



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: 10.31016/1998-8435-2024-18-2

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

# РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**Том 18**  
**Выпуск 2'2024**

*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: 10.31016/1998-8435-2024-18-2

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

# RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

**Vol. 18**  
**Issue 2'2024**

*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 № 2-001-2/2024. Свободная цена.

Формат: 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 10,50.

Подписано в печать: 23.05.2024

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

**CABAJ 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: May 23, 2024

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

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

Sheet size 70x108 1/16. Conventional printed sheets 10.50.

Order No. 2-001-2/2024. 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.sergievs@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 Parasitología, 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 parazitologicheskiy zhurnal"

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. A code of UDC.
2. A full name of author, ORCID, ResearcherID, Scopus ID; academic degrees and titles; a place of work(s) / study with indication of the position(s) / course and specialization(s); an address and a telephone of organization.
3. A heading of the article.
4. An abstract (not less than 250 words); it should be correctly structured and include the following sections:
  - 1) The purpose of the research;
  - 2) Materials and methods;
  - 3) Results and discussion;
5. Keywords (up to 10 words).
6. Acknowledgements.
7. A text of article: it must contain sections with such headings as:
  - 1) "Introduction";
  - 2) "Materials and Methods";
  - 3) "Results and Discussion" or "Results" and "Discussion";
  - 4) "Conclusion".
8. A list of references. We recommend using of not less than 15–25 sources in an original research article, and not less than 50–80 in scientific review.

**Detailed information about the journal for authors and readers:**

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

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЭПИЗООТОЛОГИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

- Новокрещенных С. В., Фролов Е. В.  
Особенности инвазии тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 оз. Тунайча личинками *Anisakis simplex* ..... 125
- Панова О. А., Курносова О. П., Краснорожкина О. В.  
Паразитологическое обследование почвенных биотопов на территории города Москвы ..... 134
- Понамарев Н. М., Тихая Н. В., Архипов И. А.  
Эколого-эпизоотологическая характеристика ситарิโอза крупного рогатого скота в фермерских хозяйствах Алтайского края ..... 145

## БИОХИМИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ДИАГНОСТИКА

- Буторина Н. Н., Лапшин П. В., Плыкина М. С., Удалова Ж. В.  
Влияние заражения *Meloidogyne incognita* на накопление фенольных соединений у растений рода Мята (*Mentha L.*) ..... 153
- Гламаздин И. Г., Рутаганира Й., Панова О. А., Сысоева Н. Ю., Халим Д.  
Визуальная и молекулярно-серологическая диагностика саркоцистоза крупного рогатого скота ..... 163
- Пименов И. А., Варламова А. И., Афанасьев А. Д., Одоевская И. М.  
Анализ наличия резистентности у паразитических нематод *Haemonchus contortus* к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда методом гнездовой изотермической амплификации (ПЦР) ..... 170
- Стаффорд В. В.  
Гистологический метод диагностики гетеракидоза у кур ..... 179

## ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ

- Арисова Г. Б.  
Оценка некоторых токсикологических параметров антигельминтного препарата в форме таблеток на основе оксантела, пирантела и празиквантела для собак и кошек ..... 187

## ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА

- Девятярова С. Б.  
Применение препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при энтомозах у мелких домашних животных ..... 196

Девятьярова С. Б. Применение препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при паразитировании иксодовых и акариформных клещей на собаках и кошках .....	203
Индюхова Е. Н., Арисов М. В. Инсектоакарицидная активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» против аргасовых клещей и пухоедов .....	211
Цепилова И. И., Шемякова С. А., Болатчиев К. Х. Эффективность противопаразитарного препарата на основе люфенурона, моксидектина, празиквантела при иксодидозах собак .....	219

## CONTENTS

### EPIZOOTOLOGY, EPIDEMIOLOGY AND MONITORING OF PARASITIC DISEASES

Novokreshchennykh S. V., Frolov E. V. Specifics of <i>Anisakis simplex</i> larvae infection in the Pacific herring <i>Clupea pallasii</i> Valenciennes, 1847 from Lake Tunaicha .....	125
Panova O. A., Kurnosova O. P., Krasnorogkina O. V. Parasitological investigation of soil biotope in the territory of Moscow .....	134
Ponamarev N. M., Tikhaya N. V., Arkhipov I. A. Ecological and epizootological characteristics of setariosis in cattle on farms in the Altai Territory .....	145

### BIOCHEMISTRY, BIOTECHNOLOGY AND DIAGNOSTICS

Butorina N. N., Lapshin P. V., Plykina M. S., Udalova Zh. V. Effect of <i>Meloidogyne incognita</i> infection on the accumulation of phenolic compounds in plants of the genus Mint ( <i>Mentha</i> L.) .....	153
Glamazdin I. G., J. Rutaganira, Panova O. A., Sysoeva N. Y., Halim D. Visual and molecular serologic diagnosis of sarcocystosis in cattle .....	163
Pimenov I. A., Varlamova A. I., Afanasyev A. D., Odoevskaya I. M. Analysis of benzimidazole anthelmintic resistance in parasitic nematodes <i>Haemonchus contortus</i> using nested isothermal amplification (PCR) .....	170
Stafford V. V. Histodiagnosis of heterakidosis in chickens .....	179

## PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY

Arisova G. B.

**Evaluation of some toxicological parameters of Oxantel-, Pyrantel- and Praziquantel-based anthelmintic in tablet formulation for dogs and cats .....** 187

## TREATMENT AND PREVENTION

Devyatyarova S. B.

**Use of drug in the form of spray based on Flumethrin, Moxidectin and Pyriproxyfen against entomosis in small domestic animals .....** 196

Devyatyarova S. B.

**The use of Flumethrin-, Moxidectin- and Pyriproxyfen-based drug in spray formulation against Ixodid and Acariform ticks in dogs and cats .....** 203

Indyuhova E. N., Arisov M. V.

**Insectoacaricide activity of 5% D-cyphenothrin Emulsion against argasid ticks and biting lice .....** 211

Tsepilova I. I., Shemyakova S. A., Bolatchiev K. Kh.

**The efficacy of antiparasitic drug based on Lufenuron, Moxidectin, and Praziquantel against ixodidosis in dogs .....** 219

Научная статья

УДК 619:616.995.1:639.3.091

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-125-133>

## Особенности инвазии тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 оз. Тунайча личинками *Anisakis simplex*

Семён Витальевич Новокре́щенных<sup>1</sup>, Евгений Валерьевич Фролов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), г. Южно-Сахалинск, Россия

<sup>1</sup> [novokreshnennihsv@sakhniro.vniro.ru](mailto:novokreshnennihsv@sakhniro.vniro.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4787-6582>

<sup>2</sup> [frolovev@sakhniro.vniro.ru](mailto:frolovev@sakhniro.vniro.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7155-9416>

### Аннотация

**Цель исследований** – проанализировать особенности инвазии полости тела озерной формы тихоокеанской сельди оз. Тунайча личинками *Anisakis simplex* (по материалам 1980–1995 гг.).

**Материалы и методы.** Использованы стандартные паразитологические методы сбора материала. При вскрытии учитывали число нематод в полости тела рыб. Паразитологические исследования сельди оз. Тунайча (южный Сахалин) осуществляли с 1980 по 1995 гг. Всего обследовано 4438 экз. рыб, выловленных в протоке Красноармейской и оз. Тунайча.

**Результаты и обсуждение.** Паразитофауна сельди оз. Тунайча насчитывает шесть видов паразитов, из них два вида нематод (*Anisakis simplex* L., *Hysterothylacium aduncum* L.), один вид скребней (*Corynosoma strumosum* juv.), один вид трематод (*Brachyphalus crenatus*) и два вида паразитических копепод (*Ergasilus wilsoni* и *E. hypomesi*). Среди всех отмеченных видов наибольший интерес для изучения представляют личинки *A. simplex*. Гельминт является типичным видом тихоокеанской сельди и представляет опасность для здоровья человека и животных. По результатам проведенных исследований, выявлено отсутствие различий в зараженности самок и самцов сельди оз. Тунайча. Продемонстрировано изменение уровня зараженности сельди по возрасту и линейному размеру в зависимости от жизненного периода рыб (периоды нереста и зимовальных миграций). Отмечены первые случаи заражения сельди анизакисными личинками с 14 см.

**Ключевые слова:** тихоокеанская сельдь, *Clupea pallasii*, *Anisakis simplex* L., о. Сахалин, оз. Тунайча

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Г. М. Пушниковой и Э. Р. Ившиной (лаборатория морских и пресноводных рыб СахНИРО) за предоставленные материалы.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Новокре́щенных С. В., Фролов Е. В. Особенности инвазии тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 оз. Тунайча личинками *Anisakis simplex* // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 125–133.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-125-133>

© Новокре́щенных С. В., Фролов Е. В., 2024



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

Original article

# Specifics of *Anisakis simplex* larvae infection in the Pacific herring *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 from Lake Tunaicha

Semyon V. Novokreshchennykh<sup>1</sup>, Evgeny V. Frolov<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>Sakhalin Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>1</sup>novokreshchennykhsv@sakhniro.vniro.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4787-6582>

<sup>2</sup>frolovev@sakhniro.vniro.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7155-9416>

## Abstract

**The purpose of the research** is to analyze specifics of *Anisakis simplex* larvae infection in the body cavity of the lake Pacific herring in Lake Tunaicha (from materials of 1980 to 1995).

**Materials and methods.** Conventional parasitological methods were used for collecting the material. The dissection recorded the number of nematodes in the fish. Parasitological studies of the herring from Lake Tunaicha (southern Sakhalin) were conducted from 1980 to 1995. A total of 4,438 fish caught in the Krasnoarmeyskaya channel and Lake Tunaicha were examined.

**Results and discussion.** The parasite fauna in the herring from Lake Tunaicha included six parasite species of which two nematode species (*Anisakis simplex* L., *Hystorethylacium aduncum* L.), one acanthocephala species (*Corynosoma strumosum* juv.), one trematode species (*Brachyphalus crenatus*) and two parasitic copepod species (*Ergasilus wilsoni* and *E. hypomesi*). Among all the above species, *A. simplex* larvae were of greatest interest for study. The helminth is a typical species of the Pacific herring and poses a threat to human and animal health. The results of the studies found no difference in the infection of herring females or males in Lake Tunaicha. A change in the infection rate was demonstrated in the herring by age and linear dimensions depending on the fish life cycle (spawning and wintering migration periods). The first cases were recorded for herrings infected with *Anisakis* sp. larvae sized from 14 cm.

**Keywords:** Pacific herring, *Clupea pallasii*, *Anisakis simplex* L., Sakhalin Island, Lake Tunaicha

**Acknowledgments.** The authors express their gratitude to G. M. Pushnikova and E. R. Ivshina (Laboratory of Marine and Freshwater Fishes, the SakhNIRO) for provided materials.

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Novokreshchennykh S. V., Frolov E. V. Specifics of *Anisakis simplex* larvae infection in the Pacific herring *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 from Lake Tunaicha. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):125–133. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-125-133>

© Novokreshchennykh S. V., Frolov E. V., 2024

## Введение

В Сахалинской области тихоокеанская сельдь *Clupea Pallasii* Valenciennes, 1847 является важным объектом промышленного и любительского рыболовства.

Популярным местом любительского лова на юге острова является оз. Тунайча. Ихтиофауна водоема насчитывает 39 видов рыб [3],

включая тихоокеанскую сельдь. Данная форма сельди нерестится в озере с апреля по июнь. Отнерестившись, уходит в море и в течение всего лета до сентября-октября нагуливается в зал. Мордвинова и прилегающих акваториях, возвращаясь в озеро на зимовку [3, 4, 16]. Основной вылов сельди оз. Тунайча рыбаками любителями проходит в зимний период, когда акватория озера покрыта льдом.

Паразитофауна сельди оз. Тунайча насчитывает шесть видов паразитов. Из них два вида нематод (*Anisakis simplex* L., *Hysterothylacium aduncum* L.), один вид скребней (*Corynosoma strumosum* juv.), один вид трематод (*Brachyphalus crenatus*) и два вида паразитических копепод (*Ergasilus wilsoni* и *E. hypomesi*) [3, 5].

Среди всех отмеченных видов наибольший интерес для изучения представляют личинки *Anisakis simplex*. Гельминт является типичным видом тихоокеанской сельди и представляет опасность для здоровья человека и животных<sup>1</sup>. Анизакисные личинки – одни из самых распространенных гельминтов рыб Мирового океана [2, 6, 17].

В Дальневосточном регионе (в Охотском море, в частности) зараженность личинками анизакисов у тихоокеанской сельди изучала Г. М. Пушникова [8, 11, 14]. В 1980-х годах автором предприняты первые попытки анализа сезонной и возрастной динамики зараженности тихоокеанской сельди личинками *A. simplex* [7].

Начиная с 2000-х годов И. Г. Рыбниковой и Г. М. Пушниковой с соавт. опубликован ряд работ [8-15], посвященных зараженности тихоокеанской сельди личинками *A. simplex* в водах Дальневосточного региона. В результате полученных материалов, для сельди, выловленной в открытых водах Охотского моря и заливах о. Сахалин, авторами отмечен ряд особенностей инвазии личинками *A. simplex*: увеличение зараженности сельди в зависимости от размеров и возраста рыб; снижение показателей инвазии сельди личинками *A. simplex* от нереста к нагулу; схожая зараженность самок и самцов.

Однако, эти исследования не являются информативными в связи с отсутствием ошибок средних значений при сравнении параметров зараженности.

Кроме того, в работе Н. Л. Асеевой, А. А. Смирнова [1] при изучении паразитофауны тихоокеанской сельди в открытых водах Охотского моря, отмечены различия в зара-

женности самок и самцов, что противоречит данным Г. М. Пушниковой [15].

Данное разногласие является ключевым при дальнейшем анализе динамики численности анизакисов у сельди.

Помимо вышесказанного, в работах И. Г. Рыбниковой, Г. М. Пушниковой проанализированы особенности инвазии преимущественно морских форм сельди. Результаты исследований, посвященные же озерным формам сельди, требуют дополнительного анализа.

Цель наших исследований – проанализировать особенности инвазии озерной формы тихоокеанской сельди оз. Тунайча личинками *A. simplex* (по материалам 1980–1995 гг.

### Материалы и методы

В задачи наших исследований входило: выявить наличие/отсутствие различий в зараженности самок и самцов сельди; установить закономерности зараженности сельди в зависимости от возраста и размеров в периоды нереста и предзимовальных миграций.

Для анализа зараженности сельди личинками *A. simplex* служили данные из отчета НИР за 2019 г. (Паразитофауна тихоокеанской сельди оз. Тунайча)<sup>2</sup>.

Первичный материал собран в период с 1980 по 1995 гг. Г. М. Пушниковой и Э. Р. Ившиной. Сельдь вылавливали в пр. Красноармейской и оз. Тунайча (рис. 1). Всего за период исследований было осмотрено 4438 рыб, у которых определен пол, длина, масса, возраст (2342 особи), стадии зрелости гонад (табл. 1).

При сравнении средних значений зараженности самок и самцов сельди в работе использовали непараметрический критерий Манна-Уитни, рассчитанный по формуле:

$$U = n_1 \times n_2 + \frac{n_x \times (n_x + 1)}{2} - T_x,$$

где  $n_1$  – число элементов в первой выборке;  $n_2$  – число элементов во второй выборке;  $T_x$  – большая из двух ранговых сумм;  $n_x$  – число элементов в выборках.

<sup>1</sup> МУК 3.2.3804-22. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: Методические указания.

<sup>2</sup> Паразитофауна тихоокеанской сельди оз. Тунайча: Отчет о НИР (промежуточный) / С. В. Новокрещенных, Е. В. Фролов, М. В. Грищенко. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2019. 46 с.



Рис. 1. Район вылова сельди в период с 1980 по 1995 гг.

[Fig. 1. Herring fishing area from 1980 to 1995]

Таблица 1 [Table 1]

Объем паразитологических исследований сельди (полостные органы) оз. Тунайча с 1980 по 1995 гг. (n = 4438)  
[The volume of parasitological studies of herring (cavities) of the lake Tunaycha from 1980 to 1995]

Год [Year]	Месяц [Month]	Исследовано рыб, экз. [Fish examined, sp.]			
		Всего [total]	из них [of them]		
			♀	♂	juv
1980	Ноябрь [November]	100	74/73*	26/23*	-
1981	Июль [July]	100	54/53	45/42	1
1982	Октябрь [October]	200	94/-	104/-	2
1984	Июнь, октябрь [June, October]	300	145/114	155/127	-
1987	Октябрь [October]	300	158/50	142/41	-
1988	Октябрь [October]	200	65/45	135/97	-
1989	Октябрь, ноябрь [October, November]	700	370/317	329/278	1
1990	Октябрь [October]	300	153/138	146/130	1
1991	Июнь, октябрь, ноябрь [June, October, November]	550	295/118	250/154	5
1992	Март, май, июнь, октябрь, ноябрь [March, May, June, October, November]	896	526/135	366/68	4
1993	Май, июнь, ноябрь [May, June, November]	592	374/93	214/49	4
1995	Май, июнь [May, June]	200	119/117	80/80	1

Примечание. [Note]. \* - число рыб/число рыб, у которых определяли возраст [the number of fish studied / the number of fish whose age was determined]

Для оценки зараженности рассчитывали показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ, %), индекс обилия (ИО).

### Результаты и обсуждение

Для анализа сезонной динамики численности анизакисов у сельди необходимо выяс-

нить, есть ли различия в зараженности самок и самцов. Сравнивали разновозрастные группы сельди в возрасте от 2/2+ до 8/8+ лет, выловленные в период предзимовальной миграции (октябрь-ноябрь) (табл. 2). Стадии зрелости у всех исследованных рыб варьировали от 2 до 4.

Таблица 2 [Table 2]

Зараженность разновозрастных групп самок и самцов сельди личинками *Anisakis simplex*  
(средние многолетние значения за 1980–1995 гг.)

[Infection of different age groups of female and male herring by *Anisakis simplex* larvae  
(average long-term values for 1980–1995)]

Показатель зараженности [Infection rate]	Возраст рыбы [Age of fish]						
	2/2+	3/3+	4/4+	5/5+	6/6+	7/7+	8/8+
Самки [Females]							
ИО [Abundance index]	0,33±0,14	0,87±0,09	1,23±0,11	1,75±0,19	2,43±0,32	2,79±0,68	1,33±1,33
ИИ [Intensity of infection]	2-6	1-10	1-15	1-17	1-18	4-12	4
Исследовано рыб, экз. [Fish examined, sp.]	57	350	364	203	95	24	3
Самцы [Males]							
ИО [Abundance index]	0,21±0,08	0,83±0,1	1,29±0,12	1,76±0,2	1,91±0,41	2,65±1,19	6±3,46
ИИ [Intensity of infection]	1-2	1-15	1-13	1-12	3-18	2-19	18
Исследовано рыб, экз. [Fish examined, sp.]	48	301	326	152	64	17	3

Зараженность самок и самцов сельди *A. simplex* l. всех возрастов была схожей. При сравнении выборок с использованием U-критерия, в каждой возрастной группе (от 2/2+ до 8/8+) коэффициент Манна-Уитни варьировал от 0,069 до 0,99. Согласно таблице критических значений Манна-Уитни, данные выборки не различаются.

Полученный результат позволяет проводить дальнейший анализ зараженности без половой дифференциации рыб.

Рисунок 2 демонстрирует, что зараженность рыб анизакисными личинками увели-

чивается с возрастом. Это характерно для рыб как во время нереста, так и в период предзимовальных миграций. Зараженность сельди выше в нерестовый период (май-июнь) вне зависимости от возраста.

Стоит отметить изменение уровня зараженности сельди отнерестившейся и позже вернувшейся в озеро на зимовку после нагула. Как видно из рисунка 2, зараженность *A. simplex* в 2–2,5 раза меньше у рыб, выловленных во время предзимовальных миграций. Данный факт позволяет нам предположить, что после нереста число нематод сокращается. В тоже время,

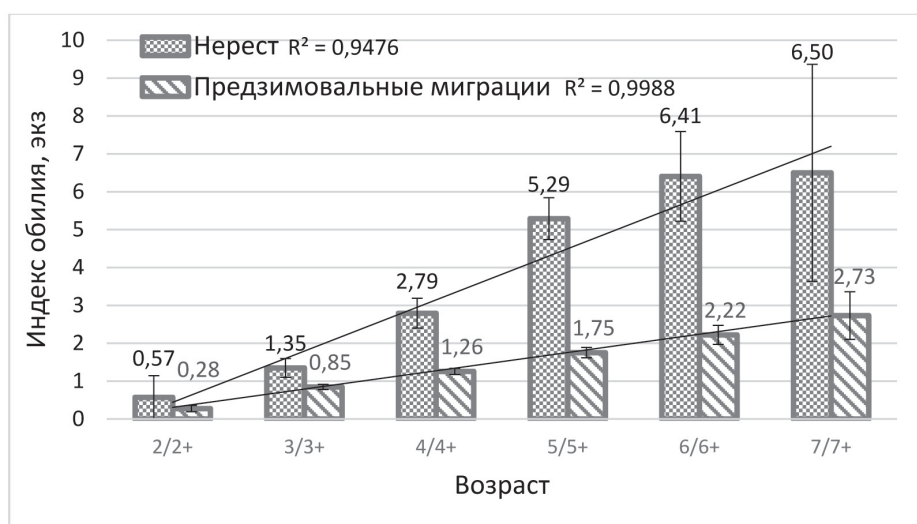


Рис. 2. Зараженность сельди оз. Тунайча личинками анизакисов в период нереста (май-июнь) и предзимовальных миграций (октябрь-ноябрь) по результатам исследований 1980-1995 гг. (n = 2599)

[Fig. 2. Infection of herring from the lake Tunaycha by anisakis larvae during spawning (May-June) and pre-winter migrations (October-November) according to the results of studies in 1980-1995]

анизакизные личинки аккумулируются у сельди в зимний период времени после нагула в море и их число возрастает к моменту нереста. Заражение сельди оз. Тунайча анизакисами, по

литературным данным [11], регистрируют с 19 см. По результатам наших исследований, заражение озерной сельди личинками *A. simplex* отмечается у особей от 14 см (рис. 3, 4).

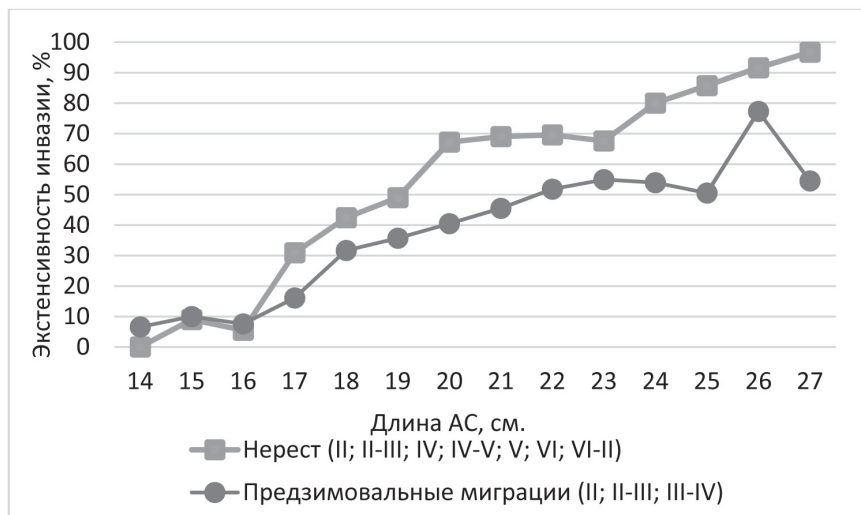


Рис. 3. Экстенсивность инвазии сельди оз. Тунайча личинками *Anisakis simplex* в периоды нереста и предзимовальных миграций

[Fig. 3. Extensiveness of herring infection from the lake Tunaich by *Anisakis simplex* larvae during spawning and pre-wintering migrations]

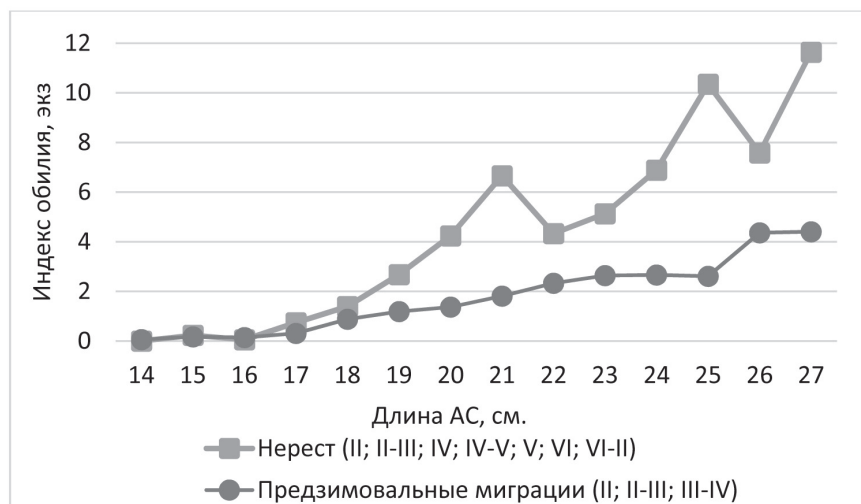


Рис. 4. Индекс обилия сельди оз. Тунайча личинками *Anisakis simplex* в периоды нереста и предзимовальных миграций

[Fig. 4. Herring abundance index from the lake Tunaich by *Anisakis simplex* larvae during spawning and pre-wintering migrations]

Полученные результаты демонстрируют закономерность увеличения зараженности озерной формы тихоокеанской сельди анизакисами в зависимости от роста линейного

размера рыб, отмеченную ранее для морской сельди [1, 11, 14].

Рост показателей зараженности – экстенсивности и индекса обилия, с увеличением

длины происходит у озерной сельди как в период нереста, так и в период зимовальной миграции. По мере линейного роста сельди число зараженных рыб в выборке увеличивается, достигая 97,6%.

### Заключение

По результатам проведенных исследований были установлены следующие особенности инвазии сельди оз. Тунайча личинками *A. simplex*:

- зараженность самок и самцов озерной сельди имеет сопоставимые характеристики во всех сравниваемых выборках;
- нематоды *A. simplex* накапливаются в полости тела рыб при ИО от 0,28 в возрасте 2+ до 6,5 в возрасте 7+.
- зараженность сельди *A. simplex* снижается в нерестовый период.

### Список источников

1. Асеева Н. Л., Смирнов А. А. Зараженность тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) северной части Охотского моря в зимний период // Научные труды Дальрыбвтуза. 2014. Т. 33. С. 3–7.
2. Волков А. Ф., Гаврилов Г. М., Поздняков С. Е., Родин В. Е., Фадеев Н. С., Шунтов В. П., Самойлова Н. С. Паразитические черви рыб дальневосточных морей и сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-центр, 1999. 123 с.
3. Лабай В. С. Водная биота озера Тунайча (южный Сахалин) и условия ее существования. М.: Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2016. 240 с.
4. Науменко Н. И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. М.: Камчатский печатный двор, 2001. 330 с.
5. Новокрещенных С. В., Полтева А. В. О зараженности тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) оз. Тунайча и зал. Терпения в 2019 г. (юго-восточный Сахалин) // «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса»: материалы VII научно-практической конференции молодых учёных с международным участием. М.: ВНИРО, 2019. С. 367–371.
6. Поспехов В. В. Гельминтофауна нерестовой тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* тауйской популяции (Тауйская губа, Охотское море) // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. С. 662–668.
7. Пушикова Г. М., Пушиков В. В. Зараженность сельди личинками нематод в водах Сахалина // Биология моря. 1981. № 5. С. 71–73.
8. Пушикова Г. М., Рыбникова И. Г. Изменение зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод от нереста к нагулу // Научные труды Дальрыбвтуза. 2013. Т. 28. С. 16–20.
9. Пушикова Г. М., Рыбникова И. Г. К динамике зараженности тихоокеанской сельди заливов северо-восточного Сахалина в период нереста личинками анизакид // Научные труды Дальрыбвтуза. 2013. Т. 30. С. 43–48.
10. Пушикова Г. М., Рыбникова И. Г. Сезонная изменчивость зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод в присахалинских водах // Научные труды Дальрыбвтуза. 2010. № 22. С. 81–86.
11. Пушикова Г. М., Шепелева О. Н., Рыбникова И. Г. Зараженность разных размерных групп тихоокеанской сельди личинками нематод // Научные труды Дальрыбвтуза. 2018. Т. 44. С. 16–26.
12. Рыбникова И. Г., Мартышко В. И. О зараженности тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Clupeiformes, Clupeidae) личинками *Anisakis* sp. (Nematoda: Ascaridata) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2007. № 19. С. 181–185.
13. Рыбникова И. Г., Пушикова Г. М. Зараженность тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 (Clupeiformes: Clupeidae) личинками *Anisakis* sp. (Rudolphi, 1809) (Nematoda: Ascaridata) // Биология моря. 2015. Т. 41. № 2. С. 116–121.
14. Рыбникова И. Г., Пушикова Г. М., Швецова Л. С. О зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод // Научные труды Дальрыбвтуза. 2009. Т. 21. С. 64–68.
15. Рыбникова И. Г., Шульгина М. А. О зараженности тихоокеанской сельди четырех заливов северо-восточного побережья Сахалина личинками анизакид // Научные труды Дальрыбвтуза. 2016. Т. 39. С. 74–80.
16. Трофимов И. К. Озерная форма сельди: ее происхождение и распространение // Известия ТИНРО. 2005. Т. 142. С. 64–81.
17. Grabda J. The dynamics of the nematode larvae, *Anisakis simplex* (Rud.) invasion in the South Western Baltic herring (*Clupea harengus* L.). Acta Ichthyologica et Piscatoria. 1974; 4 (1): 3–21.

Статья поступила в редакцию 21.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Новокрещенных Семён Витальевич**, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО) (693023, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196), г. Южно-Сахалинск, Россия, ORCID ID: 0000-0002-4787-6582, novokreshennihsv@sakhniro.vniro.ru

**Фролов Евгений Валерьевич**, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО) (693023, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196), г. Южно-Сахалинск, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-7155-9416, frolovev@sakhniro.vniro.ru

Вклад соавторов:

**Новокрещенных Семён Витальевич** – анализ и систематизация данных, интерпретация результатов исследования и формулировка выводов.

**Фролов Евгений Валерьевич** – анализ и систематизация данных, интерпретация результатов исследования и формулировка выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Aseeva N. L., Smirnov A. A., Infection of the Pacific herring (*Clupea pallasii*) in the northern part of the Sea of Okhotsk in winter. *Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2014; 33. 3–7. (In Russ.)
2. Volkov A. F., Gavrilov G. M., Pozdnyakov S. E., Rodin V. E., Fadeev N. S., Shuntov V. P., Samoilo-va N. S. Parasitic worms of fish from the Far Eastern seas and adjacent waters of the Pacific Ocean. Vladivostok: TINRO-Center (Pacific Fisheries Research Center), 1999; 123. (In Russ.)
3. Labay V. S. Aquatic biota in Lake Tunaicha (southern Sakhalin) and the existence conditions. M.: Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography, 2016; 240. (In Russ.)
4. Naumenko N. I. Biology and fishing of sea herrings in the Far East. M.: Kamchatka Print Yard, 2001; 330. (In Russ.)
5. Novokreshchenykh S. V., Polteva A. V. On the infection of the Pacific herring (*Clupea pallasii*) in Lake Tunaicha and the Gulf of Patience in 2019 (southeastern Sakhalin). «*Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya rybkhozyaystvennogo kompleksa*»: *materialy VII nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchonykh s mezhdunarodnym uchastiyem = "Current issues and prospects for fishery complex development": proceedings of the VII Scientific and Practical Conference of Young Scientists with international participation*. M.: Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), 2019; 367–371. (In Russ.)
6. Pospekhov V. V. Helminth fauna in the seed Pacific herring *Clupea pallasii* of the Tau Bay population (Tau Bay, Sea of Okhotsk). *Izvestiya TINRO = News of the TINRO (Pacific Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography)*. 2021; 201. 662–668. (In Russ.)
7. Pushnikova G. M., Pushnikov V. V. Nematode larvae infection in the herring in the Sakhalin Island waters. *Biologiya morya = Marine Biology*. 1981; 5: 71–73. (In Russ.)
8. Pushnikova G. M., Rybnikova I. G. Changes in nematode larvae infection rates in the Pacific herring from spawning to feeding migration. *Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2013; 28. 16–20. (In Russ.)
9. Pushnikova G. M., Rybnikova I. G. On Anisakis larvae infection dynamics in the Pacific herring in the northeastern Sakhalin bays in spawning. *Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2013; 30. 43–48. (In Russ.)
10. Pushnikova G. M., Rybnikova I. G. Seasonal variability of the nematode larvae infection in the Pacific herring in the Sakhalin Island waters. *Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2010; 22. 81–86. (In Russ.)
11. Pushnikova G. M., Shepeleva O. N., Rybnikova I. G. Nematode larvae infection rate in different size groups of the Pacific herring. *Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2018; 44. 16–26. (In Russ.)
12. Rybnikova I. G., Martyshko V. I. Infection of the Pacific herring *Clupea pallasii* (Clupeiformes, Clupeidae) with larvae of Anisakis sp. (Nematoda: Ascaridata). *Nauchnyye trudy Dal'rybvтуza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2007; 19: 181–185. (In Russ.)
13. Rybnikova I. G., Pushnikova G. M. Infection of the Pacific herring *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847

- (Clupeiformes: Clupeidae) with larvae of *Anisakis* sp. (Rudolphi, 1809) (Nematoda: Ascaridata). *Biologiya morya = Marine Biology*. 2015; 41 (2): 116–121. (In Russ.)
14. Rybnikova I. G., Pushnikova G. M., Shvetsova L. S. On nematode larvae infection in the Pacific herring. *Nauchnyye trudy Dal'rybvtuza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2009; 21. 64–68. (In Russ.)
15. Rybnikova I. G., Shulgina M. A. On *Anisakis* larvae infection in the Pacific herring in four bays of the north-eastern coast of Sakhalin. *Nauchnyye trudy Dal'rybvtuza = Scientific papers of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2016; 39. 74–80. (In Russ.)
16. Trofimov I. K. Lake herring: its origin and distribution. *Izvestiya TINRO = News of the TINRO (Pacific Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography)*. 2005; 142. 64–81. (In Russ.)
17. Grabda J. The dynamics of the nematode larvae, *Anisakis simplex* (Rud.) invasion in the South Western Baltic herring (*Clupea harengus* l.). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 1974; 4 (1): 3–21.

