффект. В связи с этим дозу комплексной твердой дисперсии 6,0 мг/кг по ФБЗ рекомендуем, как терапевтическую при трихоцефалезе овец.

Механическая смесь ФБЗ и НЗМ с ПВП в дозе 4,0 мг/кг по ФБЗ показала 24,68%-ную эффективность, что в 3,79 раза ниже эффективности твердой дисперсии в этой же дозе. Стоит отметить, что трихоцефалез плохо поддается лечению; необходимы многократные обработки животных в повышенных дозах, а длительно применяемые препараты теряют свою эффективность вследствие развития резистентности. Кроме того, трихоцефалез часто протекает в форме смешанной инвазии со стронгилятозами пищеварительного тракта, мониезиозом и другими гельминтозами [10,

11]. В связи с чем, важно иметь современные и действенные антигельминтные средства многокомпонентного состава. Так, А. В. Лашина и др. (2023) при оценке сравнительной терапевтической эффективности препаратов эпрецис 2% на основе эприномектина и клозиверма на основе ивермектина и клозантела натрия при трихоцефалезе крупного рогатого скота установили, что максимальный терапевтический эффект (100%) проявил комплексный препарат клозиверм в группе опытных телят на 15-е сутки после его введения, а эпрецис 2% – на 30-е сутки [4]. А. И. Ятусевич и др. (2012) сообщали о применении болюсов пролонгированного действия на основе альбендазола при трихоцефалезе овец. Ими установлено, что овцы были свободными от трихоцефал на 16–19-е сутки после введения препарата; профилактический эффект наблюдался более 150 сут [9]. По данным Е. В. Абрамовой и др. (2014) установлено, что рикобендазол в дозе 4 мг/кг проявил 100%-ную эффективность против *Nematodirus* spp. и других стронгилят желудочно-кишечного тракта, *Dictyocaulus filaria*, 99,9% – против *Moniezia* spp. и 73,9% – против *Trichuris ovis* [1].

Использование нами механохимической технологии при получении комплексной твердой дисперсии ФБЗ и НЗМ позволило сократить терапевтические дозы применяемых антигельминтных средств при сохранении высокой эффективности при диктиокаулезе и трихоцефалезе овец.

### Заключение

Результаты испытания комплексной твердой дисперсии на основе ФБЗ, НЗМ с ПВП показали повышение эффективности при диктиокаулезе овец. Установлена высокая эффективность препарата в дозе 2,0 мг/кг по ДВ (ФБЗ), что в 2,5 раза ниже базового – механической смеси ФБЗ и НЗМ. Проведена титрация терапевтической дозы препарата при трихоцефалезе овец. Дисперсия в дозах 6, 4 и 2 мг/кг по ДВ проявила соответственно 98,7; 93,5 и 78,8%-ный эффект. Дозу препарата 6 мг/кг рекомендуем, как терапевтическую.

Результаты проведенных исследований показывают перспективы использования механохимической технологии для получения недорогих лекарственных отечественных средств широкого спектра действия.

Таблица 1

## Эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамиды при диктиокаулезе овец

Table 1

## Efficacy of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclozamide against dictyocaulosis of sheep

Группа животных	Состав комплекса и соотношение компонентов	Содержание ДВ (ФБЗ), %	Доза по ДВ (по ФБЗ), мг/кг	Число овец в группе, гол.	Освободилось от инвазии, гол.	Среднее число личинок нематод в 1 г фекалий, экз.		Эффективность, %
						до опыта	после лечения	
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78)	2	2,0	8	7	87,0±3,8	1,0±0,3	98,91
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78) механическая смесь	2	2,0	7	1	86,2±3,9	67,8±3,4	25,82
Контрольная	-	-	-	7	0	87,3±4,0	91,4±4,1	-

Таблица 2

## Эффективность комплексной твердой дисперсии на основе фенбендазола и никлозамиды при трихоцефалезе овец

Table 2

## Efficacy of complex solid dispersion based on fenbendazole and niclozamide against trichostrongylidosis of sheep

Группа животных	Состав комплекса и соотношение компонентов	Содержание ДВ (ФБЗ), %	Доза по ДВ (ФБЗ), мг/кг	Число овец в группе, голов	Освободилось от инвазии, голов	Среднее число яиц нематод в 1 г фекалий, экз.		Эффективность, %
						до опыта	после лечения	
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78)	2	2,0	7	0	78,3±4,7	16,3±2,2	78,84
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78)	2	4,0	7	3	76,7±4,8	5,0±1,0	93,51
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78)	2	6,0	8	6	77,2±4,6	1,0±0,3	98,71
Опытная	ФБЗ:НЗМ:ПВП (2:20:78) механическая смесь	2	4,0	7	0	78,0±5,0	58,0±4,3	24,68
Контрольная	-	-	-	7	0	76,5±5,2	77,0±5,0	-

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Абрамова Е. В., Абрамов В. Е., Архипов И. А., Драгункина О. С., Жукова Н. Н.* Антигельминтная эффективность рикобендазола инъекционного при гельминтозах овец // Российский паразитологический журнал. 2014. № 2. С. 77–82.
2. *Архипов И. А.* Антигельминтики: фармакология и применение. М., 2009. 415 с.
3. *Котельников Г. А.* Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. М.: Колос, 1984. 208 с.
4. *Лашина А. В., Нижельская Е. И.* Сравнительная терапевтическая оценка эффективности лечения телят при трихоцефалезной инвазии // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 8 (134). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.134.23>
5. *Мальцев К. Л., Архипов И. А., Дурдусов С. Д., Лазарев Г. М., Садыков Р. С.* Оценка противопаразитарной активности дектомакса // Ветеринария. 1997. № 2. С. 34–38.
6. *Пигина С. Ю., Архипов И. А.* Распространение трихоцефалеза в условиях Северного Кавказа // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы международной конференции. 2005. Вып. 6. С. 280–282.
7. *Радионов А. В.* Структура популяции основных видов нематод у крупного рогатого скота разного возраста в Центральной зоне России // Российский паразитологический журнал. 2012. № 2. С. 61–65.
8. *Сафиуллин Р. Т.* Распространение и экономический ущерб от основных гельминтозов жвачных животных // Ветеринария. 1997. № 8. С. 28–32.
9. *Ятусевич А. И., Вербицкая Л. А., Ковалевская Е. О., Братушкина Е. Л., Минич А. В.* Трихоцефалезы жвачных и меры борьбы с ними // Международный вестник ветеринарии. 2012. № 2. С. 6–9.
10. *Getachew T., Muktar Y., Mekonnen N., Tesma F.* Prevalence of gastrointestinal nematodes and efficacy of commonly used anthelmintics in different sheep breeds in Areka Agricultural Research Center, Areka, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development.* 2016; 28 (6): Article #117.
11. *Bulbul K. H., Akand A. H., Hussain J., Parbin Shamima, Hasin D.* A brief understanding of *Trichuris ovis* in ruminants. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry.* 2020; 5 (3): 72–74.
12. *Riviere J. E., Papich V. G.* *Veterinary pharmacology and therapeutics.* Hoboken: 9th ed.: Willey Blackwell. 2009; 317.
13. *Varlamova A. I., Khalikov S. S., Arkhipov I. A., Arisov M. V., Sadov K. M., Ilyin M. M.* Influence of Parameters of Mechanochemical Processing on the Efficacy of Complex Solid Dispersion of Anthelmintics. *Current Bioactive Compounds.* <https://doi.org/10.2174/0115734072303357240528095424>
14. *Wood I. B., Amaral N. K., Bairden K., Dunkan J. L., Kassai T., Malone J. B., Pankavic J. A., Reinecke R. K., Slocombe O., Taylor S. M., Vercruyse J.* World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology.* 1995; 58 (3): 181–213. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00806-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00806-2)

Статья поступила в редакцию 25.12.24; одобрена после рецензирования 13.01.25; принята к публикации 07.02.25

## Об авторах:

**Архипов Иван Алексеевич**, доктор ветеринарных наук, профессор, заместитель руководителя по научной работе, заведующий лабораторией экспериментальной терапии; SPIN-код: 5598-1187, Researcher ID: U-5040-2018, Scopus ID: 12783579100.

**Варламова Анастасия Ивановна**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии; SPIN-код: 6577-1180, Researcher ID: F-9941-2014, Scopus ID: 56612429800.

**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.

**Садов Константин Михайлович**, доктор ветеринарных наук, научный сотрудник; SPIN-код: 8092-0547.

**Иванов Аркадий Васильевич**, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии; SPIN-код: 3674-3155

**Халиков Марат Салаватович**, младший научный сотрудник лаборатории физиологически активных фторорганических соединений; SPIN-код: 1937-9902, Scopus ID: 602304510.

*Вклад авторов:*

Архипов И. А. – научное руководство, проведение испытаний, критический анализ полученных результатов, оформление рукописи.

Варламова А. И. – проведение испытаний, анализ данных, оформление рукописи.

Халиков С. С. – научное руководство, отработка методики, наработка опытных образцов, анализ полученных результатов.

Садов К. М. – организация и проведение испытаний, анализ данных.

Иванов А. В. – проведение испытаний, анализ данных.

Халиков М. С. – наработка опытных образцов, инструментальные исследования, анализ данных.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

- Abramova E. V., Abramov V. E., Arkhipov I. A., Dragunkina O. S., Zhukova N. N. Anthelmintic efficacy of injectable ricobendazole against helminthosis in sheep. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 2: 77–82. (In Russ.)
- Arkhipov I. A. Anthelmintics: Pharmacology and Application. Moscow, 2009; 415. (In Russ.)
- Kotelnikov G. A. Helminthological Studies of Animals and the Environment. Moscow: Kolos, 1984; 208. (In Russ.)
- Lashina A. V., Nizhelskaya E. I. A comparative therapeutic evaluation of treatment effectiveness in calves with trichocephalus infestation. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal*. 2023; 8 (134). (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.134.23>
- Maltsev K. L., Arkhipov I. A., Durdusov S. D., Lazarev G. M., Sadykov R. S. Evaluation of antiparasitic activity of dectomax. *Veterinariya = Veterinary medicine*. 1997; 2: 34–38. (In Russ.)
- Pigina S. Yu., Arkhipov I. A. Spread of trichuriasis in the North Caucasus. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy mezhduna-rodnoy konferentsii = “Theory and practice of combating parasitic diseases”: materials of the international conference. 2005; 6: 280–282. (In Russ.)
- Radionov A. V. Population structure of the main nematode species in cattle of different ages in the Central zone of Russia. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2012; 2: 61–65. (In Russ.)
- Safullin R. T. Spread and economic damage from the main helminthoses of ruminants. *Veterinariya = Veterinary medicine*. 1997; 8: 28–32. (In Russ.)
- Yatusevich A. I., Verbickaya L. A., Kovalevskaya E. O., Bratushkina E. L., Minich A. V. Trichuriasis of ruminants and measures to combat them. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International Veterinary Bulletin*. 2012; 2: 6–9. (In Russ.)
- Getachew T., Muktar Y., Mekonnen N., Tesma F. Prevalence of gastrointestinal nematodes and efficacy of commonly used anthelmintics in different sheep breeds in Areka Agricultural Research Center, Areka, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. 2016; 28 (6): Article #117.
- Bulbul K. H., Akand A. H., Hussain J., Parbin Shamima, Hasin D. A brief understanding of *Trichuris ovis* in ruminants. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*. 2020; 5 (3): 72–74.
- Riviere J. E., Papich V. G. Veterinary pharmacology and therapeutics. Hoboken: 9th ed.: Wiley Blackwell. 2009; 317.
- Varlamova A. I., Khalikov S. S., Arkhipov I. A., Arisov M. V., Sadov K. M., Ilyin M. M. Influence of Parameters of Mechanochemical Processing on the Efficacy of Complex Solid Dispersion of Anthelmintics. *Current Bioactive Compounds*. <https://doi.org/10.2174/0115734072303357240528095424>
- Wood I. B., Amaral N. K., Bairden K., Duncan J. L., Kassai T., Malone J. B., Pankavic J. A., Reinecke R. K., Slocombe O., Taylor S. M., Vercruysse J. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology*. 1995; 58 (3): 181–213. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00806-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00806-2)

The article was submitted 25.12.2024; approved after reviewing 13.01.2025; accepted for publication 07.02.2025

*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.

**Varlamova Anastasiya I.**, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Experimental Therapy; SPIN: 6577-1180, Researcher ID: F-9941-2014, Scopus ID: 56612429800.

**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.

**Sadov Konstantin M.**, Doctor of Veterinary Sciences, Researcher; SPIN: 8092-0547.

**Ivanov Arkady V.**, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of RAS, Chief Researcher, Laboratory of Experimental Therapy; SPIN: 3674-3155.

**Khalikov Marat S.**, Junior Researcher, Laboratory of Physiologically Active Organofluorine Compounds; SPIN: 1937-9902, Scopus ID: 602304510.

*Contribution of the authors:*

Arkhipov I. A. – academic supervision, conducting trials, critical analysis of obtained results, manuscript preparation.

Varlamova A. I. – conducting trials, data analysis, manuscript preparation.

Khalikov S. S. – academic supervision, development of methodology and prototypes, analysis of obtained results.

Sadov K. M. – organization and conducting trials, data analysis.

Ivanov A. V. – conducting trials, data analysis.

Khalikov M. S. – preliminary studies of prototypes, instrumental research, data analysis.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:636.1:615.33:579.64

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-108-117>

## Эффективность комбинированной терапии с использованием фенбендазола и *Bacillus amyloliquefaciens* при лечении стронгилятозов у лошадей

Дёмкина Ольга Владимировна<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет (ДальГАУ), Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> demkina-olsen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9303-4100>

### Аннотация

**Цель исследований** – оценить эффективность комбинированного применения фенбендазола и *Bacillus amyloliquefaciens* против стронгилят у лошадей, сравнить комбинированную терапию с монотерапией фенбендазолом, изучить влияние на общее клиническое состояние лошадей.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на 20 лошадях, разделенных на две группы по 10 голов. Лошади опытной группы получали фенбендазол в дозе 7,5 мг/кг, однократно и пробиотик *B. amyloliquefaciens* в дозе 50 мг/кг ежедневно в течение 14 сут. Контрольная группа лошадей получала только фенбендазол. Эффективность терапии контролировали исследованием фекалий методом флотации на 7, 10, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 31 и 34-е сутки после лечения. На 14-е сутки опыта рассчитывали показатели теста снижения числа яиц в фекалиях. Для установления сроков начала повторного выделения яиц использовали показатели, полученные на 7-е и 14-е сутки. Анализ фекальной микробиоты проводили перед началом лечения и на 14-е сутки.

**Результаты и обсуждение.** Обе группы лошадей показали снижение числа яиц стронгилят в фекалиях после лечения с постепенным нарастанием их числа к 34-м суткам опыта. Первые яйца стронгилят обнаружили на 7-е сутки терапии. Период повторного выделения яиц стронгилят в опытной и контрольной группах составил две недели. Показатель теста снижения числа яиц в фекалиях на 14-е сутки в обеих группах был ниже 90%. Анализ фекальной микробиоты не выявил значимых изменений после применения пробиотика, хотя у лошадей опытной группы исчезли грибы рода *Aspergillus*. В течение всего исследования лошади в обеих группах оставались клинически здоровыми без признаков желудочно-кишечных расстройств. Комбинированное применение фенбендазола и пробиотика *B. amyloliquefaciens* не привело к статистически значимому увеличению эффективности дегельминтизации по сравнению с использованием только фенбендазола ( $P > 0,05$ ). Однако, совместное применение антигельминтика и пробиотика показало определённое биологическое преимущество, выраженное в снижении числа яиц стронгилят после лечения в опытной группе. Несмотря на отсутствие существенных изменений в микробиоте кишечника, отсутствие *Aspergillus* spp. после применения пробиотика может указывать на его потенциальное противогрибковое действие.

**Ключевые слова:** фенбендазол, *Bacillus amyloliquefaciens*, стронгилятозы, эффективность, лошади

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

**Для цитирования:** Дёмкина О. В. Эффективность комбинированной терапии с использованием фенбендазола и *Bacillus amyloliquefaciens* при лечении стронгилятозов у лошадей // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 108–117.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-108-117>

© Дёмкина О. 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

# Efficacy of combined therapy with fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* in treating strongylatosis in horses

Olga V. Demkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Far Eastern State Agrarian University (FESAU), Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> demkina-olsen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9303-4100>

## Abstract

**The purpose of the research** is to evaluate the efficacy of the combined use of fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* against *Strongylata* in horses, to compare the combined therapy to fenbendazole monotherapy, and to study the effect on the general clinical state of horses.

**Materials and methods.** The study was conducted on 20 horses divided into two groups of 10 animals. The horses from the experimental group were given fenbendazole once at a dose of 7.5 mg/kg, and the probiotic *B. amyloliquefaciens* daily at a dose of 50 mg/kg for 14 days. The control group of horses received only fenbendazole. The therapy efficacy was monitored by examining faeces using the flotation method on days 7, 10, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 31, and 34 after treatment. On day 14 of the experiment, the test reduction rates in the number of eggs in faeces were calculated. To determine starting dates of repeated egg release, the values obtained on days 7 and 14 were used. Faecal microbiota was analyzed before the treatment and on day 14.

**Results and discussion.** Both groups of horses showed a reduction in *Strongylata* eggs in faeces after treatment with a gradual increase in their number by day 34 of the experiment. The first *Strongylata* eggs were detected on day 7 of the therapy. The period of repeated release of *Strongylata* eggs was two weeks in the experimental and control groups. Test reduction rates of eggs in faeces were below 90% on day 14 in both groups. The analyzed faecal microbiota did not reveal significant changes after the probiotic, although *Aspergillus* fungi disappeared in the experimental horses. Throughout the study, the horses in both groups remained clinically healthy with no signs of gastrointestinal disorders. The combined fenbendazole and *B. amyloliquefaciens* did not result in any statistically significant increase in the deworming efficacy as compared to fenbendazole alone ( $P > 0.05$ ). However, the combined anthelmintic and probiotic showed a certain biological advantage expressed in a decrease in *Strongylata* eggs after the treatment in the experimental group. Despite the lack of significant changes in the intestinal microbiota, the absence of *Aspergillus* spp. after administered probiotic may indicate its potential antifungal effect.

**Keywords:** fenbendazole, *Bacillus amyloliquefaciens*, strongylatosis, efficacy, horses

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

**For citation:** Demkina O. V. Efficacy of combined therapy with fenbendazole and *Bacillus amyloliquefaciens* in treating strongylatosis in horses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):108–117. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-108-117>

© Demkina O. V., 2025

## Введение

Фенбендазол, антигельминтик из группы бензимидазолов, широко используется для лечения желудочно-кишечных нематодозов у лошадей, достаточно эффективен против различных гельминтов, включая стронгилят желудочно-кишечного тракта [18]. Он также является малотоксичным препаратом и не оказывает заметного воздействия на микробиоту в пищеварительном тракте лошадей [14].

Долгосрочная эффективность фенбендазола оказалась под угрозой из-за развития резистентности. Все чаще исследователи сообщают о снижении средних значений теста на снижение числа яиц в фекалиях менее 90% и уменьшение периода повторного выделения яиц ниже исторических [5]. У лошадей, регулярно получавших бензимидазолы, число яиц в фекалиях было выше [17]. Такую тенденцию снижения эффективности бензимидазолов

против кишечных нематод регистрируют по всему миру [23]. Новые антигельминтные химические соединения еще не открыты, либо находятся на стадии разработки, поэтому для борьбы с гельминтозами животных приходится пользоваться имеющимися в арсенале ветеринарных врачей препаратами, несмотря на развивающуюся устойчивость к ним гельминтов [9]. Такое положение дел требует разработки более эффективных стратегий дегельминтизации, создании новых форм уже имеющихся препаратов [2] или комбинаций веществ, обладающих взаимными усиливающими эффективностью свойствами [7].

Множество исследований указывают на связь между желудочно-кишечными гельминтами и составом и функцией кишечной микробиоты хозяина. Учитывая всемирный риск и распространение резистентности к антигельминтикам, лучшее понимание механизмов, лежащих в основе взаимоотношений между желудочно-кишечными гельминтами и кишечным микробиомом, может помочь в разработке новых стратегий для борьбы с паразитами [21].

Экспериментальные исследования и клинические испытания показали, что пробиотики на основе бактерий *Bacillus* являются перспективными в профилактике и борьбе с паразитарными инвазиями [13]. Это связано с кристаллическими белками (Cry), производимыми бактериями, которые являются наиболее широко используемыми биологическими инсектицидами в мире. Установлено, что некоторые белки высокоэффективны против широкого спектра нематод [15]. Сочетанное применение антигельминтного и пробиотического препаратов представляет собой новый подход к устранению недостатков существующих схем терапии гельминтозов [4].

*B. amyloliquefaciens* – спорообразующая бактерия, известная своим благотворным влиянием на здоровье кишечника; показала свою перспективность в улучшении показателей роста, морфологии кишечника и балансировании микробного сообщества у различных видов животных [16]. Кроме того, *B. amyloliquefaciens* проявляет значительную антимикробную и противогрибковую активность, что может защитить корма для животных от грибковых инфекций и снизить токсичность кормов [22, 11]. Комбинация бен-

зимидазолов и пробиотика позволяет предположить потенциальную пользу для лошадей, заключающуюся в повышении эффективности дегельминтизации и положительном влиянии на физиологическое состояние желудочно-кишечного тракта [3].

Цель исследования – оценить эффективность комбинированного применения фенбендазола и *B. amyloliquefaciens* против стронгилят желудочно-кишечного тракта у лошадей и оценить влияние на общее клиническое состояние лошадей.

### Материалы и методы

Исследования проводили в марте 2024 г. на 20 лошадях, разделенных на две группы по 10 голов в каждой, и зараженных желудочно-кишечными стронгилиями по результатам предварительного исследования фекалий методом флотации. Лошадям опытной группы задавали фенбендазол в дозе 7,5 мг/кг перорально однократно и пробиотический препарат на основе спорообразующих бактерий *B. amyloliquefaciens* активностью  $1 \times 10^8$  КОЕ/г в дозе 50 мг/кг перорально с кормом (увлажненным овсом) в течение 14 сут. Фенбендазол задавали в разовой дозе, пробиотик – ежедневно. Контрольная группа лошадей получала только фенбендазол в той же дозе.

Рассчитывали показатели экстенсэффективности терапии после лечения (ЭЭ, %), оценивали снижение числа яиц гельминтов в фекалиях и период повторного появления яиц в фекалиях [18, 20]. Наличием признаков развития резистентности у гельминтов считается показатель теста ниже 90%. Определяющим значением срока повторного выделения яиц была неделя после лечения, когда средний показатель теста опускался ниже 90% [19].

Пробы фекалий отбирали у каждой лошади до дегельминтизации и на 7, 10, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 31 и 34-е сутки после лечения и исследовали методом флотации для количественного определения яиц гельминтов. 1 г фекалий смешивали с 10 мл флотационного раствора (насыщенный раствор сульфата аммония плотностью 1,3) и процеживали через сито для удаления крупных частиц. Процеженный раствор переносили в центрифужную пробирку, накрывали покровным стеклом и центрифугировали при 1000 об/мин в течение 5 мин. После центрифугирования осторожно

снимали покрывное стекло и переносили на предметное под 10-кратное увеличение микроскопа для поиска яиц нематод. Типизацию обнаруженных яиц проводили визуально по морфологическим характеристикам с помощью атласа [10].

Для оценки влияния *B. amyloliquefaciens* на микробиом кишечника у лошадей опытной группы были собраны пробы фекалий до и на 14-е сутки после лечения. Микробиологические показатели оценивали путем культуральных посевов на питательные среды. Для посевов отбирали 1 г фекалий, разводили в 10 мл стерильного физиологического раствора, суспендировали. Затем 0,1 мл раствора переносили на среды: Эндо, Блаурока, Сабуро, МПА, кровяной агар. Посевы инкубировали в термостате при температуре 37 °С в течение 24–48 ч. По истечении времени инкубации подсчитывали число колоний. Визуальную идентификацию для определения родовой принадлежности проводили с помощью определителей бактерий [1] и патогенных и условно-патогенных грибов [6].

Статистический анализ полученных данных проводили с помощью компьютерной программы AtteStat. Рассчитывали среднее значение в выборке (X), стандартную ошибку (SE), нормальность распределения данных (критерий Шапиро-Уилка), достоверность различий (критерий Стьюдента и критерий Вилкоксона). Критерием значимости различий считали показатель  $P > 0,05$  [8].

На протяжении всего исследования вели наблюдение за состоянием здоровья лошадей. Оценка физиологических показателей включала наблюдение за признаками желудочно-кишечного расстройства, изменением аппетита и общего поведения.

### Результаты и обсуждение

В 1 г фекалий лошадей опытной и контрольной групп до дегельминтизации находили, в среднем, 173,8 и 166,3 яиц стронгилят, соответственно. Показатель снижения числа яиц в фекалиях, как правило, оценивается на 10–14-е сутки после дегельминтизации. В нашем эксперименте на 14-е сутки в обеих группах этот показатель был ниже 90%, и все животные уже выделяли яйца стронгилят. Период повторного выделения яиц в обеих экспериментальных группах принят в две недели.

Полученные данные дают основание предположить наличие резистентности стронгилят у лошадей к фенбендазолу и отсутствие терапевтического ответа. Интенсивность инвазии нарастала вплоть до завершающего 34-го дня исследований. Общее среднее число яиц стронгилят в опытной группе составило 590,4 экз., а в контрольной – 723,5 экз. после лечения. Разница в числе яиц стронгилят между группами (18,4%) может быть значимой с биологической или практической точек зрения. Более низкое число яиц стронгилят у лошадей, подвергнутых комбинированной терапии, может свидетельствовать об улучшении контроля над инвазией (табл. 1).

Для статистической обработки данных были рассчитаны средние значения по числу обнаруженных яиц стронгилят (X) и средняя статистическая ошибка (SE) в двух независимых выборках. Для определения статистически значимых различий результатов дегельминтизации между двумя группами использовали критерий t-теста Стьюдента. Перед расчетами необходимо было убедиться в нормальности распределения выборок с помощью критерия Шапиро-Уилка (табл. 2).

Критерий Шапиро-Уилка в обеих группах имеет значение, близкое к 1 ( $P > 0,05$ ), то есть нормальность выборок соблюдена. Это позволило нам воспользоваться критерием Стьюдента для определения достоверности различий в эффективности дегельминтизации в двух группах лошадей. Полученное значение t-теста  $P > 0,05$  означает, что статистически значимых различий между полученными результатами дегельминтизации группы лошадей фенбендазолом в комбинации с *B. amyloliquefaciens* и с группой, где применяли только фенбендазол, нет.

Бактериологические посевы фекалий от лошадей опытной группы, взятых до начала эксперимента, позволили выделить следующие микроорганизмы: бифидобактерии, лактобактерии, эшерихии, энтерококки и грибы аспергиллюсы (табл. 3). Для удобства математических и статистических расчетов для учета числа микроорганизмов использовали логарифмическую шкалу ( $\log$  КОЕ/г).

Выделенная микрофлора относилась как к нормальной, так и патогенной. Из 10 лошадей у четырех были обнаружены грибы рода *Aspergillus*. Лошади были клинически

Таблица 1

Число обнаруженных яиц стронгилят у лошадей опытной (n = 10) и контрольной (n = 10) групп в разные сроки исследований

Table 1

The number of strongylata eggs detected in horses from the experimental (n = 10) and control (n = 10) groups at different study times

Показатель	Значение показателя, сутки исследования													
	0	7	10	14	16	19	22	25	28	31	34			
	Опыт													
Среднее число яиц гельминтов в 1 г фекалий	173,8	12,4	13,7	24,7	38,9	66,7	74,3	83,4	86,5	92,1	97,7			
ЭЭ, %	-	60	30	0	0	0	0	0	0	0	0			
Процент снижения числа яиц в фекалиях	-	96,3	92,1	85,7	77,6	61,6	57,2	52,0	50,2	47	43,7			
	Контроль													
Среднее число яиц гельминтов в 1 г фекалий	166,3	12,2	21	38,1	51,8	65	81	90,8	104	117,4	132,2			
ЭЭ, %	-	70	20	0	0	0	0	0	0	0	0			
Процент снижения числа яиц в фекалиях	-	92,6	87,4	77,1	68,8	60,9	51,3	45,9	37,4	29,4	20,5			

здоровы, и за все время наблюдений в опыте не проявляли признаков нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта. Количество нормальной микрофлоры колебалось от  $1 \times 10^5$  до  $1 \times 10^8$  КОЕ/г. При исследовании микрофлоры в фекалиях после окончания приема пробиотика *B. amyloliquefaciens* аспергиллюсы в пробах отсутствовали. При проверке нормальности распределения данных в выборках, критерий Шапиро-Уилка для всех значений оказался значительно ниже 1, что позволило воспользоваться для дальнейшего статистического анализа парным критерием Вилкинсона, который применяют при анализе достоверности различий при ненормальном распределении значений в выборках. Значение  $P > 0,05$  в данном тесте принимается как отсутствие значимых различий (табл. 4).

Средние значения бактерий в составе фекальной микрофлоры лошадей колебались в пределах нормальных [12] как до применения пробиотика на основе *B. amyloliquefaciens*, так и после. Статистически значимых различий в количестве и составе исследуемой микрофлоры у лошадей опытной группы, связанной с приемом пробиотика, не установлено. Однако, нельзя не отметить отсутствие на момент окончания приема пробиотика в фекальной микрофлоре патогенного гриба. Дальнейшие исследования влияния *B. amyloliquefaciens* на здоровье кишечника лошадей и возможного противогрибкового эффекта могут быть весьма перспективны.

В течение всего опыта отклонений в физиологическом состоянии лошадей контрольной и опытной групп отмечено не было.

### Заключение

Обе группы лошадей показали снижение числа яиц стронгилят после лечения, но статистически значимых различий между группами не обнаружено ( $P > 0,05$ ). Срок повторного появления яиц в экспериментальных группах составил 2 недели; в это время показатель снижения яиц в фекалиях был уже менее 90 %, что свидетельствует о развитии резистентности стронгилят к фенбендазолу. Комбинация фенбендазола с *B. amyloliquefaciens* продемонстрировала определенное биологическое преимущество, выраженное в более медленной реинвазии в опытной группе. Однако, статистически разница не подтверждена при текущем уровне значимости, что связано с характеристиками выборки и вариабельностью данных. Микробиологический

Таблица 2

## Результаты статистической обработки данных опытной и контрольной групп

Table 2

## Results of statistical processing of data from experimental and control groups

Сутки после лечения	Значения критериев для групп			
	Фенбендазол + <i>B. amyloliquefaciens</i>		Фенбендазол	
	X	SE	X	SE
0	173,8	24,7	166,3	15,82
7	12,4	6,68	12,2	9,06
10	13,7	6,3	21	8,9
14	24,7	6,3	38,1	11,5
16	38,9	5,3	51,8	10,96
19	66,7	10,08	65	10,34
22	74,3	9,45	81	10,94
25	83,4	8,58	90,8	9,77
28	86,5	9,08	104,02	10,02
31	92,1	8,1	117,4	11,14
34	97,7	8,4	132,2	10,17
Критерий Шапиро-Уилка	0,875	P-value = 0,115	0,967	P-value = 0,159
t-критерий Стьюдента	P-value = 0,469			

анализ не выявил значимых изменений в фекальной микробиоте после применения пробиотика, хотя у лошадей опытной группы исчезли патогенные грибы рода *Aspergillus*, что потенциально может положительно влиять на здоровье кишечника. Проведенное исследование имело ряд ограничений. Размер выборки был относительно небольшим, а продолжительность исследования ограничивалась 34 сут, что не отражает долгосрочного действия пробиотика на сообщество гельминтов и микробиом кишечника. Необходимы дальнейшие исследования для полного понимания механизмов и преимуществ комбинированной терапии гельминтозов у лошадей, а также для разработки индивидуальных стратегий лечения.