The article was submitted 21.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the authors:*

**Novokreshchennykh Semyon V.**, Sakhalin Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO) (196 Komsomolskaya st., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, ORCID ID: 0000-0002-4787-6582, novokreshchennykhsv@sakhniro.vniro.ru

**Frolov Evgeny V.**, Sakhalin Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO) (196 Komsomolskaya st., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0001-7155-9416, frololev@sakhniro.vniro.ru

*Contribution of co-authors:*

**Novokreshchennykh Semyon V.** – data analysis and systematization, research result interpretation and conclusions.

**Frolov Evgeny V.** – data analysis and systematization, research result interpretation and conclusions.

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

Научная статья

УДК 619:616-093;619:576.89;619:616.995.1

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-134-144>

## Паразитологическое обследование почвенных биотопов на территории города Москвы

Ольга Александровна Панова<sup>1</sup>, Ольга Петровна Курносова<sup>2</sup>,  
Ольга Вячеславовна Краснорожжина<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</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> panova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

<sup>2</sup> kurnosova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3248-8931>

<sup>3</sup> krasnorozhkina@vniigis.ru

### Аннотация

**Цель исследований** – провести санитарно-паразитологическое обследование почвенных биотопов на территории г. Москвы. Помимо традиционных исследований почвы, нами были проведены копроскопические анализы обезличенных проб фекалий собак, собранных с поверхности почвы в весенний период после таяния снега.

**Материалы и методы.** Было отобрано 83 объединенные пробы почвы в 9 административных округах г. Москвы методом конверта на глубине до 10 см. Все пробы исследовали в четырех повторностях методом Романенко согласно МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований». С тех же территорий, где отбиралась почва, было отобрано 365 обезличенных проб фекалий собак. Фекалии исследовали комбинированным флотационным методом. Пробы почвы и фекалий отбирали весной 2023 г. в период положительных температур сразу после таяния снега. Микроскопию проводили на микроскопе Motic BA410T с фотофиксацией. Идентификация обнаруженных объектов была проведена на основании морфометрических данных. Видовую дифференциацию яиц *Toxocara canis* и *T. cati* выполняли по отличиям в размерах яиц и строению наружной оболочки.

**Результаты и обсуждение.** Городская почва контаминирована возбудителями паразитарных болезней в 9,3 % проб. Обнаружены яйца токсокар (5,7 %), из них *T. canis* в 3,9% проб, а *T. cati* в 1,8 % проб. Яйца *Capillaria* sp. выявлены в 1,5%, яйца *Trichuris* sp. в 0,9%. Яйца *Hymenolepis* sp. и ооцисты кокцидий выявлены в 0,6% проб. В фекалиях собак возбудители паразитарных болезней выявлены в 3,3% проб. Токсокары обнаружены в 1,4% проб, цисты изоспор в 0,8%, саркоцисты в 0,8%, яйца *Toxascaris leonina* в 0,3%. Яйца *Toxocara* sp. преобладают по частоте обнаружения в почве; преимущественно это жизнеспособные яйца с личинками. Это согласуется с данными, что в обезличенных фекалиях собак яйца *T. canis* регистрируют чаще. Яйца *Trichuris* sp. и *Capillaria* sp. обнаружены в почве со сформированными жизнеспособными личинками. Полученные данные показывают потенциал городских почв как фактора передачи паразитов для человека и восприимчивых животных, а собаки играют ведущую роль в контаминации городской почвы яйцами токсокар.

**Ключевые слова:** санитарно-паразитологическое обследование, паразиты, зоонозы, городская почва, фекалии, собаки, *Toxocara* sp., Москва

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2022-0012 без привлечения дополнительных источников финансирования.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Панова О. А., Курносова О. П., Краснорожжина О. В. Паразитологическое обследование почвенных биотопов на территории города Москвы // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 134–144.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-134-144>

© Панова О. А., Курносова О. П., Краснорожжина О. В., 2024



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

Original article

# Parasitological investigation of soil biotope in the territory of Moscow

Olga A. Panova<sup>1</sup>, Olga P. Kurnosova<sup>2</sup>, Olga V. Krasnorogkina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</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>1</sup> panova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

<sup>2</sup> kurnosova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3248-8931>

<sup>3</sup> krasnorozhkina@vniigis.ru

## Abstract

**The purpose of the research** is to conduct a sanitary and parasitological examination of soil biotopes on the territory of Moscow. In addition to traditional soil studies, we conducted coproscopic analyzes of samples of dog feces collected from the soil surface in Spring.

**Materials and methods.** 83 combined soil samples were taken in 9 administrative districts of Moscow using the envelope method at a depth of up to 10 cm. From each combined sample, 4 samples were taken and examined using the Romanenko method according to MUK 4.2.2661-10 “Methods of sanitary and parasitological research”. From the same areas where soil was collected, 365 dog fecal samples were collected. Feces were studied using a combined flotation method. Soil and fecal samples were taken in Spring of 2023 during a period of positive temperatures immediately after the snow melted. Microscopy was performed using a Motic BA410T microscope. Identification of the detected objects was carried out on the basis of morphometric data. Species differentiation of *Toxocara canis* and *T. cati* eggs was carried out based on differences in the size of the eggs and the structure of the outer shell.

**Results and discussion.** The city's soil is contaminated with pathogens of parasitic diseases in 9.3% of samples. *Toxocara* eggs were found (5.7%), of which *T. canis* in 3.9% of samples, and *T. cati* in 1.8% of samples. Eggs of *Capillaria* sp. detected in 1.5%, eggs of *Trichuris* sp. at 0.9%. Eggs of *Hymenolepis* sp. and coccidia were detected in 0.6% of samples. In dog feces, pathogens of parasitic diseases were detected in 3.3% of samples. *Toxocara* sp. eggs were found in 1.4% of samples, isospores in 0.8%, sarcocystis in 0.8%, *Toxascaris leonina* eggs in 0.3%. *Toxocara* sp. eggs are the leaders in the frequency of detection in the soil; these are mainly viable eggs with larvae. This is consistent with the data that *T. canis* eggs are most often recorded in anonymized dog feces. Eggs of *Trichuris* sp. and *Capillaria* sp. found in soil with formed viable larvae. The findings show the potential of urban soils as a parasite transmission factor for humans and susceptible animals, and dogs play a leading role in the contamination of urban soils with *Toxocara* sp. eggs.

**Keywords:** sanitary and parasitological examination, parasites, zoonoses, soil, feces, dogs, *Toxocara* sp.

**Acknowledgments.** The work was carried out within the framework of state assignment No. FGUG-2022-0012 without attracting additional sources of funding.

**Financial transparency:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Panova O. A., Kurnosova O. P., Krasnorogkina O. V. Parasitological investigation of soil biotope in the territory of Moscow. *Rossiyskiy parazitologicheskij zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024;18(2):134–144. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-134-144>

© Panova O. A., Kurnosova O. P., Krasnorogkina O. V., 2024

## Введение

Городские почвы в современных условиях испытывают серьезную антропогенную нагрузку, что связано с ежедневными контактами с людьми, домашними, бездомными и дикими синантропными животными. При этом почва становится реальным фактором пере-

дачи различных паразитов, включая опасных для человека. Считается, что главным источником инвазий в городской среде являются домашние собаки, в большом количестве оставляющие фекалии во дворах и парках, способствуя таким образом распространению яиц гельминтов и ооцист простейших.

Паразиты сохраняют свою жизнеспособность в течение длительного периода, что делает почву резервуаром инвазии [14, 29]. Это касается не только яиц гельминтов. При контакте с почвой личинки некоторых нематод плотоядных (*Ancylostoma caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *Strongyloides stercoralis*) могут проникать в организм человека через кожу, вызывая синдром *cutaneous larva migrans* – кожной мигрирующей личинки. Пероральный путь заражения характерен для возбудителей токсокароза (*Toxocara* spp.). При проглатывании яиц возбудителя развивающийся синдром *larva migrans* может принимать висцеральную и/или глазную форму (*visceral/ocular larva migrans*) [12, 19, 20, 24].

Опубликовано большое число статей в мире и в России, посвященных санитарно-паразитологическим исследованиям почвы. В разных странах и регионах показатели загрязнения почвы яйцами гельминтов и ооцистами простейших колеблются в широких пределах. К примеру, в Греции этот показатель составляет до 17,2%, в Польше до 18,6%, в Чехии до 20,4%, в Румынии до 22,22%, в Португалии до 63,3%, в Испании до 71,33% [10, 11, 13, 16, 19, 22, 26, 29]. Исследования, проведенные в России, демонстрируют выявление возбудителей паразитарных болезней в почве парков, во дворах, на придомовой территории, в песочницах на детских площадках, а также в пробах сточных вод [1–4, 6, 7].

В Астраханской области в 2015–2020 гг. были проведены исследования почвы и выявлены *Toxocara* sp. (до 58,7%) и *Ascaris* sp. (до 22,6%). В Ростовской области и Республике Адыгея в 2019 г. на наличие яиц гельминтов и цист простейших исследованы пробы сточных вод и их осадков, пробы почвы и воды открытых поверхностных водоемов. На обеих территориях преимущественно выявили яйца токсокар – в 50% проб, реже обнаруживали яйца аскарид, остриц, тениид, а также анкилостомид, дикроцелиумов, дифиллоботриид. В Республике Марий Эл в 2018–2022 гг. в воде очистных сооружений канализаций обнаружены яйца *Ascaris* sp., *Toxocara* sp., *Trichuris* sp. В Ростовской области в 2020 г. в 22,4 % изученных проб обнаружены яйца возбудителей гельминтозов, из которых 0,4% проб оказались с жизнеспособными возбудителями. Основные воз-

будители – *Toxocara* sp. (80,5%), *Enterobius* sp. (11,7%), *Ascaris* sp. (7,8%) [1–3, 7].

Очевидно, для того, чтобы иметь актуальные данные об эпидемиологической и эпизоотологической ситуации по паразитозам, передающимся через почву, подобные мониторинговые исследования необходимо проводить на регулярной основе.

Целью нашей работы было санитарно-паразитологическое обследование почвенных биотопов на территории г. Москвы. Помимо традиционных исследований почвы, нами были проведены также копроскопические анализы обезличенных проб фекалий собак, собранных с поверхности почвы. В качестве сезона исследований был выбран ранний весенний период, когда после таяния снега накопленные за зиму фекалии можно было в изобилии найти во дворах и парках.

### Материалы и методы

Пробы почвы и фекалий отбирали весной 2023 г. в период положительных температур сразу после периода активного таяния снега. Для исследования были отобраны 83 объединенные пробы почвы из 9 административных округов г. Москвы. Пробы исследовали в четырех повторностях; общее число исследованных проб составило 332 (табл. 1).

Объединенные пробы массой не менее 200 г отбирали методом конверта на глубине до 10 см согласно МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований». Исследование почвы провели методом Романенко.

В Северном, Северо-Восточном, Восточном, Южном и Юго-Западном административных округах г. Москвы было отобрано 365 обезличенных проб фекалий собак. Фекалии исследовали комбинированным методом флотации с раствором нитрата натрия плотностью 1,38 [5].

Микроскопические исследования выполняли на микроскопе Motic VA410T с фотофиксацией. Идентификацию обнаруженных объектов проводили с помощью руководств Kaufmann J. (1996) и Zajac A. M. et al. (2021) на основании морфометрических данных [15, 30]. Видовую дифференциацию яиц *T. canis* и *T. cati* выполняли по отличиям в размерах яиц и строению наружной оболочки [21].

Таблица 1 [Table 1]

Исследованные пробы почвы по округам г. Москвы  
[Soil samples studied by districts of Moscow]

Административный округ [Administrative district]	Число объединенных проб почвы [Number of combined soil samples]	Число проведенных исследований [Number of studies conducted]
Центральный [Central]	8	36
Северный [Northern]	8	36
Северо-Восточный [Northeastern]	7	28
Восточный [Eastern]	23	92
Юго-Восточный [Southeastern]	5	20
Южный [Southern]	5	20
Юго-Западный [Southwestern]	7	28
Западный [West]	11	44
Северо-Западный [Northwestern]	7	28
Всего [Total]	81	332

### Результаты и обсуждение

В пробах городской почвы возбудители паразитарных болезней обнаружены в 31 пробе – 9,3% (табл. 2). Яйца токсокар обнаружены в 19 пробах почвы (5,7%), из них *Toxocara canis* – в 13 (3,9%), *T. cati* – в шести пробах (1,8%) (рис. 1, 2). Яйца *Capillaria* sp. выявлены в пяти пробах (1,5%), *Trichuris* sp. – в трех пробах (0,9%) (рис. 3, 4). Яйца *Hymenolepis* sp. обнаружены в двух пробах – 0,6%, ооцисты кокцидий также найдены в двух пробах (0,6%).

Таким образом, из обнаруженных возбудителей опасность для здоровья человека представляют токсокары и *Hymenolepis* sp.



Рис. 1. Яйцо *T. canis* в почве со сформированной личинкой (масштабная линейка = 20 мкм для всех рисунков)

Fig. 1. *Toxocara canis* egg in soil with a larva (scale bar = 20 μm for all figures)



Рис. 2. Яйцо *T. cati* в почве со сформированной личинкой  
Fig. 2. *T. cati* egg in soil with a larva



Рис. 3. Яйцо *Capillaria* sp. в почве  
Fig. 3. *Capillaria* sp. egg in soil

Таблица 2 [Table 2]

Результаты санитарно-паразитологического исследования почвы г. Москвы  
[Results of sanitary-parasitological study of soil in Moscow]

Административный округ [Administrative district]	Всего проб [Total samples]	Положительных проб, % [Positive samples, %]					Кокцидии [Coccidia]
		<i>T. canis</i>	<i>T. cati</i>	<i>Capillaria</i> sp.	<i>Trichuris</i> sp.	<i>Hymenolepididae</i> gen. sp.	
Центральный [Central]	36	5,5	0	0	0	0	2,7
Северный [Northern]	36	2,7	0	0	0	0	0
Северо-Восточный [Northeastern]	28	3,5	7,1	0	0	0	0
Восточный [Eastern]	92	0	3,2	3,2	2,1	1,0	0
Юго-Восточный [Southeastern]	20	10,0	0	0	0	0	0
Южный [Southern]	20	15,0	0	5,0	0	0	0
Юго-Западный [Southwestern]	28	7,1	0	0	0	0	0
Западный [West]	44	4,5	2,2	0	0	2,2	2,2
Северо-Западный [Northwestern]	28	0	0	3,5	3,5	0	0
Всего [Total]	332	3,9	1,8	1,5	0,9	0,6	0,6

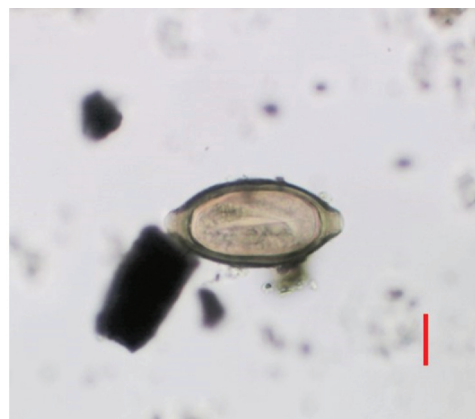


Рис. 4. Яйцо *Trichuris* sp. в почве со сформированной личинкой

Fig. 4. *Trichuris* sp. egg in soil with a larva

Очевидно, что яйца токсокар преобладают среди всех обнаруженных возбудителей паразитозов в почве. Обнаружено 14 жизнеспособных яиц *T. canis* на разных стадиях развития: 10 было со сформированной личинкой, 4 – на стадии дробления. Жизнеспособных яиц *T. cati* – 16, из них: 4 – на стадии множественного дробления, 10 – на стадии предличинки (головастика), 2 – со сформированной личинкой. При этом яйца *T. canis* обнаруживали в 2,1 раза чаще яиц *T. cati*. Яйца *T. canis* с развитыми жизнеспособными личинками обнаружены: на дворовой территории в Центральном, Северном, Северо-Восточном, Юго-Восточном и Юго-Западном административных округах (АО); на территории парков в Южном и Западном АО; на территории выгульной площадки для собак в Юго-Западном АО. Яйца *T. cati* с развитыми жизнеспособными личинками обнаружены на дворовой территории Северо-Восточного АО и в Восточном АО при входе в парковую зону.

В Северо-Западном и Восточном АО обнаружены яйца *Trichuris* sp. и *Capillaria* sp. со сформированными жизнеспособными личинками на дворовой территории и территории парка. В Западном АО найдено яйцо *Hymenolepis* sp. на территории парка.

Отдельно стоит отметить наличие большого числа яиц птичьих аскарид – *Ascaridia* sp.; они обнаружены в большом количестве в 23 пробах (6,9%) во всех АО. Яйца цестод птиц обнаружены в 10 пробах (3,0%) (рис. 5).



Рис. 5. Яйцо птичьей цестоды в почве

Fig. 5. Bird cestode egg in the soil

При исследовании обезличенных проб фекалий в 12 (3,3%) были выявлены возбудители паразитарных болезней. Яйца нематоды *T. canis* выявили в пяти пробах (1,4%). В шести пробах обнаружены цисты простейших: в трех *Iso spora* sp. – 0,8% и в трех *Sarcocystis* sp. – 0,8%. Яйца нематоды *Toxascaris leonina* обнаружили в одной пробе – 0,3% (табл. 3).

Яйца *Toxocara* sp. преобладали по частоте обнаружения как в почве, так и в обезличенных фекалиях собак. Это свидетельствует о том, что собаки играют ведущую роль в контаминации почвы яйцами токсокар, и в почве они накапливаются на жизнеспособной стадии.

Яйца нематод *Trichuris* sp. и *Capillaria* sp., обнаруженные в почве, в исследованных нами пробах фекалий собак не обнаружены. В пробах почвы выявлены ооцисты кокцидий (0,6%), а в фекалиях собак – цисты изоспор и саркоцист, а также яйца *Toxascaris leonina*, которые не представляют опасности для человека.

Яйца токсокар наиболее часто диагностируют в почве во многих странах мира. В Турции их распространенность достигает 16–22% в почве, 26% в песке, 15,6% на игровых площадках для собак, в Хорватии – 15,5–23,3% на детских площадках. В Италии загрязненность общественных парков яйцами токсокар достигает 63,6%, в Словакии 61,3%, в Сербии 50,1%. В Испании было загрязнено более 67% проб почвы парков. Данные исследований свидетельствуют о том, что в зависимости от климата и географического положения территории, уровень загрязнения неодинаков в разных странах и даже внутри отдельных стран. Это объясняется действием местных геоэкологических факторов [9, 17, 18, 24, 26].

В России яйца токсокар также регистрируют чаще других возбудителей [1]. В Ростовской области *Toxocara* sp. регистрировали в 80,5% проб [7]. В Астраханской области с 2015 по 2020 гг. диапазон выявления составил от 18,5 до 58,7% [3]. В Ростовской области с 2002 по 2009 гг. было зарегистрировано 29,6% проб почвы, содержащих яйца *Toxocara* spp. с

Таблица 3 [Table 3]

Результаты паразитологического исследования обезличенных фекалий собак на территории г. Москвы  
[Results of parasitological study of dog feces in Moscow]

Возбудитель [Pathogen]	Положительных проб фекалий, % [Positive samples, %] (Число положительных проб, шт. [Number of positive samples, pcs.] в АО [in administrative district])			
	Северный [Northern] (n = 56)	Северо-восточный [Northeastern] (n = 40)	Восточный [Eastern] (n = 95)	Южный [Southern] (n = 45)
<i>Iso spora</i> sp.	1,8 (1)	2,5 (1)	1,0 (1)	0
<i>Sarcocystis</i> sp.	0	0	2,0 (2)	0
<i>Toxocara canis</i>	0	0	1,0 (1)	2,2 (1)
<i>Toxascaris leonina</i>	0	0	0	2,2 (1)
				Юго-западный [Southwestern] (n = 129)
				0
				0,7 (1)
				2,3 (3)
				0

диапазоном от 13,30 до 100%. В период с 2010 по 2019 гг. среднее значение составило 26,7%. В Республике Адыгея с 2002 по 2009 гг. яйца *Toxocara* spp., в среднем, были в 16,7% с колебаниями от 10,5 до 23,9%, а в период с 2010 по 2019 гг. – 21,4% [8].

В Хорватии сообщают о высокой степени загрязнения образцов почвы и песка с игровых площадок собак яйцами *Trichuris vulpis* – до 17,7% [27]. В Сербии установлено наличие яиц *T. vulpis* в 4–6% проб почвы и 4% проб песка. Также часто регистрируют загрязнение яйцами анкилостоматид – до 12% проб почвы и 8% проб песка [24].

Большое число проб почвы, оказавшихся в нашем исследовании положительными в весенний период после зимнего периода, можно объяснить снежной зимой, позволяющей яйцам перезимовать в верхних слоях почвы. В теплый период яйца накапливаются в почве и из-за малого количества осадков не вымываются. Ранее проведенное исследование показало, что большая часть яиц располагается на глубине до 4 см [28]. Этот факт позволяет яйцам не погибать от прямых солнечных лучей и иметь достаточный уровень кислорода для развития. В затененных местах (под деревьями, кустарником и др.) яиц выявляется больше, чем на открытых участках [25].

Высокая жизнеспособность яиц токсокар в почве хорошо известна; в средней полосе России они способны сохранять жизнеспособность до нескольких лет. Цисты и ооцисты простейших обладают более низкой способностью к выживанию в естественной среде, при этом цисты *Giardia* spp. менее устойчивы, чем ооцисты *Cryptosporidium* spp. [23]. Это может объяснить то, что в нашем исследовании мы не обнаружили цист гиардий и криптоспоридий и обнаружили незначительное число ооцист кокцидий, в отличие от данных других авторов.

Выявленные в почве возбудители гельминтозов представляют собой потенциальную опасность для здоровья человека. Загрязнение почвы и ее способность накапливать инвазионные стадии возбудителей – важная проблема общественного здравоохранения. Ее предлагают решать исполнением таких мер, как контроль передачи возбудителей через окружающую среду, информирование владельцев собак по диагностике и профилактике паразитарных болезней своих питомцев, привле-

чение медицинских и ветеринарных специалистов [27].

## Заключение

В 9,3% исследованных проб почвы в весенний период обнаружены возбудители паразитарных болезней: яйца токсокар (5,7%), из них *T. canis* – в 3,9% проб, а *T. cati* – в 1,8%, яйца *Capillaria* sp. (1,5%), *Trichuris* sp. (0,9%). Яйца *Hymenolepis* sp. и ооцисты кокцидий выявлены в 0,6% проб. Яйца *Toxocara* sp. преобладают по частоте обнаружения в почве; преимущественно, это жизнеспособные яйца с личинками, которые представляют опасность для человека.

В фекалиях собак возбудители паразитарных болезней выявлены в 3,3% проб: яйца *T. canis* – в 1,4% проб, ооцисты *Isoospora* sp. – в 0,8%, *Sarcocystis* sp. – в 0,8%, яйца *Toxascaris leonina* – в 0,3%.

Полученные данные показывают потенциал городских почв как фактора передачи паразитов для человека и восприимчивых животных.

## Список источников

1. Горячева Р. Г., Турмухаметова Н. В. Анализ инвазированности почвы, осадков и стоков очистных сооружений яйцами геогельминтов в Республике Марий Эл в 2018-2022 гг. // Материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров: Вятский государственный университет, 2023. С. 394-397.
2. Димидова Л. Л., Хуторянина И. В., Черникова М. П., Думбадзе О. С., Твердохлебова Т. И., Портнова Г. В., Шовгенова Н. З. Объекты окружающей природной среды, как факторы передачи паразитозов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2019. Вып. 20. С. 194-199. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.194-199>
3. Ирдеева В. А., Аракельян Р. С., Богданьянц М. В., Степаненко Е. А., Шендо Г. Л., Деева Т. М. Санитарно-паразитологическое состояние почвы Астраханской области за период 2014-2020 гг. // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2020. № 3 (75). С. 145-150. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-3\(75\)-145-150](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-3(75)-145-150)
4. Никешина Т. В., Аракельян Р. С., Шендо Г. Л., Болдырева А. И., Салихов Н. З., Хабирова Е. Р., Болурова А. М., Харкибенов Б. Н., Давлетка-

- зиева А. Х., Кулжанова М. С. Контаминация почвы Астраханской области возбудителями гельминто-протозойных инвазий за 2016-2020 гг. // Пермский медицинский журнал. 2022. Т. 39, № 4. С. 117-124. <https://doi.org/10.17816/pmj394117-124>
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. Панова О. А., Хрусталева А. В. Изучение контаминации лап собак и обуви людей яйцами паразитических нематод // Российский паразитологический журнал. 2019;13 (1): 23-30. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-1-23-30>
7. Твердохлебова Т. И., Димидова Л. Л., Хуторянина И. В., Черникова М. П., Думбадзе О. С., Ковалев Е. В., Карпущенко Г. В., Ненадская С. А. Санитарно-паразитологический мониторинг объектов окружающей среды Ростовской области // Медицинский вестник Юга России. 2020. Т. 11. № 3. С. 79-83. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2020-11-3-79-83>
8. Хуторянина И. В., Черникова М. П., Димидова Л. Л., Твердохлебова Т. И. Результаты мониторинга за токсокарозом на юге России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2021. Вып. 22. С. 537-544. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.537-544>
9. Aydenizöz O. M. Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey. *Helminthologia*. 2006; 80: 15–18. <https://doi.org/10.1079/joh2005311>
10. Blaszkowska J., Wojcik A., Kurnatowski P., Szwab K. Geohelminth egg contamination of children's play areas in the city of Lodz (Poland). *Veterinary Parasitology*. 2012; 192 (1–3): 228–233. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.033>
11. Bojar H., Klapeć T. Contamination of soil with eggs of geohelminths in recreational areas in the Lublin region of Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2012; 19 (2): 267–270.
12. Bonilla-Aldana D. K., Morales-Garcia L. V., Badaracco J. R. U., Mosquera-Rojas M. D., Alarcón-Braga E. A., Hernandez-Bustamante E. A., Al-kassab-Córdova A., Benites-Zapata V. A., Rodriguez-Morales A. J., Delgado O. Prevalence of *Toxocara* eggs in Latin American parks: a systematic review and meta-analysis. *Le Infezioni in Medicina*. 2023; 31 (3): 329–349. <https://doi.org/10.53854/liim-3103-7>
13. Dubná S., Langrová I., Jankovská I., Vadlejš J., Pekár S., Nápravník J., Fechtner J. Contamination of soil with *Toxocara* eggs in urban (Prague) and rural areas in the Czech Republic. *Veterinary Parasitology*. 2007; 144: 81–86. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.09.023>
14. Ferreira A., Alho A. M., Otero D., Gomes L., Nijse R., Overgaauw P. A. M., de Carvalho L. M. Urban dog parks as sources of canine parasites: contamination rates and pet owner behaviors in Lisbon, Portugal. *Journal of Environmental and Public Health*. 2017; 2017. 1-7. <https://doi.org/10.1155/2017/5984086>
15. Kaufmann J. Parasitic infections of domestic animals: a diagnostic manual. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser, 1996; 423.
16. Martínez-Moreno F. J., Hernández S., López-Cobos E., Becerra C., Acosta I., Martínez-Moreno A. Estimation of canine intestinal parasites in Córdoba (Spain) and their risk to public health. *Veterinary Parasitology*. 2007; 143 (1): 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.004>
17. Mijatović D., Čalasan N., Simin V., Lalošević D. Nadzor pacijenta sa toksokarijuzom – Prikaz slučaja [Disease monitoring in toxocarosis – A case report]. *MD-Medical Data*. 2015; 7: 327–329.
18. Ondriska F., Mačuhová K., Melicherová J., Reiterová K., Valentová D., Beladičová V., Halgoš J. Toxocarosis in urban environment of western Slovakia. *Helminthologia*. 2013; 50: 261–268. <https://doi.org/10.2478/s11687-013-0139-x>
19. Overgaauw P., Nijse R. Prevalence of patent *Toxocara* spp. infections in dogs and cats in Europe from 1994 to 2019. *Advances in parasitology*. 2020; 109. 779-800. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.030>
20. Overgaauw P. A., van Knapen F. Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. *Veterinary Parasitology*. 2013; 193 (4): 398–403. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.035>
21. Panova O.A., Khrustalev A. Morphometric differentiation of *Toxocara canis* and *T. cati* eggs. 7th Conference of the scandinavian-baltic society for parasitology, Book of Abstracts, Riga, 8.-9.06.2017; 73.
22. Papavasiliopoulos V., Pitiriga V., Birbas K., Elefsiniotis J., Bonatsos G., Tsakris A. Soil contamination by *Toxocara canis* and human seroprevalence in the Attica region, Greece. *Germs*. 2018; 8 (3): 155–161. <https://doi.org/10.18683/germs.2018.1143>
23. Pavlović I. Methods of examination of soil and sand to presence of parasites eggs. Affiliation: the intellectual property office of Republic of Serbia, Certificate 999 No. 2770/2017A-0098/2017. 2017; <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33676.31368>

24. Ristić M., Miladinović-Tasić N., Dimitrijević S., Nenadović K., Bogunović D., Stepanović P., Ilić T. Soil and sand contamination with canine intestinal parasite eggs as a risk factor for human health in public parks in Niš (Serbia). *Helminthologia*. 2020; 57 (2): 109–119. <https://doi.org/10.2478/helm-2020-0018>
25. Rubel D., Wisnivesky C. Magnitude and distribution of canine fecal contamination and helminth eggs in two areas of different urban structure, Greater Buenos Aires, Argentina. *Veterinary Parasitology*. 2005; 133: 339. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.06.002>
26. Rudohradská P., Papajová I., Juriš P. Pets as a source of parasitic soil contamination in the settlements of marginalized groups of inhabitants. *Folia Veterinaria*. 2011; 55 (1): 33–35.
27. Stojčević D., Sušić V., Lučinger S. Contamination of soil and sand with parasites elements as a risk factor for human health in public parks and playgrounds in Pula, Croatia. *Veterinarski arhiv*. 2010; 80 (6): 733–742.
28. Storey G. W., Phillips R. A. The survival of parasite eggs throughout the soil profile. *Parasitol*. 1985; 91: 585–590. <https://doi.org/10.1017/s003118200006282x>
29. Tudor P. Soil contamination with canine intestinal parasites eggs in the parks and shelter dogs from Bucharest area. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015; 6: 387–391. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.103>
30. Zajac A. M., Conboy G. A., Little S. E., Reichard M. V. *Veterinary clinical parasitology*. 9rd edn. Wiley-Blackwell, Chichester, 2021; 432.

Статья поступила в редакцию 21.02.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Панова Ольга Александровна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-9254-0167, [panova@vniigis.ru](mailto:panova@vniigis.ru)

**Курносова Ольга Петровна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-3248-8931, [kurnosova@vniigis.ru](mailto:kurnosova@vniigis.ru)

**Краснорожжина Ольга Вячеславовна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, [krasnorozhkina@vniigis.ru](mailto:krasnorozhkina@vniigis.ru)

Вклад соавторов:

**Панова Ольга Александровна** – разработка дизайна опытов, исследование материала, анализ полученных данных, написание текста рукописи.

**Курносова Ольга Петровна** – разработка дизайна опытов, исследование материала, анализ полученных данных.

**Краснорожжина Ольга Вячеславовна** – сбор проб, исследование материала.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

- Goryacheva R. G., Turmukhametova N. V. Analysis of infection of soil, sediments and wastewater treatment facilities by geohelminth eggs in the Republic of Mari El in 2018-2022. *Materialy KHXI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem = Materials of the XXI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. Kirov: Vyatka State University, 2023; 394-397. (In Russ.)
- Dimidova L. L., Khutoryanina I. V., Chernikova M. P., Dumbadze O. S., Tverdokhlebova T. I., Portnova G. V., Shovgenova N. Z. Objects of the natural environment as factors in the transmission of parasitosis. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = “*Theory and practice of struggle*” with parasitic diseases”: a collection of scientific articles based on materials from an international scientific conference. 2019; 20: 194-199. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.194-199>
- Irdeeva V. A., Arakelyan R. S., Bogdanyants M. V., Stepanenko E. A., Shendo G. L., Deeva T. M. Sanitary and parasitological condition of the soil in the Astrakhan region for the period 2014-2020. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2020; 3 (75): 145-150. (In Russ.) [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-3\(75\)-145-150](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2020-3(75)-145-150)
- Nikeshina T. V., Arakelyan R. S., Shendo G. L., Boldyreva A. I., Salikhov N. Z., Khabirova E. R., Bolurova A. M., Kharkibenov B. N., Davletkazieva A. Kh., Kulzhanova M. S. Soil contamination of the Astrakhan region by pathogens of helminth-

- protozoal infestations for 2016-2020. *Permskiy meditsinskiy zhurnal = Perm Medical Journal*. 2022; 39 (4): 117-124. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/pmj394117-124>
5. Panova O. A., Kurnosova O. P., Khrustalev A. V., Arisov M. V. Methods of coprological diagnostics of animal parasitoses. *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. Panova O. A., Khrustalev A. V. The Study of the Contamination of the Paws of Dogs and Shoes with Eggs of Parasitic Nematodes. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (1): 23-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-1-23-30>
  7. Tverdokhlebova T. I., Dimidova L. L., Khutoryanina I. V., Chernikova M. P., Dumbadze O. S., Kovalev E. V., Karpuschenko G. V., Nenadskaya S. A. Sanitary and parasitological monitoring of environmental objects in the Rostov region. *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii = Medical Bulletin of the South of Russia*. 2020; 11 (3): 79-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2020-11-3-79-83>
  8. Khutoryanina I. V., Chernikova M. P., Dimidova L. L., Tverdokhlebova T. I. Results of monitoring of toxocarasis in the south of Russia. «*Teoriya i praktika borby s parazitarnymi boleznyami: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of struggle" with parasitic diseases: a collection of scientific articles based on materials from an international scientific conference*. 2021; 22: 537-544. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.537-544>
  9. Aydenizöz O. M. Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey. *Helminthologia*. 2006; 80: 15-18. <https://doi.org/10.1079/joh2005311>
  10. Blaszkowska J., Wojcik A., Kurnatowski P., Szwab K. Geohelminth egg contamination of children's play areas in the city of Lodz (Poland). *Veterinary Parasitology*. 2012; 192 (1-3): 228-233. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.033>
  11. Bojar H., Kłapeć T. Contamination of soil with eggs of geohelminths in recreational areas in the Lublin region of Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2012; 19 (2): 267-270.
  12. Bonilla-Aldana D. K., Morales-Garcia L. V., Badaracco J. R. U., Mosquera-Rojas M. D., Alarcón-Braga E. A., Hernandez-Bustamante E. A., Al-kassab-Córdova A., Benites-Zapata V. A., Rodriguez-Morales A. J., Delgado O. Prevalence of *Toxocara* eggs in Latin American parks: a systematic review and meta-analysis. *Le Infezioni in Medicina*. 2023; 31 (3): 329-349. <https://doi.org/10.53854/liim-3103-7>
  13. Dubná S., Langrová I., Jankovská I., Vadlejš J., Pekár S., Nápravník J., Fechtner J. Contamination of soil with *Toxocara* eggs in urban (Prague) and rural areas in the Czech Republic. *Veterinary Parasitology*. 2007; 144: 81-86. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.09.023>
  14. Ferreira A., Alho A. M., Otero D., Gomes L., Nijse R., Overgaauw P. A. M., de Carvalho L. M. Urban dog parks as sources of canine parasites: contamination rates and pet owner behaviors in Lisbon, Portugal. *Journal of Environmental and Public Health*. 2017; 2017: 1-7. <https://doi.org/10.1155/2017/5984086>
  15. Kaufmann J. Parasitic infections of domestic animals: a diagnostic manual. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser, 1996; 423.
  16. Martínez-Moreno F. J., Hernández S., López-Cobos E., Becerra C., Acosta I., Martínez-Moreno A. Estimation of canine intestinal parasites in Córdoba (Spain) and their risk to public health. *Veterinary Parasitology*. 2007; 143 (1): 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.004>
  17. Mijatović D., Čalasan N., Simin V., Lalošević D. Nadzor pacijenta sa toksokarijuzom – Prikaz slučaja [Disease monitoring in toxocarasis – A case report]. *MD-Medical Data*. 2015; 7: 327-329.
  18. Ondriska F., Mačuhová K., Melicherová J., Reiterová K., Valentová D., Beladičová V., Halgoš J. Toxocarasis in urban environment of western Slovakia. *Helminthologia*. 2013; 50: 261-268. <https://doi.org/10.2478/s11687-013-0139-x>
  19. Overgaauw P., Nijse R. Prevalence of patent *Toxocara* spp. infections in dogs and cats in Europe from 1994 to 2019. *Advances in parasitology*. 2020; 109: 779-800. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2020.01.030>
  20. Overgaauw P. A., van Knapen F. Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. *Veterinary Parasitology*. 2013; 193 (4): 398-403. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.035>
  21. Panova O. A., Khrustalev A. Morphometric differentiation of *Toxocara canis* and *T. cati* eggs. 7th Conference of the scandinavian-baltic society for parasitology, Book of Abstracts, Riga, 8.-9.06.2017; 73.
  22. Papavasiliopoulos V., Pitiriga V., Birbas K., Elefsiniotis J., Bonatsos G., Tsakris A. Soil contamination by *Toxocara canis* and human seroprevalence in the Attica region, Greece. *Germs*. 2018; 8 (3): 155-161. <https://doi.org/10.18683/germs.2018.1143>

23. Pavlović I. Methods of examination of soil and sand to presence of parasites eggs. Affiliation: the intellectual property office of Republic of Serbia, Certificate 999 No. 2770/2017A-0098/2017. 2017; <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33676.31368>
24. Ristić M., Miladinović-Tasić N., Dimitrijević S., Nenadović K., Bogunović D., Stepanović P., Ilić T. Soil and sand contamination with canine intestinal parasite eggs as a risk factor for human health in public parks in Niš (Serbia). *Helminthologia*. 2020; 57 (2): 109–119. <https://doi.org/10.2478/helm-2020-0018>
25. Rubel D., Wisnivesky C. Magnitude and distribution of canine fecal contamination and helminth eggs in two areas of different urban structure, Greater Buenos Aires, Argentina. *Veterinary Parasitology*. 2005; 133: 339. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.06.002>
26. Rudohradská P., Papajová I., Juriš P. Pets as a source of parasitic soil contamination in the settlements of marginalized groups of inhabitants. *Folia Veterinaria*. 2011; 55 (1): 33–35.
27. Stojčević D., Sušić V., Lučinger S. Contamination of soil and sand with parasites elements as a risk factor for human health in public parks and playgrounds in Pula, Croatia. *Veterinarski arhiv*. 2010; 80 (6): 733–742.
28. Storey G. W., Phillips R. A. The survival of parasite eggs throughout the soil profile. *Parasitol.* 1985; 91: 585–590. <https://doi.org/10.1017/s003118200006282x>
29. Tudor P. Soil contamination with canine intestinal parasites eggs in the parks and shelter dogs from Bucharest area. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015; 6: 387–391. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.103>
30. Zajac A. M., Conboy G. A., Little S. E., Reichard M. V. *Veterinary clinical parasitology*. 9rd edn. Wiley-Blackwell, Chichester, 2021; 432.

The article was submitted 21.02.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the authors:*

**Panova Olga A.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0001-9254-0167, [panova@vniigis.ru](mailto:panova@vniigis.ru)

**Kurnosova Olga P.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-3248-8931, [kurnosova@vniigis.ru](mailto:kurnosova@vniigis.ru)

**Krasnorogkina Olga V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, [krasnorozhkina@vniigis.ru](mailto:krasnorozhkina@vniigis.ru)

*Contribution of co-authors:*

**Panova Olga A.** – development of experiment design, researching the material, analysis of the data obtained, writing the text of the manuscript.

**Kurnosova Olga P.** – development of experiment design, researching the material, analysis of the data obtained.

**Krasnorogkina Olga V.** – collection of samples, researching the material.

*The authors have read and approved the final manuscript version.*

Научная статья

УДК 619:616.993.1

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-145-152>

## Эколого-эпизоотологическая характеристика сетариоза крупного рогатого скота в фермерских хозяйствах Алтайского края

Николай Митрофанович Понамарев<sup>1</sup>, Наталья Викторовна Тихая<sup>2</sup>,  
Иван Алексеевич Архипов<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет», Барнаул, 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>1</sup> [ponamarev.57@bk.ru](mailto:ponamarev.57@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5688-5192>

<sup>2</sup> [tikhaya.n@mail.ru](mailto:tikhaya.n@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6080-2011>

<sup>3</sup> [arkhipovhelm@mail.ru](mailto:arkhipovhelm@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

### Аннотация

**Цель исследования** – изучить эпизоотологию и патоморфологию сетариоза крупного рогатого скота в фермерских хозяйствах Алтайского края.

**Материалы и методы.** Для постановки диагноза исследовали пробы крови на наличие микросетарий у телят текущего года рождения.

**Результаты и обсуждение.** Микросетарии были обнаружены у крупного рогатого скота во всех зонах Алтайского края по результатам исследования проб крови. Зараженность колебалась в пределах 23,3–31,9% в зависимости от зоны и, в среднем, составила 27,6%. Интенсивность инвазии также колебалась от 7,4±0,7 до 9,3±0,8 экз. Наибольшая зараженность отмечена у животных в возрасте 4–7 лет (33,3 %) при интенсивности инвазии 11,3±1,0 экз./гол. Крупный рогатый скот инвазирован сетариями во все сезоны года с изменениями в разные месяцы. Максимальная зараженность отмечена в июне – до 40,0%. Единичные экземпляры личинок сетарий в крови у телят до года были обнаружены в декабре, т. е. через 7 месяцев после начала пастбищного периода и активности комаров. При патоморфологическом исследовании установлено, что в большинстве случаев отмирающие сетарии в брюшной полости прикрепляются к капсулам печени, селезенки и брыжейки. Для предотвращения микрофиляриемии у крупного рогатого скота и распространения сетариоза рекомендуем применять препараты макроциклического ряда.

**Ключевые слова:** сетариоз, микросетарии, интенсивность инвазии, инвазированность, комары, мошки

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Понамарев Н. М., Тихая Н. В., Архипов И. А. Эколого-эпизоотологическая характеристика сетариоза крупного рогатого скота в фермерских хозяйствах Алтайского края // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 145–152.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-145-152>

© Понамарев Н. М., Тихая Н. В., Архипов И. А., 2024



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

Original article

# Ecological and epizootological characteristics of setariosis in cattle on farms in the Altai Territory

Nikolay M. Ponamarev<sup>1</sup>, Natalia V. Tikhaya<sup>2</sup>, Ivan A. Arkhipov<sup>3</sup><sup>1,2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Altai State Agrarian University», Barnaul, 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” (VNIP – FSC VIEV), Moscow, Russia<sup>1</sup>ponamarev.57@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5688-5192><sup>2</sup>tikhaya.n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6080-2011><sup>3</sup>arkhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the epizootiology and pathomorphology of setariosis in cattle on farms in the Altai Territory.

**Materials and methods.** To make a diagnosis, blood samples were examined for the presence of microsetaria in calves of the current year of birth.

**Results and discussion.** Microsetariae were found in cattle in all zones of the Altai Territory based on the results of a study of blood samples. Infection fluctuated between 23.3–31.9% depending on the zone and, on average, amounted to 27.6%. The intensity of infection also ranged from 7.4±0.7 to 9.3±0.8 sp. The highest infection was observed in animals aged 4–7 years (33.3%) with infection intensity of 11.3±1.0 sp./animal. Cattle are infected with *Setaria* sp. in all seasons with changes in different months. The maximum infection rate was observed in June – up to 40.0%. Single specimens of *Setaria* sp. larvae in the blood of calves up to one year old were found in December, i.e., 7 months after the start of the grazing period and mosquito activity. Pathomorphological examination revealed that in most cases, dying *Setaria* sp. in abdominal cavity are attached to the capsules of the liver, spleen and mesentery. To prevent microfilariemia in cattle and the spread of *Setaria* sp. infection, we recommend using macrocyclic drugs.

**Keywords:** *Setaria* sp., microsetaria, intensity of infection, infection, mosquitoes, midges

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Ponamarev N. M., Tikhaya N. V., Arkhipov I. A. Ecological and epizootological characteristics of setariosis in cattle on farms in the Altai Territory. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):145–152. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-145-152>

© Ponamarev N. M., Tikhaya N. V., Arkhipov I. A., 2024

## Введение

Сетариоз жвачных животных – наиболее широко распространенное заболевание как в России, так и в других странах. В Алтайском крае у крупного рогатого скота недостаточно изучены филяриатозы [3–5]. Сетарии, паразитируя в организме крупного рогатого скота, вызывают воспалительные процессы, патологические изменения, некроз тканей, а также изменения в клинических, биохимических и гематологических показателях крови крупно-

го рогатого скота вызывая повреждения глаз, мозга [1, 2].

При филяриатозах утилизируется до 41% кож, пораженных микрофиляриями; за лактацию на 22,4 л меньше получают молока и на 22,3% больше регистрируют маститы [1].

Некоторые вопросы по распространению были изучены В. Г. Онищенко [6]. Однако, сезонная и возрастная динамика сетариоза остается не изученной в фермерских и крестьянских хозяйствах Алтайского края.

Цель работы – изучить эпизоотологию и патоморфологию сетариоза крупного рогатого скота в фермерских хозяйствах Алтайского края.

### Материалы и методы

Распространение сетариоза в Алтайском крае изучали на основании исследования крови [1].

Число микросетарий подсчитывали в 1 мл крови. С этой целью из яремной вены брали пробы крови, разбавляли водой до объема 10 мл, центрифугировали и исследовали осадок.

Зараженность крупного рогатого скота сетариями в зависимости от возраста изучали на 237 животных, в том числе в возрасте до двух лет – 48 гол., от двух до четырех – 72, от четырех до семи – 68, старше 7 лет – 49 гол.

Сроки заражения сетариями телят текущего года рождения изучали на 19 животных в период с 15 мая по 23 октября. В это время животных ежемесячно исследовали прижизненно с определением числа микросетарий в 1 мл крови.

Число промежуточных хозяев на жвачных животных изучали в весенне-летний период в фермерских хозяйствах Каменского района Алтайского края путем определения численности симулид на пяти головах за 5-минутный учет. Комаров собирали и фиксировали в 70%-ном спирте. Насекомых идентифицировали по определителям А. В. Гуцевича (1969), И. А. Рубцова (1956) [2, 9].

### Результаты и обсуждение

По результатам исследования проб крови личинки сетарий обнаружены у крупного рогатого скота во всех зонах Алтайского края. Зараженность колебалась в пределах 23,3–31,9% в зависимости от зоны и составила, в среднем, 27,6%. Интенсивность инвазии также колебалась от  $7,4 \pm 0,7$  до  $9,3 \pm 0,8$  экз./гол. Наибольшая зараженность отмечена в пойменной и лесостепной зонах, где большинство фермерских сельскохозяйственных предприятий находятся вблизи истоков рек и озер.

С увеличением экстенсивности инвазии повышалась и интенсивность инвазии. При полном гельминтологическом вскрытии серозных покровов брюшной полости установлена 31,8%-ная зараженность, что на 4,2% выше, чем при лабораторном исследовании крови. Интенсивность инвазии, в среднем, составила  $2,8 \pm 0,5$  экз./гол. и варьировала от 2,4 до 3,1 экз./гол. Повышение экстенсивности инвазии отмечено в пойменной и лесостепной зонах (рис. 1, 2).

Прижизненные исследования проб крови показали разную зараженность крупного рогатого скота разного возраста. Так, животные до двух лет были заражены сетариями на 10,4%, 2-4-х лет – на 19,4, 4–7 лет – на 33,8 и старше 7 лет – на 30,6% при обнаружении в 1 мл крови соответственно  $1,0 \pm 0,15$ ;  $2,1 \pm 0,25$ ;  $3,8 \pm 0,35$  и  $3,0 \pm 0,49$  микросетарий (рис. 3).

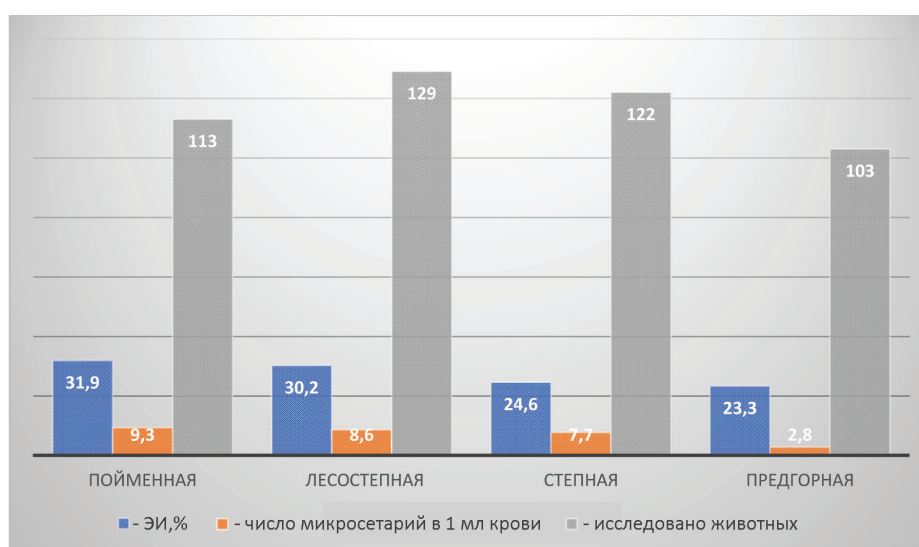


Рис. 1. Зараженность крупного рогатого скота сетариями в разных зонах по результатам исследования крови  
[Fig. 1. Infection of cattle with *Setaria* sp. in different zones according to the results of a blood test]

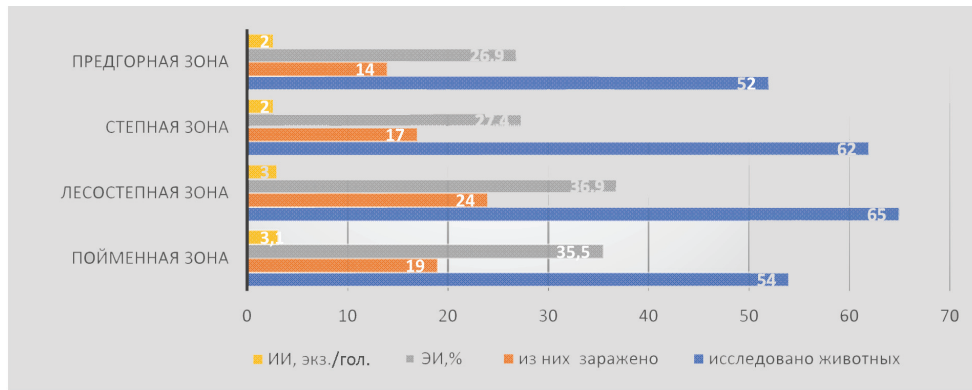


Рис. 2. Зараженность сетариями взрослого крупного рогатого скота в Алтайском крае по результатам вскрытия брюшной полости

[Fig. 2. Infection with *Setaria* sp. in adult cattle in the Altai region according to the results of autopsy of the abdominal cavity]

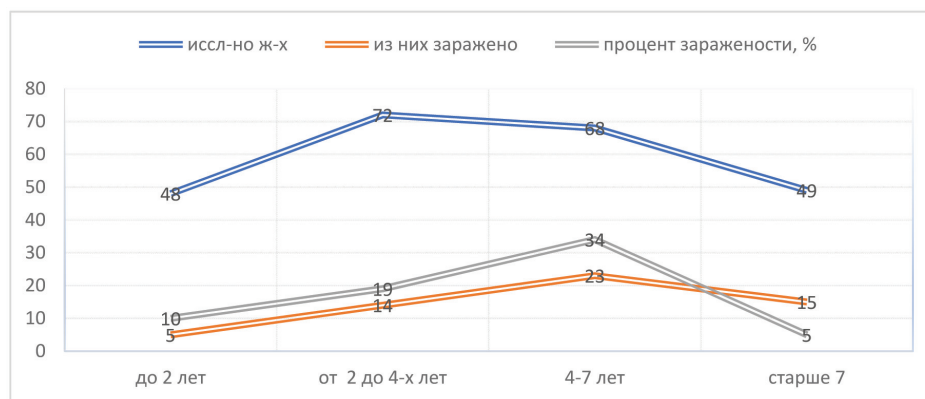


Рис. 3. Возрастная динамика инвазированности крупного рогатого скота сетариями по результатам исследования крови

[Fig. 3. Age dynamics of cattle infection with *Setaria* sp. according to the results of a blood test]

При полном гельминтологическом вскрытии серозных оболочек брюшной полости 288 голов крупного рогатого скота зараженность сетариями составила, в среднем, 23,6%, в том числе до двух лет – 8,3%, от двух до четырех – 17,0, от четырех до семи – 33,3, старше 7 лет – 27,4% при интенсивности инвазии соответственно  $3,7 \pm 0,3$ ;  $6,1 \pm 0,5$ ;  $11,3 \pm 1,0$ ;  $8,9 \pm 0,8$  экз./гол. (рис. 4).

Таким образом, данные гельминтологических вскрытий брюшной полости подтверждают результаты прижизненной диагностики крови о повышении экстенсивности и интенсивности инвазии с возрастом животных.

Среди возрастных групп наибольшая зараженность отмечена в возрасте 4–7 лет – 33,3% при интенсивности инвазии  $11,3 \pm 1,0$  микро-сетарий/мл крови.

Лабораторные исследования проб крови показали зараженность сетариями во все ме-

сяцы года. Экстенсивность инвазии в течение года менялась незначительно за исключением незначительного увеличения зараженности животных в летнее время (табл. 1).

Инвазированность сетариями составила, в среднем, 31,4% при разнице от 20% в зимний до 37,9% в летний период. В июне-июле регистрировали самую высокую экстенсивность инвазии у крупного рогатого скота – 40,0% и повышение числа личинок в 1 мл крови до  $19,6 \pm 1,2$  экз.

Зараженность микрофиляриями регистрировали в июле у 41,7%, октябре – у 28,6, январе – у 26,7 и апреле – у 23,1% животных.

Таким образом, инвазированность сетариями зарегистрирована в течение всего года с некоторым увеличением в весенне-летнее время, что связано с развитием нематод новой генерации.

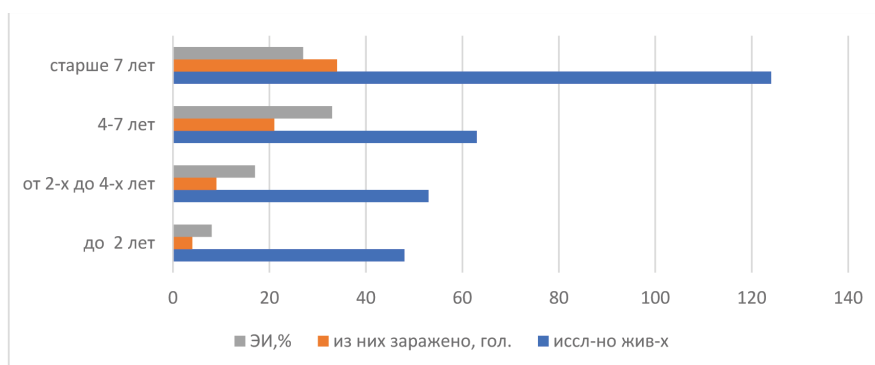


Рис. 4. Плотность популяции *Setaria labiato-papillosa* у животных разного возраста по результатам исследований брюшной полости

[Fig. 4. Population density of *Setaria labiato-papillosa* in animals of different ages according to the results of studies of the abdominal cavity]

Таблица 1 [Table 1]

Инвазированность крупного рогатого скота *S. labiato-papillosa* по результатам исследований крови в разные сезоны года

[Cattle infection with *S. labiato-papillosa* according to blood tests in different seasons]

Сезон [Season]	Исследовано животных [Animals studied]	Из них заражено [Of these infected]	% зараженности [% infection]	Среднее число микросетарий в 1 мл крови, экз. [Average number of microsetaria in 1 ml of blood, ind.]
Зима [Winter]	50	10	20,0	13,1±1,0
Весна [Spring]	49	17	34,7	14,4±1,3
Лето [Summer]	58	22	37,9	18,6±1,2
Осень [Autumn]	53	17	32,1	15,6±1,1
В среднем [Average]	210	66	31,4	15,4±1,2

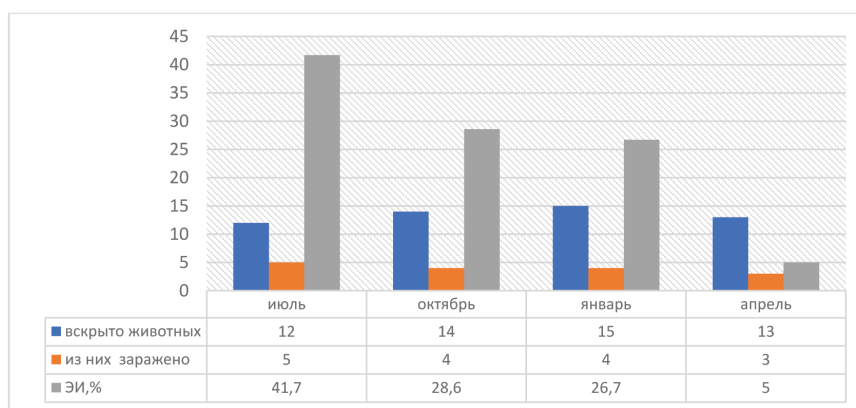


Рис. 5. Зараженность сетариями животных по данным вскрытий брюшной полости в разные месяцы

[Fig. 5. *Setaria* sp. infection of animals based on the results of abdominal dissections in different months]

У телят впервые личинок сетарий в крови обнаружили у одного животного из 17 в декабре, т. е. через 210 сут после выгона животных на пастбище. Зараженность в январе составила 6,7%, феврале – 13,3, марте, апреле и мае –

по 15,4% при обнаружении в 1 мл крови соответственно 2,1±0,7; 2,4±0,8; 2,5±0,7; 2,6±0,8 микросетарий (табл. 2).

Число микросетарий в крови у телят текущего года рождения увеличивалось незначи-

Таблица 2 [Table 2]

Результаты изучения сроков заражения молодняка крупного рогатого скота *S. labiato-papillosa*  
 [Results of studying the timing of infection of young cattle with *S. labiato-papillosa*]

Год, месяц [Year, month]	Исследовано животных [Animals studied]	Из них заражено [Of these infected]	% зараженности [Infection percentage]	Среднее число микро- сетарий в 1 мл крови, экз. [Average number of microsetaria in 1 ml of blood, ind.]
2018				
Август [August]	19	0	0	0
Сентябрь [September]	19	0	0	0
Октябрь [October]	18	0	0	0
Ноябрь [November]	17	0	0	0
Декабрь [December]	17	1	5,9	2,0±0,5
2019				
Январь [January]	15	1	6,7	2,1±0,7
Февраль [February]	15	2	13,3	2,1±0,7
Март [March]	13	2	15,4	2,4±0,8
Апрель [April]	13	2	15,4	2,5±0,7
Май [May]	13	2	15,4	2,6±0,8

тельно: с  $2,1 \pm 0,7$  экз. в январе до  $2,6 \pm 0,8$  экз. в мае.

В 1963 г. А. Н. Осипов сообщал, что развитие сетарий в организме крупного рогатого скота происходит за 6 месяцев. Из этого следует, что молодняк крупного рогатого скота впервые начинает заражаться *S. labiato-papillosa* в мае-июне, т. е. с началом выгона животных на пастбище [7].

Промежуточными хозяевами *S. labiato-papillosa* являются комары из семейства Culicidae, класса Insecta. Впервые небольшое количество комаров нападает на животных в середине мая. В последующем, численность кулицид увеличивалась и достигла в июле, августе и сентябре  $158,2 \pm 11,8$ ;  $24,3 \pm 2,6$  и  $1,2 \pm 0,3$  экз. соответственно.

Наибольшее число комаров у 5 животных, находящихся в опыте, за 5-минутный учет отмечали в июне –  $225,5 \pm 16,3$  экз./гол.

Данные наших наблюдений показали, что самое большое число симулиид на животных было в летний период. Лет комаров в условиях Алтайского края начинается в мае и заканчивается в сентябре. Большое число инвазированных животных в летний период связано с половозрелостью нематод и увеличением их воспроизводительной способности, что представляется возможным для передачи и циркуляции этих возбудителей.

Знание периода максимальной активности промежуточных хозяев позволит предложить проведение профилактических мероприятий в обоснованные сроки для разрыва периода развития нематод.

Для профилактики заражения животных личинками сетарий рекомендуем использовать препараты широкого спектра действия из группы макроциклических лактонов в дозе 0,2 мг/кг по ДВ в сроки подъема численности насекомых.

При патоморфологическом исследовании при сетариозе обнаружены, в большинстве случаев, погибающие сетарии в брюшной полости, прикрепленные к капсулам печени, селезенки и брыжейки. После лизиса гельминтов на печени, селезенке и брыжейке остается беловатый след по форме и величине паразита в виде рубца. Было отмечено, что погибшие сетарии формируются в инкапсулированные клубки, которые лежат в брюшной полости. Такие образования встречались от 1 до 4 штук, по форме похожие на отшлифованные камешки, плоские, круглые и эллипсоидные диаметром 1–5 см.

При гистологическом исследовании на капсуле печени в виде беловатых нитей видны сетарии, которые не только плотно прилегают к капсуле, но и обрастают соединительной тканью. Общее строение печеночных долек сохраняется. В просвете внутридольковых капилляров среди эритроцитов часто встречаются эозинофилы. В отдельных дольках около

капсулы небольшие группы печеночных клеток подвергаются мутному набуханию и плазмолизу. По ходу междольковой ткани, около кровеносных сосудов, желчных протоков и между печеночными балками в различных частях долек группируются пролифераты, состоящие преимущественно из лимфоидных клеток, эозинофилов, гистиоцитов и фибробластов. В междольковой соединительной ткани иногда встречаются кровеносные сосуды, наружные стенки которых отечны, разрыхлены и гемогенизированы.

Капсула печени местами утолщена и инфильтрирована лимфоидными, плазматическими клетками и эозинофилами. Местами около глиссоновой капсулы видны мертвые сетарии, которые обросли соединительнотканной капсулой. Между соединительнотканными волокнами и около паразита находится большое число макрофагов, эозинофилов, лимфоидных и плазматических клеток. Макрофаги и эозинофилы не только окружают, но и проникают в тело паразита через разрушенную оболочку и, по-видимому, способствуют его рассасыванию.

Таким образом, на оболочке печени сетарии инкапсулируются, погибают и рассасываются.

### Заключение

*S. labiato-papillosa* в фермерских хозяйствах Алтайского края имеет широкое распространение. Экстенсивность инвазии составила 27,6%. Максимальная экстенсивность инвазии сетариями отмечена в летний период – 40,0%.

Зараженность крупного рогатого скота в возрасте до двух лет составила 8,3%, от двух до четырех лет – 17,0, четырех-семи – 33,3 и старше 7 лет – 27,4% при интенсивности инвазии  $3,7 \pm 0,3$ ;  $6,1 \pm 0,5$ ;  $11,3 \pm 1,0$  и  $8,9 \pm 0,8$  экз./гол. соответственно.

Незначительное число личинок сетарий в крови у телят до одного года зарегистрировано в декабре, т. е. через 210 сут после выхода животных на пастбище и начала активности комаров.

Статья поступила в редакцию 26.02.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Понамарев Николай Митрофанович**, ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет (656000, Россия, г. Барнаул, ул. Красноармейский, 93), г. Барнаул, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0001-5688-5192, [ponamarev.57@bk.ru](mailto:ponamarev.57@bk.ru)

**Тихая Наталья Викторовна**, ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет (656000, Россия, г. Барнаул, ул. Красноармейский, 93), г. Барнаул, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-6080-2011, [tikhaya.n@mail.ru](mailto:tikhaya.n@mail.ru)

### Список источников

1. *Архипов И. А., Григорьев Ю. Е.* Изменения в показателях крови крупного рогатого скота при сетариозе // Материалы Всероссийской научной конференции по патологической анатомии. М., 2000. С. 23-24.
2. *Гуцевич А. В.* Определитель насекомых Европейской части СССР. Изд-во АН СССР, 1969. Т. 5, Ч.1. С. 149-163.
3. *Григорьев Ю. Е.* Эпизоотология сетариоза крупного рогатого скота в центральной части Нечерноземной зоны России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями животных»: материалы докладов научной конференции. М., 1999. Вып. 20. С. 72-73.
4. *Григорьев Ю. Е., Архипов И. А.* Плотность популяции сетарий в организме крупного рогатого скота разного возраста и в разные сезоны года // Сборник научных трудов по ветеринарной паразитологии, посвященный 100-летию И. В. Орлова. М., 1999. С. 21-22.
5. *Ивашкин В. М., Мухамадиев С. А.* Определитель гельминтов крупного рогатого скота. М.: Наука, 1981. 259 с.
6. *Онищенко В. Г., Понамарев Н. М., Архипов И. А.* Некоторые вопросы эпизоотологии филяриатозов крупного рогатого скота юге Западной Сибири // Труды Всероссийского института гельминтологии. 2005. Т. 41. С. 280-285.
7. *Осипов А. Н.* Парафиляриоз крупного рогатого скота / В кн.: "Гельминтозы жвачных животных" под ред. *Е. Е. Шумаковича*. М.: Колос, 1968. С. 362-364.
8. *Понамарев Н. М., Онищенко В. Г., Тихая Н. В.* Эпизоотологическая характеристика сетариоза крупного рогатого скота в разных зонах Алтайского края // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 5(151). С. 122-127.
9. *Рубцов И. А.* Мошки (сем. Simuliidae). Фауна СССР. Насекомые двукрылые. М.-Л., 1956. Т. 6, Вып. 6. 860 с.
10. *Kumar B., Joshi H. C., Kumar M.* Clinico-haematological changes in microfilaria affected buffaloes (*Bubalus bubalus*). Ind. J. Vet. Med. 1984; 4 (1): 45-47.

**Архипов Иван Алексеевич**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0001-5165-0706, arkipovhelm@mail.ru

*Вклад соавторов:*

**Понамарев Николай Митрофанович** – проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи

**Тихая Наталья Викторовна** – проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

**Архипов Иван Алексеевич** – научное руководство, проведение исследований, критический анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Arkhipov I. A., Grigoriev Yu. E. Changes in blood parameters of cattle at setariosis. *Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii po patologicheskoy anatomii = Materials of the All-Russian Scientific Conference on Pathological Anatomy*. M., 2000; 23-24. (In Russ.)
2. Gutsevich A. V. Key to insects of the European part of the USSR. Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1969; 5 (1): 149-163. (In Russ.)
3. Grigoriev Yu. E. Epizootology of setariosis in cattle in the central part of the Non-Black Earth zone of Russia. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami zhivotnykh*»: *materialy dokladov nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of combating parasitic diseases of animals": materials of scientific conference reports*. M., 1999; 20: 72-73. (In Russ.)
4. Grigoriev Yu. E., Arkhipov I. A. Population density of *Setaria* sp. in cattle of different ages and in different seasons. *Sbornik nauchnykh trudov po veterinarnoy parazitologii, posvyashchennoy 100-letiyu I. V. Orlova = Collection of scientific papers on veterinary parasitology dedicated to the 100th anniversary of I. V. Orlov*. M., 1999; 21-22. (In Russ.)
5. Ivashkin V. M., Mukhamadiev S. A. Determinant of helminths in cattle. M.: Nauka, 1981; 259. (In Russ.)
6. Onishchenko V. G., Ponomarev N. M., Arkhipov I. A. Some issues of epizootology of filariasis in cattle in the south of Western Siberia. *Trudy Vserossiyskogo instituta gel'mintologii = Proceedings of the All-Russian Institute of Helminthology*. 2005; 41: 280-285. (In Russ.)
7. Osipov A. N. Parafilariosis of cattle / In the book: «*Helminthosis of ruminants*», ed. E. E. Shumakovich. M.: Kolos, 1968; 362-364. (In Russ.)
8. Ponomarev N. M., Onishchenko V. G., Tikhaya N. V. Epizootological characteristics of setariosis in cattle in different zones of the Altai Territory. *Vestnik Altayskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017; 5 (151): 122-127. (In Russ.)
9. Rubtsov I. A. Midges (family Simuliidae). Fauna of the USSR. Diptera insects. M.-L., 1956; 6 (6). 860. (In Russ.)
10. Kumar B., Joshi H. C., Kumar M. Clinico-haematological changes in microfilaria affected buffaloes (*Bubalus bubalus*). *Ind. J. Vet. Med.* 1984; 4 (1): 45-47.

The article was submitted 26.02.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the authors:*

**Ponomarev Nikolay M.**, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Altai State Agrarian University» (93, Krasnoarmeysky St., Barnaul, Russia, 656000), Barnaul, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0001-5688-5192, ponomarev.57@bk.ru

**Tikhaya Natalya V.**, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Altai State Agrarian University (93, Krasnoarmeysky St., Barnaul, Russia, 656000), Barnaul, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0001-6080-2011, tikhaya.n@mail.ru

**Arkhipov Ivan A.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0001-5165-0706, arkipovhelm@mail.ru

*Contribution of co-authors:*

**Ponomarev Nikolay M.** – research, analysis and interpretation of the data obtained, preparation of the article.

**Tikhaya Natalya V.** – conducting research, analyzing and interpreting the data obtained, preparing the article.

**Arkhipov Ivan A.** – scientific supervision, research, critical analysis and interpretation of the data obtained, preparation of the article.