### Список источников

- Берджи Р, Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. и др. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / под ред. Г. А. Заварзина. М.: Мир, 1997.
- Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С. Новые направления в создании инновационных противопаразитарных препаратов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2020. Вып. 21. С. 72–80. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.72-80>
- Кокколова М. Л., Гаврильева Л. Ю., Прибылых Е. И., Попова Н. В. Профилактика и лечение паразитарных болезней лошадей табунного содержания в начале холодного периода в Якутии // Ветеринария и кормление. 2024. № 2. С. 35–39. <https://doi.org/10.30917/attvk-1814-9588-2024-2-8>
- Кокколова М. Л., Гаврильева Л. Ю., Степанова С. М. Разработка и внедрение технологии комплексного лечения стронгилятозов лошадей табунного содержания Якутии // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 7. № 2. С. 377–380.
- Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталева 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>
- Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. М.: Мир, 2001. 352 с.
- Салкова Д., Панайотова-Пенчева М., Мовсесян С., Бейер С., Воронин М., Архипов И. Альтернативные методы борьбы с паразитарными болезнями животных // Российский паразитологический журнал. 2014. № 1. С. 93–103.
- Abd-Elgawad M. M. M. Towards sound use of statistics in nematology. Bulletin of the National

Таблица 3

Микроорганизмы, выделенные из фекалий лошадей, до и после применения пробиотика, log КОЕ/г (n = 10)

Table 3

Microorganisms isolated from horse faeces before and after probiotic application, log CFU/g (n = 10)

Микроорганизм	Выборка										Критерий Шандро-Уилка	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
До эксперимента												
<i>Lactobacillus</i> spp.	5	9	5	5	9	5	8	5	5	5	5	0,626
<i>Bifidobacterium</i> spp.	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5	5	0,509
<i>E. coli</i>	8	8	5	8	5	7	5	5	8	5	5	0,707
<i>Enterococcus</i> spp.	5	5	5	5	5	5	6	5	7	5	5	0,532
<i>Aspergillus</i> spp.	0	5	6	0	6	5	0	0	0	0	0	0,685
15-е сутки эксперимента												
<i>Lactobacillus</i> spp.	5	9	5	5	9	5	8	5	5	5	5	0,626
<i>Bifidobacterium</i> spp.	5	6	6	5	6	5	5	6	6	5	5	0,654
<i>E. coli</i>	8	8	5	8	5	7	5	5	8	5	5	0,707
<i>Enterococcus</i> spp.	5	5	5	5	5	7	5	5	8	5	5	0,539
<i>Aspergillus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 4

Статистическая оценка влияния *B. amyloliquefaciens* в составе комбинированной антигельминтной терапии на микробиом кишечника

Table 4

Statistical evaluation of the effect of *B. amyloliquefaciens* as part of combined anthelmintic therapy on the gut microbiome

Микроорганизм	Значение критерия						Критерий Вилкоксона
	до применения		на 15-е сутки после				
	X	SE	X	SE	X	SE	
<i>Lactobacillus</i> spp.	6,1	0,57	6,1	0,57	6,1	0,57	1
<i>Bifidobacterium</i> spp.	5,2	0,13	5,5	0,16	5,5	0,16	0,25
<i>E. coli</i>	6,4	0,5	6,4	0,5	6,4	0,5	1
<i>Enterococcus</i> spp.	5,3	0,21	5,5	0,34	5,5	0,34	0,625
<i>Aspergillus</i> spp.	2,2	0,9	0	0	0	0	0,125

Примечание. [Note]. Для всех микроорганизмов  $P > 0,05$ . [For all microorganisms  $P > 0,05$ ]

- Research Centre. 2021; 45: 13. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00474-x>
9. Cai Enjia, Wu Rongzheng, Wu Yuhong, Gao Yu, Zhu Yiping, Li Jing. A systematic review and meta-analysis on the current status of anthelmintic resistance in equine nematodes: A global perspective. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 2024; 257: 111600. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2023.111600>
  10. Cernea M., Carvalho L. M. M., Cozma V., Cernea I., Raileanu S., Silberg R. et al. Atlas of diagnosis of equine strongyloidosis. *Eduatura Academic Pres*. 2008; 120.
  11. Chen Guojin, Fang Qianan, Liao Zhenlin, Xu Chunwei, Liang Zhibo, Liu Tong et al. Detoxification of Aflatoxin B1 by a Potential Probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* WF2020. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 891091. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.891091>
  12. Costa M. C., Weese J. S. The equine intestinal microbiome. *Animal Health Research Reviews*. 2012; 13 (1): 121–128. <https://doi.org/10.1017/s1466252312000035>
  13. Cruz C. S., França W. W. M., de Arújo H. D. A., Ximenes E. C. P. A., de Souza V. M., Albuquerque M. C. P. A. et al. In vitro and in vivo evaluation of *Bacillus clausii* against *Schistosoma mansoni*. *Acta Tropica*. 2022; 235: 106669. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106669>
  14. Crotch-Harvey L., Thomas L. A., Worgan H. J., Douglas J. L., Gilby D. E., McEwan N. R. The effect of administration of fenbendazole on the microbial hindgut population of the horse. *Journal of Equine Science*. 2018; 29 (2): 47–51. <https://doi.org/10.1294/jes.29.47>
  15. Hu Yan, Miller M., Zhang Bo, Nguyen T. T., Nielsen M. K., Aroian R. V. In vivo and in vitro studies of Cry5B and nicotinic acetylcholine receptor agonist anthelmintics reveal a powerful and unique combination therapy against intestinal nematode parasites. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2018; 12 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006506>
  16. Jiang Zipeng, Su Weifa, Li Wentao, Wen Chaoyue, Du Shuai, He Huan et al. *Bacillus amyloliquefaciens* 40 regulates piglet performance, antioxidant capacity, immune status, and gut microbiota. *Animal Nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*. 2023; 12: 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.006>
  17. Joó K., Trúzi R. L., Kálmán C. Z., Ács V., Jakab S., Bába A. et al. Evaluation of risk factors affecting strongylid egg shedding on Hungarian horse farms. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2022; 27: 100663. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100663>
  18. Lyons E. T., Dorton A. R., Tolliver S. C. Evaluation of activity of fenbendazole, oxibendazole, piperazine, and pyrantel pamoate alone and combinations against ascarids, strongyles, and strongyloides in horse foals in field tests on two farms in Central Kentucky in 2014 and 2015. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2016; 3–4: 23–26. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2016.05.007>
  19. Nielsen M. K. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2022; 20: 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>
  20. Nielsen M. K., von Samson-Himmelstjerna G., Kuzmina T. A., van Doorn D. V., Meana A., Rehbein S., Elliott T., Reinemeyer C. World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology*. 2022; (303): 109676. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109676>
  21. Rooney J., Cantacessi C., Sotillo J., Cortés A. Gastrointestinal worms and bacteria: From association to intervention. *Parasite Immunology*. 2023; 45 (4). <https://doi.org/10.1111/pim.12955>
  22. Ye Jingkang, Wu Haiyang, Feng Li, Huang Qianghua, Li Qingxin, Liao Weiming et al. Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* PM415 as a potential bio-preserving probiotic. *Archives of Microbiology*. 2024; 206 (5): 222. <https://doi.org/10.1007/s00203-024-03953-1>
  23. Zanet S., Battisti E., Labate F., Oberto F., Ferroglio E. Reduced Efficacy of Fenbendazole and Pyrantel Pamoate Treatments against Intestinal Nematodes of Stud and Performance Horses. *Veterinary Sciences*. 2021; 8 (3). <https://doi.org/10.3390/vetsci8030042>

Статья поступила в редакцию 15.10.24; одобрена после рецензирования 01.02.25; принята к публикации 10.02.25

Об авторе:

**Дёмкина Ольга Владимировна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, эпизоотологии и микробиологии, SPIN-код: 4628-1555.

Автор прочел и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

- Bergey R., Holt J., Krieg N., Sneath P. et al. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology: in 2 volumes, edited by G. A. Zavarzin. M.: Mir, 1997. (In Russ.)
- Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S. New directions in the creation of innovative antiparasitic drugs. "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from the proceedings of the International Scientific Conference. 2020; 21: 72–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.72-80>
- Kokolova M. L., Gavrilyeva L. Yu., Pribylykh E. I., Popova N. V. Prevention and treatment of parasitic diseases in herd horses at the beginning of the cold period in Yakutia. *Veterinariya i kormleniye = Veterinary medicine and feeding*. 2024; 2: 35–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.30917/attvk-1814-9588-2024-2-8>
- Kokolova M. L., Gavrilyeva L. Yu., Stepanova S. M. Development and implementation of technique of combination therapy against strongylatosis in herd horses in Yakutia. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva = Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production*. 2014; 7 (2): 377–380. (In Russ.)
- Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V. The problem of anthelmintic 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>
- Sutton D., Fothergill A., Rinaldi M. The determination of pathogenic and conditionally pathogenic fungi. M.: Mir, 2001; 352. (In Russ.)
- Salkova D., Panayotova-Pencheva M., Movsesyan S., Beyer S., Voronin M., Arkhipov I. A. Alternative methods to control parasitic diseases in animals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 1: 93–103. (In Russ.)
- Abd-Elgawad M. M. M. Towards sound use of statistics in nematology. *Bulletin of the National Research Centre*. 2021; 45: 13. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00474-x>
- Cai Enjia, Wu Rongzheng, Wu Yuhong, Gao Yu, Zhu Yiping, Li Jing. A systematic review and meta-analysis on the current status of anthelmintic resistance in equine nematodes: A global perspective. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 2024; 257: 111600. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2023.111600>
- Cernea M., Carvalho L. M. M., Cozma V., Cernea I., Raileanu S., Silberg R. et al. Atlas of diagnosis of equine strongylidosis. Edutura Academic Pres. 2008; 120.
- Chen Guojin, Fang Qianan, Liao Zhenlin, Xu Chunwei, Liang Zhibo, Liu Tong et al. Detoxification of Aflatoxin B1 by a Potential Probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* WF2020. *Frontiers in Microbiology*. 2022; 13: 891091. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.891091>
- Costa M. C., Weese J. S. The equine intestinal microbiome. *Animal Health Research Reviews*. 2012; 13 (1): 121–128. <https://doi.org/10.1017/s1466252312000035>
- Cruz C. S., França W. W. M., de Arújo H. D. A., Ximenes E. C. P. A., de Souza V. M., Albuquerque M. C. P. A. et al. In vitro and in vivo evaluation of *Bacillus clausii* against *Schistosoma mansoni*. *Acta Tropica*. 2022; 235: 106669. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106669>
- Crotch-Harvey L., Thomas L. A., Worgan H. J., Douglas J. L., Gilby D. E., McEwan N. R. The effect of administration of fenbendazole on the microbial hindgut population of the horse. *Journal of Equine Science*. 2018; 29 (2): 47–51. <https://doi.org/10.1294/jes.29.47>
- Hu Yan, Miller M., Zhang Bo, Nguyen T. T., Nielsen M. K., Aroian R. V. In vivo and in vitro studies of Cry5B and nicotinic acetylcholine receptor agonist anthelmintics reveal a powerful and unique combination therapy against intestinal nematode parasites. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 2018; 12 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006506>
- Jiang Zipeng, Su Weifa, Li Wentao, Wen Chaoyue, Du Shuai, He Huan et al. *Bacillus amyloliquefaciens* 40 regulates piglet performance, antioxidant capacity, immune status, and gut microbiota. *Animal Nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*. 2023; 12: 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.006>
- Jóó K., Trúzsi R. L., Kálmán C. Z., Ács V., Jakab S., Bába A. et al. Evaluation of risk factors affecting strongylid egg shedding on Hungarian horse farms. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2022; 27: 100663. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100663>

18. Lyons E. T., Dorton A. R., Tolliver S. C. Evaluation of activity of fenbendazole, oxbendazole, piperazine, and pyrantel pamoate alone and combinations against ascarids, strongyles, and strongyloides in horse foals in field tests on two farms in Central Kentucky in 2014 and 2015. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2016; 3–4: 23–26. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2016.05.007>
19. Nielsen M. K. Anthelmintic resistance in equine nematodes: Current status and emerging trends. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2022; 20: 76-88. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2022.10.005>
20. Nielsen M. K., von Samson-Himmelstjerna G., Kuzmina T. A., van Doorn D. V., Meana A., Rehbein S., Elliott T., Reinemeyer C. World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Third edition of guideline for evaluating the efficacy of equine anthelmintics. *Veterinary Parasitology*. 2022; (303): 109676. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2022.109676>
21. Rooney J., Cantacessi C., Sotillo J., Cortés A. Gastrointestinal worms and bacteria: From association to intervention. *Parasite Immunology*. 2023; 45 (4). <https://doi.org/10.1111/pim.12955>
22. Ye Jing kang, Wu Haiyang, Feng Li, Huang Qianghua, Li Qingxin, Liao Weiming et al. Characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* PM415 as a potential bio-preserving probiotic. *Archives of Microbiology*. 2024; 206 (5): 222. <https://doi.org/10.1007/s00203-024-03953-1>
23. Zanet S., Battisti E., Labate F., Oberto F., Ferroglio E. Reduced Efficacy of Fenbendazole and Pyrantel Pamoate Treatments against Intestinal Nematodes of Stud and Performance Horses. *Veterinary Sciences*. 2021; 8 (3). <https://doi.org/10.3390/vetsci8030042>

The article was submitted 15.10.2024; approved after reviewing 01.02.2025; accepted for publication 10.02.2025

*About the author:*

**Demkina Olga V.**, Cand. in Vet. Sc., Associate Professor of the Department of Veterinary-Sanitary Examination, Epizootology and Microbiology, SPIN: 4628-1555.

*The author read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 616:619.995.1-085

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-118-124>

## Испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% при стронгилятозах пищеварительного тракта маралов, пятнистых оленей и косуль

Шахбиев Ислам Хасанович<sup>1</sup>, Мусаев Маулды Баудинович<sup>2</sup>,  
Джамалова Айшат Зеудыевна<sup>3</sup>, Кравченко Ирина Алексеевна<sup>4</sup>,  
Защепкина Виктория Владимировна<sup>5</sup>, Халимов Адам<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Чеченский Государственный университет им. А. А. Кадырова, Грозный, Россия

<sup>2,5</sup> 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

<sup>3</sup> Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН, Грозный, Россия

<sup>4</sup> Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

<sup>6</sup> Питомник для полудиких оленей при летней резиденции руководителя Чеченской Республики Р. А. Кадырова, Чеченская Республика, Россия

<sup>1</sup> oshahbiev141@mail.ru

<sup>2</sup> vigis-patent@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0523-2308>

<sup>3</sup> dzhamalovam@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4218-865X>

<sup>4</sup> Irinaaleks@mai.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4539-8652>

<sup>5</sup> zashepkinavv@gmail.com

### Аннотация

**Цель исследования** – испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% методом вольного скармливания препарата в смеси с концентрированными кормами при стронгилятозах пищеварительного тракта оленей.