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

Научная статья

УДК 632.651:58.073

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-153-162>

## Влияние заражения *Meloidogyne incognita* на накопление фенольных соединений у растений рода Мята (*Mentha* L.)

Наталья Николаевна Буторина<sup>1</sup>, Петр Владимирович Лапшин<sup>2</sup>,  
Мария Сергеевна Плыкина<sup>3</sup>, Жанна Викторовна Удалова<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУН Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>4</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> [nbut@list.ru](mailto:nbut@list.ru), <https://orcid.org/0000-0002-43022985>

<sup>2</sup> [tp.lapshin@mail.ru](mailto:tp.lapshin@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7892-9985>

<sup>3</sup> [plykina.maria@yandex.ru](mailto:plykina.maria@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0006-6489-640X>

<sup>4</sup> [zh.udalova@gmail.com](mailto:zh.udalova@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8254-4495>

### Аннотация

**Цель исследования** – сравнение накопления фенольных соединений в различных видах и сортах мяты, районированных в Средней полосе России, на фоне заражения растений *Meloidogyne incognita*.

**Материалы и методы.** Растения выращивали из черенков в вегетационном опыте в открытом грунте. Для исследования были взяты *Mentha × piperita* L. (сорта: Тик-Так, Апельсиновая, Миннеола, Мохито, Митчам, Шоколадная), *Mentha spicata* L. (сорта Марокко, Криспа) и *Mentha longifolia* L. (Лонгифолия). Через месяц укорененные растения заражали из расчета 1000 экз. инвазионных личинок *M. incognita* на растение. Через 8 нед. листья фиксировали в этаноле. Исследовали суммарное содержание фенольных соединений (ФС), фенилпропаноидов, флавоноидов и катехинов на спектрофотометре. Определение суммарного содержания ФС проводили с использованием реактива Фолина-Чекольте с измерением при 725 нм, фенилпропаноидов – прямым измерением оптической плотности при 330 нм, флавоноидов – по реакции с хлористым алюминием при 415 нм, общее содержание флаванов (катехинов – флаван-3-олов), их олигомерных форм – проантоцианидинов, а также лейкоантоцианидинов оценивали по реакции с ванилиновым реактивом в кислой среде при 500 нм.

**Результаты и обсуждение.** Показано, что накопление фенолов связано с видовой принадлежностью растений. В сортах *Mentha × piperita* L. в большинстве случаев содержалось больше фенолов, чем в *Mentha spicata* L. и *Mentha longifolia* L. Существенное количество фенольных соединений отмечено в фиолетово окрашенных сортах – Митчам, Шоколадная и Апельсиновая. Суммарное содержание ФС практически полностью коррелирует с содержанием их предшественников – фенилпропаноидов. По содержанию флавоноидов заметно выделяется сорт Митчам, а по содержанию катехинов – сорт Апельсиновая. Заражение нематодой у большинства сортов вызывает заметное увеличение общего накопления растворимых ФС, фенилпропаноидов и флаванов, но приводит к уменьшению содержания флавоноидов.

**Ключевые слова:** фенольные соединения, фенилпропаноиды, флавоноиды, флаваны, *Meloidogyne incognita*, *Mentha × piperita*, *Mentha spicata*, *Mentha longifolia*

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**



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

**Для цитирования:** Буторина Н. Н., Лапшин П. В., Плыкина М. С., Удалова Ж. В. Влияние заражения *Meloidogyne incognita* на накопление фенольных соединений у растений рода Мята (*Mentha* L.) // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 153–162.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-153-162>

© Буторина Н. Н., Лапшин П. В., Плыкина М. С., Удалова Ж. В., 2024

Original article

## Effect of *Meloidogyne incognita* infection on the accumulation of phenolic compounds in plants of the genus Mint (*Mentha* L.)

Natalia N. Butorina<sup>1</sup>, Petr V. Lapshin<sup>2</sup>, Maria S. Plykina<sup>3</sup>, Zhanna V. Udalova<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup> A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Plant Physiology named after K. A. Timiryazev Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>4</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>1</sup> [nbut@list.ru](mailto:nbut@list.ru), <https://orcid.org/0000-0002-43022985>

<sup>2</sup> [tp.lapshin@mail.ru](mailto:tp.lapshin@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7892-9985>

<sup>3</sup> [plykina.maria@yandex.ru](mailto:plykina.maria@yandex.ru), <https://orcid.org/0009-0006-6489-640X>

<sup>4</sup> [zh.udalova@gmail.com](mailto:zh.udalova@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8254-4495>

### Abstract

**The purpose of the research** is to compare the accumulation of phenolic compounds of different species and varieties of mint, zoned in Central Russia against the background of plant infection by *Meloidogyne incognita*.

**Materials and methods.** Plants were grown from cuttings in a growing experiment in open ground. *Mentha × piperita* L. (varieties: Tik-Tak, Orange, Minneola, Mojito, Mitchum, Chocolate), *M. spicata* L. (varieties Morocco, Crispa) and *M. longifolia* L. (*Longifolia*) were taken for the study. A month later, the rooted plants were infected at the rate of 1000 sp. infective larvae of *M. incognita* per plant. After 8 weeks leaves were fixed in ethanol. The total content of phenolic compounds (PC), phenylpropanoids, flavonoids and catechins was studied using a spectrophotometer. The determination of the total content of PC was carried out using the Folin-Cecolte reagent with measurement at 725 nm, phenylpropanoids – by direct measurement of optical density at 330 nm, flavonoids – by reaction with aluminum chloride at 415 nm, the total content of flavans (catechins - flavan-3-ols), their oligomeric forms – proanthocyanidins, as well as leucoanthocyanidins were assessed by reaction with vanillin at 500 nm.

**Results and discussion.** It has been shown that the accumulation of phenols is related to the species of plants. The varieties *Mentha × piperita* L. in most cases contained more phenols than *M. spicata* L. and *M. longifolia* L. A significant number of PC was noted in the violet-colored varieties Mitchum, Chocolate and Orange. The total content of PC almost completely correlates with the content of their precursors – phenylpropanoids. In terms of the content of flavonoids, the Mitchum variety stands out noticeably, and in terms of the content of catechins, the Orange variety stands out. Nematode infection in most varieties causes a noticeable increase in the total accumulation of soluble PC, phenylpropanoids and flavans, but leads to a decrease in the content of flavonoids.

**Keywords:** phenolic compounds, phenylpropanoids, flavonoids, flavans, *Meloidogyne incognita*, *Mentha × piperita*, *Mentha spicata*, *Mentha longifolia*

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Butorina N. N., Lapshin P. V., Plykina M. S., Udalova Zh. V. Effect of *Meloidogyne incognita* infection on the accumulation of phenolic compounds in plants of the genus Mint (*Mentha* L.). *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):153–162. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-153-162>

© Butorina N. N., Lapshin P. V., Plykina M. S., Udalova Zh. V., 2024

## Введение

Мята (*Mentha* L.) — род растений семейства Яснотковые (*Lamiaceae*); является субкосмополитом, предпочитает влажные почвы. Растения широко используются как пряно-ароматические приправы в кулинарии, выделенные из них эфирные масла и основные химические компоненты – в косметике, в фито- и ароматерапии, в фармакологии. Многие лечебные эффекты мяты, а именно, антимикробная и противовирусная активности [16], а также антиоксидантные и антирадикальные свойства тесно связаны с высоким содержанием фенольных соединений (ФС) [11, 13, 17]. В самих растениях ФС действуют как антиоксиданты, структурные полимеры (лигнин), аттрактанты (флавоноиды и каротиноиды), УФ-экраны (флавоноиды), сигнальные соединения (салициловая кислота и флавоноиды) и химические вещества защитной реакции (танины и фитоалексины) [1, 6, 14, 15].

Несмотря на высокое содержание разнообразных вторичных метаболитов в надземных органах растений, корневая система мяты заражается галловыми нематодами, которые рассматриваются, как опасные паразиты при возделывании различных видов и сортов мяты. Мята заражается северной галловой нематодой *Meloidogyne hapla* [12]. В первый вегетационный период она может нанести незначительный ущерб; серьезные повреждения наблюдаются в последующие сезоны. В тропических и субтропических регионах южная галловая нематода (*M. incognita*) является одним из важнейших лимитирующих факторов успешного выращивания ментоловой мяты [19, 20, 22]. Поскольку нематода является эндопаразитом, её распространению способствуют зараженные надземные побеги и корневища, используемые для размножения данной культуры [20, 21]. Хотя проблема снижения продуктивности и качества сырья мяты может представлять серьезную про-

блему, исследований о влиянии нематод на экономически важные растения рода Мята и влиянии на ее химический состав невелико.

Целью нашей работы было сравнение накопления ФС различных сортов мяты, районированных в Средней полосе России. Сравнивали сорта между собой на фоне заражения растений *M. incognita*. В качестве показателей использовали суммарное содержание ФС, их предшественников – фенилпропаноидов, а также флавоноидов и мономерных флаванов – катехинов.

## Материалы и методы

Объектами исследования были растения 9 сортов мяты (*Mentha* L.), относящиеся к трем видам:

- *Mentha × piperita* L., сорта: Тик-Так, Апельсиновая, Миннеола, Мохито, Митчам, Шоколадная;
- *Mentha spicata* L., сорта Марокко и Криспа;
- *Mentha longifolia* L., сорт Лонгифолия,

Материал был получен из живой коллекции лекарственных растений РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. Черенки с тремя междоузлиями были укоренены в лабораторных условиях. Укорененные растения выращивали в открытом грунте на специально оборудованных делянках с июня по сентябрь 2022 г. при естественной освещенности и температуре, характерной для Московского региона (в среднем, 18,2 °С). Через месяц после посадки растения мяты были заражены инокулятом *M. incognita* (1000 экз. инвазионных личинок). Через 8 недель после заражения образцы (взрослые вызревшие листья примерно месячного возраста) фиксировали для определения содержания ФС в зараженных и контрольных растениях.

Экстракцию из растительного материала проводили 96%-ным этанолом. Для этого навеску (300 мг) листьев заливали 1500 мкл 96%-ного этанола в пробирках Эппендорфа емко-

стью 1,7 мл, настаивали 10 сут при 20 °С, далее хранили при 4 °С. Экстракт использовали для спектрофотометрического определения ФС. Измерения оптической плотности растворов проводили на спектрофотометре СФ26 (производство ЛОМО, Санкт-Петербург, Россия) в кварцевых кюветах с оптическим путем 0,5 см.

Определение суммарного содержания ФС проводили с использованием реактива Фолина-Чекольте [24] с измерением при 725 нм. Количество фенилпропаноидов определяли прямым измерением оптической плотности при 330 нм [7], содержание флавоноидов – по реакции с хлористым алюминием при 415 нм [2].

Один из классов флавоноидов – флаванов, включает мономерные катехины, наиболее широко распространенные в растениях. Общее содержание флаванов (катехинов – флаван-3-олов), их олигомерных форм – проантоцианидинов, а также лейкоантоцианидинов оценивали по реакции с ванилиновым реактивом в кислой среде (раствор ванилина в 70%-ной серной кислоте) с измерением при 500 нм [2, 3].

Расчет содержания различных классов ФС осуществляли по формуле:

$$E R V K / \Pi M = C \text{ (мкг/г сыр. массы),}$$

где E – оптическая плотность (показания спектрофотометра); R – разведение (разы); V – объем экстракта (мл); K – коэффициент пересчета по эталонному веществу;  $\Pi$  – оптический путь (0,5 см); M – сырая масса навески, мг.

Коэффициенты (K): для суммы ФС 1030 (калибровочную кривую строили по рутину), для фенилпропаноидов – 200 (по кофейной кислоте), для флавоноидов – 1010 (по рутину), для флаванов – 95 (по эпикатехину).

Эксперименты проводили в трех биологических и 2–3 аналитических повторностях. На графиках и в таблицах приведены средние арифметические значения определений и их стандартные отклонения. Полученные данные обрабатывали статистически с использованием программы Statistica для MS Windows.

### Результаты и обсуждение

ФС содержат бензольные кольца с одним или несколькими гидроксильными заместителями и варьируются от простых фенольных молекул до высокополимеризованных соединений [27]. Образуются они в растениях, как

правило, по двум синтетическим путям: поликетидным и шикиматным. Первый происходит в пластидах, как и биосинтез терпеноидов, которые в большом количестве представлены в мяте, второй, на эндоплазматическом ретикулуме. Распределение их в тканях растения показывает, что наружные слои часто содержат более высокие уровни ФС, чем их внутренние части [11].

Одним из основных показателей при оценке способности растительных тканей к образованию ФС является определение их суммарного содержания. Он свидетельствует об общей биосинтетической способности растительных тканей в отношении накопления этих представителей вторичных метаболитов [4].

Результаты приведены в таблице 1 и на рисунке 1. Суммарное содержание ФС между разными сортами в листьях различалось примерно в 6 раз (рис. 1, А). Наибольшее накопление ФС отмечено для сортов Митчам, Шоколадная и Апельсиновая. Интересно, что фиолетовая окрашенность листьев характерна именно для этих сортов. На фоне поражения нематодой были отмечены значительные изменения: шесть из девяти сортов отреагировали существенным увеличением накопления ФС, особенно сорта Мохито, Морокко и Криспа: в 2–5 раз. Такая реакция, вероятно, является ответом растений на стресс. Однако, у трех сортов: Лонгифолия, Митчам и Шоколадная, сумма ФС уменьшилась примерно на 20–40%.

Необходимо отметить, что растения Лонгифолии, также как и Апельсиновой в большей степени заразились нематодой и в галлах этих растений содержались зрелые самки с яйцевыми мешками, в отличие от всех остальных представителей мяты.

Фенилпропаноиды представляют собой биогенетически ранние соединения фенольного метаболизма, которые могут как накапливаться в растениях в свободном виде, так и использоваться в биосинтезе других метаболитов фенольной природы [4]. Они синтезируются шикиматным путём, преимущественно через аминокислоту фенилаланин. Характерным структурным фрагментом является бензольное кольцо с присоединённой к нему неразветвленной трёхуглеродной цепью. Фенилпропаноиды обладают широким спектром функций: защищают от травоядных животных, микробных заболеваний

Таблица 1 [Table 1]

Содержание фенольных соединений 9 сортов мяты  
[Content of phenolic compounds of 9 varieties of mint]

Сорт мяты [Mint variety]	Сумма фенольных соединений [Total phenolic compounds]		Фенилпропаноиды [Phenylpropanoids]		Флавоноиды [Flavonoids]		Флаваны [Flavanes]	
	мг-экв. рутина/г сырой массы [mEq. rutin/g wet weight]	опыт [experiment]	мг-экв. кофейной кислоты/г сырой массы [mEq. caffeic acid/g wet weight]	опыт [experiment]	мг-экв. рутина/г сырой массы [mEq. rutin/g wet weight]	опыт [experiment]	мг-экв. (-)эпикатехина/г сырой массы [mEq. (-)epicatechin/g wet weight]	опыт [experiment]
Тик-Так	6,89±0,34	8,35±0,42	28,63±1,43	36,6±1,83	5,32±0,27	1,81±0,09	0,62±0,03	1,18±0,06
Лонгифолия	4,73±0,24	3,65±0,18	25,6±1,28	27,1±1,35	3,18±0,16	1,91±0,10	0,65±0,03	1,14±0,06
Миннеола	12,1±0,60	16,7±0,84	32,4±1,62	41,3±2,07	6,38±0,32	1,28±0,06	0,75±0,04	0,82±0,04
Мохито	6,15±0,31	33,8±1,69	28,2±1,41	107±5,35	4,08±0,20	8,08±0,40	0,78±0,04	1,24±0,06
Митчам	32,0±1,60	24,6±1,23	103±5,18	85,3±4,27	18,1±0,90	16,4±0,82	1,35±0,07	1,46±0,07
Апельсиновая	24,1±1,21	32,0±1,60	80,4±4,02	95,2±4,76	12,0±0,60	7,35±0,37	3,3±0,17	3,08±0,15
Шоколадная	28,5±1,43	18,6±0,93	74,4±3,72	54,4±2,72	10,4±0,52	3,07±0,15	1,66±0,08	1,32±0,07
Марокко	5,06±0,25	25,2±1,26	26,7±1,33	74,9±3,75	0,98±0,05	1,53±0,08	0,86±0,04	0,49±0,02
Кристиа	17,0±0,85	32,9±1,64	67,5±3,37	97,9±4,89	5,34±0,27	1,41±0,07	1,2±0,06	1,36±0,07

и ультрафиолета; служат структурными компонентами клеточных стенок, прекурсорами пигментов, выполняют роль сигнальных молекул [14]. У исследованных сортов мяты содержание фенилпропаноидов практически полностью повторяло соотношение суммарного уровня накопления ФС между сортами и их реакцию на заражение нематодой (рис. 1, Б). Значения отличались в пределах 10–15%. Исключение составлял только сорт Лонгифолия, у которого содержание как суммы ФС, так и фенилпропаноидов было невысоким.

Флавоноиды относятся к растительным ФС С6-С3-С6 ряда, у которых два бензольных ядра, соединенные между собой трехуглеродной цепочкой. Флавоноиды представляют наиболее многочисленную и важную группу ФС в растениях, их число превышает несколько тысяч [5]. Одной из важнейших функций флавоноидов является защита растений от внешних неблагоприятных абиотических и биотических факторов.

Долгое время считалось, что в основе биологического действия ФС лежат их антиоксидантные свойства в условиях окислительного стресса [25, 28], но оказалось все гораздо сложнее. Они являются сигнальными молекулами в ауксиновом обмене, оказывают влияние на сигнальные процессы, протекающие в живых системах, за счет специфического взаимодействия с белками, выполняющими регуляторные функции [26]. Накоплены многочисленные сведения о воздействии данных соединений с другими белковыми и небелковыми структурами, что может привести к изменению функционального состояния клеток и всего организма в целом [9].

При измерении содержания этого класса ФС (рис. 1, В) не отмечено прямой корреляции с суммарным ФС в этих сортах; флавоноиды составляли разную долю от общего накопления ФС. Однако, по накоплению флавоноидов заметно выделялись сорта Митчам, Апельсиновая и Шоколадная. Эти сорта характеризуются отчетливым фиолетовым окрашиванием листьев и стеблей, следовательно, с высоким содержанием флавоноидов-антоцианов. Остальные 6 сортов имели показатели в 2–18 раз ниже; самые низкие значения у

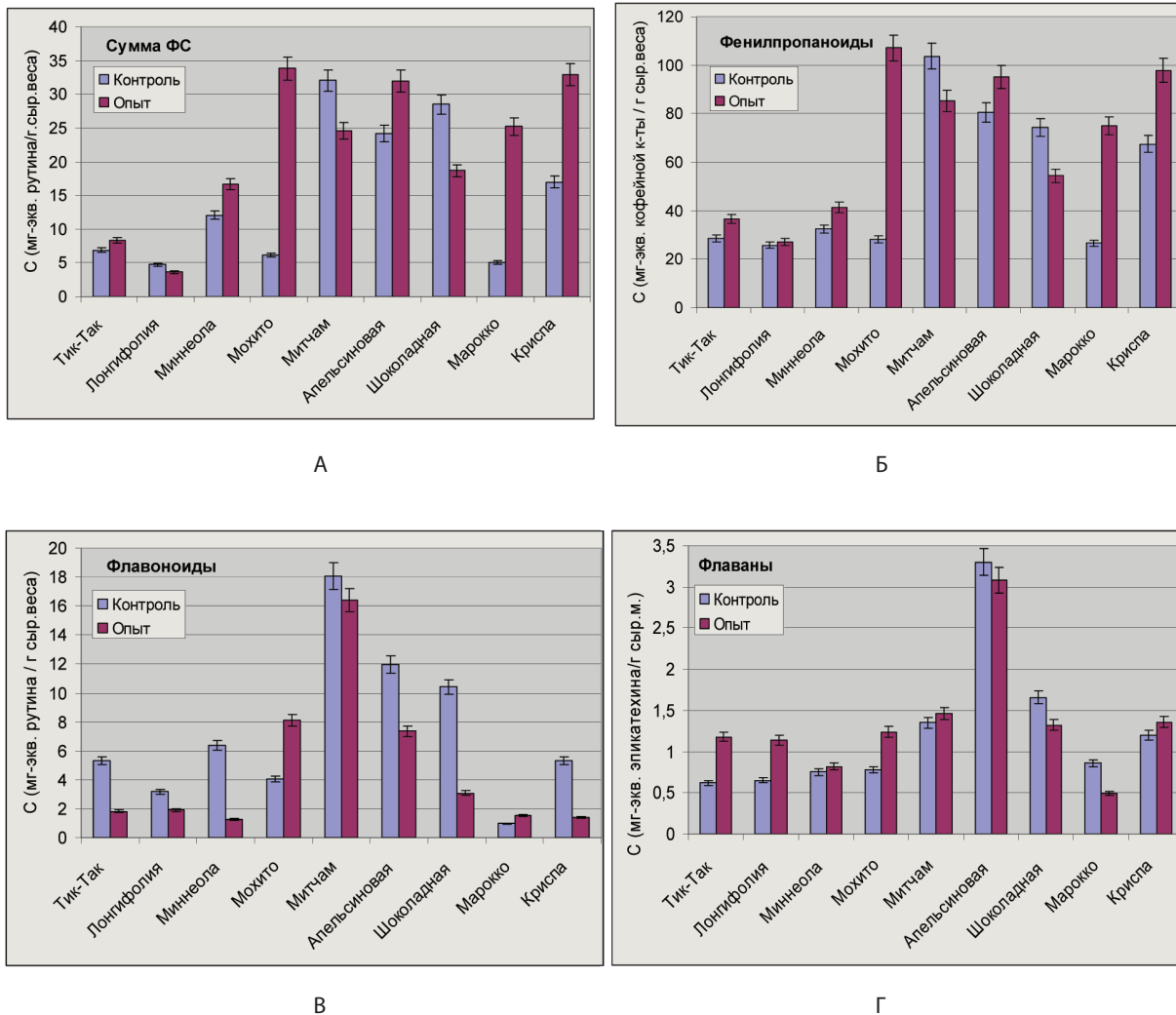


Рис. 1. Содержание фенольных соединений в различных сортах мяты при поражении *Meloidogyne incognita*:

А – сумма фенольных соединений; Б – фенилпропаноиды; В – флавоноиды; Г – флаваны (контроль – здоровые растения мяты; опыт – зараженные галловой нематодой)

[Fig. 1. Content of phenolic compounds in various varieties of mint when infected with *Meloidogyne incognita*:

А – the sum of phenolic compounds; Б – phenylpropanoids; В – flavonoids; Г – flavans (control – healthy mint plants; experiment – infected with root-knot nematode)

сорт Марокко и Лонгифолия. Заражение нематодой у большинства сортов (7 из 9) вызвало уменьшение накопления флавоноидов до 6 раз (у сорта Миннеола) и примерно в 3 раза у сортов Шоколадная и Криспа. В тоже время, два сорта отреагировали на заражение нематодой некоторым увеличением содержания флавоноидов: сорт Мохито в 2 раза, Марокко в 1,5 раза.

Один из классов флавоноидов – флаваны, включает мономерные катехины, широко распространенные в растениях. При полимеризации катехинов образуются олигомерные формы – проантоцианидины, включающие

чаще всего от 2 до 6 мономерных субъединиц [4]. При определении флаванов заметно выделялся относительно остальных сорт Апельсиновая с превышением от 2 до 5,5 раз (рис. 1, Г). Заражение нематодой вызвало у 6 сортов из 9 некоторое увеличение содержания флаванов: у сортов Тик-Так и Лонгифолии примерно в два раза, но из-за общего низкого их уровня уверенно говорить о количественных изменениях сложно. У сорта Апельсиновая, имевшего максимальный уровень флаванов относительно остальных сортов, заражение нематодой вызвало небольшое сокращение их накопления.

Хотя реакции гиперчувствительности подразумевают накопление фенолов вблизи мест питания галловой нематоды *M. incognita*, что было показано в различных исследованиях по устойчивости растений к нематоде [10, 23], к сожалению, прямая корреляция между содержанием ФС и заражением галловой нематодой наблюдалась только для сорта Лонгифолия. По-видимому, данный процесс гораздо сложнее, о чем сообщается в работе Оливейра с соавт. [18] и зависит не только от качественного и количественного состава этих соединений.

При исследовании содержания эфирных масел, в числе которых имеются разнообразные ФС, была получена иная картина и в контроле, и в опыте [8]. В здоровых растениях высокое накопление этих соединений наблюдали в сортах Мохито, Марокко, Тик-Так; единственным схожим по накоплению с ФС был сорт Шоколадная; в нем содержалось существенно больше эфирных масел. В отличие от ФС, при заражении нематодой наблюдали либо падение уровня эфирных масел, либо он оставался прежним, за исключением сорта Криспа со значимым увеличением уровня эфирного масла.

### Заключение

Из полученных данных видно, что накопление фенолов связано с видовой принадлежностью растений. Сорта *Mentha × piperita* L. в большинстве случаев содержали больше фенолов, чем *Mentha spicata* L. и *Mentha longifolia* L. Значительное количество ФС установлено в сортах Митчам, Шоколадная и Апельсиновая. Суммарное содержание экстрагируемых этанолом ФС практически полностью коррелирует с содержанием их предшественников – фенилпропаноидов. По содержанию флавоноидов заметно выделяется сорт Митчам, а по содержанию катехинов – сорт Апельсиновая. Заражение нематодой у большинства сортов вызывает заметное увеличение общего накопления растворимых ФС, фенилпропаноидов и флаванов, но приводит к уменьшению содержания флавоноидов.

### Список источников

1. Загоскина Н. В., Дубравина Г. А., Алявина А. К., Гончарук Е. А. Влияние ультрафиолетовой (УФ-Б) радиации на образование и локализацию фенольных соединений в каллусных культу-

рах чайного растения // Физиология растений. 2003. Т. 50, № 2. С. 302-308.

2. Запретов М. Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 185-197.
3. Запретов М. Н. Основы биохимии фенольных соединений. Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1974. 214 с.
4. Запретов М. Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
5. Запретов М. Н. Фенольные соединения и их роль в жизни растения: 56-е Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1996. 45 с.
6. Меньщикова Е. Б., Ланкин В. З., Кандалинцева Н. В. Фенольные антиоксиданты в биологии и медицине. Строение, свойства, механизмы действия. Изд. Lambert AP, 2012. 488 с.
7. Куркин В. А., Вельмяйкина Е. И. Разработка методик качественного и количественного анализа сиропа эхинацеи пурпурной // Фармация. 2011. № 7. С. 10-13.
8. Плыкина М. С., Буторина Н. Н. Влияние заражения нематодой *Meloidogyne incognita* на содержание эфирного масла в растениях рода *Mentha* // «Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения»: сборник трудов X Международной научно-практической конференции молодых ученых. М., 2022. С. 64-67.
9. Червяковский Е. М., Курченко В. П., Костюк В. А. Роль флавоноидов в биологических реакциях с переносом электронов // Труды Белорусского государственного университета. 2009. Т. 4, Ч. 1. С. 9-26.
10. Albuquerque E. V. S., Carneiro R. M. D. G., Costa P. M., Gomes A. C. M. M., Santos M., Pereira A. A., Nicole M., Fernandez D., Grossi-de-Sa M. F. Resistance to *Meloidogyne incognita* expresses a hypersensitive-like response in *Coffea Arabica*. Eur. J. Plant Pathol. 2010; 127: 365-373.
11. Brown N., John J. A., Shahidi F. Polyphenol composition and antioxidant potential of mint leaves. Food Production, Processing and Nutrition. 2019; 1: 1. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0001-8>
12. Ingham R., Merrifield K. A guide to nematode biology and management in mint. I PPC Publication, Oregon State University Corvallis, OR, 1996. 37.
13. Dorman H. J. D., Kosar M. B., Kahlos K., Holm Y., Hiltunen R. Antioxidant properties and

- composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. *Journal Agric. Food Chem.* 2003; 51: 4563–4569.
14. Lattanzio V., Kroon P. A., Quideau S., Treutter D. Plant Phenolics – Secondary Metabolites with Diverse Functions. *Recent Advances in Polyphenol Research*. Eds. Daayf F, Lattanzio V. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2008; 1. 1-35.
  15. Lin D., Xiao M., Zhao J., Li Zh., Xing B., Li X., Kong M., Li L., Zhang Q., Liu Y., Chen H., Qin W., Wu H., Chen S. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*. 2016; 21 (10): 1374. <https://doi.org/10.3390/molecules21101374>
  16. Mimica-Dukic N., Bozin B. *Mentha L.* species (Lamiaceae) as promising sources of bioactive secondary metabolites. *Curr Pharm Design*. 2008; 14: 3141–3150. <https://doi.org/10.2174/138161208786404245>
  17. Najafian S., Rowshan V. Polyphenolic compounds of *Mentha longifolia* and Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) in Iran. *International Research Journal of Basic and Applied Sciences*. 2013; 4 (3): 608-612.
  18. Oliveiraa D. F., Costaa V. A., Terrab W. C., Camposb V. P., Paulaa P. M., Martinsc S. J. Impact of phenolic compounds on *Meloidogyne incognita* in vitro and in tomato plants. *Experimental Parasitology*. 2019; 17: 23. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.02.009>.
  19. Pandey R. Field application of bio-organics in the management of *Meloidogyne incognita* in *Mentha arvensis*. *Nematologia Medit.* 2005; 33 (1): 51-54.
  20. Pandey R. Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with Bio-organics. *Phytoparasitica*. 2005; 33 (3): 304-308.
  21. Pandey R., Kalra A. Inhibitory effects of vermicompost produced from agro-waste of medicinal and aromatic plants on egg hatching in *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Current Science*. 2010; 98 (6): 833-835.
  22. Pandey R., Mishra A. K., Tiwari S., Singh H. N., Kalra A. Enhanced tolerance of *Mentha arvensis* against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood through mutualistic endophytes and PGPRs. *Journal of Plant Interactions*. 2011; 6 (4): 247-253. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.554892>
  23. Pegard A., Brizzard G., Fazari A., Soucaze O., Abad P., Djian-Caporalino C. Histological characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annum*. *Phytopathology*. 2005; 95 (2):158-165.
  24. Sánchez-Rangel J. C., Benavides J., Heredia J. B., Cisneros-Zevallos L., Jacobo-Velázquez D. A. The Folin-Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*. 2013; 21 (5): 5990-5999.
  25. Soobrattee M. A., Neergheen V. S., Luximon-Ramma A., Aruoma O. I., Bahorun T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research*. 2005; 579 (1-2): 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023>
  26. Stevenson D. E., Hurst R. D. Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2007; 64 (22): 2900-2916.
  27. Velderrain-Rodríguez G. R., Palafox-Carlos H., Wall-Medrano A., AyalaZavala J. F., Chen C.-Y. O., Robles-Sanchez M., Astiazaran-García H., Alvarez-Parrilla E., González-Aguilar G. A. Phenolic compounds: Their journey after intake. *Food Funct.* 2014; 5: 189–197. <https://doi.org/10.1039/C3FO60361J>.
  28. Willcox J. K., Ash S. L., Catignani G. L. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2004; 44 (4): 275-295. <https://doi.org/10.1080/10408690490468489>

Статья поступила в редакцию 09.11.2023; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Буторина Наталья Николаевна**, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук» (119071, Россия, Москва, Ленинский пр., 33), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-43022985, [nbut@list.ru](mailto:nbut@list.ru)

**Лапшин Петр Владимирович**, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук» (127276, Москва, Ботаническая ул., 35), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID: 0000-0001-7892-9985, [p.lapshin@mail.ru](mailto:p.lapshin@mail.ru).

**Плыкина Мария Сергеевна**, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук» (119071, Москва, Ленинский пр., 33), Москва, Россия, ORCID: 0009-0006-6489-640X, [plykina.maria@yandex.ru](mailto:plykina.maria@yandex.ru)

**Удалова Жанна Викторовна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук» (119071, Россия, Москва, Ленинский пр., 33), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-8254-4495, zh.udalova@gmail.com

*Вклад соавторов:*

**Буторина Наталья Николаевна** – разработка дизайна исследования и его проведение, анализ и интерпретация полученных данных, написание и подготовка статьи.