**Материалы и методы.** Испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% при нематодозах пищеварительного тракта полудиких животных проводили с ноября 2023 по апрель 2024 гг. в заповеднике загородной резиденции руководителя Чеченской республики, где содержались более 200 маралов, пятнистых оленей и косуль. Для определения инвазированности животных в декабре 2023 г. были собраны с земли 40 свежих проб фекалий. Пробы фекалий исследовали в лаборатории биологии Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН методом флотации по Фюллеборну с использованием насыщенного раствора хлорида натрия и методом последовательных промываний для обнаружения личинок элафостронгилид. С лечебно-профилактической целью Аниверм-2,0% скармливали в дозе 0,3 мг/кг в смеси с концентрированным кормом групповым методом; равномерно высыпали в 4 кормушки на 200 оленей. Эффективность препарата учитывали по типу «критический тест» через 10 сут и через 4 мес. после дегельминтизации.

**Результаты и обсуждение.** В фекалиях оленей из 40 проб в 23 были обнаружены яйца стронгилят (ЭИ = 57,5%) при обнаружении в 1 г фекалий, в среднем, 88,9±2,74 экз. яиц. Личинок элафостронгилид не выявили. В 8 пробах были обнаружены яйца дикроцелий. После дегельминтизации маралов, оленей и косуль Анивермом-2,0% в дозе 0,3 мг/кг по ДВ (по препарату 0,15 мг/кг) групповым методом в смеси с комбикормом, яиц стронгилят пищеварительного тракта через 10 сут и в течение 4 мес. после обработки в фекалиях не находили. Установлена 100%-ная лечебно-профилактическая эффективность препарата. Животные препарат с кормом поедали охотно, побочных действий после дачи препарата не отмечали.



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

**Ключевые слова:** супрамолекулярный комплекс, Аниверм-2,0%, маралы, пятнистые олени, косули, стронгилятозы пищеварительного тракта, дегельминтизация, эффективность

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Шахбиев И. Х., Мусаев М. Б., Джамалова А. З., Кравченко И. А., Защепкина В. В., Халимов А. Испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% при стронгилятозах пищеварительного тракта маралов, пятнистых оленей и косуль // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 118–124.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-118-124>

© Шахбиев И. Х., Мусаев М. Б., Джамалова А. З., Кравченко И. А., Защепкина В. В., Халимов А., 2025

Original article

## Testing of the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0% against gastro-intestinal strongylatosis of marals, sika deer and roe deer

Islam Kh. Shahbiev<sup>1</sup>, Mauldy B. Musaev<sup>2</sup>, Aishat Z. Jamalova<sup>3</sup>,  
Irina A. Kravchenko<sup>4</sup>, Victoria V. Zashchepkina<sup>5</sup>, Adam Khalimov<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Kemerovo State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Kemerovo, Russia

<sup>2,5</sup> 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

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Institution of Science A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Agrarian University», Kinel, Russia

<sup>6</sup> Nursery for semi-wild deer at the summer residence of the head of the Chechen Republic R. A. Kadyrov, Chechen Republic, Russia

<sup>1</sup> oshahbiev141@mail.ru

<sup>2</sup> vigis-patent@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0523-2308>

<sup>3</sup> dzhamalovam@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4218-865X>

<sup>4</sup> Irinaaleks@mai.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4539-8652>

<sup>5</sup> zashepkinavv@gmail.com

### Abstract

**The purpose of the research** is to test the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0% by free feeding of the drug mixed with concentrated feed against gastro-intestinal strongylatosis of the deer.

**Materials and methods.** The test of the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0% against gastro-intestinal strongylatosis of semi-wild animals was carried out from November 2023 to April 2024 in the reserve of the country residence of the head of the Chechen Republic, where more than 200 marals, sika deer and roe deer were kept. 40 fresh fecal samples were collected from the ground in December 2023. The fecal samples were examined in the biology laboratory of the Ibragimov Integrated Research Institute of the Russian Academy of Sciences by the Fülleborn flotation method using a saturated sodium chloride solution and the method of successive washes to detect elaphostrongyl larvae. Aniverm-2.0% was fed at a dose of 0.3 mg/kg mixed with concentrated feed by the group method; evenly poured into 4 feeders for 200 deer. The efficacy of the drug was taken into account by the "critical test" after 10 days and 4 months after deworming.

**Results and discussion.** In the feces of deer, strongylata eggs were found in 23 out of 40 samples (EI = 57.5%) with an average of  $88.9 \pm 2.74$  egg sp. detected in 1 g of feces. Elaphostrongyl larvae were not detected. *Dicrocoelium* spp. eggs were found in 8 samples. After deworming of marals, red deer and roe deer with Aniverm-2.0% at a dose of 0.3 mg/kg by active ingredient (0.15 mg/kg by the drug) by the group method mixed with compound feed, strongylata eggs of the digestive tract were not found in the feces after 10 days and for 4 months after treatment. 100% therapeutic and prophylactic efficacy of the drug was established. The animals willingly ate the drug with food, no side effects were noted after administration of the drug.

**Keywords:** supramolecular complex, Aniverm-2.0%, marals, sika deer, roe deer, gastro-intestinal strongylates, deworming, efficacy

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

**For citation:** Shahbiev I. Kh., Musaev M. B., Dzhamalova A. Z., Kravchenko I. A., Zashchepkina V. V., Khalimov A. Testing the supramolecular complex of ivermectin Aniverm-2.0% against gastro-intestinal strongylatosis of marals, sika deer and roe deer. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):118–124. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-118-124>

© Shahbiev I. Kh., Musaev M. B., Dzhamalova A. Z., Kravchenko I. A., Zashchepkina V. V., Khalimov A., 2025

## Введение

Пантовое оленеводство является выгодной отраслью сельского хозяйства. Препятствием развития оленеводства являются паразитарные болезни [10, 14]. У оленей часто регистрируют стронгилятозы пищеварительного тракта, из них наиболее часто встречаются ашвортии (*Ashworthyus sidemi*), трихоцефалы и эзофагостомы с пиком инвазии в летне-зимний период.

В мараловодческих хозяйствах Республики Алтай зарегистрирован 21 вид гельминтов, из них 6 видов нематод пищеварительного тракта семейства Trichostrongylidae, родов *Haemonchus* и *Ashworthyus*: *Ashworthyus sidemi*, *A. gagarini*, реже *Trichocephalus skrjabini*, *T. ovis*, *Oesophagostomum venulosum* и *Oe. radiatum*, *Nematodirus gazelli*, *Ostertagia gruehneri* Skrjabin, 1929, *Trichostrongylus axei* [1-3, 5, 14].

Многолетняя динамика заражённости маралов кишечными гельминтами характеризуется относительно низким уровнем и незначительными колебаниями экстенсивности инвазии в различные годы, что обусловлено влиянием мощного антропогенного фактора и природно-климатическими условиями местности. Например, в период с 2006 г. по 2015 г. наибольшая заражённость маралов стронгилятами желудочно-кишечного тракта была в 2011 г. – 24,6%, наименьшая в 2006 г. – 15,2%.

Сезонная динамика заражённости маралов стронгилятами желудочно-кишечного тракта характеризуется незначительными колебаниями в течение года – 13,8% в июле до 28,5% в ноябре [11].

В ветеринарной практике пантового оленеводства применяют препараты из группы авермектинов, которые обладают широким спектром действия и позволяют при одно-

кратном введении освободить организм животных от эндо- и эктопаразитов. Для терапии и профилактики гельминтозов маралов в Солонешенском районе Алтайского края применяли клозантин-20% и норомектин на спонтанно инвазированных маралах рогачах и маралятах. По результатам копрологических исследований эффективность при кишечных стронгилятозах клозантина-20,0% составила 75,0%, интенсэффективность 86,0%, эффективность норамектина составила 70,0%, интенсэффективность 50,0% [3, 7, 8].

Получена высокая эффективность цидектина (ДВ моксидектин) при гельминтозах маралов в Усть-Канском районе Республики Алтай в 1994–1995 гг.: при элафостронгилёзе 92%, вэрестронгилёзе 100%, трихоцефалёзе 87,5% [7, 8].

Алтайский марал занесен в Красную книгу; в естественной среде обитания их встретить практически невозможно. В мараловодческих хозяйствах у самцов, начиная с двухлетнего возраста, в мае ежегодно срезают панты, из которых готовят лекарственные средства. Масса тела марала достигает 350 кг; мясо марала, а также копчено-вяленая продукция являются деликатесами.

Для сохранения популяции Алтайского марала организуют специальные мараловодческие хозяйства, где иногда, помимо маралов, содержатся пятнистые олени и косули.

У сибирских косуль отмечена инвазированность нематодами пищеварительного тракта четырёх видов: *Spiculoptera spiculoptera*, *S. asymmetrica*, *Mazamastrongylus dagestanica* и спируриды *Pygarginema skrjabini*. Вид *S. spiculoptera* находили у всех исследованных особей. Высокую интенсивности инвазии отмечали у вида *S. asymmetrica*. Вид *S. asymmetrica* зарегистрирован у сибирской косули впервые [5].

Дегельминтизация оленей является трудоемкой задачей. Обычно их обрабатывают антигельминтиками широкого спектра действия: инъекционной формой авермектинов (ивермектин, аверсект, моксидектин, норавермектин и др.) в весенний период при резке пантов, прогоняя их через раскол. Такую же процедуру надо проводить и осенью, чтобы животных освободить от нематод пищеварительного и легочного трактов.

Для облечения данной процедуры нами разработан супрамолекулярный комплекс ивермектина под рабочим названием Аниверм-2,0% против паразитозов не прирученных домашних и диких животных вольным скармливанием с кормом, который успешно прошел все токсикологические и клинические испытания в производственных условиях.

Комплексный препарат Аниверм-2,0% на основе субстанции ивермектина с водорастворимыми полимерами: поливинилпирролидоном и арабиногалактаном получен по нанохимической технологии в одну стадию без участия жидких фаз. Препарат представляет собой твердодисперсный порошок белого цвета, без запаха с размером частиц 0,1–0,10 мкр, с повышенной растворимостью, хорошо суспендируется в воде [4, 12, 13].

Целью работы было испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% методом вольного скармливания в смеси с концентрированными кормами при нематодозах пищеварительного тракта оленей.

### Материалы и методы

Испытание супрамолекулярного комплекса ивермектина Аниверм-2,0% при нематодозах пищеварительного тракта диких животных проводили с ноября 2023 по апрель 2024 гг., в заповеднике загородной резиденции руководителя Чеченской Республики, где содержались более 200 маралов, пятнистых оленей и косуль, завезенных из Алтайского края.

Для определения инвазированности животных в декабре 2023 г. в заповеднике были собраны с земли 40 свежих проб фекалий и исследовали в лаборатории биологии Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН (г. Грозный) методом флотации по Фюллеборну с использованием насыщенного раствора хлорида натрия, а также методом последовательных промыва-

ний для обнаружения личинок элафостронгилид. По данным литературы, инвазированность элафостронгилезом (*Elaphostrongylus panticola*) взрослых оленей к осени достигает 100%, нанося существенный экономический ущерб, вплоть до гибели животных [3, 6].

Подсчёт числа яиц в 1 г фекалий проводили стандартной петлёй диаметром 0,4 мм, используя стаканчики ёмкостью 50 мл.

С лечебно-профилактической целью Аниверм-2,0% применяли в дозе 0,3 мг/кг в смеси с концентрированным кормом групповым методом, равномерно высыпая в 4 кормушки на 200 оленей.

Эффективность препарата учитывали по типу критический тест через 10 сут, а также через 4 мес. после дегельминтизации.

### Результаты

При исследовании 40 проб фекалий оленей в 23 пробах были обнаружены яйца стронгилят (ЭИ = 57,5%): в 1 г фекалий, в среднем,  $88,9 \pm 2,74$  экз.

Личинок элафостронгилид не выявили. В 8 пробах были обнаружены яйца дикроцелий.

При дегельминтизации маралов, оленей и косуль супрамолекулярным комплексом ивермектина Аниверм-2,0% в дозе 0,3 мг/кг по ДВ (по препарату 1,5 г/100 кг) групповым методом в смеси с комбикормом яиц стронгилят пищеварительного тракта через 10 сут и в течение 4 мес. после обработки яиц стронгилят пищеварительного тракта в фекалиях не находили. Препарат проявил 100%-ную лечебно-профилактическую эффективность.

Препарат с кормом животные поедали охотно, побочных действий после дачи препарата не отмечали.

### Список источников

1. Боранбаев А. В., Кравченко И. А. Эпизоотология нематодозов маралов Чарышского района Алтайского края // «Аграрная наука – сельскому хозяйству»: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. С. 308-310.
2. Боранбаев А. В., Кравченко И. А. Мониторинг паразитарных болезней маралов в Алтайском крае и Республике Алтай // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. № 12 (86). С. 69-71.

3. *Боранбаев А. В., Кравченко И. А.* Апробирование новых средств терапии и профилактики гельминтозных заболеваний маралов // Юбилейная научно-практическая конференция к 50-летию факультета ветеринарной медицины АГАУ, 100-летию со дня рождения проф. И. С. Ржаницыной. Барнаул: РИО АГАУ, 2012. С. 11-15.
4. *Защепкина В. В., Мусаев М. Б.* Доклинические исследование твёрдой дисперсии ивермектина // "Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями": сборник научных статей по материалам Международной научной конференции. 2019. Вып. 20, С. 231-237.
5. *Кузнецов Д. Н., Серёдкин И. В., Максимова Д. А.* Фауна нематод пищеварительного тракта сибирской косули в Приморском крае // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 1. С. 23-30. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-1-23-30>
6. *Куринов Д. А., Марченко В. А.* К эпизоотологии нематодозов маралов Горного Алтая // «Аграрные проблемы Горного Алтая и сопредельных регионов»: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию Горно-Алтайского НИИ сельского хозяйства и 100-летию Министерства сельского хозяйства Республики Алтай. Барнаул, 2020. Вып. 5. С. 302-308.
7. *Кравченко И. А.* Гельминтозы маралов и цидектин // Ветеринарная газета. М., 1994. № 8. С. 5.
8. *Кравченко И. А.* О применении цидектина при гельминтозах маралов // «Актуальные проблемы ветеринарии»: материалы Международной конференции АГАУ. Барнаул, 1995. С. 129-130.
9. *Луницын В. Г., Донченко А. С. и др.* Пантовое оленеводство и болезни оленей. Учебник. Барнаул: Алтайский ГАУ, 2007. 418 с.
10. *Малофеев Ю. М., Рядинская Н. И., Чебаков С. Н.* Морфология марала (*Cervus elaphus sibiricus severtsov*). Монография. Барнаул: РИО АГАУ, 2014. 390 с.
11. *Марченко В. А., Куринов Д. А., Ефремова Е. А., Кравченко И. А.* Динамика заражённости маралов (*Cervus elaphus sibiricus sev.*) гельминтами желудочно-кишечного тракта и влияние факторов среды на уровень заражённости животных // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2016. № 7 (141). С. 144-149.
12. *Мусаев М. Б., Халиков С. С., Защепкина В. В. и др.* Противопаразитарное средство для лечения и профилактики животных вольным скармливанием // Патент № 2715432 28.02. 2020 г. Бюл. № 7
13. *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>
14. *Петрусёва Н. С.* Нематоды желудочно-кишечного тракта пантовых оленей Республики Алтай: автореферат канд. биол. Наук. Горно-Алтайск, 2005. 22 с.