**Лапшин Петр Владимирович** – проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных.

**Плыкина Мария Сергеевна** – проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных.

**Удалова Жанна Викторовна** – анализ и интерпретация полученных данных, написание статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

- Zagoskina N. V., Dubravina G. A., Alyavina A. K., Goncharuk E. A. Effect of ultraviolet (UV-B) radiation on the formation and localization of phenolic compounds in callus cultures of the tea plant. *Fiziologiya rasteniy = Plant Physiology*. 2003; 50 (2): 302-308. (In Russ.)
- Zaprometov M. N. Phenolic compounds and methods of their research. *Biokhimicheskiye metody v fiziologii rasteniy = Biochemical methods in plant physiology*. M.: Nauka, 1971; 185-197. (In Russ.)
- Zaprometov M. N. Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds. Textbook allowance. M.: Higher School, 1974; 214. (In Russ.)
- Zaprometov M. N. Phenolic compounds: distribution, metabolism and functions in plants. M.: Nauka, 1993; 272. (In Russ.)
- Zaprometov M. N. Phenolic compounds and their role in plant life: 56th Timiryazev reading. M.: Nauka, 1996; 45. (In Russ.)
- Menshchikova E. B., Lankin V. Z., Kandalintseva N. V. Phenolic antioxidants in biology and medicine. Structure, properties, mechanisms of action. Ed. Lambert A. P., 2012; 488. (In Russ.)
- Kurkin V. A., Velmyaykina E. I. Development of methods for qualitative and quantitative analysis of *Echinacea purpurea* syrup. *Farmaciya = Pharmacy*. 2011; 7: 10-13. (In Russ.)
- Plykina M. S., Butorina N. N. The influence of infection with the nematode *Meloidogyne incognita* on the content of essential oil in plants of the genus *Mentha*. «*Sovremennyye tendentsii razvitiya tekhnologiy zdorov'yesberezeniya*»: *sbornik trudov KH Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh = "Modern trends in the development of health-saving technologies": collection of proceedings of the X International Scientific and Practical Conference of Young Scientists*. M., 2022; 64-67. (In Russ.)
- Chervyakovsky E. M., Kurchenko V. P., Kostyuk V. A. The role of flavonoids in biological reactions with electron transfer. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Belarusian State University*. 2009; 4 (1): 9-26. (In Russ.)
- Albuquerque E. V. S., Carneiro R. M. D. G., Costa P. M., Gomes A. C. M. M., Santos M., Pereira A. A., Nicole M., Fernandez D., Grossi-de-Sa M. F. Resistance to *Meloidogyne incognita* expresses a hypersensitive-like response in *Coffea Arabica*. *Eur. J. Plant Pathol.* 2010; 127: 365-373.
- Brown N., John J. A., Shahidi F. Polyphenol composition and antioxidant potential of mint leaves. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2019; 1: 1. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0001-8>
- Ingham R., Merrifield K. A guide to nematode biology and management in mint. IPPC Publication, Oregon State University Corvallis, OR, 1996. 37.
- Dorman H. J. D., Kosar M. B., Kahlos K., Holm Y., Hiltunen R. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. *Journal Agric. Food Chem.* 2003; 51: 4563-4569.
- Lattanzio V., Kroon P. A., Quideau S., Treutter D. Plant Phenolics – Secondary Metabolites with Diverse Functions. Recent Advances in Polyphenol Research. Eds. Daayf F., Lattanzio V. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2008; 1. 1-35.
- Lin D., Xiao M., Zhao J., Li Zh., Xing B., Li X., Kong M., Li L., Zhang Q., Liu Y., Chen H., Qin W., Wu H., Chen S. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*. 2016; 21 (10): 1374. <https://doi.org/10.3390/molecules21101374>
- Mimica-Dukic N., Bozin B. *Mentha L.* species (Lamiaceae) as promising sources of

- bioactive secondary metabolites. *Curr Pharm Design*. 2008; 14: 3141–3150. <https://doi.org/10.2174/138161208786404245>
17. Najafian S., Rowshan V. Polyphenolic compounds of *Mentha longifolia* and Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) in Iran. *International Research Journal of Basic and Applied Sciences*. 2013; 4 (3): 608-612.
  18. Oliveiraa D. F., Costaa V. A., Terrab W. C., Camposb V. P., Paulaa P. M., Martinsc S. J. Impact of phenolic compounds on *Meloidogyne incognita* in vitro and in tomato plants. *Experimental Parasitology*. 2019; 17: 23. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.02.009>.
  19. Pandey R. Field application of bio-organics in the management of *Meloidogyne incognita* in *Mentha arvensis*. *Nematologia Medit*. 2005; 33 (1): 51-54.
  20. Pandey R. Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with Bio-organics. *Phytoparasitica*. 2005; 33 (3): 304-308.
  21. Pandey R., Kalra A. Inhibitory effects of vermicompost produced from agro-waste of medicinal and aromatic plants on egg hatching in *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Current Science*. 2010; 98 (6): 833-835.
  22. Pandey R., Mishra A. K., Tiwari S., Singh H. N., Kalra A. Enhanced tolerance of *Mentha arvensis* against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood through mutualistic endophytes and PGPRs. *Journal of Plant Interactions*. 2011; 6 (4): 247-253. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.554892>
  23. Pegard A., Brizzard G., Fazari A., Soucaze O., Abad P., Djian-Caporalino C. Histological characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annum*. *Phytopathology*. 2005; 95 (2): 158-165.
  24. Sánchez-Rangel J. C., Benavides J., Heredia J. B., Cisneros-Zevallos L., Jacobo-Velázquez D. A. The Folin-Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*. 2013; 21 (5): 5990-5999.
  25. Soobrattee M. A., Neergehen V. S., Luximon-Ramma A., Aruoma O. I., Bahorun T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research*. 2005; 579 (1-2): 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023>
  26. Stevenson D. E., Hurst R. D. Polyphenolic phytochemicals – just antioxidants or much more? *Cellular and Molecular Life Sciences*. 2007; 64 (22): 2900-2916.
  27. Velderrain-Rodríguez G. R., Palafox-Carlos H., Wall-Medrano A., AyalaZavala J. F., Chen C.-Y. O., Robles-Sanchez M., Astiazaran-García H., Alvarez-Parrilla E., González-Aguilar G. A. Phenolic compounds: Their journey after intake. *Food Funct*. 2014; 5: 189–197. <https://doi.org/10.1039/C3FO60361J>.
  28. Willcox J. K., Ash S. L., Catignani G. L. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2004; 44 (4): 275-295. <https://doi.org/10.1080/10408690490468489>

The article was submitted 09.11.2023; accepted for publication 15.05.2024

#### About the authors:

**Butorina Natalya N.**, A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences (119071, Russia, Moscow, Leninsky Ave., 33), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-43022985, nbut@list.ru

**Lapshin Petr V.**, Federal State Budgetary Scientific Institution "Institute of Plant Physiology named after. K. A. Timiryazev Russian Academy of Sciences" (127276, Moscow, Botanicheskaya st., 35), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID: 0000-0001-7892-9985, p.lapshin@mail.ru.

**Plykina Maria S.**, A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences (119071, Moscow, Leninsky Ave., 33), Moscow, Russia, ORCID: 0009-0006-6489-640X, plykina.maria@yandex.ru

**Udalova Zhanna V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences (33, Russia, Leninsky Ave., Moscow, 119071), Moscow, Russia, PhD in biol. sc., ORCID ID: 0000-0002-8254-4495, zh.udalova@gmail.com

#### Contribution of co-authors:

**Butorina Natalya N.** – development of the study design and its implementation, analysis and interpretation of the data obtained, writing and preparation of the article.

**Lapshin Petr V.** – conducting research, analyzing and interpreting the data obtained.

**Plykina Maria S.** – conducting research, analyzing and interpreting the data obtained.

**Udalova Zhanna V.** – analysis and interpretation of the data obtained, writing the article.

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

Научная статья

УДК 619:616.993:636.2

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-163-169>

## Визуальная и молекулярно-серологическая диагностика саркоцистоза крупного рогатого скота

Игорь Геннадьевич Гламаздин<sup>1</sup>, Йозеф Рутаганира<sup>2</sup>, Ольга Александровна Панова<sup>3</sup>, Наталья Юрьевна Сысоева<sup>4</sup>, Дадулла Халим<sup>5</sup>

<sup>1,2,4</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва, 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>5</sup> Университет Аль-Берони, сельскохозяйственный факультет, кафедра зоологии, Афганистан

<sup>1</sup> [glamazdin@mgupp.ru](mailto:glamazdin@mgupp.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7119-906X>

<sup>2</sup> [rutaganirajoseph@yahoo.com](mailto:rutaganirajoseph@yahoo.com), <https://orcid.org/0000-0001-5939-8365>

<sup>3</sup> [panova@vniigis.ru](mailto:panova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

<sup>4</sup> [SysoevaNY@mgupp.ru](mailto:SysoevaNY@mgupp.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5149-590X>

<sup>5</sup> [dadullahhaleem@gmail.com](mailto:dadullahhaleem@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-96861267>

### Аннотация

**Цель исследования** – дать сравнительную оценку эффективности разных методов диагностики саркоцистоза крупного рогатого скота.

**Материалы и методы.** Исследовали 78 туш крупного рогатого скота, используя методы и правила ветеринарно-санитарной экспертизы. Осматривали мускулатуру пищевода и других частей туши, а также селезенку, легкие, печень, почки. Использовали компрессорный метод исследования. Всего на тканевый саркоцистоз анализировали 156 компрессориумов от 78 туш крупного рогатого скота. Для прижизненной диагностики саркоцистоза крупного рогатого скота использовали молекулярно-серологический метод (ИФА), разработанный на основе принципов определения антител.

**Результаты и обсуждение.** При использовании двух методов диагностики – визуального осмотра и компрессорно-микроскопического, выявлено 13 саркоцистозных туш из 78, что составляет 16,6%. При исследовании сывороток крови от крупного рогатого скота с помощью ИФА число саркоцистозных животных увеличилось еще на 23 случая. Таким образом, при использовании тестов, основанных на разных принципах, нами обнаружено 36 зараженных саркоцистозом животных из 78 обследованных, что составляет 46%.

**Ключевые слова:** саркоцистоз, крупный рогатый скот, диагностика, ИФА, компрессорный метод

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Гламаздин И. Г., Рутаганира Й., Панова О. А., Сысоева Н. Ю., Халим Д. Визуальная и молекулярно-серологическая диагностика саркоцистоза крупного рогатого скота // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 163–169.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-163-169>

© Гламаздин И. Г., Рутаганира Й., Панова О. А., Сысоева Н. Ю., Халим Д., 2024



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

Original article

## Visual and molecular serologic diagnosis of sarcocystosis in cattle

Igor G. Glamazdin<sup>1</sup>, Josef Rutaganira<sup>2</sup>, Olga A. Panova<sup>3</sup>,  
Natalia Y. Sysoeva<sup>4</sup>, Dadullah Halim<sup>5</sup>

<sup>1,2,4</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)", Moscow, 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>5</sup> Al-Beroni University, Faculty of Agriculture, Department of Zoology, Afghanistan

<sup>1</sup> glamazdin@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7119-906X>

<sup>2</sup> rutaganirajoseph@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0001-5939-8365>

<sup>3</sup> panova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

<sup>4</sup> SysoevaNY@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5149-590X>

<sup>5</sup> dadullahaleem@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-96861267>

### Abstract

**The purpose of the research** is to provide a comparative assessment of efficacy of different diagnostic methods for sarcocystosis in cattle.

**Materials and methods.** Seventy-eight bovine carcasses were examined using methods and regulations of veterinary and sanitary examination. Muscles of the esophagus and other parts of the carcass as well as the spleen, lungs, the liver, and kidneys were examined. The compressor research method was used. A total of 156 compressoria from 78 bovine carcasses were analyzed for tissue sarcocystosis. For life-time diagnostics of bovine sarcocystosis, a molecular serologic method (ELISA) was used that was developed based on antibody detection principles.

**Results and discussion.** Two diagnostic methods, visual inspection and compressor microscopy, identified 13 out of 78 carcasses with *Sarcocystis* species, which was 16.6%. The number of sarcocystosis animals increased by another 23 cases when studying blood sera from the cattle using ELISA. Thus, we found 36 animals suffering from sarcocystosis out of 78 examined, which was 46%, with tests based on different principles.

**Keywords:** sarcocystosis, cattle, diagnostics, ELISA, compression method

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Glamazdin I. G., J. Rutaganira, Panova O. A., Sysoeva N. Y., Halim D. Visual and molecular serologic diagnosis of sarcocystosis in cattle. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):163–169. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-153-169>

© Glamazdin I. G., J. Rutaganira, Panova O. A., Sysoeva N. Y., Halim D., 2024

### Введение

Возбудителем саркоцистоза у крупного рогатого скота являются *Sarcocystis cruzi* (*S. bovicanis*) (окончательные хозяева: собаки, койоты, волки, лисицы, еноты и др.), *S. hirusta* (*S. bovisfelis*) и *S. bovini* (окончательные хозяева: кошачьи), *S. hominis* (*S. bovihominis*)

и *S. heydorni* (окончательный хозяин: человек и некоторые виды обезьян) и др. виды [2, 11, 13].

Саркоцистоз у крупного рогатого скота регистрируют во всем мире; его распространенность варьирует от 36,2 до 100%. Особенно часто встречаются *S. cruzi* и *S. hominis* [13].

Обычно клинических признаков саркоцистоза у животных не наблюдают [13]. Однако, в некоторых случаях могут быть описаны неспецифические признаки: лихорадка, анорексия, миозиты, увеличение поверхностных лимфоузлов, угнетение, анемия, диарея, мышечный тремор, ускорение частоты сердечных сокращений, одышка, гиперсаливация, аборт, геморрагический диатез, энцефалит и энцефаломиелит [2, 4, 10].

При лабораторной диагностике отмечают повышение уровня фермента креатинкиназы (связано с наличием миозита) и снижение альбумина, гемоглобина и эритроцитов [2, 11].

Эозинофильный миозит крупного рогатого скота, представляющий собой специфическую воспалительную миопатию, может быть связан с инвазией *S. cruzi* и *S. hominis* [6, 13].

Существует два зоонозных вида, заражающих крупный рогатый скот саркоцистозом – *S. hominis* и *S. heydorni*, которые могут естественным образом заражать людей при употреблении ими в пищу недостаточно термически приготовленного зараженного мяса крупного рогатого скота, содержащего инвазионные саркоцисты. Крупный рогатый скот заражается *S. hominis/S. heydorni* при употреблении контаминированного ооцистами силоса и/или воды. Как правило, люди служат окончательными хозяевами для саркоцист (кишечная форма инвазии). Однако, описаны случаи и тканевого саркоцистоза у человека. Поэтому саркоцистоз имеет большое социальное значение. Тканевые цисты саркоцист можно выявлять либо послеубойным исследованием мышц или молекулярно-серологическими методами для прижизненной диагностики этой болезни.

Целью исследований было дать сравнительную оценку эффективности разных методов диагностики саркоцистоза у крупного рогатого скота.

### Материалы и методы

Исследовали 78 туш крупного рогатого скота, используя методы и правила ветеринарно-санитарной экспертизы. Осматривали мускулатуру пищевода и других частей туши, а также селезенку, легкие, печень, почки. Компрессорным методом исследованы образцы поперечнополосатой мускулатуры; заполняли по 2 компрессориума (48 срезов) от каждой

туши. Всего на тканевый саркоцистоз проанализировали 156 компрессориумов. Срезы поперечно-полосатой мускулатуры исследовали при малом увеличении стереомикроскопа ( $\times 70$ ). Для прижизненной диагностики саркоцистоза у крупного рогатого скота использовали молекулярно-серологический метод (ELISA), разработанный на основе принципов определения антител. Чувствительность и специфичность ELISA определяли путем сравнительного анализа результатов двух подходов: серологического теста (прижизненный) и двух методов визуального осмотра и компрессорного-микроскопического (послеубойного).

Полученные результаты обработали статистически с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

По результатам послеубойного визуального исследования были обнаружены 7 туш, пораженных саркоцистами. Тканевые цисты были похожи на рисовые зерна серого цвета. Рутинными методами ветеринарно-санитарной экспертизы тканевые цисты обнаружили в мышечном слое пищевода. Как правило, они покрывались соединительно-тканной капсулой хозяина. Средний размер таких образований достигал 1,5 см.

Визуальное исследование формы и размеров тканевой цисты из разных частей туши крупного рогатого скота демонстрирует либо особенности на разных стадиях развития возбудителя, либо наличие разных видов саркоцист (рис. 1, 2).

Таким образом, при визуальном осмотре туш крупного рогатого скота, который применяют при ветеринарно-санитарной экспертизе, было выявлено 7 саркоцистозных туш из 78 осмотренных, что составляет 9%.

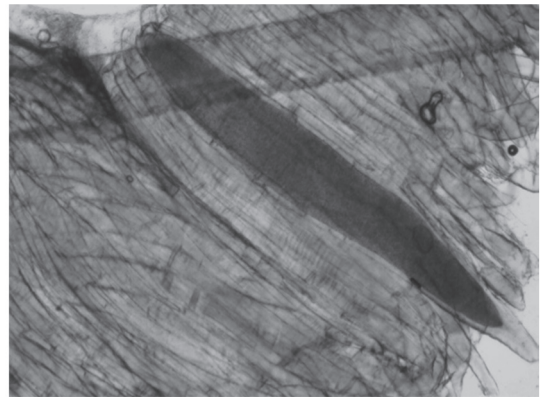
При использовании компрессорного метода было диагностировано еще 6 саркоцистозных туш. Таким образом, при использовании двух методов – визуального осмотра и компрессорного (микроскопического), выявлено 13 саркоцистозных туш из 78, что составило 16,6%. Увеличение эффективности диагностики саркоцистоза у крупного рогатого скота при использовании двух методов составило 7,6%.

Саркоцисты, обнаруженные в скелетных мышцах, были микроскопических размеров:



**Рис. 1.** Визуально. Саркоцисты в мышечной стенке пищевода крупного рогатого скота

[Fig. 1. Visually. Sarcocysts in the muscular wall of the esophagus of cattle]



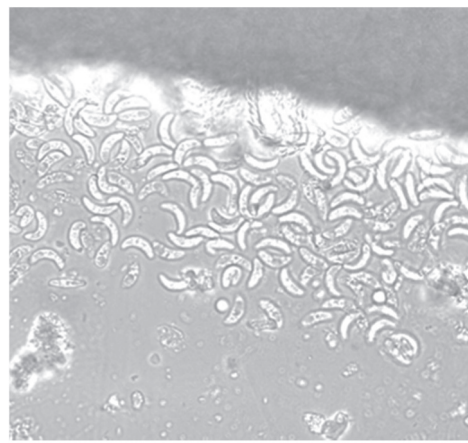
**Рис. 2.** Компрессорно. Саркоциста в мышечной ткани тазобедренной мускулатуры крупного рогатого скота

[Fig. 2. Compressor. Sarcocyst in the muscle tissue of the hip musculature of cattle]



**Рис. 3.** Микросаркоцисты внутри мышечного волокна (оригинал)

[Fig. 3. Microsarcocysts inside muscle fiber (original)]



**Рис. 4.** Эндозоиты, полученные из камер микросаркоцист (оригинал)

[Fig. 4. Endozoites obtained from chambers microsarcocyst (original)]

0,3 × 0,4 мм (рис. 1, 2). На стенке (оболочке) саркоцист были заметны внутренние ворсинчатые выступы. Сами тканевые цисты имели рельефную поверхность и были разделены септами на внутренние камеры, внутри которых локализовались банановидные эндозоиты (брадизоиты).

Для прижизненной диагностики саркоцистоза у крупного рогатого скота нами разработан серологический тест на основе принципов иммуноферментного анализа (ИФА, ELISA). Было доказано, что метод выявления антител против *Sarcocystis* spp. у крупного рогатого скота полезен для диагностики острого саркоцитоза у естествен-

но зараженных животных. Серологический метод не идеален для точного выявления *Sarcocystis* spp. из-за перекрестной реакции между близкородственными видами, особенно когда в реакции используют неочищенные антигены из тканевых цист [8].

Чувствительность и специфичность ИФА определяли путем сравнительного анализа результатов двух подходов: серологического теста (прижизненный) и двух методов визуального осмотра и компрессорного-микроскопического (послеубойного). Из 78 сывороток крови от скота с инвазией и без 23 реагировали с диагностическим антигеном в титрах 1 : 70. Таким образом, в крови исследованных

животных содержались антитела к белкам *Sarcocystis* spp. (29,5%).

ИФА в наших экспериментах имела 83%-ную чувствительность при микросаркоцистозной инвазии. Однако, при исследовании сывороток крови, в которых не было обнаружено тканевых цист, оказались антитела к ан-

тигенам саркоцист (табл.). В целом, для прижизненной диагностики саркоцистоза можно применять иммуноферментный метод, который характеризуется своей эффективностью [1]. ИФА можно использовать как для экспериментальных исследований, так и в рутинной практике.

Таблица [Table]

**Чувствительность ELISA при саркоцистозе крупного рогатого скота с различными формами тканевых цист**  
[Sensitivity of ELISA at bovine sarcocystosis with various forms of tissue cysts]

Форма тканевой инвазии [Form of tissue infection]	Число исследованных сывороток крови [Number of blood sera examined]	Число положительных ответов [Number of positive responses]	Чувствительность, % [Sensitivity, %]
Визуальная [Visual]	7	7	100
Микроскопическая [Microscopic]	6	5	83
Без тканевых цист [No tissue cysts]	65	23	35 *

Примечание. [Note]. \* – возможные ложноположительные реакции [possible false positive reactions]

По нашим результатам, визуальный и компрессорно-микроскопический методы могут пропускать часть и нвазированных туш, а серологический тест может давать перекрестные реакции с белками хозяина и гетерологичными инвазиями.

Распространенность саркоцистоза у крупного рогатого скота тесно связана с большим числом дефинитивных хозяев, которые находятся вблизи ферм и пастбищ жвачных животных. Многое также зависит от состояния окружающей среды, культурных практик человека в тех или иных регионах, управления фермами и зоогигиеной.

### Заключение

При визуальном осмотре туш крупного рогатого скота нами обнаружено 7 саркоцистозных случаев из 78 осмотренных нами туш. При исследовании компрессорно-микроскопическим методом было выявлено еще 6 саркоцистозных туш. Таким образом, при использовании двух методов – визуального осмотра и компрессорно-микроскопического, нами выявлено 13 саркоцистозных туш из 78, что составляет 16,6%. Результаты наших исследований позволяют нам утверждать о хорошей воспроизводимости результатов ИФА; число саркоцистозных туш еще увеличилось на 23 случая. Таким образом, в наших эксперимен-

тах было обнаружено 36 зараженных саркоцистами животных из 78 обследованных (46%).

### Список источников

1. Гламаздин И. Г., Сысоева Н. Ю., Крюковская Г. М., Ли Е. В. Эффективность иммунодиагностических исследований при тканевых паразитозах свиней // Health, Food & Biotechnology. 2019. №1 (4). С. 11-18.
2. Дроздова Л. И., Кундрюкова У. И. Саркоцистоз крупного рогатого скота // БИО. 2019. № 9 (228). С. 32-33.
3. Полянская О. В., Сивков Г. С. Распространение саркоцистоза крупного рогатого скота в Тюменской области // «Проблемы энтомологии и арахнологии»: сборник научных трудов. Тюмень, 2002. С. 134-136.
4. Cerva L., Cerná Z. Indirect haemagglutination reaction with *Sarcocystis dispersa* antigen. Folia Parasitol. (Praha). 1982; № 29 (3): 219-225.
5. Cerva L., Gut J. Indirect haemagglutination reaction with antigen of *Sarcocystis gigantea* (Railliet, 1886) Ashford, 1977. Folia Parasitol. (Praha). 1983; 30 (3): 223-228.
6. Dini F. M., Caffara M., Jacinto J. G. P., Benazzi C., Gentile A., Galuppi R. A Case of Bovine Eosinophilic Myositis (BEM) Associated with Co-Infection by *Sarcocystis hominis* and

- Toxoplasma gondii. *Animals (Basel)*. 2023; 13 (2): 311.
7. Gjerde B. Molecular characterisation of *Sarcocystis bovis*, *Sarcocystis bovini* n. sp., *Sarcocystis hirsuta* and *Sarcocystis cruzi* from cattle (*Bos taurus*) and *Sarcocystis sinensis* from water buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Parasitol. Res.* 2016; 115 (4): 1473-1492.
  8. Habeeb Y. S. M., Selim M. A., Ali M. S., Mahmoud L. A., Adel Hadi A. M., Shafei A. Serological diagnosis of extraintestinal sarcocystosis. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 1996; 26: 393-400.
  9. Lindsay D. S., Dubey J. P. Neosporosis, Toxoplasmosis, and Sarcocystosis in Ruminants: An Update. *Vet. Clin. North Amer. Food Anim. Pract.* 2020; 36 (1): 205-222.
  10. Svobodová V. Use of ELISA for the diagnostics of ovine sarcocystosis. *Folia parasitologica.* 1991; 38 (4): 303-308.
  11. Tenter A. M. Current research on *Sarcocystis* species of domestic animals. *Intern. J. Parasitol.* 1995; 25 (11): 1311-1330.
  12. Ugglia A., Buxton D. Immune responses against *Toxoplasma* and *Sarcocystis* infections in ruminants: diagnosis and prospects for vaccination. *Rev. Sci. Tech.* 1990; 9 (2): 441-462.
  13. Vangeel L., Houf K., Chiers K., Vercruyssen J., D'Herde K., Ducatelle R. Molecular-based identification of *Sarcocystis hominis* in Belgian minced beef. *J. Food Prot.* 2007; 70: 1523-1526.
  14. Author links open overlay panelKatie Waive, Paul M. Bartley, Alistair Cox, Reuben Newsome, Ben Strugnell, Frank Katzer
  15. Zeng H., Van Damme I., Kabi T. W., Šoba B., Gabriël S. *Sarcocystis* species in bovine carcasses from a Belgian abattoir: a cross-sectional study. *Parasit. Vectors.* 2021; 14: 271.

Статья поступила в редакцию 26.02.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Гламаздин Игорь Геннадьевич**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-7119-906X, glamazdin@mgupp.ru

**Рутаганира Йозеф**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11), Москва, Россия, ORCID ID: 0000-0001-5939-8365, rutaganirajoseph@yahoo.com

**Панова Ольга Александровна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-9254-0167, panova@vniigis.ru

**Сысоева Наталья Юрьевна**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» (125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11), Москва, Россия, ORCID ID: 0000-0002-5149-590X, SysoevaNY@mgupp.ru

**Халим Дадулла**, Университет Аль-Берони (Афганистан), ORCID ID: 0000-0001-96861267, dadullahhaleem@gmail.com

Вклад соавторов:

**Гламаздин Игорь Геннадьевич** – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна опытов, написание текста рукописи.

**Рутаганира Йозеф** – обзор публикаций по теме статьи, исследование материала

**Панова Ольга Александровна** – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна опытов, написание текста рукописи.

**Сысоева Наталья Юрьевна** – анализ и интерпретация полученных данных

**Халим Дадулла** – обзор публикаций по теме статьи, исследование материала.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Glamazdin I. G., Sysoeva N. Yu., Kryukovskaya G. M., Li E. B. Efficiency of immunodiagnostic studies in tissue parasitosis of pigs. *Health, Food & Biotechnology.* 2019; 1 (4): 11-18. (In Russ.)
2. Drozdova L. I., Kundryukova U. I. Sarcocystosis in cattle. *BIO.* 2019; 9 (228): 32-33. (In Russ.)
3. Polyanskaya O. V., Sivkov G. S. Spread of sarcocystosis in cattle in the Tyumen Region. *«Problemy entomologii i arakhnologii»: sbornik*

- nauchnykh trudov «Issues of entomology and arachnology»: collection of scientific papers.* Tyumen, 2002; 134-136. (In Russ.)
4. Cerva L., Cerná Z. Indirect haemagglutination reaction with *Sarcocystis dispersa* antigen. *Folia Parasitol.* (Praha). 1982; 29 (3): 219-225.
  5. Cerva L., Gut J. Indirect haemagglutination reaction with antigen of *Sarcocystis gigantea* (Railliet, 1886) Ashford, 1977. *Folia Parasitol.* (Praha). 1983; 30 (3): 223-228.
  6. Dini F. M., Caffara M., Jacinto J. G. P., Benazzi C., Gentile A., Galuppi R. A Case of Bovine Eosinophilic Myositis (BEM) Associated with Co-Infection by *Sarcocystis hominis* and *Toxoplasma gondii*. *Animals* (Basel). 2023; 13 (2): 311.
  7. Gjerde B. Molecular characterisation of *Sarcocystis bovifelis*, *Sarcocystis bovini* n. sp., *Sarcocystis hirsuta* and *Sarcocystis cruzi* from cattle (*Bos taurus*) and *Sarcocystis sinensis* from water buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Parasitol. Res.* 2016; 115 (4): 1473-1492.
  8. Habeeb Y. S. M., Selim M. A., Ali M. S., Mahmoud L. A., Adel Hadi A. M., Shafei A. Serological diagnosis of extraintestinal sarcocystosis. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 1996; 26: 393-400.
  9. Lindsay D. S., Dubey J. P. Neosporosis, Toxoplasmosis, and Sarcocystosis in Ruminants: An Update. *Vet. Clin. North Amer. Food Anim. Pract.* 2020; 36 (1): 205-222.
  10. Svobodová V. Use of ELISA for the diagnostics of ovine sarcocystosis. *Folia parasitologica.* 1991; 38 (4): 303-308.
  11. Tenter A. M. Current research on *Sarcocystis* species of domestic animals. *Intern. J. Parasitol.* 1995; 25 (11): 1311-1330.
  12. Uggla A., Buxton D. Immune responses against *Toxoplasma* and *Sarcocystis* infections in ruminants: diagnosis and prospects for vaccination. *Rev. Sci. Tech.* 1990; 9 (2): 441-462.
  13. Vangeel L., Houf K., Chiers K., Vercruyse J., D'Herde K., Ducatelle R. Molecular-based identification of *Sarcocystis hominis* in Belgian minced beef. *J. Food Prot.* 2007; 70: 1523-1526.
  14. Author links open overlay panelKatie Waive, Paul M. Bartley, Alistair Cox, Reuben Newsome, Ben Strugnell, Frank Katzer
  15. Zeng H., Van Damme I., Kabi T. W., Šoba B., Gabriël S. *Sarcocystis* species in bovine carcasses from a Belgian abattoir: a cross-sectional study. *Parasit. Vectors.* 2021; 14: 271.

The article was submitted 26.02.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the authors:*

**Glamazdin Igor G.**, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)" (11, Volokolamskoye Shosse, Moscow, 125080), Moscow, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0001-7119-906X, glamazdin@mgupp.ru

**Rutaganira Josef**, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)" (11, Volokolamskoye Shosse, Moscow, 125080), Moscow, Russia, ORCID ID: 0000-0001-5939-8365, rutaganirajoseph@yahoo.com

**Panova Olga A.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0001-9254-0167, panova@vniigis.ru

**Sysoeva Natalia Y.**, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)" (11, Volokolamskoye Shosse, Moscow, 125080), Moscow, Russia, ORCID ID: 0000-0002-5149-590X, SysoevaNY@mgupp.ru

**Halim Dadullah**, Al-Beroni University (Afghanistan), ORCID ID: 0000-0001-96861267, dadullahhaleem@gmail.com

*Contribution of co-authors:*

**Glamazdin Igor G.** – material research, review of publications on the topic of the article, experimental design development, manuscript text.

**Rutaganira Josef** – review of publications on the topic of the article, material research.

**Panova Olga A.** – material research, review of publications on the topic of the article, experimental design development, manuscript text.

**Sysoeva Natalia Y.** – obtained data analysis and interpretation.

**Halim Dadullah** – review of publications on the topic of the article, material research.

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

Научная статья

УДК 619.576.895.132

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-170-178>

## Анализ наличия резистентности у паразитических нематод *Haemonchus contortus* к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда методом гнездовой изотермической амплификации (ПЦР)

Илья Александрович Пименов<sup>1</sup>, Анастасия Ивановна Варламова<sup>2</sup>,  
Алексей Дмитриевич Афанасьев<sup>3</sup>, Ирина Михайловна Одоевская<sup>4</sup>

<sup>1-4</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> [mr.pimenov123@yandex.ru](mailto:mr.pimenov123@yandex.ru)

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

<sup>3</sup> [a.afanasyev@avgust.com](mailto:a.afanasyev@avgust.com)

<sup>4</sup> [odoevskayaim@rambler.ru](mailto:odoevskayaim@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3644-5592>

### Аннотация

**Цель исследования** – провести мониторинг фермерских хозяйств, расположенных на территории Европейской части РФ, на предмет выявления резистентности к воздействию антигельминтных препаратов из группы бензимидазолов в популяциях нематод *Haemonchus contortus*, паразитирующих в желудочно-кишечном тракте у мелкого рогатого скота.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2023–2024 гг. на убойных пунктах, расположенных в Московской области. На первом этапе была проведена таксономическая идентификация паразитических нематод и личинок (L3), определена видовая принадлежность стронгилят от овец. Материалом для исследования служили сычуги с фрагментами 12-перстной кишки и дистальный фрагмент прямой кишки с содержащимися в ней фекалиями. Для молекулярных исследований были использованы половозрелые нематоды и личинки L3 *H. contortus*, выделенные из сычугов и фекалий мелкого рогатого скота, привезённого на убойные пункты в Московской области из 8 регионов Европейской части РФ – Московской, Астраханской, Орловской, Липецкой, Тульской, Брянской областей, Ставрополя и Дагестана. Исследования проводили на базе лаборатории молекулярной биологии Всероссийского НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Проведена статистическая обработка полученных данных, определены средние показатели заражённости паразитическими нематодами (ИИ и ЭИ). Было исследовано 56 проб ДНК нематод *H. contortus* методом гнездовой изотермической амплификации (ПЦР) на предмет выявления наличия аллелей генов, определяющих наличие резистентности к препаратам из группы бензимидазолов.

**Результаты и обсуждение.** При проведении молекулярно-генетических исследований ДНК *H. contortus*, отобранных от овец, прибывших из разных регионов, гомозиготные особи (100%), резистентные к бензимидазолу, были обнаружены только в популяции паразитических нематод из Орловской области. В остальных областях были выявлены только гомозиготные и гетерозиготные особи, восприимчивые к бензимидазолу.

**Ключевые слова:** нематоды, *Haemonchus contortus*, антигельминтные препараты, бензимидазолы, гнездовая ПЦР, резистентность

**Благодарность.** Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 23-26-00220.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**



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

**Для цитирования:** Пименов И. А., Варламова А. И., Афанасьев А. Д., Одоевская И. М. Анализ наличия резистентности у паразитических нематод *Haemonchus contortus* к антигельминтным препаратам бензимидазольного ряда методом гнездовой изотермической амплификации (ПЦР) // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 170–178.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-170-178>

© Пименов И. А., Варламова А. И., Афанасьев А. Д., Одоевская И. М., 2024

Original article

## Analysis of benzimidazole anthelmintic resistance in parasitic nematodes *Haemonchus contortus* using nested isothermal amplification (PCR)

Ilya A. Pimenov<sup>1</sup>, Anastasiya I. Varlamova<sup>2</sup>, Alexey D. Afanasyev<sup>3</sup>, Irina M. Odoevskaya<sup>4</sup>

<sup>1-4</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>1</sup>mr.pimenov123@yandex.ru

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

<sup>3</sup>a.afanasyev@avgust.com

<sup>4</sup>odoevskayaim@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3644-5592>

### Abstract

**The purpose of the research** is to monitor farms located in the European part of the Russian Federation to identify resistance to effects of benzimidazole anthelmintics in populations of nematodes *Haemonchus contortus* dwelling in the gastrointestinal tract of small cattle.

**Materials and methods.** The studies were conducted in slaughterhouses located in the Moscow Region in 2023–2024. At the first stage, taxonomic identification of parasitic nematodes and larvae (L3) was made, and Strongylata species was determined from sheep. The study material was the abomasum with duodenum fragments and a distal rectum fragment with feces. For molecular studies, we used mature nematodes and *H. contortus* L3 larvae isolated from the abomasum and feces of small cattle brought to slaughterhouses in the Moscow Region from 8 regions of the European part of the Russian Federation: Moscow, Astrakhan, Oryol, Lipetsk, Tula, Bryansk regions, Stavropol and Dagestan. The studies were conducted at the premises of the Laboratory of Molecular Biology, the VNIIP – FSC VIEV. Statistical processing of the obtained data was made, and mean infection rates of parasitic nematodes (infection intensity and prevalence) were determined. Fifty-six DNA samples of nematodes *H. contortus* were examined using nested isothermal amplification (PCR) to identify gene alleles that determine resistance to benzimidazole drugs.

**Results and discussion.** Molecular genetic studies of *H. contortus* DNA sampled from sheep brought from different Regions only detected homozygous individuals (100%) resistant to benzimidazole in the parasitic nematode population from the Oryol Region. Other regions identified only homozygous and heterozygous individuals susceptible to benzimidazole.

**Keywords:** nematodes, *Haemonchus contortus*, anthelmintics, benzimidazoles, nested PCR, resistance

**Acknowledgments.** The study was conducted with financial support from the Russian Science Foundation Grant 23-26-00220.