Статья поступила в редакцию 29.01.25; одобрена после рецензирования 10.02.25; принята к публикации 17.02.25

*Об авторах:*

**Шахбиев Ислам Хасанович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарной медицины и зооинженерии.

**Мусаев Маулды Баудинович**, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной терапии, SPIN-код: 2652-9435, Researcher ID: U-8287-2018, Scopus ID: 56088908400.

**Джамалова Айшат Зеудыевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им. Х. И. Ибрагимова РАН.

**Кравченко Ирина Алексеевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры микробиологии, эпизоотологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы.

**Защепкина Виктория Владимировна**, аспирант лаборатории экспериментальной терапии.

**Халилов Адам**, ветеринарный врач заповедника для диких оленей при летней резиденции руководителя Чеченской Республики Р. А. Кадырова.

*Вклад авторов:*

Шахбиев И. Х. – организация проведения опыта, исследование полученного материала, анализ полученных данных.

Мусаев М. Б. – наработка препарата, организация проведения и руководство опыта согласно разработанной методике, написание текста рукописи.

Джамалова А. З. – организация проведения опыта, предоставление рабочего места для исследования, анализ полученных данных.

Кравченко И. А. – написание и редакция текста рукописи, консультация по проведению дегельминтизации.

Защепкина В. В. – исследование и анализ полученных результатов.

Халилов А. – организация проведения опыта, помощь в сборе фекалий, дегельминтизация животных и наблюдение за клиническим состоянием диких животных после обработки препаратом.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Boranbaev A. V., Kravchenko I. A. Epizootology of nematodoses of marals in Charyshsky District of Altai Krai. «Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu»: sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = "Agrarian Science – to Agriculture": collection of articles from the V International Scientific and Practical Conference. Barnaul: Publishing House of Altai State Agrarian University, 2010; 308-310. (In Russ.)
2. Boranbaev A. V., Kravchenko I. A. Monitoring of parasitic diseases of marals in Altai Krai and the Altai Republic. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. Barnaul: Publishing House of Altai State Agrarian University, 2011; 12 (86): 69-71. (In Russ.)
3. Boranbaev A. V., Kravchenko I. A. Testing new means of therapy and prevention of helminthic diseases of marals. *Yubileynaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya k 50-letiyu fakul'teta veterinarnoy meditsiny AGAU, 100-letiyu so dnya rozhdeniya prof. I. S. Rzhaniysynoy = Anniversary scientific and practical conference for the 50th anniversary of the faculty of veterinary medicine of the Astrakhan State Agrarian University, the 100th anniversary of the birth of prof. I. S. Rzhaniysyna*. Barnaul: RIO Astrakhan State Agrarian University, 2012; 11-15. (In Russ.)
4. Zashchepkina V. V., Musaev M. B. Preclinical study of a solid dispersion of ivermectin. "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. 2019; 20: 231-237. (In Russ.)
5. 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>
6. Kurinov D. A., Marchenko V. A. On the epizootology of nematodoses in marals of Gornyy Altai. «Agrarnyye problemy Gornogo Altaya i sopredel'nykh regionov»: *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu Gorno-Altayskogo NII sel'skogo khozyaystva i 100-letiyu Ministerstva sel'skogo khozyaystva Respubliki Altay = "Agrarian problems of Gornyy Altai and adjacent regions": Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Gorno-Altai Research Institute of Agriculture and the 100th anniversary of the Ministry of Agriculture of the Altai Republic*. Barnaul, 2020; 5: 302-308. (In Russ.)
7. Kravchenko I. A. Helminthosis of marals and cidectin. *Veterinarnaya gazeta = Veterinary newspaper*. Moscow, 1994; 8: 5. (In Russ.)
8. Kravchenko I. A. On the use of cidectin for helminthosis of marals. «Aktual'nyye problemy veterinarii»: *materialy Mezhdunarodnoy konferentsii AGAU = "Actual problems of veterinary science": materials of the international conference of the Altai State Agrarian University*. Barnaul, 1995; 129-130. (In Russ.)
9. Lunitsyn V. G., Donchenko A. S. et al. Antler reindeer herding and deer diseases. Textbook. Barnaul: Altai State Agrarian University, 2007; 418. (In Russ.)
10. Malofeev Yu. M., Ryadinskaya N. I., Chebakov S. N. Morphology of maral (*Cervus elaphus sibiricus severtsov*). Monograph. Barnaul: RIO AGAU, 2014; 390. (In Russ.)
11. Marchenko V. A., Kurinov D. A., Efremova E. A., Kravchenko I. A. Dynamics of infestation of marals (*Cervus elaphus sibiricus sev.*) with helminths of the gastrointestinal tract and the influence of environmental factors on the level of infestation of animals. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. Barnaul: Publishing house of AGAU, 2016; 7 (141): 144-149. (In Russ.)
12. Musaev M. B., Khalikov S. S., Zashchepkina V. V., et al. Antiparasitic agent for treatment and prevention

of animals by free feeding. Patent No. 2715432 02.28. 2020 Bulletin No. 7 (In Russ.)

13. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Gadayev Kh. Kh., Shakhbiyev Kh. Kh. Commission test of the efficacy of the supramolecular complex of ivermectin against gastrointestinal strongylatoses of 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>

14. Petrusheva N. S. Nematodes of the gastrointestinal tract of antler deer of the Altai Republic: abstract of Cand. Biol. Nauk. Gorno-Altaysk, 2005; 22. (In Russ.)

The article was submitted 29.01.2025; approved after reviewing 10.02.25; accepted for publication 17.02.2025

*About the authors:*

**Shahbiev Islam Kh.**, critical analysis and interpretation of the obtained data, preparation of the article.

**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.

**Jamalova Aishat Z.**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Kh. I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences.

**Kravchenko Irina A.**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology, Epizootology, Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise.

**Zashchepkina Victoria V.**, Postgraduate Student of the Laboratory of Experimental Therapy.

**Khalimov Adam**, veterinarian at the wild deer reserve at the summer residence of the leader of the Chechen Republic R. A. Kadyrov.

*Contribution of the authors:*

Shahbiev I. Kh. – organization of the experiment, study of the obtained material, analysis of the obtained data.

Musaev M. B. – development of the drug, organization of the experiment and supervision of it according to the developed methodology, writing the text of the manuscript.

Jamalova A. Z. – organizing the experiment, providing a workplace for research, analyzing the obtained data.

Kravchenko I. A. – writing and editing of the manuscript text, consultation on deworming.

Zashchepkina V. V. – research and analysis of the obtained results.

Khalimov A. – organizing the experiment, assistance in collecting feces, deworming animals and monitoring the clinical condition of wild animals after treatment.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 632.6.04/.08

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-125-138>

## Изучение восприимчивости саженцев кедра сибирского (*Pinus sibirica*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) к возбудителю вилта хвойных пород – сосновой стволовой нематоды *Bursaphelenchus xylophilus*

Кулинич Олег Андреевич<sup>1</sup>, Арбузова Елена Николаевна<sup>2</sup>,  
Козырева Наталья Ивановна<sup>3</sup>, Чалкин Андрей Андреевич<sup>4</sup>,  
Щуковская Анастасия Геннадиевна<sup>5</sup>, Ряскин Дмитрий Иванович<sup>6</sup>

<sup>1-5</sup> Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), Московская область, Россия

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

<sup>6</sup> Всероссийский центр карантина растений Воронежский филиал (ФГБУ «ВНИИКР»), Воронеж, Россия

<sup>1</sup> okulinich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7531-4982>

<sup>2</sup> e.n.arbuzova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0547-2547>

<sup>3</sup> nkozyreva014@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1659-0258>

<sup>4</sup> chalkin10@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7937-4667>

<sup>5</sup> schukovskaya.a@vniikr.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9787-8351>

<sup>6</sup> ryaskin.dmitry@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0950-1349>

### Аннотация

**Цель исследования** – изучить поражаемость саженцев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*, кедра сибирского *P. sibirica* и лиственницы сибирской *Larix sibirica* нематодами *Bursaphelenchus xylophilus* с целью выявления потенциальной опасности гибели этих хвойных пород от вилта, вызываемого данным паразитом.

**Материалы и методы.** В опыте использовали 8-летние саженцы *P. sylvestris*, *P. sibirica* и 4–5-летние саженцы *L. sibirica* в количестве 16 штук каждой породы (8 – зараженных *B. xylophilus* растений и 8 – контрольных образцов).

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что сосны *P. sylvestris*, *P. sibirica* и лиственница *L. sibirica* восприимчивы к возбудителю вилта хвойных пород *B. xylophilus*. К концу наблюдений все растения погибли. Однако, наиболее быстрое увядание и гибель растений отмечены у саженцев лиственницы сибирской. Более интенсивное размножение нематод происходило в саженцах *P. sibirica*, при этом они погибли позже других растений. Температура, поддерживаемая в климатической камере, соответствовала среднеиюльским значениям, характерным для Сибирского региона.

**Ключевые слова:** сосновая стволовая нематода, хвойные, устойчивость, Сибирь

**Благодарность.** Исследование поддержано Государственным заданием №124030400032-1.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кулинич О. А., Арбузова Е. Н., Козырева Н. И., Чалкин А. А., Щуковская А. Г., Ряскин Д. И. Изучение восприимчивости саженцев кедра сибирского (*Pinus sibirica*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) к возбудителю вилта хвойных пород – сосновой стволовой нематоды *Bursaphelenchus xylophilus* // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 1. С. 125–138.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-125-138>

© Кулинич О. А., Арбузова Е. Н., Козырева Н. И., Чалкин А. А., Щуковская А. Г., Ряскин Д. 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

## Study of susceptibility of siberian pine (*Pinus sibirica*), scots pine (*Pinus sylvestris*) and siberian larch (*Larix sibirica*) seedlings to the pine wilt disease

Oleg A. Kulinich<sup>1</sup>, Elena N. Arbuzova<sup>2</sup>, Natalia I. Kozyreva<sup>3</sup>, Andrey A. Chalkin<sup>4</sup>,  
Anastasia G. Shchukovskaya<sup>5</sup>, Dmitry I. Ryaskin<sup>6</sup>

<sup>1-5</sup>All-Russian Plant Quarantine Center, Moscow Region, Russia

<sup>1</sup>Center for Parasitology, Institute of Ecology and Evolution A. N. Severtsov Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>6</sup>Voronezh branch of the All-Russian Plant Quarantine Center, Voronezh, Russia

<sup>1</sup>okulinich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7531-4982>

<sup>2</sup>e.n.arbuzova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0547-2547>

<sup>3</sup>nkozyreva014@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1659-0258>

<sup>4</sup>chalkin10@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7937-4667>

<sup>5</sup>schukovskaya.a@vniikr.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9787-8351>

<sup>6</sup>ryaskin.dmitry@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0950-1349>

### Abstract

**The purpose of the research** is to investigate the resistance of *Pinus sylvestris*, *P. sibirica* and *Larix sibirica* pine seedlings to the nematode *Bursaphelenchus xylophilus* to assess the potential risk of death of these conifers from pine wilt disease.

**Materials and methods.** In the experiment, 8-year-old seedlings of *P. sylvestris*, *P. sibirica* and 4–5-year-old seedlings of *L. sibirica* were used in an amount of 16 seedlings of each species (8 *B. xylophilus*-infected plants and 8 control plants).

**Results and discussion.** Pines *Pinus sylvestris*, *P. sibirica* and *L. sibirica* were susceptible to the pine wood nematode *B. xylophilus*. All plants died by the end of the study, but the most rapid wilting and death of plants was observed in Siberian larch seedlings. More intensive nematode reproduction was recorded in *P. sibirica*, with seedlings dying later than other plants. The preliminary analysis showed that the death of conifer stands of the studied species from pine wilt disease is possible in the climatic zone of Siberia.

**Keywords:** pinewood nematode, conifer, resistance, Siberia

**Acknowledgments.** The study was supported by State Assignment No. 124030400032-1.

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

**For citation:** Kulinich O. A., Arbuzova E. N., Kozyreva N. I., Chalkin A. A., Shchukovskaya A. G., Ryaskin D. I. Study of susceptibility of siberian pine (*Pinus sibirica*), scots pine (*Pinus sylvestris*) and siberian larch (*Larix sibirica*) seedlings to the pine wilt disease. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025; 19(1):125–138. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-1-125-138>

© Kulinich O. A., Arbuzova E. N., Kozyreva N. I., Chalkin A. A., Shchukovskaya A. G., Ryaskin D. I., 2025

### Введение

Вилт хвойных пород (pine wilt disease) относится к числу наиболее опасных болезней хвойных насаждений в мире. Возбудитель болезни – сосновая стволовая нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer 1934) Nickle 1981, первичным ареалом которой является Северная Америка, где местные

породы хвойных устойчивы к этому патогену [6]. В начале XX столетия нематода *B. xylophilus* была занесена в страны Азии (Японию, Китай, Южную Корею) [8], а затем в 1990-х годах – в Европу (Португалию, Испанию) [13].

В настоящее время вид продолжает расширять свой вторичный инвазивный ареал, нанося существенный ущерб сосновым лесам.

Как показали многочисленные исследования, при благоприятных климатических условиях (среднемесячной температуре июля или августа 20–25 °С и минимуме осадков) гибель зараженных *B. xylophilus* деревьев происходит в течение 1-2-х лет [6,12].

Другим существенным фактором, влияющим на развитие вилта хвойных пород, является природная устойчивость растений к патогену. В условиях эпифитотий, связанных с вилтом хвойных пород, выращивание устойчивых деревьев является одним из важнейших методов предотвращения ущерба, наносимого патогеном лесонасаждениям.

В странах, где распространена сосновая стволовая нематода, такие исследования являются приоритетными, так как создание и выращивание устойчивых к вилту сосен относится к наиболее эффективным и перспективным методам борьбы с этим заболеванием. Поэтому наилучшим решением в борьбе с вилтом хвойных пород является выявление устойчивых/толерантных к заболеванию видов сосен и других хвойных пород, хорошо адаптированных к местным климатическим условиям. Однако, такой путь требует интенсивного обследования древостоев, поскольку, как показывает практика, нахождение устойчивых деревьев или деревьев с повышенной толерантностью в естественных лесах крайне сложный процесс [16].

Инициаторами поиска устойчивых к *B. xylophilus* растений сосны были японские ученые. В 1978 г. в Японии началось производство растений, устойчивых к нематодам *B. xylophilus*, путем получения клонов сосен *P. densiflora* Siebold et Zucc., 1842 и *P. thunbergii* Parl. Первоначально были отобраны сосны из тех, которые выжили в сильно зараженных насаждениях [10]. В 1992 г. был разработан новый план, связанный с распространением вилта хвойных пород в северной части Японии и поиском устойчивых деревьев среди сосен *P. densiflora*. Такие исследования считаются приоритетными в Японии и проводятся по настоящее время.

Аналогичные программы были инициированы в 2001 г. в Китае, где также были начаты работы по отбору устойчивых деревьев сосны *P. massoniana* Lamb. [14]. Это основная лесообразующая порода хвойных лесов в Китае. До 1982 г., когда вилт хвойных пород был выявлен

в Китае, считалось, что сосны *P. massoniana* будут устойчивы к этому заболеванию. Однако, в дальнейшем было установлено, что устойчивость этого вида сосен была лишь средней (умеренной). Проведенные исследования показали, что деревья *P. massoniana* в возрасте 16 лет постепенно теряют устойчивость [20]. Наибольшую популярность получили гибриды, полученные при скрещивании *P. thunbergii* и *P. massoniana* (устойчивый гибрид). Эти работы были начаты еще в Японии, где скрещивания сосен *P. thunbergii* × *P. massoniana*, *P. tadea* L. × *P. rigida* R. Br. и *P. thunbergii* × *P. densiflora* дали определенный успех в производстве устойчивых к вилту хвойных пород деревьев [10, 14].