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Pimenov I. A., Varlamova A. I., Afanasyev A. D., Odoevskaya I. M. Analysis of benzimidazole anthelmintic resistance in parasitic nematodes *Haemonchus contortus* using nested isothermal amplification (PCR). *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):170–178. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-170-178>

© Pimenov I. A., Varlamova A. I., Afanasyev A. D., Odoevskaya I. M., 2024

## Введение

Паразитарные инвазии пищеварительного тракта мелкого рогатого скота наносят непоправимый ущерб сельскохозяйственной отрасли экономики многих стран. Распространение лекарственной устойчивости к препаратам группы бензимидазолов (БЗ) в популяциях нематод семейства *Trichostrongylidae*, паразитирующих в желудочно-кишечном тракте овец и коз, является серьёзной проблемой для животноводческой отрасли экономики многих стран мира и требует внедрения в ветеринарную практику чувствительных, практичных и стандартизированных тестов для раннего выявления антигельминтной резистентности [5, 16].

В настоящее время полевые популяции трихостронгилид проявляют устойчивость ко всем основным классам антигельминтных препаратов, включая БЗ [3, 4, 9, 16]. Общепринятым определением устойчивости (резистентности) у паразитических нематод является способность особи выдерживать дозу антигельминтного препарата, которая обычно приводит к гибели гельминта того же вида и стадии развития. Наиболее простыми, доступными и широко используемыми в полевых условиях исследованиями, широко применяемыми ветеринарными врачами во всём мире для выявления резистентности к антигельминтным препаратам, являются тесты *in vivo* FECRT [13].

Первый препарат из БЗ был разработан и внедрен в ветеринарную практику в 1962 г. под названием тиабендазол [20, 21]. Повсеместное использование этого препарата оказало сильное селективное давление на трихостронгилид, обитающих в желудочно-кишечном тракте сельскохозяйственных животных, и привело к появлению резистентных популяций по всему миру [16, 20].

Сегодня резистентность к двум наиболее широко используемым БЗ, альбендазолу и фенбендазолу, широко распространена и встречается во всем мире [11, 12, 18]. В последнее время появляется всё больше сообщений о перспективности применения сочетания молекулярных, *in vitro* и *in vivo*, методов анализа для изучения фенотипических и генотипических изменений в полевой популяции нематод, что позволяет лучше понять эпидемиологию развития устойчивости к антигельминтным препаратам [11].

Для оценки распространения фенотипов лекарственной устойчивости у паразитических нематод домашнего скота был разработан ряд лабораторных методов *in vitro* и *in vivo*, которые включают тесты: на вылупление яиц (ЕНТ), на снижение числа яиц в фекалиях (FECRT), подвижности личинок и анализа развития личинок (FЕСРАК) [7, 8, 13]. Однако, эти анализы требуют свежих проб фекалий, трудоемки и недостаточно эффективны, поскольку могут выявить резистентных к воздействию антигельминтика стронгилят только тогда, когда в популяциях паразитических нематод присутствует более 25% устойчивых к действию препарата особей [2, 7, 8, 17]. Использование только тестов *in vitro* и *in vivo*, без генотипирования аллелей кодонов  $\beta$ -тубулина, может привести к потенциальной недооценке начальной стадии развития антигельминтной резистентности у трихостронгилид желудочно-кишечного тракта жвачных животных при проведении молекулярных исследований на популяционном уровне [14, 19]. Но, поскольку в данных исследованиях использовали исключительно биоматериал от овец, полученный на убойных пунктах, проведение корреляции результатов тестов на наличие резистентности (FECRT и аллель-специфической изотермической ПЦР) не предусматривалось.

Целью исследований было провести мониторинг фермерских хозяйств, расположенных на территории Европейской части РФ, на предмет выявления резистентности к воздействию антигельминтных препаратов из группы бензимидазолов в популяциях нематод *Haemonchus contortus*, паразитирующих в желудочно-кишечном тракте у мелкого рогатого скота.

## Материалы и методы

Исследования проводили в 2023–2024 гг. на убойных пунктах, расположенных в Московской области. На первом этапе была проведена таксономическая идентификация паразитических нематод и личинок (L3), определена видовая принадлежность стронгилят от овец в возрасте от 8 месяцев до 2-3 лет, поступивших из разных фермерских хозяйств – Московской, Астраханской, Орловской, Липецкой, Тульской, Брянской областей, Ставрополя и Дагестана. Методом свободной выборки из каждой партии отбирали по 10 животных,

при убое из туш которых для исследований были взяты сычуги с фрагментами 12-перстной кишки и дистальный фрагмент прямой кишки с содержащимися в ней фекалиями. Для сохранности пат. материала при транспортировке в лабораторию были наложены лигатуры на краниальные и пилорические области сычугов, а также на фрагменты тонкого кишечника и прямой кишки. Проведена статистическая обработка полученных данных, определены средние показатели заражённости паразитическими нематодами (ИИ и ЭИ) для каждого хозяйства [1].

Морфологическую идентификацию самцов и инвазионных личинок (L3) паразитических нематод проводили классическими методами с использованием световой микроскопии. Из всех самок нематод от одного животного была выделена геномная ДНК. У самцов, перед выделением ДНК, фотографировали головной конец для дальнейшей таксономической идентификации каждой отдельной особи генетическими и морфологическими методами.

Для молекулярных исследований были использованы наборы для выделения ДНК из микроколичеств тканей (фирмы: «Синтол», «Qiagen», «diaGene»). Извлечённую ДНК определяли количественно с помощью прибора Fluorometer Qubit 3.0, Invitrogen. Аликвоты геномной ДНК сохраняли вплоть до использования при  $-20^{\circ}\text{C}$ . Мультиплексную ПЦР проводили в соответствии с рекомендациями Zarlenga et al, 2001, используя праймеры к внутренним (ITS) и внешним (ETS) транскрибируемым спейсерам и последовательностям, выбранным из малых и больших субъединиц генов рибосомальной ДНК. Последовательности прямых и обратных праймеров были гомологичны нуклеотидным последовательностям, депонированным в ГенБанке под номерами: AF 343971 (для *Haemonchus contortus*), AF343972 (для *Trichostrongylus colubriformis*) и AF044933 (для *Teladorsagia circumcincta*). Для амплификации ДНК использовали термоциклер T-100 Bio-Rad и коммерческий набор реактивов Master Mix, Евроген. Режим проведения ПЦР:  $96^{\circ}\text{C}$  – 2 мин;  $95^{\circ}\text{C}$  – 45 с; отжиг при  $57^{\circ}\text{C}$  – 55 с,  $72^{\circ}\text{C}$  – 65 с; элонгация цепи  $72^{\circ}\text{C}$  – 35 циклов; последний раунд  $72^{\circ}\text{C}$  – 5 мин; сохранение продукта – при  $8^{\circ}\text{C}$ . Анализ продуктов амплификации проводили в 3%-ном агарозном геле в TBE буфере, окрашенном бромистым этидием при УФ-излучении

в гель-документирующей системе GelDoc, Bio-Rad. Полученные размеры амплификатов (176, 243 и 257 н.п.) соотносили с ранее проведённой по морфологическим критериям таксономической идентификацией единичных личиночных и половозрелых стадий *H. contortus*, *T. colubriformis*, *T. circumcincta*. Все дальнейшие исследования проводили, используя в качестве матрицы геномную ДНК *H. contortus*, ранее выделенную из личинок L3 и половозрелых особей.

## Результаты и обсуждение

Было установлено, что доминирующим видом фауны паразитических нематод овец является *H. contortus*. Именно с этим видом были проведены дальнейшие молекулярно-генетические исследования.

По результатам морфологической идентификации методом свободной выборки было отобрано для выделения геномной ДНК и последующих молекулярно-генетических исследований по 7 взрослых нематод *H. contortus* и личинок L3 от овец из восьми регионов Европейской части РФ – всего 56 экз.

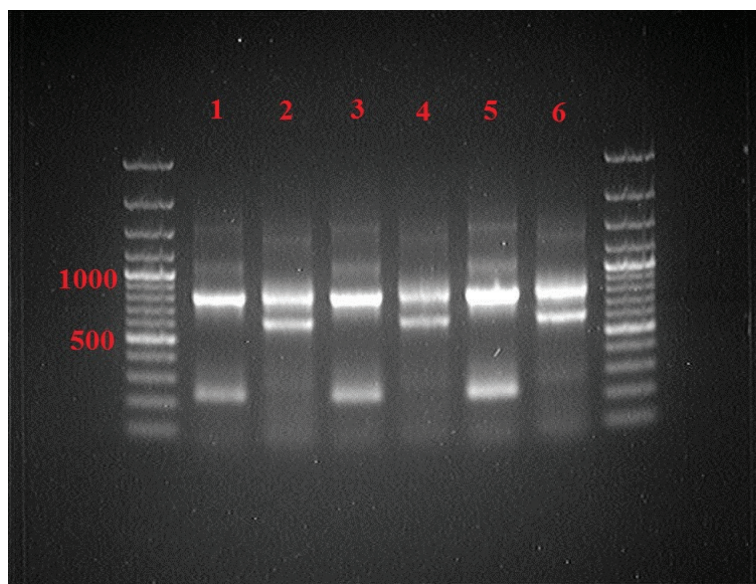
Современные методы молекулярной биологии, основанные на множестве разновидностей полимеразной цепной реакции (ПЦР) позволяют не только подтверждать или корректировать результаты ранее проведённой морфологической идентификации всех стадий развития *H. contortus*, но и успешно выявлять наличие мутаций в генах, приводящих к появлению резистентных к воздействию БЗ особей в популяции паразитических нематод у жвачных животных.

Генетической детерминированностью появления устойчивости к препаратам БЗ являются точечные мутации в кодоне TAC в положении 200 гена  $\beta$ -тубулина, изоформа 1, которые приводят к замене аминокислоты фенилаланина (Phe) на тирозин (Tyr). На первом этапе исследований, для выявления наличия нуклеотидных замен в кодоне TAC, отвечающих за устойчивость нематод к БЗ, была проведена подготовка продуктов амплификации для секвенирования в ЗАО «Генотех» (Москва). Однако, при получении результатов секвенирования, было обнаружено значительное число ошибок в прочтении у большей части проб. В некоторых случаях, сравнивая небольшие «прочитанные» участки из амплифицированных

ного фрагмента гена, удалось провести биоинформационный поиск аналогов в базе данных (GenBank) и подтвердить таксономическую принадлежность некоторых из исследуемых изолятов стронгилят. Однако, получить достоверные данные наличия или отсутствия генетических изменений в кодоне гена  $\beta$ -тубулина с использованием секвенирования продуктов амплификации нам не удалось. Поэтому, для выявления наличия однонуклеотидных замен в гене  $\beta$ -тубулина у *H. contortus*, приводящих к появлению резистентности к препаратам бензимидазольного ряда, были проведены серии гнездовых (вложенных) ПЦР, обеспечивающих повышение чувствительности и специфичности изотермических реакций. Для этого были использованы праймеры (F: 5' GGC AAA TAT GTC CCA CGT GC 3'; R: 5' GAA GCG CGA TAC GCT TGA GC 3'). Затем, полученный продукт использовали в качестве матрицы для другой пары праймеров (F: 5' GTG CTG TTC TTG TTG ATC TC 3'; R: 5' GAT CAG CAT TCA GCT GTC CA 3') в ПЦР. В результате был амплифицирован фрагмент гена размером 840 н.п. Полученный амплификон подвергали расщеплению эндонуклеазой Rsa I в сайте узнавания GT↓AC и CA↑TG. Электро-

форез в 2,5%-ном геле позволил визуализировать наличие трех нуклеотидных фрагментов размером 440, 190 и 150 н.п., что согласуется с ранее проведенной морфологической идентификацией личинок (L3) и взрослых особей *H. contortus*.

Для выявления гомо- и гетерозиготных аллелей у *H. contortus*, отвечающих за наличие восприимчивости или резистентности к препаратам бензимидазольного ряда была проведена двойная мультиплексная ПЦР с использованием праймеров (F: 5' GGA ACG ATG GAC TCC TTT CG 3'; R: 5' GGG AAT CGA AGG CAG GTC GT 3' и F: 5' CTG GTA GAG AAC ACC GAT GAA ACA TA 3') и (F: 5' GGA ACG ATG GAC TCC TTT CG 3'; R: 5' GGG AAT CGA AGG CAG GTC GT 3' и R: 5' ATA CAG AGC TTC GTT GTC AAT ACA GA 3'). Электрофорез в 2,5%-ном геле результатов аллель-специфической ПЦР продемонстрировал наличие у исследованных изолятов *H. contortus* как гомозиготных, так и гетерозиготных аллелей гена  $\beta$ -тубулина. Резистентные по отношению к БЗ гомозиготные особи характеризовались наличием полос в геле размером 750 и 223 н.п., а восприимчивые – 750 и 603 н.п. (рис.).



**Рис.** Результаты аллель-специфической ПЦР для выявления резистентности к бензимидазолу (электрофорез в 2,5%-ном геле):

треки 1, 8 – маркеры молекулярной массы (100 н.п.); треки 2, 4, 6 – амплифицированные фрагменты ДНК восприимчивых к бензимидазолам *H. contortus* (750 и 603 н.п.); треки 3, 5, 7 – амплифицированные фрагменты ДНК резистентных к бензимидазолу *H. contortus* (750 и 223 н.п.)

**[Fig.** Results of allele-specific PCR to detect benzimidazole resistance (2.5% gel electrophoresis): tracks 1, 8 – molecular mass markers (100 bp); tracks 2, 4, 6 – amplified DNA fragments of *H. contortus* susceptible to benzimidazoles (750 and 603 bp); tracks 3, 5, 7 – amplified DNA fragments of benzimidazole-resistant *H. contortus* (750 and 223 bp)]

Гомозиготные особи (100%), резистентные к БЗ, были обнаружены только в популяции *H. contortus* из Орловской области. В остальных областях, согласно полученным данным, были выявлены только восприимчивые к БЗ особи, причем процент гетерозиготных аллелей среди исследованных нами популяций паразитических нематод был незначителен.

В 2021 г. были опубликованы результаты проведенных исследований по сравнению эффективности выявления резистентности к БЗ у *H. contortus* посредством проведения таких тестов, как: тест на вылупление яиц (ЕНТ) *in vitro*, тест на развитие личинок в микроагаре (MALDT) и тест на снижение числа яиц в фекалиях (FECRT) *in vivo* [14, 15, 19]. В опытах участвовали козы и овцы, зараженные *H. contortus*. Результаты тестов *in vivo* и *in vitro* сравнивали с детектируемыми частотами аллелей гена  $\beta$ -тубулина, обуславливающими формирование резистентности у *H. contortus* к БЗ. Генотипирование проводили с использованием цифровой dPCR, методом Pyrosequencing™. В результате экспериментов было показано, что тесты FECRT, MALDT и ЕНТ не обладают достаточной эффективностью для раннего обнаружения формирования резистентности к БЗ в популяциях паразитических нематод. Наряду с этим, генотипирование подтвердило присутствие у 10% тестируемых особей *H. contortus* наличие аллелей кодона 200  $\beta$ -тубулина, обеспечивающих устойчивость к БЗ [14].

Исходя из имеющихся литературных данных, можно заключить, что эффективное выявление формирования резистентности к БЗ на ранней стадии при популяционном уровне исследований предпочтительно проводить молекулярными методами, а регулярный ветеринарный мониторинг эффективности проводимых дегельминтизаций жвачных животных – с применением методов *in vivo* [3, 6, 9].

### Заключение

Молекулярно-генетические методы позволяют проводить эпизоотические исследования нематод желудочно-кишечного тракта мелкого рогатого скота на предмет выявления числа резистентных особей в популяциях трихостронгилид даже на ранней стадии формирования резистентности к антигельминтным препаратам в конкретном стаде. Некоторые ограничения существующих классических тестов на резистентность к антигельминтным препа-

ратам *in vivo* и *in vitro* потенциально можно преодолеть за счет параллельного использования молекулярных тестов, выявляющих специфические генетические мутации, связанные с возникновением резистентности к антигельминтным препаратам. В настоящее время продолжают молекулярно-генетические исследования резистентности паразитических нематод семейства Trichostrongylidae Европейской части РФ к препаратам группы БЗ.

### Список источников

1. Пименов И. А., Кузнецов Д. Н., Одоевская И. М., Афанасьев А. Д., Варламова А. И., Архипов И. А. К фауне нематод пищеварительного тракта овец в Европейской части России // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 2. С. 206–213. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-206-213>
2. Avramenko R. W., Redman E. M., Windeyer C., Gilleard J. S. Assessing anthelmintic resistance risk in the post-genomic era: a proof-of-concept study assessing the potential for widespread benzimidazole-resistant gastrointestinal nematodes in North American cattle and bison. *Parasitology*. 2020; 147 (8): 897–906. <https://doi.org/10.1017/S0031182020000426>
3. Baltrušis A., Claude L., Halvarsson P., Mikko S., Höglund J. Using droplet digital PCR for the detection of hco-acr-8b levamisole resistance marker in *H. contortus*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2021; 15. 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2021.03.002>
4. Baltrušis A., Halvarsson P., Höglund J. Exploring benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* by next generation sequencing and droplet digital PCR. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2018; 8 (3): 411–419. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2018.09.003>
5. Charlier J., Rinaldi L., Musella V., Ploeger H. W., Chartier C., Vineer H. R., Hinney B., Samson-Himmelstjerna G., Bačescu B., Mickiewicz M. Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Prev. Vet. Med.* 2020; 182. 105103. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105103>
6. Dilks C. M., Hahnel S. R., Sheng Q., Long L., McGrath P. T., Andersen E. C. Quantitative benzimidazole resistance and fitness effects of parasitic nematode beta-tubulin alleles. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2020; 14. 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.08.003>
7. Dobson R. J., Hosking B. C., Jacobson C. L., Cotter J. L., Besier R. B., Stein P. A., Reid S. A. Preserving new anthelmintics: a simple method for estimating

- faecal egg count reduction test (FECRT) confidence limits when efficacy and/or nematode aggregation is high. *Vet. Parasitol.* 2012; 186: 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.049>
8. *Hinney B., Wiedermann S., Bosco A., Rinaldi L., Hofer M., Joachim A., Krücken J., Steinborn R.* Development of a three-colour digital PCR for early and quantitative detection of benzimidazole resistance-associated single nucleotide polymorphisms in *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.* 2023; 22: 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.06.001>
  9. *Höglund J., Gustafsson K., Ljungström B. L., Engström A., Donnan A., Skuce P.* Anthelmintic resistance in Swedish sheep flocks based on a comparison of the results from the faecal egg count reduction test and resistant allele frequencies of the  $\beta$ -tubulin gene. *Veterinary Parasitology.* 2009; 161 (1–2): 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.12.001>
  10. *Kaplan R. M.* Biology, epidemiology, diagnosis, and management of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of livestock. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice.* 2020; 36 (1): 17–30. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.001>
  11. *Kaplan R. M., Vidyashankar A. N.* An inconvenient truth: global warming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology.* 2012; 186: 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.048>
  12. *Kaplan R. M., Denwood M. J., Nielsen M. K., Thamsborg S. M., Torgerson P. R., Gilleard J. S., Dobson R. J., Vercruyse J., Levecke B.* World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology.* 2023; 318: 109936. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>
  13. *Königová A., Urda Dolinská M., Babják M. et al.* Experimental evidence for the lack of sensitivity of in vivo faecal egg count reduction testing for the detection of early development of benzimidazole resistance. *Parasitol. Res.* 2021; 120: 153–159. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06965-0>
  14. *Kotze A. C., Gilleard J. S., Doyle S. R., Prichard R. K.* Challenges and opportunities for the adoption of molecular diagnostics for anthelmintic resistance. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.* 2020; 14: 264–273. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.11.005>
  15. *Kotze A. C., Prichard R.* Anthelmintic resistance in *Haemonchus contortus*: history, mechanisms and diagnosis. *Adv. Parasitol.* 2016; 93: 397–428. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.012>
  16. *Levecke B., Kaplan R. M., Thamsborg S. M., Torgerson P. R., Vercruyse J., Dobson R. J.* How to improve the standardization and the diagnostic performance of the fecal egg count reduction test? *Veterinary Parasitology.* 2018; 253: 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.02.004>
  17. *Melville L. A., Redman E., Morrison A. A., Chen P. C. R., Avramenko R., Mitchell S., Van Dijk J., Innocent G., Sargison F., Aitken C.* Large scale screening for benzimidazole resistance mutations in *Nematodirus battus*, using both pyrosequence genotyping and deep amplicon sequencing, indicates the early emergence of resistance on UK sheep farms. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.* 2020; 12: 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.03.001>
  18. *Morgan E. R., Lanusse C., Rinaldi L., Charlier J., Vercruyse J.* Confounding factors affecting faecal egg count reduction as a measure of anthelmintic efficacy. *Parasite.* 2022; 29: 20. <https://doi.org/10.1051/parasite/2022017>
  19. *Umer C., Redman E. M., Kaplan R., Yazwinski T., Sargison N., Gilleard J. S.* Contrasting patterns of isotype-1  $\beta$ -tubulin allelic diversity in *Haemonchus contortus* and *Haemonchus placei* in the southern USA are consistent with a model of localized emergence of benzimidazole resistance. *Veterinary Parasitology.* 2020; 286: 109240. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109240>
  20. *Vineer H. R., Morgan E. R., Hertzberg H., Bartley D. J., Bosco A., Charlier J., Chartier C., Claerebout E., De Waal T., Hendrickx G.* Increasing importance of anthelmintic resistance in European livestock: creation and meta-analysis of an open database. *Parasite.* 2020; 27: 69. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020062>
  21. *Wolstenholme A. J., Fairweather I., Prichard R., Samson-Himmelstjerna G. von, Sangster N. C.* Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in Parasitology.* 2004; 20 (10): 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.07.010>

Статья поступила в редакцию 14.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Пименов Илья Александрович**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218 Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, аспирант, [mr.pimenov123@yandex.ru](mailto:mr.pimenov123@yandex.ru)

**Варламова Анастасия Ивановна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218 Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-8364-5055, [arsphoeb@mail.ru](mailto:arsphoeb@mail.ru)

**Афанасьев Алексей Дмитриевич**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218 Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, аспирант, [a.afanasyev@avgust.com](mailto:a.afanasyev@avgust.com)

**Одоевская Ирина Михайловна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218 Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-3644-5592, odoevskayaim@rambler.ru

*Вклад соавторов:*

**Пименов Илья Александрович** – гельминтологическое вскрытие, сбор гельминтов, выделение ДНК, постановка гнездовой ПЦР, электрофоретическое разделение продуктов амплификации, подготовка статьи.

**Варламова Анастасия Ивановна** – сбор гельминтов, таксономическая идентификация паразитических нематод, критический анализ и интерпретация полученных данных, обзор литературы, оформление рукописи.

**Афанасьев Алексей Дмитриевич** – выделение ДНК, определение концентрации геномной ДНК, постановка гнездовой ПЦР, электрофоретическое разделение продуктов амплификации, критический анализ полученных результатов.

**Одоевская Ирина Михайловна** – научное руководство, подбор праймеров, разработка дизайна исследований, ресурсное обеспечение НИР, анализ и интерпретация полученных результатов, подготовка рукописи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

- Pimenov I. A., Kuznetsov D. N., Odоеvskaya I. M., Afanasyev A. D., Varlamova A. I., Arkhipov I. A. Fauna of gastrointestinal nematodes in sheep in the European part of Russia. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023; 17 (2): 206–213. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-206-213>
- Avramenko R. W., Redman E. M., Windeyer C., Gilleard J. S. Assessing anthelmintic resistance risk in the post-genomic era: a proof-of-concept study assessing the potential for widespread benzimidazole-resistant gastrointestinal nematodes in North American cattle and bison. *Parasitology*. 2020; 147 (8): 897–906. <https://doi.org/10.1017/S0031182020000426>
- Baltrušis A., Claude L., Halvarsson P., Mikko S., Höglund J. Using droplet digital PCR for the detection of hco-acr-8b levamisole resistance marker in *H. contortus*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2021; 15: 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2021.03.002>
- Baltrušis A., Halvarsson P., Höglund J. Exploring benzimidazole resistance in *Haemonchus contortus* by next generation sequencing and droplet digital PCR. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2018; 8 (3): 411–419. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2018.09.003>
- Charlier J., Rinaldi L., Musella V., Ploeger H. W., Chartier C., Vineer H. R., Hinney B., Samson-Himmelstjerna G., Bačescu B., Mickiewicz M. Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Prev. Vet. Med.* 2020; 182: 105103. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105103>
- Dilks C. M., Hahnel S. R., Sheng Q., Long L., McGrath P. T., Andersen E. C. Quantitative benzimidazole resistance and fitness effects of parasitic nematode beta-tubulin alleles. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2020; 14: 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.08.003>
- Dobson R. J., Hosking B. C., Jacobson C. L., Cotter J. L., Besier R. B., Stein P. A., Reid S. A. Preserving new anthelmintics: a simple method for estimating faecal egg count reduction test (FECRT) confidence limits when efficacy and/or nematode aggregation is high. *Vet. Parasitol.* 2012; 186: 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.049>
- Hinney B., Wiedermann S., Bosco A., Rinaldi L., Hofer M., Joachim A., Krücken J., Steinborn R. Development of a three-colour digital PCR for early and quantitative detection of benzimidazole resistance-associated single nucleotide polymorphisms in *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2023; 22: 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2023.06.001>
- Höglund J., Gustafsson K., Ljungström B. L., Engström A., Donnan A., Skuce P. Anthelmintic resistance in Swedish sheep flocks based on a comparison of the results from the faecal egg count reduction test and resistant allele frequencies of the  $\beta$ -tubulin gene. *Veterinary Parasitology*. 2009; 161 (1–2): 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.12.001>
- Kaplan R. M. Biology, epidemiology, diagnosis, and management of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of livestock. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2020; 36 (1): 17–30. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.001>
- Kaplan R. M., Vidyashankar A. N. An inconvenient truth: global warming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*. 2012; 186: 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.048>
- Kaplan R. M., Denwood M. J., Nielsen M. K., Thamsborg S. M., Torgerson P. R., Gilleard J. S., Dobson R. J., Vercruyse J., Levecke B. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count

- reduction test in ruminants, horses and swine. *Veterinary Parasitology*. 2023; 318. 109936. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109936>
13. Königová A., Urda Dolinská M., Babják M. et al. Experimental evidence for the lack of sensitivity of in vivo faecal egg count reduction testing for the detection of early development of benzimidazole resistance. *Parasitol. Res.* 2021; 120. 153–159. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06965-0>
  14. Kotze A. C., Gilleard J. S., Doyle S. R., Prichard R. K. Challenges and opportunities for the adoption of molecular diagnostics for anthelmintic resistance. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2020; 14. 264–273. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.11.005>
  15. Kotze A. C., Prichard R. Anthelmintic resistance in *Haemonchus contortus*: history, mechanisms and diagnosis. *Adv. Parasitol.* 2016; 93. 397–428. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.012>
  16. Levecke B., Kaplan R. M., Thamsborg S. M., Torgerson P. R., Vercruysse J., Dobson R. J. How to improve the standardization and the diagnostic performance of the fecal egg count reduction test? *Veterinary Parasitology*. 2018; 253. 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.02.004>
  17. Melville L. A., Redman E., Morrison A. A., Chen P. C. R., Avramenko R., Mitchell S., Van Dijk J., Innocent G., Sargison F., Aitken C. Large scale screening for benzimidazole resistance mutations in *Nematodirus battus*, using both pyrosequencing and deep amplicon sequencing, indicates the early emergence of resistance on UK sheep farms. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2020; 12. 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2020.03.001>
  18. Morgan E. R., Lanusse C., Rinaldi L., Charlier J., Vercruysse J. Confounding factors affecting faecal egg count reduction as a measure of anthelmintic efficacy. *Parasite*. 2022; 29. 20. <https://doi.org/10.1051/parasite/2022017>
  19. Umer C., Redman E. M., Kaplan R., Yazwinski T., Sargison N., Gilleard J. S. Contrasting patterns of isotype-1  $\beta$ -tubulin allelic diversity in *Haemonchus contortus* and *Haemonchus placei* in the southern USA are consistent with a model of localized emergence of benzimidazole resistance. *Veterinary Parasitology*. 2020; 286. 109240. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109240>
  20. Vineer H. R., Morgan E. R., Hertzberg H., Bartley D. J., Bosco A., Charlier J., Chartier C., Claerebout E., De Waal T., Hendrickx G. Increasing importance of anthelmintic resistance in European livestock: creation and meta-analysis of an open database. *Parasite*. 2020; 27. 69. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020062>
  21. Wolstenholme A. J., Fairweather I., Prichard R., Samson-Himmelstjerna G. von, Sangster N. C. Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in Parasitology*. 2004; 20 (10): 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.07.010>

The article was submitted 14.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

#### About the authors:

**Pimenov Ilya A.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Postgraduate Student, [mr.pimenov123@yandex.ru](mailto:mr.pimenov123@yandex.ru)

**Varlamova Anastasia I.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Doctor of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0001-8364-5055, [arsphoeb@mail.ru](mailto:arsphoeb@mail.ru)

**Afanasyev Alexey D.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Postgraduate Student, [a.afanasyev@avgust.com](mailto:a.afanasyev@avgust.com)

**Odoevskaya Irina M.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-3644-5592, [odoevskayaim@rambler.ru](mailto:odoevskayaim@rambler.ru)

#### Contribution of co-authors:

**Pimenov Ilya A.** – helminthological dissection, collection of helminths, DNA isolation, nested PCR, electrophoretic separation of amplification products, article preparation.

**Varlamova Anastasia I.** – collection of helminths, taxonomic identification of parasitic nematodes, obtained data critical analysis and interpretation, literature review, manuscript drafting.

**Afanasyev Alexey D.** – DNA isolation, gDNA concentration determination, nested PCR, electrophoretic separation of amplification products, critical analysis of results.

**Odoevskaya Irina M.** – academic supervision, selection of primers, study design development, resource support for research work, analysis and interpretation of obtained results, manuscript preparation.

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

Научная статья

УДК 619:616.995.132:636.5

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-179-186>

## Гистологический метод диагностики гетеракидоза у кур

Виктория Васильевна Стаффорд<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН», Москва, Россия

<sup>1</sup> [stafford.v.v@gmail.com](mailto:stafford.v.v@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-8725-2320>

### Аннотация

**Цель исследования** – изучить патоморфологические изменения при гетеракидозе у бройлеров.

**Материалы и методы.** В работе использовали патологический материал (слепая кишка, печень) от 8 несушек в возрасте одного года. Образцы органов доставляли в сектор патоморфологии в 10%-ном растворе забуференного формалина. Фиксировали в течение 36 ч и исследовали гистологическим методом при помощи парафиновой проводки. Для обработки образцов тканей использовали полуавтоматическое оборудование фирмы Thermo Scientific. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином. Гистоархитектонику препаратов оценивали при помощи микроскопа Axio A1.0, фотосъемку вели при помощи программы AxioVision.

**Результаты и обсуждение.** При визуальной оценке патологического материала выявлено утолщение дистальных отделов слепой кишки, при этом образцы печени были без каких-либо признаков патологии. Установлено, что *Heterakis* spp. в длину около 1 см; яйца гельминта овальной формы, имеют прочную равномерную оболочку; их размер, в среднем, составляет 49 × 26 микрометров. При паразитировании в слепой кишке *Heterakis* spp. вызывают атонию стенки дистальной части слепого отростка, развитие воспалительных и некротических процессов в слизистой оболочке кишки, что способствует активному росту бактериальной микрофлоры, накоплению продуктов обмена бактерий и интоксикации. В местах локализации гельминта происходит накопление яиц, возрастает риск инвазии *Histomonas* spp. – выявлены амёбная (в просвете кишки) и сферические (в слизистой оболочке кишки) формы простейшего. При оценке гистологических препаратов печени от инвазированной птицы не удалось дифференцировать *Histomonas* spp. При диагностике необходимо учитывать большое сходство морфологических признаков яиц *Heterakis* spp. и *Ascaridia* spp.

**Ключевые слова:** нематода, *Heterakis* spp., *Histomonas* spp., инвазия, птица, гистология

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках НИР Государственного задания на 2022–2024 гг.

**Прозрачность финансовой деятельности:** автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Стаффорд В. В. Гистологический метод диагностики гетеракидоза у кур // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 179–186.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-179-186>

© Стаффорд В. В., 2024



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

Original article

# Histodiagnosis of heterakidosis in chickens

Victoria V. Stafford<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution, Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Skryabin and Y. R. Kovalenko RAS", Moscow, Russia

<sup>1</sup> stafford.v.v@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8725-2320>

## Abstract

The purpose of the research is to study pathology findings in heterakidosis in broilers.

**Materials and methods.** The study used pathological material (cecum, liver) from 8 laying hens aged one year. Organ samples were delivered to the Pathology Sector in 10% buffered formalin. They were fixed for 36 hours and examined histologically using paraffin embedding. Semi-automatic Thermo Scientific equipment was used to process tissue samples. Histologic specimens were stained with hematoxylin and eosin. The specimen histoarchitecture was assessed with an Axio A1.0 microscope; photographs were taken using the AxioVision software.

**Results and discussion.** Visual assessment of the pathological material revealed thickening of the distal cecum while the liver samples had no signs of pathology. It was found that *Heterakis* spp. was about 1 cm long; helminth eggs were oval-shaped and had a strong, uniform shell; their size was 49 × 26 micrometers in the mean. When dwelling in the cecum, *Heterakis* spp. causes atony of the distal cecum wall, and development of inflammatory and necrotic processes in the intestinal mucosa, which promotes active growth of bacterial flora, accumulation of bacterial byproducts and intoxication. In places where the helminth is localized, eggs accumulate and a risk of *Histomonas* spp. infection increases, namely, amoebic (in the intestinal lumen) and spherical (in the intestinal mucosa) forms of the protozoan were identified. It was not possible to differentiate *Histomonas* spp. in assessing the histological specimens of the liver from the infected birds. In diagnostics, we should consider the great similarity of morphological characteristics of *Heterakis* spp. and *Ascaridia* spp. eggs.

**Keywords:** nematode, *Heterakis* spp., *Histomonas* spp., infection, bird, histology

**Acknowledgments.** The study was conducted within the research work of the State Task for 2022–2024.

**Financial Disclosure:** the author has no financial interest in the materials or methods presented.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Stafford V. V. Histodiagnosis of heterakidosis in chickens. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):179–186. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-179-186>

© Stafford V. V., 2024

## Введение

Проблема гетеракидоза в нашей стране известна с середины прошлого века. Тогда же были определены основные патоморфологические, патологоанатомические, клинические признаки болезни и разработаны методы лечения [2, 4]. Однако, современная интенсификация влечёт за собой риски, связанные не только со вспышками различных болезней птиц, но и с развитием устойчивости и вирулентности тех или иных патогенов.

Гетеракидоз – это инвазионное заболевание, вызываемое нематодами из семейства Heterakidae [6, 9]. Несмотря на то, что гетера-

кис относится к геогельминтам, он обуславливает экономические потери в птицеводческой отрасли по нескольким причинам. Первая заключается в его непосредственном действии на организм птицы при инвазии, вторая – в его способности переносить другого, не менее важного, в эпизоотическом и экономическом вопросе простейшего из рода *Histomonas* [7]. Гетеракис попадает в пищеварительный тракт птицы при поедании ими дождевых червей, склёвывании корма с поверхности грунта, подстилки и т. п.