Наиболее восприимчивым к сосновой стволовой нематоде растением среди европейских видов рода *Pinus* является сосна обыкновенная *P. sylvestris* L. Этот вид очень широко распространен на всем европейском континенте, особенно на севере, но он также часто встречается в Средиземноморье. Установлено, что другими восприимчивыми видами, имеющими коммерческое и экологическое значение для лесного хозяйства в этом регионе, являются сосна приморская *P. pinaster*, сосна горная карликовая (или горная) *P. mugo* Turra и черная сосна *P. nigra* J. F. Arnold.

Основными растениями-хозяевами нематоды *B. xylophilus* являются виды деревьев, принадлежащие к роду *Pinus*, широко распространенному в северном полушарии. Однако, в список восприимчивых растений входят и другие виды хвойных из родов *Abies* Mill., 1754; *Chamaecyparis* Spach, 1841; *Cedrus* Trew, 1757; *Larix* Mill., 1754; *Picea* A.Dietr., 1824 и *Pseudotsuga* Carr. [6].

Восприимчивость/устойчивость различных видов родов *Pinus* разного происхождения (Америка, Азия и Европа) оценивали на основе степени размножения нематод в искусственно зараженных деревьях [3, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 17].

Анализ хвойных растений, испытанных на устойчивость к *B. xylophilus*, включает различные виды рода *Pinus*, а также хвойные других родов. Однако, отсутствуют данные по устойчивости основных лесообразующих пород, произрастающих в России. Исключение составляет только сосна обыкновенная (*P. sylvestris*), широко произрастающая в Европе и Азии.

В связи с этим, целью наших исследований стало изучение степени восприимчивости к возбудителю вилта хвойных пород кедр сибирского *P. sibirica* Du Tour и лиственницы сибирской *Larix sibirica* Ledeb., как основных лесообразующих хвойных пород на территории РФ.

### Материалы и методы

Испытания на восприимчивость исследуемых саженцев к нематоду *B. xylophilus* проводили в июле-сентябре 2024 г. в лабораторных контролируемых условиях Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»).

Подготовка здоровых саженцев. Для изучения восприимчивости растений к вилту хвойных пород использовали 8-летние саженцы сосны обыкновенной *P. sylvestris* (h ≈ 1 м), кедр сибирского (сосны кедровой сибирской) *P. sibirica* (h ≈ 1,2 м) и 4–5-летние саженцы лиственницы сибирской *L. sibirica* (h ≈ 1,5 м) в количестве 16 штук каждой породы (8 – зараженных *B. xylophilus* растений и 8 – контрольных образцов) (рис. 1). Перед опытом саженцы были проверены на наличие скрытой грибной инфекции, насекомых и возбудителей заболеваний.



Рис. 1. Саженцы *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica* перед заражением нематодами *Bursaphelenchus xylophilus*

Fig. 1. *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica* seedlings before infection with nematodes *Bursaphelenchus xylophilus*

Культивирование нематод *B. xylophilus* и подготовка нематодного инокулюма. Культуру нематод *B. xylophilus* (GenBank: OR978580) содержали в лаборатории на грибе *Botrytis cinerea* в чашках Петри. Средой для культивирования гриба *B. cinerea* служил картофельно-глюкозный агар (КГА).

Для подготовки нематодного инокулюма нематоды *B. xylophilus* размножали в свежеспеленных фрагментах ствола (веток) сосны обыкновенной в течение 14 сут при температуре 27 °С. В дальнейшем нематод выделяли из древесины по методу Бермана готовили нематодный инокулюм для заражения саженцев [5, 14].

Заражение саженцев нематодами *B. xylophilus*. Для изучения восприимчивости саженцев к вилту хвойных пород использовали саженцы сосны обыкновенной *P. sylvestris*, сосны кедровой *P. sibirica* и лиственницы сибирской *L. sibirica* в количестве 8 штук каждой породы. Для контроля использовали по 8 саженцев той же породы, инъецированных дистиллированной водой.

Для внесения нематодного инокулюма веточки саженцев повреждали путем удаления коры с участка 1–1,5 см; в месте среза делали микроворонку из Parafilm, куда вставляли кусочек ваты, на который вноси-

ли пипеткой-дозатором Sartorius 200 мкл нематодного инокулюма, содержащего  $\approx 5000$  *B. xylophilus* (различных возрастных стадий) на каждый саженец. В контрольные саженцы аналогичным способом вносили по 200 мкл дистиллированной воды. После инокуляции место повреждения закрывали пленкой Parafilm.

Зараженные саженцы содержались в лабораторной комнате при температуре  $20,2 \pm 0,08^\circ\text{C}$  ( $19,4$ – $22,3^\circ\text{C}$ ), влажности  $67,3 \pm 0,9\%$  ( $56$ – $82,9\%$ ) и режиме светового дня с 7.00 до 22.00 в течение 50 сут.

По окончании опыта (04.09.2024) растения проверяли на наличие в них живых нематод. Для этого каждый саженец измельчали с помощью секатора и выделяли нематод вороночным методом Бермана с экспозицией 24 ч при температуре  $20,2 \pm 0,08^\circ\text{C}$ . Нематод выделяли отдельно из наземной части (ствол, ветки), из корней и из прикорневой почвы.

Проводили взвешивание наземных частей (стволовой части и веток) зараженных и контрольных саженцев.

Идентификация и подсчет выявленных нематод. После экстракции нематод из древесных проб и почвы определяли их видовой состав и численность. Учитывая, что древесина различных деревьев имеет разную плотность, делали перерасчет, исходя из числа нематод на 100 г древесины естественной влажности.

При морфологической идентификации нематод готовили временные водные микропрепараты и учитывали только особей, относящихся к *B. xylophilus*. Подсчет выявленных нематод проводили под стереомикроскопом в чашке Петри. Данные о численности нематод обрабатывали в MS Excel. Значимые различия определяли при  $P < 0,05$ .

Для оценки визуального состояния растений в опыте использовали классификацию по степени увядания (СУ) саженцев [5, 9] (табл. 1).

## Результаты

На основании исследования саженцев для опыта были отобраны растения, которые не содержали патогенных грибов и не были заселены стволовыми вредителями.

Кедр сибирский (сосна сибирская кедровая) *P. sibirica*. Первые симптомы (1 СУ) появились у саженцев кедра на пятые сутки после

Таблица 1

Степень увядания саженцев, пораженных нематодами *Bursaphelenchus xylophilus*

Table 1

The degree of wilting of seedlings affected by pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*

Степень увядания	Физиологическое состояние
0	Здоровое растение
1	Пожелтение хвои до 25%
2	Пожелтение хвои 25–50%
3	Пожелтение хвои 50–75%
4	Пожелтение хвои 75–95%
5	Пожелтение хвои более 95% (полная гибель растений)

заражения растений нематодами *B. xylophilus*. На двух саженцах был отмечен светло-жёлтый оттенок хвои на стволе. В дальнейшем, аналогичное проявление болезни наблюдали на всех саженцах кедра сибирского. На 7-е сутки аналогичные симптомы увядания проявились еще у двух растений. К 10-м суткам все зараженные нематодами саженцы кедра имели жёлтую хвою, покрывающую 30% всего растения (3 СУ). На 35-е сутки наблюдений СУ большинства саженцев кедра составляла 3–4, к 50-м суткам возросла до 4–5 СУ (рис. 2). В отличие от зараженных нематодами растений, саженцы кедра, инъецированные водой, были здоровы в течение всего периода опыта, и только на 20-е сутки у некоторых растений отмечено пожелтение и отмирание хвои в месте внесения водной инъекции.

Сосна обыкновенная *P. sylvestris*. У саженцев сосны обыкновенной хвоя начала желтеть на 10-е сутки в местах инокуляции растений нематодами, как и у саженцев лиственницы. Первичные признаки поражения (1 СУ) отмечены на 12-е сутки у 5 из 8 зараженных *B. xylophilus* растений. Первоначально желтела хвоя в месте внесения инокулюма, далее хвойники на стебле саженца и затем равномерно все другие ветки, от ствола к кончику ветки. Степень увядания сосен на 30-е сутки была различной для разных растений (от 1 до 3 СУ). Полная гибель всех зараженных растений (4–5 СУ) наступила к 50-м суткам, при этом хвоя имела темно-бурый или желтый цвет (рис. 3). Все саженцы контроля, инъецированные водой, к концу опыта не проявили признаков усыхания, характерного для вилта хвойных пород.

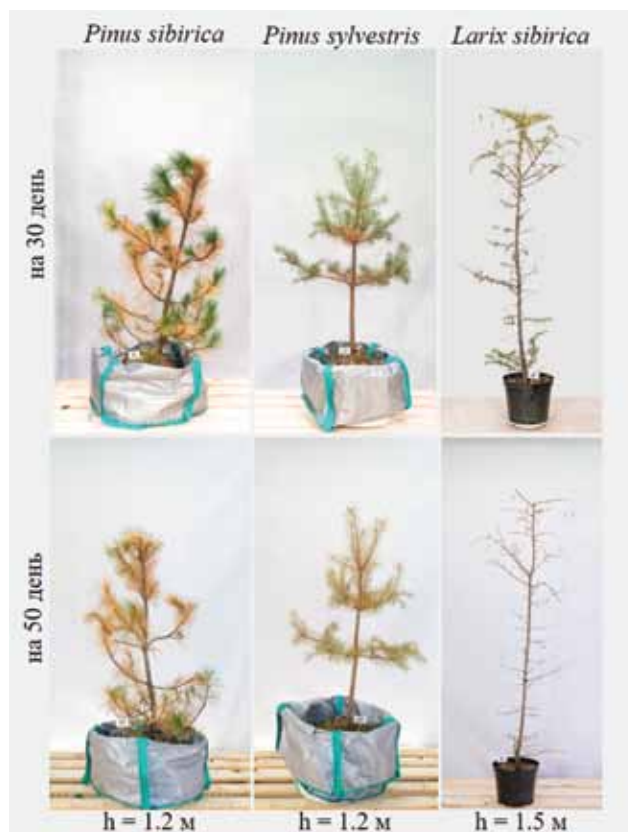


Рис. 2. Саженцы *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica*, зараженные *Bursaphelenchus xylophilus*, в разные периоды исследования

Fig. 2. *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica* seedlings infected with *Bursaphelenchus xylophilus* at different periods of the study

Лиственница сибирская *L. sibirica*. Все зараженные нематодами саженцы лиственницы одновременно полностью пожелтели (2 СУ) на 10-е сутки. Начиная с 18-х суток, желтая хвоя начала обильно опадать и все зараженные растения в итоге к концу опыта погибли (5 СУ). Исключение составило одно зараженное нематодами растение, которое, достигнув третьей степени увядания (3 СУ), к концу опыта дало побеги (рис. 3).

#### Численность нематод *Bursaphelenchus xylophilus* в исследуемых саженцах в конце опыта

Кедр сибирский. Наиболее интенсивно нематоды размножились в саженцах кедра. Общая численность нематод в наземной части разных растений на 50-е сутки опыта увеличилась в 6–117 раз по сравнению с инокулятом (рис. 4). Средняя численность *B. xylophilus* в наземной части (стволе и ветках) составила 147 896 экз./растение (44 195 экз./100 г древесины) (табл. 2). Максимальная численность нематод в саженце достигала 182 400 экз. на



Рис. 3. Прирост молодых побегов у саженца *Larix sibirica*, зараженного *Bursaphelenchus xylophilus*, на 25-е сутки опыта

Fig. 3. Growth of young shoots in *Larix sibirica* seedlings infected with *Bursaphelenchus xylophilus* on 25 days of the experiment

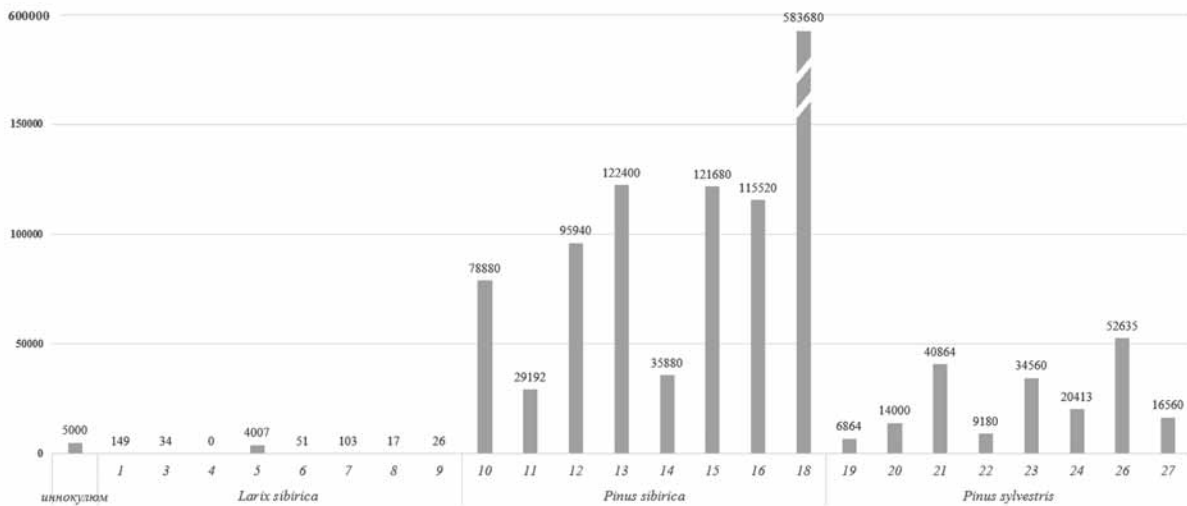


Рис. 4. Численность нематод в наземной части зараженных *Bursaphelenchus xylophilus* саженцев *Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris* при завершении опыта

Fig. 4. Nematode numbers in branches and trunk of *Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris* seedlings infected with *Bursaphelenchus xylophilus* at the end of research

100 г древесины, что в 37 раз больше, чем инокулюм. Нематоды также заселяли корневую часть растений, и их средняя численность составила 80 экз./100 г древесины.

**Сосна обыкновенная.** Нематоды менее интенсивно размножались в саженцах сосны по сравнению с кедром. Максимальная численность *B. xylophilus* в наземной части саженца достигала 52 635 экз./растение, минимальная – 6864 экз./растение, что, соответственно, в 11 и в 1,4 раза больше, чем первичный инокулюм. Средняя численность нематод в стволовой части и ветках составила 21 969 экз. на 100 г древесины (табл. 2). На рисунке 5 наглядно показано увеличение числа нематод для каждого саженца по сравнению с инокулюмом. Средняя численность нематод в корнях сосны составляла 32 экз./100 г древесины.

**Лиственница сибирская.** Численность нематод во всех саженцах лиственницы на 50-е сутки опыта была значительно ниже, чем первичный инокулюм. Максимальная численность составляла 4007 нематод/растение, а минимальная – 17 экз./растение (рис. 4).

Самая низкая средняя численность нематод зафиксирована в растениях лиственницы: 349 экз./100 г древесины в наземной части саженца и 16 экз./100 г – в корнях, что в 127 раза меньше, чем в кедре, и в 63 раза меньше по сравнению с сосной (табл. 2).

Анализ хвои пораженных нематодами саженцев показал отсутствие в них нематод *B. xylophilus*. Масса саженцев кедра сибирского была значительно больше, чем саженцев лиственницы и сосны обыкновенной.