Известно, что гистомонады неспособны долгое время выживать во внешней среде. Од-

нако, инвазированные гистомонадами яйца гетеракиса довольно устойчивы к воздействию окружающей среды [2, 4, 5].

Многие исследователи отмечают возможность инвазии организма птицы через клоаку. Попадание в слепые отростки простейшего происходит посредством обратной перистальтики. В таком случае возможна инвазия гистомонадами без участия гетеракиса, поскольку каловые массы, загрязненная подстилка всё же сохраняют гистомонаду непродолжительное время. Ещё одним фактором передачи гетеракиса и гистомонады в чистом виде являются половые контакты, в результате которых паразитарная инвазия проникает в клоаку, а дальше в слепые отростки [7–9].

Клиническая картина, как правило, зависит от возраста птицы и интенсивности инвазии гетеракисами и гистомонадами. Основным клиническим признаком болезни при гистомонозе является цианоз кожи головы, что нередко приводит к её почернению. Кроме этого, характерными признаками гетеракидоза и гистомоноза являются патологии желудочно-кишечного тракта в виде диарреи, в тяжелых случаях профузной, зловонной, потеря аппетита, снижение яйценоскости и массы тела; нередки случаи падежа поголовья. При патологоанатомическом вскрытии часто регистрируют увеличение в объёме слепой кишки, слипчивое воспаление слизистой оболочки слепой кишки, её изъязвления, наличие некротических участков на поверхности печени [2, 4, 5] в виде круглых, с окантовкой, пятен.

Гистологическими признаками гистомоноза является наличие жгутиковой формы простейшего в просвете слепой кишки, амeboидной формы в паренхиме печени и других органах, где простейшие вызывают обширные некрозы слизистой оболочки кишки и гепатоцитов в печени. Амeboидная форма часто встречается в собственной пластине ворсин кишки, а в печени, дополнительно, вызывает обширные участки кровоизлияний. Яйца гетеракисов, как и самого гельминта, можно обнаружить в просвете той же кишки, где кроме токсического действия, паразит оказывает и механическое повреждение слизистой оболочки, что определяет наличие некрозов, лимфоидноклеточной инфильтрации и развитие тифлита.

При оценке ситуации и разработке плана противоэпизоотической обработки ста-

да, необходимо учитывать, что молодняк, по мнению многих авторов, наиболее устойчив и в основном является бессимптомным носителем как гистомонад, так и гетеракисов, которых они выделяют во внешнюю среду. В такой ситуации отдельное содержание молодняка от взрослого поголовья и тщательные профилактические обработки играют решающую роль в остановке реинвазии. В качестве мер борьбы с гетеракидозом осуществляют дезинвазию птичников 5%-ными горячими водными растворами ксилонфта (эмульсия) и едкого натра; также используют гипохлорид натрия с содержанием 0,5% активного хлора для обработки помещения и выгульных дворов [1, 3]. Рекомендована профилактическая обработка каждые 45–60 сут и две плановые дегельминтизации – весной и осенью [3]. При лечении гистомоноза применяют энтеросептол, фуразолидон, метронидазол [5].

Целью наших исследований было изучение патоморфологических изменений при гетеракидозе цыплят.

### Материалы и методы

В работе использовали патологический материал (слепая кишка, печень) от 8 несушек в возрасте одного года. Образцы органов доставляли в сектор патоморфологии в 10%-ном растворе забуференного формалина. Фиксировали в течение 36 ч и исследовали гистологическим методом при помощи парафиновой проводки. Для обработки образцов тканей использовали полуавтоматическое оборудование фирмы Thermo Scientific. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином. Гистоархитектонику препаратов оценивали при помощи микроскопа Axio A1.0, фотосъемку вели при помощи программы AxioVision.

### Результаты

*Макроскопическое исследование.* При анализе патологического материала было установлено вздутие слепой кишки в дистальном отделе, при вскрытии её полости было установлено, что стенка кишки тонкая, в просвете жидкое содержимое, местами наблюдали плотно сформированные каловые массы, среди которых были выявлены круглые, мелкие гельминты белого цвета длиной 7–9 мм. Осмотр проб печени не показал явных патологических признаков.

**Микроскопическое исследование.** При микроскопическом исследовании тела гельминта было установлено, что его головной конец представлен губами; кутикула гельминта

имеет продольные складки, хвостовой конец заострѐн и вытянут (рис. 1). Гельминт предположительно идентифицирован как *Heterakis gallinarum*.



**Рис. 1.** Внешний вид *Heterakis gallinarum* ♀ (увеличение × 100):  
А – головной конец; Б – центральная часть тела; В – хвостовой конец  
[Fig. 1. Appearance of the *Heterakis gallinarum* ♀ (magnification × 100):  
А – anterior end; Б – middle portion; В – posterior end]

**Гистологическое исследование.** При анализе гистологических препаратов печени было выявлено значительное нарушение гистоархитектоники паренхимы, которая тотально была с признаками мелкокапельной жировой дистрофии. Триада печени структурирована, но с признаками лизиса клеток эпителия желчевыводящего протока. Кроме этого, была выражена резкая гиперемия вены и артерии триады, при этом центральная вена была с запустевшим просветом. В паренхиме дольки печени наблюдали участки кровоизлияния и обширные участки некроза гепатоцитов во II зоне (центральная часть дольки). Повсеместно, в капиллярной сети долек печени отмечали массивное скопление эритроцитов. Гепатоциты были с нарушением границ клеток, располагались преимущественно группами, ядра клеток слабо визуализировались и располагались эксцентрично в цитоплазме (рис. 2). Единично, в паренхиме наблюдали присутствие круглых оксифильных телец размером около 7 микрон.

При гистологическом исследовании, в просвете слепой кишки были выявлены фрагменты гельминтов в продольном и поперечном срезах. На рисунке 3, А приведен продольный срез тела *Heterakis gallinarum* ♀ с перифокальной обширной бактериальной массой, состоящей из палочковидных бактерий. В полости паразита хорошо выражено множество яиц. Предположительно, был обнаружен фрагмент

поперечного среза хвостового отдела *Heterakis gallinarum* ♂ с хорошо выраженными боковыми щитками (рис. 3, А, Б).

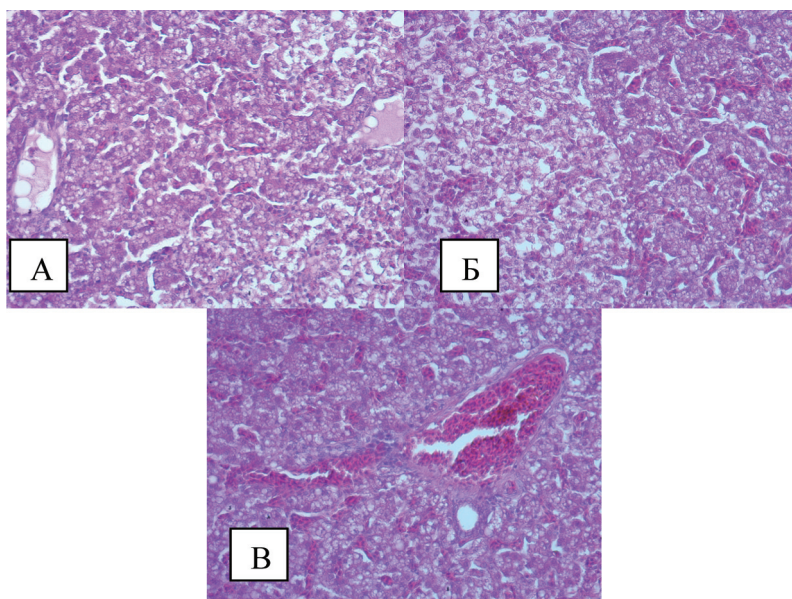
В просвете слепой кишки, среди обширной бактериальной массы, было выявлено множество яиц гельминта в разной плоскости среза с четкой ровной капсулой. Внутри яиц визуализировалось неравномерное оксифильное вещество (личинка) в виде множества мелких глыбок (рис. 4).

В толще слизистой оболочки наблюдали множество диффузно расположенных эозинофилов, единично в собственной пластине ворсин слизистой оболочки лоцируются мелкие, а в просвете кишки более крупные, оксифильные тельца с перифокальным просветлением – простейшие *Histomonas* spp. (рис. 5).

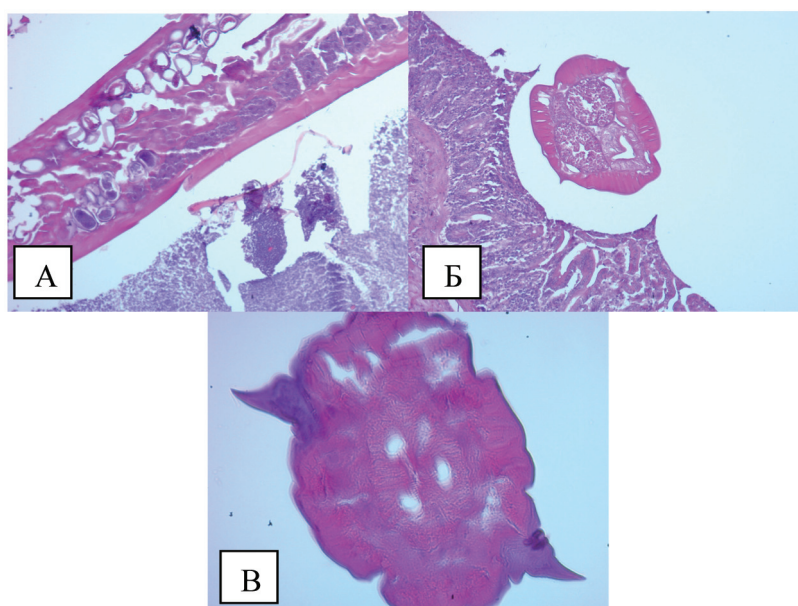
### Обсуждение

Для гистологического исследования были отобраны участки слепой кишки как в нормальном состоянии, так и резко (ампуловидно) расширенные. Максимально выраженная инвазия *Heterakis* spp. наблюдается в ампуловидно расширенных участках кишки. Также здесь выражена тотальная патология слизистой оболочки в виде некроза ворсин и повышенной лимфоидноклеточной реакции по сравнению с сохранившимися участками кишки.

При морфометрическом анализе длина яйца *Heterakis* spp. составила  $47,8 \pm 4,16$  ми-



**Рис. 2.** Печень бройлера (окраска гематоксилином и эозином, увеличение  $\times 100$ ):  
 А – центральная вена; Б – паренхима дольки; В – триада  
**[Fig. 2.** Broiler liver (hematoxylin and eosin staining, magnification  $\times 100$ ):  
 A – central vein; Б – parenchyma lobules; В – triad]



**Рис. 3.** Фрагменты *Heterakis gallinarum* в просвете слепой кишки (окраска гематоксилином и эозином, А, Б – увеличение  $\times 100$ , В –  $\times 630$ ):  
 А – продольный срез ♀; Б – поперечный срез ♂; В – хвостовой конец ♂  
**[Fig. 3.** Fragments of *Heterakis gallinarum* in the lumen of the cecum (staining with hematoxylin and eosin, А, В – magnification  $\times 100$ , С –  $\times 630$ ):  
 А – longitudinal section ♀; Б – cross section ♂;  
 В – tail end ♂]

крометров, ширина –  $27,2 \pm 4,56$  микрометра, толщина стенки яйца, в среднем, составила  $4,6 \pm 0,48$  микрометра. Размеры выявленных *Histomonas* spp. сферической формы пример-

но ровнялись  $6,5 \pm 0,5$  микрометра, амёбной –  $11,5 \pm 1$  микрометра.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что отсутствие патологоанатомических

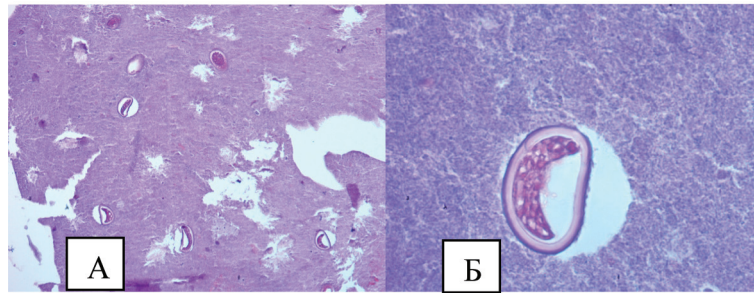


Рис. 4. Яйца *Heterakis gallinarum* в просвете слепой кишки (окраска гематоксилином и эозином, А – увеличение  $\times 100$ , Б –  $\times 630$ ):

А – яйца среди бактериальной массы; Б – яйцо при крупном увеличении

[Fig. 4. Eggs of *Heterakis gallinarum* in the lumen of the cecum (staining with hematoxylin and eosin, А – magnification  $\times 100$ , Б –  $\times 630$ ):

А – eggs among the bacterial mass; Б – egg at high magnification]

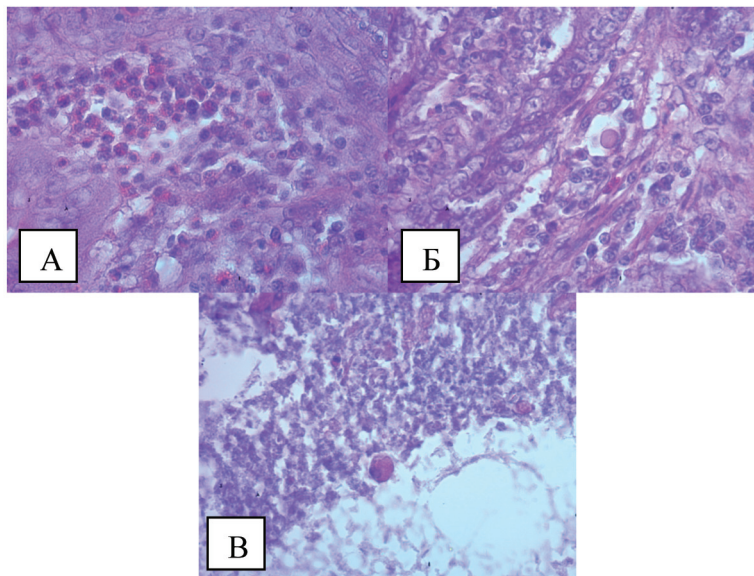


Рис. 5. Слепая кишка (окраска гематоксилином и эозином, увеличение  $\times 630$ ):

А – слизистая оболочка; Б – собственная пластинка; В – просвет кишки

[Fig. 5. Cecum (hematoxylin and eosin staining, magnification  $\times 630$ ):

А – tunica mucosa; Б – lamina propria; В – intestinal lumen]

признаков не всегда гарантирует отрицательный результат инвазии. Необходимы дополнительные исследования, такие как микроскопия соскобов и гистологическое исследование.

### Заключение

Говоря о гетеракисах, нельзя не обратить внимание на аскарид, поскольку между *Heterakis* spp. и *Ascaridia* spp., паразитирующими у птиц, много общего. Оба паразита имеют прочную белую кутикулу, трубчатую пищеварительную систему с двумя отверстиями, есть нервная система, но нет кровообращения, нет кровеносных сосудов, сердца и экскреторных

органов. Оба эти гельминта развиваются без участия промежуточного хозяина, но у них имеются резервуарные хозяева – дождевые черви и мухи. Яйца аскаридий и гетеракисов крупные, округлой формы с равномерной капсулой. Однако, есть и существенные различия. Так, яйца *Heterakis gallinarum* мельче, их размер, в среднем, составляет  $45 \times 60$  микрометров; у самцов в хвостовой части имеются щитки, которых нет у самцов *Ascaridia* spp. *Ascaridia* spp. у птиц паразитирует в тонком отделе кишечника, *Heterakis* spp. – в слепой кишке. Длина тела самки *Heterakis gallinarum* составляет 15 мм, *Ascaridia* spp. – 120 мм.

Паразитарные болезни наносят ощутимый экономический ущерб птицеводческим фермам. Прежде всего, это связано со значительным ослаблением и истощением птицы. Больная птица сильнее подвержена болезням вследствие иммуносупрессивного состояния. Своевременная диагностика и соблюдение зооигиенических правил способствуют улучшению эпизоотической обстановки в стаде.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байрамов С. Ю., Комарова З. Б., Мосолов А. А., Нелепов Ю. Н. Эффективность использования раствора гипохлорита натрия против возбудителей аскаридоза и гетеракидоза птиц // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 1-5.
2. Григорьев Н. Х. Химиопрофилактика - новый метод борьбы с аскаридозом и гетеракидозом кур. Грозный: Чеч.-Инг. кн. изд-во, 1965. 25 с.
3. Руководство по ветеринарной паразитологии / под ред. Галата В. Ф. и Ятусевича А. И. Минск: ИВЦ Минфина, 2015. 496 с.
4. Корчагин А. И., Петроченко В. И. Новый метод химиопрофилактики аскаридоза и гетеракидоза кур // Ветеринария. 1964. № 1. С. 69-71.
5. Сафиуллин Р. Т. Диагностика, лечение и профилактика гистомоноза птиц // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2018. № 19. С. 430-433.
6. Amundson C. L., Traub N. J., Smith-Herron A. J., Flint P. L. Helminth community structure in two species of arctic-breeding waterfowl. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2016; 5 (3): 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2016.09.002>
7. Graybill H. W., Smith T. Production of fatal blackhead in turkeys by feeding embryonated eggs of *Heterakis papillosa*. *J. Exp. Med.* 1920; 31: 647-55. <https://doi.org/10.1084/jem.31.5.647>
8. McDougald L. R. Blackhead disease (histomoniasis) in poultry: a critical review. *Avian Dis.* 2005; 49: 462-476. <https://doi.org/10.1637/7420-081.005R.1>
9. Park S. I., Shin S. S. Concurrent *Capillaria* and *Heterakis* infections in zoo rock partridges, *Alectoris graeca*. *Korean J. Parasitol.* 2010; 48: 253-257.

Статья поступила в редакцию 14.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторе:

**Стаффорд Виктория Васильевна**, Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН (109428, Москва, Рязанский проспект, д. 24, к. 1), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-8725-2320, [staford.v.v@gmail.com](mailto:staford.v.v@gmail.com)

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

### References

1. Bayramov S. Yu., Komarova Z. B., Mosolov A. A., Nelepov Yu. N. The efficacy of sodium hypochlorite solution against causative agents of ascaridiosis and heterakidosis in birds. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education.* 2017; 4 (48): 1-5. (In Russ.)
2. Grigoriev N. Kh. Chemoprophylaxis is a new control method of ascaridiosis and heterakidosis in chickens. Grozny: Chechen-Ingush Book Publishing House, 1965; 25. (In Russ.)
3. Veterinary Parasitology Guide edited by Galata V. F. and Yatusевич A. I. Minsk: Information Computer Center of the Ministry of Finance, 2015; 496. (In Russ.)
4. Korchagin A. I., Petrochenko V. I. A new chemoprophylaxis method of ascaridiosis and heterakidosis in chickens. *Veterinariya = Veterinary Medicine.* 1964; 1: 69-71. (In Russ.)
5. Safiullin R. T. Diagnosis, treatment and prevention of avian histomoniasis. «*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.* 2018; 19: 430-433. (In Russ.)

6. Amundson C. L., Traub N. J., Smith-Herron A. J., Flint P. L. Helminth community structure in two species of arctic-breeding waterfowl. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2016; 5 (3): 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2016.09.002>
7. Graybill H. W., Smith T. Production of fatal blackhead in turkeys by feeding embryonated eggs of *Heterakis papillosa*. *J. Exp. Med.* 1920; 31: 647–55. <https://doi.org/10.1084/jem.31.5.647>
8. McDougald L. R. Blackhead disease (histomoniasis) in poultry: a critical review. *Avian Dis.* 2005; 49: 462–476. <https://doi.org/10.1637/7420-081 005R.1>
9. Park S. I., Shin S. S. Concurrent *Capillaria* and *Heterakis* infections in zoo rock partridges, *Alectoris graeca*. *Korean J. Parasitol.* 2010; 48: 253–257.

The article was submitted 04.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the author:*

**Stafford Victoria V.**, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (24 corp. 1, Ryazansky avenue, 109428, Moscow, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0001-8725-2320, [stafford.v.v@gmail.com](mailto:stafford.v.v@gmail.com)

*The author read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619:615.015.38

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-187-195>

## Оценка некоторых токсикологических параметров антигельминтного препарата в форме таблеток на основе оксантела, пирантела и празиквантела для собак и кошек

Гульнара Бакитовна Арисова<sup>1</sup>

<sup>1</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>g.arisova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6918-4421>

### Аннотация

**Цель исследования** – оценить некоторые токсикологические параметры нового комбинированного антигельминтного препарата на основе оксантела памоата, пирантела памоата и празиквантела в форме таблеток для собак и кошек.

**Материалы и методы.** В исследованиях использовали 70 беспородных крыс-самцов и 50 беспородных мышей-самцов. Острую пероральную токсичность изучали на мышах-самцах и крысах-самцах массой тела 14–16 и 160–180 г соответственно. Изучение субхронической токсичности при многократном пероральном введении препарата в течение 14 сут проводили на крысах-самцах массой тела 180–200 г. В период исследования проводили наблюдение за общим состоянием и поведением лабораторных животных, возможной их гибелью, а также отмечали наличие симптомов интоксикации. Все исследования осуществляли общепринятыми методиками по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ, используя руководство под редакцией Р. У. Хабриева (2005) и А.И. Миронова и др. (2012). Кроме того, в экспериментах оценивали клинико-токсикологические, биохимические и морфологические параметры лабораторных животных.

**Результаты и обсуждение.** При оценке острой токсичности препарата на мышах-самцах и крысах-самцах ЛД<sub>50</sub> превышала дозу 6000 мг/кг; в течение всего периода исследования у животных не отмечено признаков интоксикации. Таким образом, препарат относится к 4 классу опасности. Дозы препарата 600, 300 и 120 мг/кг в субхроническом опыте на крысах-самцах не оказывали негативного влияния на организм лабораторных животных; дозы были недействующими (безопасными). Пороговой и токсической дозы установить не удалось.

**Ключевые слова:** оксантел, пирантел, празиквантел, таблетки, острая токсичность, мыши, крысы, ЛД<sub>50</sub>, субхроническая токсичность

**Прозрачность финансовой деятельности:** автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Арисова Г. Б. Оценка некоторых токсикологических параметров антигельминтного препарата в форме таблеток на основе оксантела, пирантела и празиквантела для собак и кошек // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 187–195.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-187-195>

© Арисова Г. Б., 2024



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

Original article

# Evaluation of some toxicological parameters of Oxantel-, Pyrantel- and Praziquantel-based anthelmintic in tablet formulation for dogs and cats

Gulnara B. Arisova<sup>1</sup>

<sup>1</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>1</sup>g.arisova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6918-4421>

## Abstract

**The purpose of the research** is to evaluate some toxicological parameters of a new combined anthelmintic based on oxantel pamoate, pyrantel pamoate and praziquantel in tablet formulation for dogs and cats.

**Materials and methods.** The studies used 70 outbred male rats and 50 outbred male mice. Acute oral toxicity was studied in male mice and male rats weighing 14–16 and 160–180 g, respectively. The subchronic toxicity study with the drug administered repeatedly, orally for 14 days was conducted on male rats weighing 180–200 g. The study monitored the laboratory animals' overall health status, behavior and possible death, and any intoxication symptoms were recorded. All studies were performed using conventional techniques for experimental (preclinical) studies of new pharmacological substances using the guidelines edited by R. U. Khabriev (2005) and A. I. Mironov et al. (2012). Additionally, the experiments assessed clinical toxicological, biochemical, and morphological parameters of the laboratory animals.

**Results and discussion.** In evaluation of the drug acute toxicity in the male mice and the female rats, the LD<sub>50</sub> exceeded the dose of 6000 mg/kg; the animals showed no signs of intoxication during the entire study. Thus, the drug was classified as substance hazard category 4. Doses 600, 300 and 120 mg/kg of the drug had no negative effect on the organism of the laboratory animals in the subchronic experiment on the male rats; the doses were ineffective (safe). The threshold or toxic dose could not be determined.

**Keywords:** Oxantel, Pyrantel, Praziquantel, tablets, acute toxicity, mice, rats, LD<sub>50</sub>, subchronic toxicity

**Financial Disclosure:** the author has no financial interest in the materials or methods presented.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Arisova G. B. Evaluation of some toxicological parameters of Oxantel-, Pyrantel- and Praziquantel-based anthelmintic in tablet formulation for dogs and cats. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):187–195. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-187-195>

© Arisova G. B., 2024

## Введение

Паразитарные болезни мелких домашних животных до настоящего времени остаются актуальной проблемой. Расширение международных экономических связей и миграции населения, а также влияние многих экологических и биологических факторов, способствуют распространению инвазий и переносчиков паразитарных болезней [2, 3].

С учетом указанной проблематики борьба с гельминтозами кошек и собак – своевременная

дегельминтизация. Однако, длительное применение однотипных антигельминтных средств, а зачастую и их бесконтрольное использование, приводит к резистентности некоторых популяций гельминтов [5]. Поэтому разработка новых комбинированных антигельминтных препаратов, отвечающих современным требованиям в отношении безопасности, эффективности, а также доступности для владельцев домашних животных, является актуальным направлением в современной паразитологии [1, 3].

Препарат в виде таблеток на основе оксанта ла памоата, пирантела памоата и празиквантела относится к фармакотерапевтической группе комбинированных антигельминтных лекарственных средств и предназначен для дегельминтизации собак и кошек с лечебной и профилактической целью при нематодозах, вызываемых *Toxocara* spp., *Toxascaris leonina*, *Trichuris vulpis*, *Uncinaria stenocephala*, *Ancylostoma* spp., и цестодозах, вызываемых *Echinococcus* spp., *Mesocestoides* spp., *Taenia* spp., *Dipylidium caninum*, *Diphyllobothrium latum* [8].

Празиквантел является ациллированным производным пиразин-изохинолина; обладает выраженным действием против цестод. Повышая проницаемость клеточных мембран паразита для ионов кальция, вызывает деполяризацию мембран, сокращение мускулатуры и разрушение тегумента, что приводит к гибели паразита и способствует его выделению из организма животного. Также, празиквантел обладает низкой токсичностью. ЛД<sub>50</sub> для лабораторных животных колеблется от 1000 до 7000 мг/кг, и он широко применяется на ветеринарном фармацевтическом рынке [8].

Пирантел памоат и оксантел памоат, обладая синергидными свойствами, оказывают выраженное нематодоцидное действие, вызывая повышение проницаемости клеточных мембран, необратимый паралич и контрактуру мышц у нематод, что приводит к их гибели. Пирантел и оксантел частично всасываются в кишечнике, быстро метаболизируются и выводятся из организма, в основном, с фекалиями. Пирантел памоат (пирантела тартрат) активно используется в производстве антипаразитарных препаратов [8], имеет умеренный индекс безопасности; ЛД<sub>50</sub> у мышей и крыс составляет 170 мг/кг. Оксантел памоат хорошо переносится лабораторными животными при определении его острой токсичности в средних значениях летальных доз 300, 980 и 3200 мг/кг у мышей, крыс и кроликов соответственно [11, 12].

На территории России не зарегистрировано антигельминтных препаратов на основе

оксанта ла памоата, пирантела памоата и празиквантела.

В зарубежной литературе имеются сведения о изучении эффективности и безопасности комбинации оксантел/пирантел/празиквантел (Dolpac®, Vetoquinol SA) при лечении спонтанно инвазированных нематодами и/или цестодами собак [9]. У исследуемых собак были зарегистрированы: *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Toxascaris leonina*, *Trichuris vulpis*, *Uncinaria stenocephala*, *Taenia* spp. и *Dipylidium caninum*. После однократного применения заявленной комбинации на 7-е, 14 и 21-е сутки установлена ее высокая эффективность (97,1–100%) при нематодозах, цестодозах, а также смешанных инвазий у собак.

Gennari S. M. и др. [10] проводили оценку антигельминтной активности трех различных доз комбинации пирантела памоата, оксанта ла памоата и празиквантела при однократном пероральном применении естественно инвазированным кошкам. По результатам исследования было выявлено, что процент эффективности указанной комбинации увеличивался относительно увеличения процента действующих веществ и был в диапазоне 93,0–100%.

Учитывая вышеизложенное, комбинация действующих веществ оксанта ла памоата, пирантела памоата и празиквантела в форме таблеток является безопасной и высокоэффективной при нематодозах и/или цестодозах у мелких домашних животных.

Таким образом, цель работы – оценка некоторых токсикологических параметров нового комбинированного антигельминтного препарата на основе оксанта ла памоата, пирантела памоата и празиквантела в форме таблеток для собак и кошек.

## Материалы и методы

Исследования проведены в соответствии с руководством и нормативными документами по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Приказ Министерства сельского хозяйства РФ №101 от 06.03.2018 г. «Об утверждении Правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения»; Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под общей редакцией члена-корреспондента РАН, проф. Р.У. Хабриева. М.: Медицина, 2005. 832 с.; Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / под общей редакцией доктора медицинских наук А.Н. Миронова. Ч.1. М.: Гриф и К, 2012. 944 с

Всего в исследованиях использовано 70 беспородных крыс-самцов и 50 беспородных мышей-самцов.

При подготовке образца препарата к введению необходимую навеску растирали в фарфоровой ступке и растворяли в 1%-ном крахмальном клейстере.

Острую токсичность изучали на 50 белых мышах-самцах массой 14–16 г и 30 белых крысах-самцах массой 160–180 г. Всех животных разделили на 4 опытные и контрольную группы по 10 мышей и 6 крыс в каждой. Препарат вводили внутривентриально мышам и крысам 1, 2, 3 и 4-й опытных групп в дозах соответственно 2000 мг/кг, 3000, 4000 и 6000 мг/кг. Животным контрольной группы препарат не применяли. В течение 14 сут наблюдали за общим физиологическим состоянием и поведением животных, возможной гибелью, а также проявлением симптомов интоксикации.

Изучение субхронической токсичности препарата проводили на 40 белых беспородных крысах-самцах исходной массой 180–200 г. Животных разделили на 4 группы по 10 крыс в каждой. Препарат задавали внутривентриально ежедневно в течение 14 сут в дозах 600; 300 и 120 мг/кг (1/10, 1/20 и 1/50 от максимально возможной для введения в желудок по результатам острого опыта). Животным контрольной группы препарат не применяли. В течение опыта оценивали физиологическое состояние, массу тела крыс. На 15 и 24-е сутки (на 1 и 10-е сутки после последнего введения препарата) крыс подвергли эвтаназии с последующей оценкой изменения морфологических и биохимических показателей крови у крыс и массовых коэффициентов органов и макроскопическим исследованием тканей и органов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Стьюдента (Microsoft Excel 2016). Различия считали статистически значимыми (достоверными) при  $P < 0,001$ .

Исследования осуществляли, руководствуясь этическими нормами Директивы 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского союза от 22.09.2010 г. по охране животных, используемых в научных целях.

## Результаты и обсуждение

При изучении острой пероральной токсичности исследуемого препарата на белых беспородных мышах-самцах и крысах-самцах было установлено, что доза 6000 мг/кг является максимально возможной для внутривентриального введения лабораторным животным, при которой признаки интоксикации отсутствовали. Таким образом,  $LD_{50}$  установить не удалось. Однако, у крыс и мышей после введения препарата в дозах 6000 и 4000 мг/кг в течение первых 10 минут отмечали заторможенность и сонливость; через два часа все животные активно реагировали на внешние раздражители. В течение суток состояние мышей и крыс восстановилось и соответствовало физиологической норме.

Таким образом, исследуемый антигельминтный препарат на основе оксантала памоата, пирантела памоата и празиквантела в форме таблеток, согласно ГОСТ 12.1.007–76, можно отнести к IV классу опасности (вещества малоопасные)<sup>2</sup>.

В субхроническом опыте при внутривентриальном введении белым беспородным крысам-самцам в течение 14 сут исследуемого препарата в дозах 600, 300 и 120 мг/кг, все крысы равнозначно набирали массу тела, а их общее физиологическое состояние находилось в пределах нормы (табл. 1).

Макроскопическое исследование тканей и органов показало, что при наружном осмотре крыс выделений из естественных отверстий обнаружено не было. Шерсть была ровная, без очагов алопеций. Видимые слизистые оболочки были бледно-розовые и блестящие. В грудной и брюшной полости выпот отсутствовал. Внутренние органы грудной и брюшной полости располагались анатомически правильно. Париетальный и висцеральный листки плевры и брюшины были тонкие, блестящие и гладкие. Развитие наружных половых органов соответствовало физиологической норме. В печени, легких, почках, сердце, селезенке и на кожном покрове каких-либо отклонений от нормы обнаружено не было.

Расчет массовых коэффициентов органов крыс, получавших препарат в разных дозах в

<sup>2</sup>ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

Таблица 1 [Table 1]

**Динамика массы тела крыс в течение опыта (n = 10)**  
**[Dynamics of body weight of rats during the experiment]**

Доза, мг/кг [Dose, mg/kg]	Масса тела крыс, г [Rat body weight, g]		
	до опыта [before experience]	через, сутки [after, days]	
		7	14
600	198,6±2,19	195,6±2,07	202,9±1,83
300	191,3±1,92	197,9±1,91	204,8±1,84
120	190,7±1,74	196,9±1,77	204,0±1,58
Контроль [Control]	189,0±1,91	195,1±1,85	201,9±1,83

течение 14 сут, показал отсутствие достоверных отличий от значений контрольной группы на 15 и 24-е сутки эксперимента (табл. 2).

При исследовании морфологических показателей крови крыс из опытных групп на 15 и 24-е сутки эксперимента выявили отсутствие стати-

Таблица 2 [Table 2]

**Массовые коэффициенты органов крыс после применения препарата (n = 5)**  
**[Mass coefficients of rat's organs after administration of the drug, %]**

Доза, мг/кг [Dose, mg/kg]	Массовый коэффициент [Mass coefficients]				
	печень [liver]	сердце [heart]	селезенка [spleen]	почки [kidneys]	легкие [lungs]
на 15-е сутки [for the 15th day]					
600	3,81±0,08	0,49±0,01	0,54±0,01	0,85±0,02	0,77±0,02
300	3,85±0,04	0,51±0,01	0,55±0,01	0,86±0,01	0,79±0,01
120	3,87±0,07	0,50±0,02	0,56±0,01	0,87±0,02	0,82±0,03
Контроль [Control]	3,84±0,07	0,48±0,02	0,54±0,01	0,84±0,02	0,78±0,01
на 24-е сутки [for the 24th day]					
600	3,85±0,06	0,50±0,01	0,56±0,01	0,87±0,02	0,80±0,02
300	3,89±0,07	0,51±0,02	0,56±0,02	0,88±0,02	0,81±0,02
120	3,88±0,02	0,50±0,01	0,57±0,01	0,88±0,01	0,77±0,06
Контроль [Control]	3,83±0,04	0,49±0,01	0,55±0,01	0,86±0,01	0,80±0,01

стически значимых (достоверных) изменений показателей крови по сравнению со значениями крыс контрольной группы (табл. 3, 4).

При оценке биохимических показателей крови на 15 и 24-е сутки исследования во всех исследуемых группах крыс не отмечено каких-либо достоверных изменений по сравнению с контролем (табл. 5, 6).

Таким образом исследуемый препарат, применяемый перорально в течение 14 сут в дозах 600, 300 и 120 мг/кг, не оказывает негативного влияния на организм крыс, их физиологическое состояние, а также не вызывает изменений морфологических и биохимических показателей крови, по сравнению с кон-

тролем. Соответственно, указанные дозы недействующие (безопасные). Пороговой дозы и токсической дозы установить не удалось.

**Заключение**

В результате проведенной оценки некоторых токсикологических параметров нового комбинированного антигельминтного препарата на основе оксантапама, пирантела памоата и празиквантела в форме таблеток для собак и кошек было установлено, что ЛД<sub>50</sub> при введении в желудок беспородным белым мышам-самцам и крысам-самцам составляет более 6000 мг/кг. Согласно общепринятой гигиенической классификации, препарат относится к IV классу опасности. При оценке пре-

Таблица 3 [Table 3]

**Морфологические показатели крови крыс на 15-е сутки после применения препарата (n = 5)**  
**[Morphological parameters of rat blood on the 15<sup>th</sup> day after administration of the drug]**

Показатель [Indicators]	Значение показателя для крыс после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator for rats after using the drug in doses, mg/kg]			
	Контроль [control]	600	300	120
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	130,40±2,71	133,60±2,20	134,00±2,35	133,8±2,18
Эритроциты, ×10 <sup>12</sup> /л [Red blood cells, ×10 <sup>12</sup> /l]	8,26±0,14	8,20±0,14	8,22±0,13	8,28±0,14
Лейкоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Leukocytes, ×10 <sup>9</sup> /l]	9,02±0,11	9,24±0,15	9,20±0,17	9,10±0,15
СОЭ, мм/час [ESR, mm/hour]	1,40±0,24	1,20±0,20	1,40±0,24	1,20±0,20
Гематокрит, % [Hematocrit, %]	44,00±0,71	41,60±1,03	43,0±1,30	42,8±1,36
Тромбоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Platelets, ×10 <sup>9</sup> /l]	579,60±3,61	575,00±4,85	584,00±3,44	579,80±7,73
Лейкоцитарная формула, % [Leukocyte formula]				
Лимфоциты [Lymphocytes]	64,80±0,86	64,40±0,93	64,00±1,14	65,00±1,30
Моноциты [Monocytes]	2,40±0,24	3,00±0,32	3,00±0,32	2,80±0,20
Базофилы [Basophils]	-	-	-	-
Эозинофилы [Eosinophils]	2,80±0,37	2,60±0,40	3,00±0,32	3,20±0,37
Сегментоядерные нейтрофилы [Segmented neutrophils]	29,60±1,08	29,40±1,33	29,60±1,08	28,80±1,36
Палочкоядерные нейтрофилы [Rod-shaped neutrophils]	0,40±0,24	0,60±0,24	0,40±0,24	0,20±0,02

Таблица 4 [Table 4]

**Морфологические показатели крови на 24-е сутки после применения препарата (n = 5)**  
**[Morphological parameters of blood on the 24<sup>th</sup> day after administration of the drug]**

Показатель [Indicators]	Значение показателя для крыс после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator for rats after using the drug in doses, mg/kg]			
	Контроль [control]	600	300	120
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	129,00±2,19	134,8±2,13	134,2±1,50	134,8±2,08
Эритроциты, ×10 <sup>12</sup> /л [Red blood cells, ×10 <sup>12</sup> /l]	8,30±0,16	8,32±0,14	8,26±0,09	8,38±0,14
Лейкоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Leukocytes, ×10 <sup>9</sup> /l]	9,36±0,07	9,34±0,14	9,26±0,15	9,22±0,10
СОЭ, мм/час [ESR, mm/hour]	1,4±0,24	1,4±0,24	1,2±0,20	1,0±0,01
Гематокрит, % [Hematocrit, %]	44,00±0,84	42,80±0,86	43,4±1,24	43,6±1,81
Тромбоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Platelets, ×10 <sup>9</sup> /l]	577,8±2,91	576,6±4,98	580,8±4,82	582,0±4,32
Лейкоцитарная формула, % [Leukocyte formula]				
Лимфоциты [Lymphocytes]	65,20±0,86	65,20±0,80	63,80±1,11	65,00±1,00
Моноциты [Monocytes]	2,60±0,24	2,80±0,37	2,60±0,40	3,00±0,10
Базофилы [Basophils]	-	-	-	-
Эозинофилы [Eosinophils]	3,00±0,32	3,20±0,20	3,00±0,45	2,80±0,20
Сегментоядерные нейтрофилы [Segmented neutrophils]	28,80±0,86	28,40±1,03	30,20±1,16	29,20±1,16
Палочкоядерные нейтрофилы [Rod-shaped neutrophils]	0,40±0,24	0,40±0,24	0,40±0,24	0

парата в субхроническом опыте изученные дозы (600; 300 и 120 мг/кг) не оказывали отрицательного влияния на организм крыс. Они

являются недействующими (безопасными). Пороговой и токсической дозы установить не удалось.

Таблица 5 [Table 5]

**Биохимические показатели крови крыс через 15 сут после ведения препарата (n = 5)**  
**[Biochemical blood parameters of rats 15 days after administration of the drug]**

Показатель [Indicators]	Значение показателя для крыс после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator for rats after using the drug in doses, mg/kg]			
	Контроль [control]	600	300	120
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	8,14±0,09	8,04±0,15	8,00±0,16	8,02±0,15
Белок общий, г/л [Total protein, g/l]	74,20±2,42	76,60±2,71	77,80±1,98	79,00±2,35
Альбумины, г/л [Albumins, g/l]	37,40±1,60	37,20±1,93	35,00±1,52	36,00±2,05
Билирубин общий, мкмоль/л [Total Bilirubin, mmol/l]	3,64±0,07	3,65±0,07	3,75±0,04	3,72±0,03
АЛТ, ед/л [ALT, units/l]	73,60±1,96	68,80±2,08	71,60±1,96	71,40±1,86
АСТ, ед/л [AST, units/l]	176,20±3,31	173,60±3,08	170,6±2,50	171,40±2,94
Щелочная фосфатаза, ед/л [Alkaline phosphatase, units/l]	205,60±3,40	204,20±3,76	200,40±3,19	208,0±3,65
α-амилаза, ед/л [α-amylase, units/l]	1011,80±4,67	1013,80±3,12	1013,20±3,34	1014,20±2,08
Остаточный азот, мкмоль/л [Residual nitrogen, mmol/l]	4,73±0,04	4,69±0,05	4,76±0,05	4,79±0,04
Креатинин, мкмоль/л [Creatinine, mmol/l]	40,00±1,41	40,40±1,81	39,60±2,23	39,60±1,91

Таблица 6 [Table 6]

**Биохимические показатели крови крыс через 24 сут после ведения препарата (n = 5)**  
**[Biochemical blood parameters of rats 24 days after administration of the drug]**

Показатель [Indicators]	Значение показателя для крыс после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator for rats after using the drug in doses, mg/kg]			
	Контроль [control]	600	300	120
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	8,12±0,14	8,14±0,19	8,18±0,17	7,88±0,12
Белок общий, г/л [Total protein, g/l]	76,00±2,47	77,00±2,35	76,80±1,20	78,80±2,08
Альбумины, г/л [Albumins, g/l]	37,40±1,21	38,60±2,14	35,80±1,53	37,00±1,41
Билирубин общий, мкмоль/л [Total bilirubin, mmol/l]	3,67±0,07	3,68±0,06	3,76±0,06	3,73±0,03
АЛТ, ед/л [ALT, units/l]	70,20±1,98	75,84±2,11	72,40±1,75	72,60±1,98
АСТ, ед/л [AST, units/l]	176,80±2,96	175,80±3,25	171,60±1,69	173,40±2,62
Щелочная фосфатаза, ед/л [Alkaline phosphatase, units/l]	205,20±3,38	205,60±3,61	202,40±3,12	210,20±3,34
α-амилаза, ед/л [α-amylase, units/l]	1014,60±4,69	1016,60±2,93	1016,40±3,26	1013,20±3,48
Остаточный азот, мкмоль/л [Residual nitrogen, mmol/l]	4,75±0,05	4,69±0,06	4,77±0,04	4,76±0,03
Креатинин, мкмоль/л [Creatinine, mmol/l]	40,40±1,81	41,00±2,17	40,60±2,16	40,80±1,59

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Арисова Г. Б., Арисов М. В., Степанова И. А., Христенко В. В. Фармако-токсикологическая оценка противопаразитарного препарата для собак и кошек «Гельминтал Мини сироп» // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14, № 3. С. 90-98. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-3-90-98>
2. Байкеева К. Т., Садыкова А. М., Сейдулаева Л. Б., Умешова Л. А., Исмаилова Б. С. Повсеместно распространенные гельминтозы // Вестник Казахского национального медицинского университета. 2017. № 1. С. 101-108.
3. Варламова А. И., Архитов И. А., Халиков С. С., Арисов М. В. Модификация антигельминтных препаратов методами нанотехнологии (обзор) // Российский паразитологический жур-

- нал. 2022. Т. 16. №. 2. С. 213-229. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-213-229>
4. Воробьева И. Ю. Эффективность препарата «Празитекс-5» при имагинальных цестодозах собак // Экология и животный мир. 2020. № 1. С. 28-33.
  5. Забровская А. В., Белова Л. М., Гаврилова Н. А. Устойчивость гельминтов к антигельминтикам: механизм, методы детекции, способы предотвращения резистентности // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2023. № 2 (58). С. 42-48. <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2023-2-42-48>
  6. Индюхова Е. Н., Арисова Г. Б., Белых И. П., Поселов Д. С., Степанов А. А. Изучение острой токсичности лекарственного препарата для ветеринарного применения Ивербутан // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15, № 3. С. 76-82. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-3-76-82>
  7. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справ. изд. М.: КолосС, 2004. 520 с.
  8. Пламб Дональд К. Фармакологические препараты в ветеринарной медицине: пер. с англ. / под ред. Е. И. Осипова. М.: Аквариум ЛТД, 2002. 856 с.
  9. Grandemange E. et al. Field evaluation of the efficacy and the safety of a combination of oxantel/pyrantel/praziquantel in the treatment of naturally acquired gastrointestinal nematode and/or cestode infestations in dogs in Europe. *Veterinary Parasitology*. 2007; 145 (1-2): 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.11.013>
  10. Gennari S. M., Kasai N., Nishi S. M., & Pena H. F. de J. Eficácia anti-helmíntica de três doses de uma associação de pamoato de pyrantel, pamoato de oxantel e praziquantel em gatos naturalmente infectados. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 1997; 34 (5): 284-287. <https://doi.org/10.11606/bjvras.v34i5.50337>
  11. Marchiondo A. A. Pyrantel parasiticide therapy in humans and domestic animals. 1st ed. Academic Press; 2016.
  12. Palmeirim M. S., Specht S., Scandale I., Gander-Meisterernst I., Chabicovsky M., Keiser J. Preclinical and Clinical Characteristics of the Trichuricidal Drug Oxantel Pamoate and Clinical Development Plans: A Review. *Drugs*. 2021; 81 (8): 907-921. <https://doi.org/10.1007/s40265-021-01505-1>

Статья поступила в редакцию 01.04.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторе:

**Арисова Гульнара Бакитовна**, ВНИИП – фил. ФБГНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Россия, Москва, ул. Б. Черёмушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-6918-4421, g.arisova@vniigis.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

1. Arisova G. B., Arisov M. V., Stepanova I. A., Khristenko V. V. Pharmacotoxicological Assessment of Antiparasitic Drug for Dogs and Cats "Gelmental Mini Syrup". *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (3): 90-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-3-90-98>
2. Bayekeeveva K. T., Sadykova A. M., Seidulaeva L. B., Umeshova L. A., Ismailova B. S. Ubiquitous helminthiasis. *Vestnik Kazakhskogo natsional'nogo meditsinskogo universiteta = Bulletin of the Kazakh National Medical University*. 2017; 1: 101-108. (In Russ.)
3. Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Arisov M. V. Modification of anthelmintic drugs by nanotechnology (review). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16 (2): 213-229. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-213-229>
4. Vorobyova I. Yu. Efficacy of the drug Prasitex-5 against imaginal cestodiasis in dogs. *Ekologiya i zhivotnyy mir = Ecology and animal world*. 2020; 1: 28-33. (In Russ.)
5. Zabrovskaya A. V., Belova L. M., Gavrilova N. A. Anthelmintic resistance in helminths: mechanism, detection techniques, resistance prevention

- methods. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy biologii = Current issues in veterinary biology*. 2023; 2 (58): 42-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2023-2-42-48>
6. Indyuhova E. N., Arisova G. B., Belykh I. P., Poselov D. S., Stepanov A. A. Study of the acute toxicity of the medicinal product for veterinary use Iverbutan. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (3): 76–82. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-3-76-82>
  7. Kondrakhin I. P. Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: reference publication. M.: KolosS, 2004; 520. (In Russ.)
  8. Donald C. Plumb Pharmacological drugs in veterinary medicine: translated from English / edited by E. I. Osipova. M.: Aquarium LTD, 2002; 856. (In Russ.)
  9. Grandemange E. et al. Field evaluation of the efficacy and the safety of a combination of oxantel/pyrantel/praziquantel in the treatment of naturally acquired gastrointestinal nematode and/or cestode infestations in dogs in Europe. *Veterinary Parasitology*. 2007; 145 (1-2): 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.11.013>
  10. Gennari S. M., Kasai N., Nishi S. M., & Pena H. F. de J. Eficácia anti-helmíntica de três doses de uma associação de pamoato de pyrantel, pamoato de oxantel e praziquantel em gatos naturalmente infectados. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 1997; 34 (5): 284-287. <https://doi.org/10.11606/bjvras.v34i5.50337>
  11. Marchiondo A. A. Pyrantel parasiticide therapy in humans and domestic animals. 1st ed. Academic Press; 2016.
  12. Palmeirim M. S., Specht S., Scandale I., Gander-Meisterernst I., Chabicovsky M., Keiser J. Preclinical and Clinical Characteristics of the Trichuricidal Drug Oxantel Pamoate and Clinical Development Plans: A Review. *Drugs*. 2021; 81 (8): 907-921. <https://doi.org/10.1007/s40265-021-01505-1>

The article was submitted 01.04.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the author:*

**Arisova Gulnara B.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0002-6918-4421, [g.arisova@vniigis.ru](mailto:g.arisova@vniigis.ru)

*The author read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 619.616.995.751.2

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-196-202>

## Применение препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при энтомозах у мелких домашних животных

Софья Борисовна Девятьярова<sup>1</sup>

<sup>1</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>sofitel80@mail.ru

### Аннотация

**Цель исследования** – изучение эффективности спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при энтомозах собак и кошек.

**Материалы и методы.** Оценку терапевтической эффективности многокомпонентного спрея при энтомозах кошек и собак проводили в условиях Подольской опытно-производственной базы ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на 100 животных, естественно зараженных блохами *Ctenocephalides* spp. (20 кошек и 20 собак), *Linognathus setosus* (20 собак), власоедами *Felicola subrostratus* (20 кошек) и *Trichodectes canis* (20 собак). Животные были разделены на опытные и контрольные группы по 10 голов в каждой. Собакам и кошкам из опытных групп препарат применяли наружно, направляя дозатор флакона на кожно-шерстный покров с расстояния 20–25 см, обрабатывая все тело животного в дозе 3–6 нажатий на 1 кг массы тела животного, а животным из контрольных групп препарат не применяли. Наблюдение за животными проводили в течение 60 сут после однократного применения препарата; клинический осмотр осуществляли до и через 24, 48 ч, 5, 30 и 60 сут после начала эксперимента.

**Результаты и обсуждение.** При осмотре кожно-шерстного покрова у некоторых животных из опытных групп, зараженных эктопаразитами, через 24 ч после обработки обнаруживали единичные имаго эктопаразитов. Через 48 ч, на 5, 30 и 60-е сутки эксперимента все животные, однократно обработанные препаратом, были свободны от эктопаразитов, что подтверждено клиническими исследованиями. Результаты исследований показали, что исследуемый препарат обладает высокой терапевтической эффективностью при ктеноцефалидозе, линогнатозе, триходектозе собак и кошек.

**Ключевые слова:** собаки, кошки, энтомозы, эффективность, спрей, флуметрин, моксидектин, пирипроксифен

**Прозрачность финансовой деятельности:** в представленных материалах или методах автор не имеет финансовой заинтересованности.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Девятьярова С. Б. Применение препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при энтомозах у мелких домашних животных // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 196–202.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-196-202>

© Девятьярова С. Б., 2024



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

Original article

# Use of drug in the form of spray based on Flumethrin, Moxidectin and Pyriproxyfen against entomosis in small domestic animals

Sofya B. Devyatyarova<sup>1</sup>

<sup>1</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>1</sup>sofitel80@mail.ru

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the efficacy of a Flumethrin-, Moxidectin and Pyriproxyfen-based spray against entomosis in dogs and cats.

**Materials and methods.** The therapeutic efficacy of the multicomponent spray against entomosis of cats and dogs was evaluated in the Podolsk Experimental Production Base of the VNIIP – FSC VIEV on 100 animals naturally infected with fleas *Ctenocephalides* spp. (20 cats and 20 dogs), *Linognathus setosus* (20 dogs), chewing lice *Felicola subrostratus* (20 cats) and *Trichodectes canis* (20 dogs). The animals were divided into experimental and control groups of 10 animals each. The experimental dogs and cats were given the drug topically with a bottle pump directed to the skin and fur from 20–25 cm, treating the entire body of the animal at a dose of 3–6 pumps per 1 kg of animal weight, and the control animals were not given the drug. The animals were observed for 60 days after a single dose of the drug; clinical examination was performed before and at 24, 48 hours and 5, 30 and 60 days after the start of the experiment.

**Results and discussion.** The examination of the skin and coat of some experimental animals infected with ectoparasites found single ectoparasite imago at 24 hours after treatment. At 48 hours and on day 5, 30 and 60 of the experiment, all animals treated once with the drug were free from ectoparasites, which was evidenced by clinical studies. The study results showed that the study drug had high therapeutic efficacy against ctenocephalidosis, linognathosis, and trichodectosis in dogs and cats.

**Keywords:** dogs, cats, entomosis, efficacy, spray, Flumethrin, Moxidectin, Pyriproxyfen

**Financial Disclosure:** the author has no financial interest in the materials or methods presented.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Devyatyarova S. B. Use of drug in the form of spray based on Flumethrin, Moxidectin and Pyriproxyfen against entomosis in small domestic animals. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):196–202. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-196-202>

© Devyatyarova S. B., 2024

---

## Введение

Энтомозы широко распространены среди мелких домашних животных, у которых развивается множество сопутствующих заболеваний в форме аллергических реакций, дерматитов и других изменений общей реактивности организма [6, 8, 9].

Паразитические насекомые нападают на собак и кошек практически круглый год. Мак-

симальную зараженность в г. Москве отмечают в весенне-летний период, что обусловлено благоприятными условиями для развития и циркуляции эктопаразитов у животных [3, 4].

Несмотря на то, что в настоящее время рынок ветеринарных препаратов для непродуктивных животных представлен широким ассортиментом противопаразитарных средств, актуальной задачей остается разра-

ботка и внедрение в ветеринарную практику комбинированных препаратов, которые содержат несколько действующих веществ из различных классов химических соединений, что позволяет увеличить их спектр действия, терапевтическую эффективность и уменьшить риск развития резистентности у паразитов [8].

Препараты на основе флуметрина обладают высокой эффективностью против эктопаразитов. Флуметрин относится к группе синтетических пиретроидов, действуя на потенциалозависимые натриевые каналы, играющие основную роль в генерации потенциального действия и проведении нервных импульсов по нервным волокнам, вызывает деполяризацию клеточных мембран и блокаду нервной проводимости, что приводит к нарушению двигательных рефлексов, вызывая паралич и гибель членистоногих [11].

Пирипроксифен – аналог природного ювенильного гормона, регулирующего рост и развитие насекомых. Подавляет эмбриогенез и нарушает нормальный цикл метаморфоза (яйцо – личинка – куколка – имаго), изменяет процессы синтеза хитина и линьки личинок, в результате вызывает гибель насекомых на преимагинальных стадиях развития [5].

Моксидектин – полусинтетическое соединение группы милбемицинов (макроциклические лактоны), обладает высокой антипаразитарной активностью против возбудителей арахноэнтомозов. Он воздействует на глутаматчувствительные хлорные каналы и рецепторы гамма-аминомасляной кислоты, а изменение тока ионов хлора нарушает проведение нервных импульсов, что приводит к параличу и гибели паразита. Моксидектин длительное время сохраняет активность в организме, что обеспечивает пролонгированное действие противопаразитарного препарата [7].

В связи с этим был разработан комбинированный препарат на основе флуметрина, пирипроксифена и моксидектина в форме спрея дозированного для наружного применения для борьбы с эктопаразитами у мелких домашних животных (кошек и собак).

Целью нашей работы стало изучение эффективности многокомпонентного спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при энтомозах собак и кошек.

## Материалы и методы

Изучение терапевтической эффективности препарата при энтомозах проводили в условиях Подольской опытно-производственной базы ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на 100 естественно зараженных животных, из них 20 кошек и 20 собак, зараженных блохами *Stenocephalides* spp., 20 собак, зараженных вшами *Linognathus setosus*, 20 кошек, зараженных власоедами *Felicola subrostratus* и 20 собак, зараженных власоедами *Trichodectes canis*.

Всех зараженных животных разделили на опытные и контрольные группы с учетом вида, породы, возраста, массы тела, физиологического статуса и диагноза по 10 голов в каждой. Собакам и кошкам из опытных групп препарат применяли наружно, направляя дозатор флакона на кожно-шерстный покров с расстояния 20–25 см, обрабатывая все тело животного, в дозе 3–6 нажатий на 1 кг массы тела животного. Животным из контрольных групп препарат не применяли.

Диагноз ставили комплексно с учетом эпизоотологических данных, клинических признаков, а также результатов лабораторных исследований [2, 12].

Терапевтическую эффективность препарата контролировали до момента исчезновения симптомов, отсутствия живых паразитов на теле животного. Кроме того, следили за общим состоянием животных, их аппетитом, подвижностью, а также состоянием шерстного покрова и кожи в местах поражения. Интенсивность инвазии при энтомозах определяли согласно методу «квадрата» на участках тела размером 10 × 10 см.

Наблюдение за животными вели в течение 60 сут после однократного применения препарата; клинический осмотр осуществляли до и через 24, 48 ч, 5, 30 и 60 сут после начала эксперимента.

Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Стьюдента с помощью программы Microsoft Excel 2016. Различия считали статистически значимыми (достоверными) при  $P < 0,001$ .

## Результаты и обсуждение

Клинические признаки ктеноцефалидоза, триходектоза и линогнатога проявлялись беспокойством животных; у некоторых животных отмечали снижение активности и ап-

Таблица [Table]

Результаты определения терапевтической эффективности препарата при энтомозах кошек и собак (n = 10)  
 [Results of studying the therapeutic efficacy of the drug at entomosis of cats and dogs]

Группа животных [Group of animals]	Число эктопаразитов при осмотре, экз. на участке кожи размером 10 × 10 см [Number of ectoparasites during examination, sp. on an area of skin size 10 × 10 cm]					
	до опыта [before experience]	24 ч	48 ч	5 сут	30 сут	60 сут
Кошки, зараженные блохами <i>Stenopserhalides</i> spp. [Cats infected with fleas <i>Stenopserhalides</i> spp.]						
Опытная группа [Experienced group]	7,6±1,21	0,5±0,22*	0	0	0	0
Контрольная группа [Control group]	7,4±1,11	8,7±0,99	9,9±0,66	11,0±0,77	14,1±1,02	17,2±0,70
Собаки, зараженные блохами <i>Stenopserhalides</i> spp. [Dogs infected with fleas <i>Stenopserhalides</i> spp.]						
Опытная группа [Experienced group]	10,3±1,05	0,7±0,26*	0	0	0	0
Контрольная группа [Control group]	11,4±1,25	11,2±1,04	11,5±1,31	13,1±0,87	16,9±0,97	18,5±0,72
Собаки, зараженные вшами <i>Linognathus setosus</i> [Dogs infected with lice <i>Linognathus setosus</i> ]						
Опытная группа [Experienced group]	10,5±1,12	0,7±0,26*	0	0	0	0
Контрольная группа [Control group]	11,0±1,16	11,2±0,84	11,9±0,89	13,3±0,83	16,4±0,73	17,9±0,72
Кошки, зараженные власоедами <i>Felicola subrostratus</i> [Cats infected with the lice <i>Felicola subrostratus</i> ]						
Опытная группа [Experienced group]	7,6±0,92	0,3±0,15*	0	0	0	0
Контрольная группа [Control group]	7,7±1,03	7,6±0,76	8,1±0,95	9,7±0,90	12,2±0,87	14,1±0,90
Собаки, зараженные власоедами <i>Trichodectes canis</i> [Dogs infected with lice <i>Trichodectes canis</i> ]						
Опытная группа [Experienced group]	14,9±1,15	0,8±0,25*	0	0	0	0
Контрольная группа [Control group]	13,8±1,30	12,7±1,10	13,6±1,18	15,4±1,37	17,8±1,23	19,4±1,20

Примечание. [Note]. \* – P < 0,001

петита, сильный зуд, расчесы на кожном покрове, частичное выпадение шерсти; в местах зуда были обнаружены блохи *Ctenocephalides* spp., власоеды *Trichodectes canis* и *Felicola subrostratus*, вши *Linognathus setosus*, а также экскременты эктопаразитов.

При осмотре кожно-шерстного покрова у некоторых животных из опытных групп, зараженных эктопаразитами, через 24 ч после обработки были обнаружены единичные особи блох *Ctenocephalides* spp., вшей *L. setosus*, власоедов *T. canis* и *F. subrostratus*. Через 48 ч при тщательном осмотре животных живых имаго эктопаразитов не найдено. На 5, 30 и 60-е сутки эксперимента все животные, однократно обработанные препаратом, были свободны от эктопаразитов, что подтверждено клиническими исследованиями. У животных из контрольной группы клинические признаки и интенсивность инвазии сохранялись на протяжении всего эксперимента.

Результаты изучения терапевтической эффективности препарата при энтомозах животных изложены в таблице.

Таким образом, исследуемый препарат обладает высокой терапевтической эффективностью при ктеноцефалидозе, линогнатозе, триходектозе собак и кошек.

### Заключение

Результаты изучения терапевтической эффективности спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена свидетельствуют о его высокой эффективности при паразитировании у собак блох *Ctenocephalides* spp., вшей *Linognathus setosus*, власоедов *Trichodectes canis*, у кошек блох *Ctenocephalides* spp., власоедов *Felicola subrostratus*.

При применении препарата согласно проекту инструкции по применению у целевых видов животных разного возраста побочных явлений и осложнений не зафиксировано.

### Список источников

1. Бурова Е. И., Буров Д. А., Зверева А. В. Кожные болезни заразной и незаразной этиологии у

домашних плотоядных животных различных пород и половозрастных групп // Инновационная наука. 2023. № 2-1. С. 110-111.

2. Василевич Ф. И., Есаулова Н. В., Акбаев Р. М. Инвазионные болезни и паразиты плотоядных животных: Монография. М.: ЗооВетКнига, 2019. 314 с.
3. Девятьярова С. Б. Современная ситуация по эктопаразитозам собак в Московском мегаполисе // Российский паразитологический журнал. 2023. 17 (2): 224-228. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-224-228>
4. Девятьярова С. Б. Сезонная и возрастная динамика зараженности кошек эктопаразитами в мегаполисе Москвы // Российский паразитологический журнал. 2023. 17 (4): 474-478. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-474-478>
5. Еремина О. Ю., Олехнович Е. И., Рославцева С. А. Аналоги ювенильного гормона насекомых: применение в ветеринарии и медицинской дезинсекции // Пест-Менеджмент. 2014. № 3 (91). С. 20-31.
6. Круглов Д. С., Столбова О. А. Встречаемость ктеноцефалидоза у собак и кошек в условиях города Тюмени // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2017. № 2(37). С. 67-70.
7. Степанова И. А., Кошкарев Е. А. Применение многокомпонентного препарата в форме таблеток для лечения паразитозов животных различной этиологии // «Современные проблемы общей и прикладной паразитологии»: сборник научных статей по материалам XIII научно-практической конференции памяти профессора В. А. Ромашова. Воронеж, 2019. С. 250-255.
8. Удавлив Д. И., Шутеева Е. Н., Кочанова С. В., Панфилов А. В. Борьба с эктопаразитами домашних животных // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2012. № 1 (7). С. 24-29.
9. Шадыева Л. А., Романова Е. М., Кармаева С. Г. Эпизоотологические особенности ктеноцефалидозов кошек в г. Ульяновске // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяй-

- ственной академии. 2020. № 1 (49). С. 96-102. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-1-96-102>.
10. Щепотьева О. Д., Порфирьева Л. Ю., Панова О. А., Гламаздин И. Г. Эктопаразиты мелких домашних животных // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2018. № 19. С. 533-535.
  11. Anadón A., Martínez-Larrañaga M. R., Martínez M. A. Use and abuse of pyrethrins and synthetic pyrethroids in veterinary medicine. *The Veterinary Journal*. 2009; 182 (1): 7–20. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.04.008>
  12. Atlas de Parasitologia Veterinaria [Electronic resource]. URL: [http:// atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1](http://atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1)

Статья поступила в редакцию 28.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторе:

Девятьярова Софья Борисовна, ВНИИП – фил. ФБГНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Россия, Москва, ул. Б. Черёмушkinsкая, 28), Москва, Россия, соискатель, [softel80@mail.ru](mailto:softel80@mail.ru)

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

1. Burova E. I., Burov D. A., Zvereva A.V. Skin diseases of contagious and non-contagious etiology in domestic carnivores of various breeds and age groups. *Innovatsionnaya nauka = Innovative science*. 2023; 2-1: 110-111. (In Russ.)
2. Vasilevich F. I., Esaulova N. V., Akbaev R. M. Infective diseases and parasites in carnivores: Monograph. M.: ZooVetKniga, 2019; 314. (In Russ.)
3. Devyatyarova S. B. Current situation on ectoparasitosis in dogs in Moscow. *Russian Journal of Parasitology*. 2023; 17 (2): 224-228. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-224-228>
4. Devyatyarova S. B. Seasonal and age-related dynamics of ectoparasitic infestation in cats in Moscow. *Russian Journal of Parasitology*. 2023. 17 (4): 474-478. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-474-478>
5. Eremina O. Yu., Olekhnovich E. I., Roslavitseva S. A. Analogues of insect juvenile hormone: application in veterinary medicine and medical disinfection. *Pest-Menedzhment = Pest Management*. 2014; 3 (91): 20-31. (In Russ.)
6. Kruglov D. S., Stolbova O. A., Occurrence of ctenocephalidosis in dogs and cats in Tyumen. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya = Bulletin of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals*. 2017; 2(37): 67-70. (In Russ.)
7. Stepanova I. A., Koshkarev E. A. Use of multicomponent drug in tablet formulation to treat animal parasitosis of various etiologies. «Sovremennyye problemy obshchey i prikladnoy parazitologii»: sbornik nauchnykh statey po materialam XIII nauchno-prakticheskoy konferentsii pamyati professora V. A. Romashova = “Current issues of general and applied parasitology”: a collection of scientific articles based on proceedings of the XIII Scientific and Practical Conference in memory of Professor V. A. Romashov. Voronezh, 2019; 250-255. (In Russ.)
8. Udayev D. I., Shuteyeva E. N., Kochanova S. V., Panfilov A. V. Ectoparasite control in domestic animals. *Problemy veterinarnoy sanitarii, gigiyeny i ekologii = Issues of Veterinary Public Health, Hygiene and Ecology*. 2012; 1 (7): 24-29. (In Russ.)
9. Shadyeva L. A., Romanova E. M., Karmaeva S. G. Epizootological characteristics of ctenocephalidosis in cats in Ulyanovsk. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*.

- 2020; 1 (49): 96-102. (In Russ.) <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-1-96-102>
10. Shchepotyeva O. D., Porfiryeva L. Yu., Panova O. A., Glamazdin I. G., Ectoparasites of small domestic animals. «*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. 2018; 19: 533-535. (In Russ.)
11. Anadón A., Martínez-Larrañaga M. R., Martínez M. A. Use and abuse of pyrethrins and synthetic pyrethroids in veterinary medicine. *The Veterinary Journal*. 2009; 182 (1): 7-20. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.04.008>
12. Atlas de Parasitologia Veterinaria [Electronic resource]. URL: [http:// atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1](http://atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1)

The article was submitted 28.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the author:*

**Devyatyarova Sofya B.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of the Academic Degree, [sofitel80@mail.ru](mailto:sofitel80@mail.ru)

*The author read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 615.015.38

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-203-210>

## Применение препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при паразитировании иксодовых и акариформных клещей на собаках и кошках

Софья Борисовна Девятьярова<sup>1</sup>

<sup>1</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>sofitel80@mail.ru

### Аннотация

**Цель исследования** – изучение эффективности спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при паразитировании иксодовых и акариформных клещей на собаках и кошках.

**Материалы и методы.** Оценку терапевтической эффективности многокомпонентного спрея при паразитировании иксодовых и акариформных клещей на собаках и кошках проводили в условиях Подольской опытно-производственной базы ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на 140 животных, естественно зараженных иксодовыми и акариформными клещами. Животные были разделены на опытные и контрольные группы по 10 голов в каждой. Собакам и кошкам из опытных групп применяли исследуемый препарат, а животным из контрольных групп препарат не применяли. При паразитировании иксодовых клещей у собак и кошек клинические осмотры осуществляли через 24, 48 ч, 3 и 5 сут после начала эксперимента. При паразитировании акариформных клещей через 7, 14, 21, 28 и 35 сут после начала эксперимента проводили контрольный осмотр и микроскопическое исследование глубоких соскобов кожи, взятых на границе здоровой и пораженной кожи с помощью скальпеля при лечении саркоптоза, нотоэдроза и демодекоза, а также соскобов из наружного уха (дистальной части слухового прохода) при отодектозе.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что спрей на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена, применяемый наружно однократно при паразитировании иксодовых клещей, аурикулярно двукратно с интервалом