Таблица 2

Средняя численность нематод *Bursaphelenchus xylophilus* в саженцах хвойных пород в конце опыта (экз. нематод/100 г древесины) (n = 8)

Table 2

Average number of *Bursaphelenchus xylophilus* nematodes in coniferous seedlings at the end of the research (nematodes/100 g of wood) (n = 8)

Саженцы	<i>Larix sibirica</i>		<i>Pinus sibirica</i>		<i>Pinus sylvestris</i> <sup>1</sup>	
	стебель	корни	стебель	корни	стебель	корни
Зараженные (min/max)	349 (0-2166)	16 (0-100)	44195 (6560-182 400)	80 (0-208)	21969 (5280-48 075)	32 (0-81)
Контроль	0	0	0	0	0	0

Примечание. [Note]. 1 – в почвенном образце был обнаружен 1 экз. нематоды *B. xylophilus*  
[One specimen of the nematode *B. xylophilus* was found in the soil sample]

Статистическая оценка численности нематод в различных зараженных саженцах хвойных растений показала достоверность разли-

чий между лиственницей и сосной, а также лиственницей и кедром (при уровне значимости отличий  $P = 0,05$ ) (рис. 5).

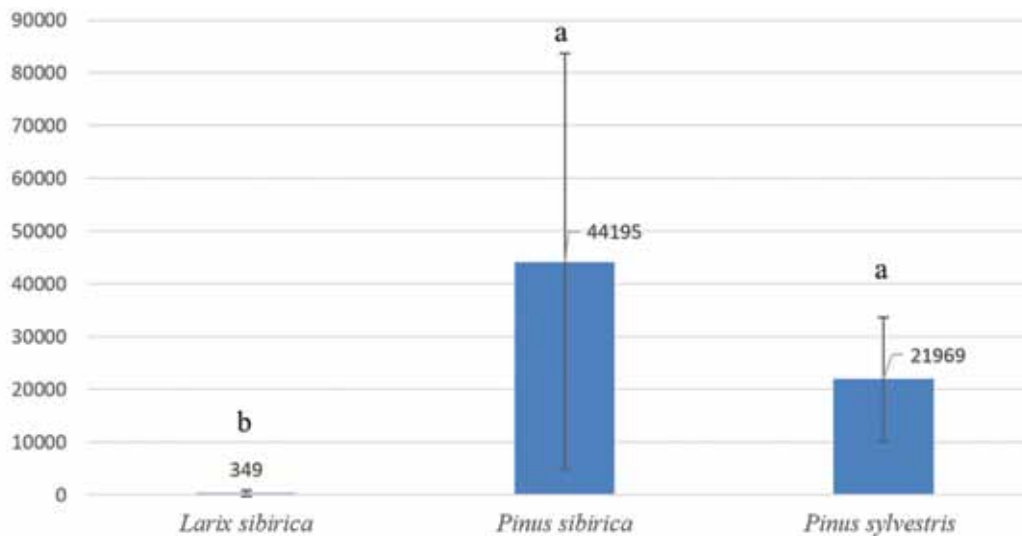


Рис. 5. Средняя численность нематод *Bursaphelenchus xylophilus* в ствольной части и ветках зараженных саженцев в конце опыта

Fig. 5. Average numbers of nematodes *Bursaphelenchus xylophilus*, in the trunk and branches of infected seedlings, at the end of the research (nematodes/100 g of wood)]

При сравнении числа нематод в корневой системе саженцев разных видов, достоверность различий отмечена только между ли-

ственницей и кедром (при уровне значимости отличий  $P = 0,05$ ) (рис. 6).

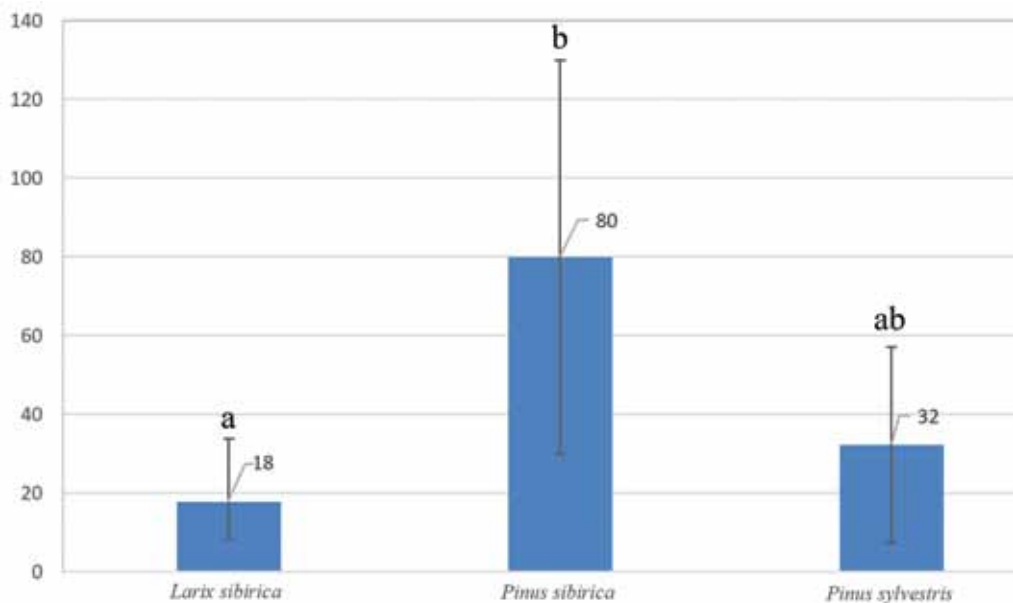


Рис. 6. Средняя численность нематод *Bursaphelenchus xylophilus* в корневой части зараженных саженцев в конце опыта

Fig. 6. Average number of nematodes *Bursaphelenchus xylophilus* in the roots of infected seedlings, at the end of the study (nematodes/100 g of wood)]

## Обсуждение

Анализ литературных данных, полученных учеными в разных странах по выявлению устойчивых к *B. xylophilus* пород хвойных, показал, что нет единого подхода в определении степени устойчивости/восприимчивости хвойных пород к *B. xylophilus*. Исследователи проводили опыты и наблюдения по оценке устойчивости хвойных пород деревьев в разных условиях и при различных параметрах (температура, влажность, закрытый/открытый грунт, объем нематодного инокулюма, возраст растений и др.). Однако, во всех этих исследованиях одними из главных показателей при оценке устойчивости и толерантности были такие параметры, как численность нематод в конце опыта (в сравнении с исходным нематодным инокулюмом при заражении) и степень поражения растений вилтом хвойных пород.

Проведенные исследования показали, что североамериканский изолят *B. xylophilus*, используемый нами в опыте, оказался пато-

генным для всех испытанных пород: сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и кедра сибирского. Все используемые в опыте саженцы, зараженные *B. xylophilus*, за исключением одного растения лиственницы, погибли. Наши исследования показали, что развитие и степень проявления болезни зависит от породы деревьев: заражение лиственницы сибирской вызвало более сильные физиологические повреждения и морфологически тяжелые симптомы, чем у кедра сибирского и сосны обыкновенной, и большинство саженцев погибли уже на 18-е сутки наблюдений. Влияние инокуляции нематод было чрезвычайно заметным для кедра сибирского и сосны обыкновенной, поскольку присутствие нематод приводило к быстрому пожелтению хвои, а средняя численность нематод в них (в пересчете на 100 г навески древесины) увеличилась для кедра сибирского в 9 раз, а для сосны обыкновенной в 4 раза в сравнении с исходным инокулюмом. При этом степень увядания у саженцев кедра сибирского к концу исследований была ниже, чем у сосны (рис. 7).



Рис. 7. Саженцы *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica*: контрольные и зараженные *Bursaphelenchus xylophilus*, при завершении опыта (50-е сутки)

Fig. 7. *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica*: control and infected seedlings with *Bursaphelenchus xylophilus* on 50 days of the experiment

Полученные данные также показали, что несмотря на то, что средняя численность нематод в зараженных саженцах лиственницы

была существенно ниже, чем в сосне обыкновенной и кедре сибирском (соответственно, в 62 и 125 раз), все растения, кроме одного, по-

гибли. Таким образом, первоначальный инокулюм (5000 экз./растение) оказался достаточным для развития популяции, способной привести к гибели все исследованные породы хвойных, и все они являются растениями-хозяевами для нематоды. Тем не менее, очевидно, что условия для развития и размножения нематод в кедре сибирском более благоприятны по сравнению с лиственницей, что несомненно сказывается на конечной численности паразита в растениях. Одно выжившее растение лиственницы на 25-е сутки опыта дало побеги, а при анализе корней и наземной частей растений нематоды *B. xylophilus* в нем отсутствовали. Мы полагаем, что данное единичное растение оказалось резистентным к *B. xylophilus*.

Как зарубежные исследования [3, 4, 6, 13, 17], так и наши наблюдения [11] показывают, что отдельные деревья в пределах одного вида не все одинаково восприимчивы к инвазии *B. xylophilus*. В практике японских и китайских ученых по созданию устойчивых культур сосен, первичным этапом этого процесса является отбор в очаге вилта хвойных пород в естественных древостоях отдельных деревьев, устойчивых к *B. xylophilus*. Вероятно, мы столкнулись в нашем опыте именно с таким явлением, однако это требует дополнительных исследований.

В некоторых опытах показано, что на скорость проявления симптомов вилта хвойных пород влияет объем исходного инокулюма [3, 4, 7, 18, 19]. В наших исследованиях исходный инокулюм составлял 5000 нематод/растение. Данное число нематод было выбрано из расчета того, что средняя численность нематод в одном жуке *Monochamus alternatus*, например, в очагах вилта в Японии составляла 25 000 экз. Учитывая то, что нематоды очень быстро размножаются (жизненный цикл завершается за 5–6 сут) [12], считаем, что заражение даже несколькими десятками особей приведет к массовому размножению нематод и проявлению вилта, а, в конечном итоге, к гибели дерева, но в более длительные сроки.

Различие в численности нематод в корневой системе разных пород растений в нашем опыте соответствовало такой же закономерности, как это проявилось для наземной части саженцев. Существенное различие в численности нематод в корнях и прикорневой почве

лиственницы, по сравнению с различными видами сосен, отмечалось нами ранее в исследованиях фауны нематод в ризосфере этих растений [1].

Выборочная проверка хвои у всех зараженных саженцев показала отсутствие в них нематод. Данная процедура была сделана ввиду того, что в недавних исследованиях китайских ученых отмечено присутствие нематод даже в хвое зараженных *B. xylophilus* растений [18].

Принято считать, что на проявление вилта хвойных пород значительное влияние оказывает температура: болезнь развивается быстро и дерево гибнет, если среднемесячная температура летнего месяца составляет 25°C и выше, и гибель зараженных *B. xylophilus* деревьев растягивается на два года, если температура около 20°C [6]. В нашем опыте поддерживалась температура 20,2±0,08°C (19,4–22,3°C), что соответствует климатическим условиям лета в Сибири (в Иркутске, Красноярске, Новосибирске) [2] (рис. 8).

Согласно предварительному анализу, можно предположить, что при инвазии сосновой стволовой нематоды *B. xylophilus* в вышеуказанные регионы и массовом размножении этого патогена, возможно, будет происходить гибель древостоев *Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris* в течение одного или двух сезонов.

## Заключение

Проведены исследования по изучению устойчивости к сосновой стволовой нематоды ряда основных лесообразующих хвойных пород в России в лабораторных условиях. Установлено, что сосна обыкновенная *Pinus sylvestris*, кедр сибирский *P. sibirica* и лиственница сибирская *L. sibirica* восприимчивы к возбудителю вилта хвойных пород *B. xylophilus*. Наиболее быстро увядание и гибель растений наблюдали у саженцев лиственницы сибирской.

Установлено, что условия для развития и размножения нематод в кедре сибирском более благоприятны по сравнению с другими исследованными породами.

Предварительный анализ показал, что теоретически возможна гибель древостоев сосны обыкновенной, кедра сибирского и лиственницы сибирской от вилта хвойных пород, вызываемого карантинным видом *B. xylophilus*,

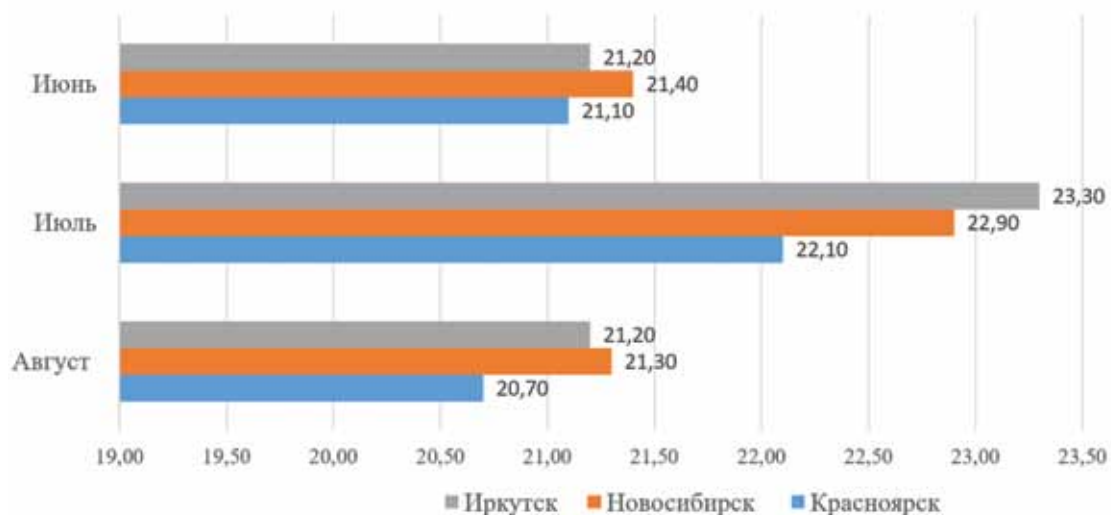


Рис. 8. Средняя температура воздуха в городах Красноярск, Новосибирск, Иркутск, за последние 10 лет наблюдений

Fig. 8. Average air temperature in the cities of Krasnoyarsk, Novosibirsk, Irkutsk, for the last 10 years

в климатической зоне Сибирского региона (окрестности Красноярска, Новосибирска, Иркутска).

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Кулинич О. А. Паразитические нематоды хвойных пород и их распространение на территории Европейской части СССР. Проблемы фитогельминтологии. М.: Наука, 1989. С. 105–131.
- Расписание погоды [сайт]. Архив погоды [обновлено 05 декабря 2024; процитировано 05 декабря 2024]. Доступно: <https://rp5.ru>
- Akiba M., Ishihara M., Sahashi N., Nakamura K., Ohira M., Toda T. Virulence of *Bursaphelenchus xylophilus* isolated from naturally infested pine forests to five resistant families of *Pinus thunbergii*. *Plant Disease*. 2012; 96 (2): 249–252. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0910>
- Akiba M., Nakamura K. Susceptibility of adult trees of the endangered species *Pinus armandii* var. *amamiana* to pine wilt disease in the field. *Journal of Forest Research*. 2005; 10: 3–7. <https://doi.org/10.1007/s10310-004-0089-8>
- Arbuzova E. N., Kulinich O. A., Chalkin A. A., Kozyreva N. I., Gorbach V. V., Ryss A. Y. Infestation of pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings with the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* Steiner and Buhner (Nickle) through wood sawdust. *Annals of Forest Science*. 2023; 80 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13595-023-01174-y>
- Evans H. F., McNamara D. G., Braasch H., Chadoeuf J., Magnusson C. Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. *EPPO Bulletin*. 1996; 26: 199–249. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1996.tb00594.x>
- Fonseca L., Cardoso J. M. S., Lopes A., Pestana M., Abreu F., Nunes N., Mota M., Abrantes I. The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Madeira Island. *Helminthologia*. 2012; 49: 96–103. <https://doi.org/10.2478/s11687-012-0020-3>
- Futai K. Pine wilt disease and the decline of pine forests: a global issue. – Cambridge Scholars Publishing, 2021.
- Hopf-Biziks A, Schröder T, Schütz S. Long-term survival and non-vector spread of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, via wood chips. *Forest Pathology*. 2017; 47 (4): e12340. <https://doi.org/10.1111/efp.12340>
- Kobayashi F. The Japanese pine sawyer. Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications. Boston, M.A.: Springer US, 1988; 431–454.
- Kulinich O. A., Orlinski P. D. Pathogenicity and possible adaptation of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in central European Russia. Protection of world forests from pests: advances in research, IUFRO World Series. Vienna, 2001, 11: 185–193.

12. *Linit M. J., Tamura H.* Relative susceptibility of four pine species to infection by pinewood nematode. *Journal of Nematology*. 1987; 19 (1): 44.
13. *Mamiya Y.* Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*. 1983; 21: 201–220. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.21.090183.001221>
14. *Mota M., Paulo C. V.* Pine wilt disease in Portugal. *Pine Wilt Disease*. Springer, Tokyo, 2008; 33–39. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2_6)
15. *Ryss A. Y., Polyamina K. S., Popovichev B. G., Krivets S. A., Kerchev I. A.* Plant host range specificity of *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya et Enda, 1979 tested in the laboratory experiments. *Parazitologiya*. 2018; 52: 32–40.
16. *Nose M., Shiraishi S.* Breeding for resistance to pine wilt disease in: *Pine Wilt Disease*. B. G. Zhao, K. Futai, J. R. Sutherland, Y. Takeuchi, eds. Springer Tokyo, 2008: 334–350. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2\\_34](https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2_34)
17. *Ohba K., Nishimura K., Toda T., Tateyama T.* Between mother tree variation in survival rate of pine seedlings after artificial inoculation with *Bursaphelenchus xylophilus*. *Bulletin of the graduate school of social and cultural studies Kyushu university*. 1977; 30: 69–70. [In Jap.]
18. *Sutherland J. R., Ring F. M., Seed J. E.* Canadian conifers as hosts of the pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*): results of seedling inoculations. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1991; 6 (1-4): 209–216. <https://doi.org/10.1080/02827589109382662>
19. *Wang Y., Jin M., Wang Y., Yang Y., Yu A.* Infestation of pine seedlings (*Pinus thunbergii* Parl.) with pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) through needle leaves. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2024; 27 (2): 102252. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2024.102252>
20. *Wang Z., Calderon M. M., Carandang M. G.* Effects of resin tapping on optimal rotation age of pine plantation. *Journal of forest economics*. 2006; 11 (4): 245–260. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2005.10.001>

Статья поступила в редакцию 09.12.24; одобрена после рецензирования 30.01.25; принята к публикации 10.02.25

*Об авторах:*

**Кулинич Олег Андреевич**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Отдела лесного карантина; SPIN-код: 7656-5245, Researcher ID: A-5534-2016, Scopus ID: 11940984400.

**Арбузова Елена Николаевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Отдела лесного карантина; SPIN-код: 3315-4190, Researcher ID: I-7153-2015, Scopus ID: 57222500674.

**Козырева Наталья Ивановна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник Отдела лесного карантина; SPIN-код: 6645-9389, Researcher ID: JWP-5077-2024, Scopus ID: 57190217222.

**Чалкин Андрей Андреевич**, научный сотрудник Отдела лесного карантина; SPIN-код: 8575-3984, Researcher ID: AET-9683-2022, Scopus ID: 57220116459.

**Щуковская Анастасия Геннадиевна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Отдела лесного карантина; SPIN-код: 7346-9724.

**Ряскин Дмитрий Иванович**, младший научный сотрудник научно-методического отдела, SPIN-код: 5177-3463.

*Вклад авторов:*

Кулинич О. А. – организация и проведение исследований, анализ результатов, подготовка рукописи.

Арбузова Е. Н. – организация исследований, редакция материалов.

Козырева Н. И. – исследование материала, проведение исследований, подготовка рукописи.

Чалкин А. А. – проведение исследований, статистическая обработка результатов, оформление статьи.

Щуковская А. Г. – исследование материала.

Ряскин Д. И. – анализ литературы.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Kulinich O. A. Parasitic nematodes of conifers and their distribution in the European part of the USSR. *Problems of phytohelminthology = Problemy fitogel'mintologii*. Moscow, Nauka, 1989; 105–131. (In Russ.)
2. Weather schedule [website]. Weather archive [updated 05 December 2024; cited 05 December 2024]. Available: <https://rp5.ru>
3. Akiba M., Ishihara M., Sahashi N., Nakamura K., Ohira M., Toda T. Virulence of *Bursaphelenchus xylophilus* isolated from naturally infested pine forests to five resistant families of *Pinus thunbergii*. *Plant Disease*. 2012; 96 (2): 249–252. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0910>
4. Akiba M., Nakamura K. Susceptibility of adult trees of the endangered species *Pinus armandii* var. *amamiana* to pine wilt disease in the field. *Journal of Forest Research*. 2005; 10: 3–7. <https://doi.org/10.1007/s10310-004-0089-8>
5. Arbuzova E. N., Kulinich O. A., Chalkin A. A., Kozyreva N. I., Gorbach V. V., Ryss A. Y. Infestation of pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings with the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* Steiner and Buhner (Nickle) through wood sawdust. *Annals of Forest Science*. 2023; 80 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13595-023-01174-y>
6. Evans H. F., McNamara D. G., Braasch H., Chadoeuf J., Magnusson C. Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. *EPP0 Bulletin*. 1996; 26: 199–249. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1996.tb00594.x>
7. Fonseca L., Cardoso J. M. S., Lopes A., Pestana M., Abreu F., Nunes N., Mota M., Abrantes I. The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Madeira Island. *Helminthologia*. 2012; 49: 96–103. <https://doi.org/10.2478/s11687-012-0020-3>
8. Futai K. Pine wilt disease and the decline of pine forests: a global issue. – Cambridge Scholars Publishing, 2021.
9. Hopf-Biziks A, Schröder T, Schütz S. Long-term survival and non-vector spread of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, via wood chips. *Forest Pathology*. 2017; 47 (4): e12340. <https://doi.org/10.1111/efp.12340>
10. Kobayashi F. The Japanese pine sawyer. Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications. Boston, M.A.: Springer US, 1988; 431–454.
11. Kulinich O. A., Orlinski P.D. Pathogenicity and possible adaptation of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in central European Russia. *Protection of world forests from pests: advances in research, IUFRO World Series*. Vienna, 2001, 11: 185–193.
12. Linit M. J., Tamura H. Relative susceptibility of four pine species to infection by pinewood nematode. *Journal of Nematology*. 1987; 19 (1): 44.
13. Mamiya Y. Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*. 1983; 21: 201–220. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.21.090183.001221>
14. Mota M., Paulo C.V. Pine wilt disease in Portugal. *Pine Wilt Disease*. Springer, Tokyo, 2008; 33–39. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2_6)
15. Ryss A. Y., Polyanina K. S., Popovichev B. G., Krivets S. A., Kerchev I. A. Plant host range specificity of *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya et Enda, 1979 tested in the laboratory experiments. *Parazitologiya*. 2018; 52: 32–40.
16. Nose M., Shiraishi S. Breeding for resistance to pine wilt disease in: *Pine Wilt Disease*. B. G. Zhao, K. Futai, J. R. Sutherland, Y. Takeuchi, eds. Springer Tokyo, 2008: 334–350. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2\\_34](https://doi.org/10.1007/978-4-431-75655-2_34)
17. Ohba K., Nishimura K., Toda T., Tateyama T. Between mother tree variation in survival rate of pine seedlings after artificial inoculation with *Bursaphelenchus xylophilus*. *Bulletin of the graduate school of social and cultural studies Kyushu university*. 1977; 30: 69–70. [In Jap.]
18. Sutherland J. R., Ring F. M., Seed J. E. Canadian conifers as hosts of the pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*): results of seedling inoculations. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 1991; 6 (1-4): 209–216. <https://doi.org/10.1080/02827589109382662>
19. Wang Y., Jin M., Wang Y., Yang Y., Yu A. Infestation of pine seedlings (*Pinus thunbergii* Parl.) with pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) through needle leaves. *Journal of Asia-Pacific Entomology*.

2024; 27 (2): 102252. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2024.102252>

plantation. *Journal of forest economics*. 2006; 11 (4): 245-260. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2005.10.001>

20. Wang Z., Calderon M. M., Carandang M. G. Effects of resin tapping on optimal rotation age of pine

The article was submitted 09.12.2024; approved after reviewing 30.01.2025; accepted for publication 10.02.25

*About the authors:*

**Kulinich Oleg A.**, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Forest Quarantine Department, SPIN: 7656-5245, Researcher ID: A-5534-2016, Scopus ID: 11940984400.

**Arbuzova Elena N.**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Forest Quarantine Department, SPIN: 3315-4190, Researcher ID: I-7153-2015, Scopus ID: 57222500674.

**Kozyreva Natalya I.**, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Forest Quarantine Department, SPIN: 6645-9389, Researcher ID: JWP-5077-2024, Scopus ID: 57190217222.

**Chalkin Andrey A.**, Researcher, Forest Quarantine Department, SPIN: 8575-3984, Researcher ID: AET-9683-2022, Scopus ID: 57220116459.

**Shchukovskaya Anastasia G.**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Forest Quarantine Department, SPIN: 7346-9724.

**Ryaskin Dmitry I.**, Junior Researcher, Scientific and Methodological Department, SPIN code: 5177-3463.

*Contribution of the authors:*

Kulinich O. A. – organization and conduct of research, analysis of results, preparation of manuscript.

Arbuzova E. N. – organization of research, revision of materials.

Kozyreva N. I. – study of the material, conducting research, preparation of the manuscript.

Chalkin A. A. – research design, statistical processing of research data, article design.

Shchukovskaya A. G. – research of the material.

Ryaskin D. I. – literature analysis.

*All authors have read and approved the final manuscript.*

## К 100-летию юбилею профессора Малаховой Екатерины Ивановны – ученого-гельминтолога

Профессор Е. И. Малахова была крупным ученым в области ветеринарной гельминтологии. Основные направления ее деятельности: разработка мер борьбы с гельминтозами животных, охрана окружающей среды от загрязнения инвазионными элементами, а также перспективное новое направление в области иммунологии – изучение влияния антигельминтиков на иммунологическую реактивность организма и формирование поствакцинального иммунитета.

Е. И. Малахова – потомственная москвичка, родилась 24 января 1925 года. В годы Великой Отечественной войны она оставалась в Москве, работала на лесозаготовках, торфопромышленных предприятиях и рытье противотанковых рвов.

В 1948 г. с отличием окончила ветеринарный факультет Московского химико-технологического института мясной и молочной промышленности. С 15 октября 1952 г. трудовая деятельность Екатерины Ивановны неразрывно связана с Всесоюзным (ныне Всероссийским) научно-исследовательским институтом гельминтологии им. К. И. Скрябина (ВИГИС). В 1953 г. Е. И. Малахова поступила в аспирантуру ВИГИС. После защиты кандидатской диссертации в 1958 г. работала в том же институте на должностях младшего и старшего научных сотрудников, а затем ведущим научным сотрудником. В 1973 г. защитила докторскую диссертацию. С 1981 г. по 1985 г. Е.И. Малахова заведовала вновь созданной лабораторией координации и прогнозирования научно-исследовательских работ. В 1982 г. ей присуждено звание профессора.

Ранние научные работы Екатерины Ивановны посвящены изучению влияния антигельминтиков на яйца и личинки гельминтов, выделяемые животными после дегельминтизации. Она выяснила степень загрязненности окружающей среды и разработала противоэпизоотические и ветеринарно-санитарные мероприятия, предупреждающие повторное заражение сельскохозяйственных животных гельминтами.



Малахова Екатерина Ивановна  
24.01.1925 – 06.09.2017

Дальнейшая научная деятельность Екатерины Ивановны Малаховой связана с усовершенствованием мер борьбы с гельминтозами животных. Она впервые в стране разработала теоретические основы химиопрофилактики аскаридоза свиней, научно обосновала и разработала классификацию дегельминтизаций в зависимости от целевого назначения и с учетом стадии развития паразита, определила сроки их проведения для различных климатических зон, предложила схемы применения антигельминтиков, отработала дозы и кратность их назначения различным возрастным группам животных.

В результате работ, проведенных в этом направлении, ею впервые предложены рациональные схемы преимагинальных дегельминтизаций с применением антигельминтика пиперазина, назначаемого поросятам разного возраста, внедрение которых в ветеринарную практику позволило в значительной степени предохранить животных от повторного заражения и окружающую среду от загрязнения

инвазионными элементами, а также повысить продуктивность этой отрасли животноводства.

Е. И. Малаховой изучен и предложен практике антигельминтик-антибиотик гиромоцин Б, синтезированный в нашей стране, и его лекарственная форма – гирроветин и испытан целый ряд других препаратов. Отработаны схемы их применения, определены способы дозирования, методы назначения и режимы дегельминтизаций животных разного возраста.

Одним из новых направлений в ее научной деятельности была разработка лечебных комбикормов с антигельминтиками и лечебно-профилактических премиксов, позволивших совместить профилактику гельминтозов с кормлением животных.

С 1969 г. научная деятельность Е. И. Малаховой была связана с разработкой нового перспективного направления в области иммунологии – изучение влияния химиотерапевтических препаратов на иммунобиологическую реактивность организма. Выявлено взаимовлияние дегельминтизаций и иммунитета, определены защитные реакции организма свиней при аскаридозе до и после введения препаратов. Поскольку некоторые препараты угнетают иммуногенез, предложено при их применении учитывать действие антигельминтиков на механизм иммунитета.

Установлено, что аскаридозная инвазия способствует ослаблению поствакцинального иммунитета против болезни Ньюкасла у кур и на основании этого разработаны практические предложения о рациональных сроках проведения дегельминтизации и вакцинации. Направление по изучению влияния антигельминтиков на иммуногенез получило дальнейшее развитие в работах ее учеников и последующих исследователей, результаты которых нашли практическое выражение в системе противопаразитарных мероприятий.

Результаты исследований Е. И. Малаховой нашли отражение в «Инструкции по предупреждению и ликвидации заболеваний животных гельминтозами» (издания – 1971, 1981, 1988 и 1999 гг.), что свидетельствует об актуальности разработок и их высокой практической значимости.

В последние годы работа Е. И. Малаховой носила научно-организационный характер. Это прогноз, планирование и координация научных исследований в России и странах СНГ, а также редакционно-издательская деятельность научных трудов ВИГИС.

Ею опубликовано более 150 научных работ и серия статей по гельминтозам свиней в ветеринарной энциклопедии. Она является соавтором 3 монографий.

Под ее руководством защищено 12 кандидатских и две докторские диссертации.

Е. И. Малахова была членом Ученого совета института и Диссертационного совета при ВИГИС и на протяжении многих лет была членом Диссертационного совета при Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина.

Жизненный опыт, прекрасные организаторские способности и успехи в работенискали Екатерине Ивановне уважение и любовь коллег.

Родина высоко оценила заслуги Е. И. Малаховой, присвоив ей почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», наградив орденом «Знак Почета», многими медалями и почетными грамотами.

Екатерина Ивановна навсегда останется в сердцах сотрудников, светлая ей память!

**Коллектив ВНИИП – филиал  
ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН**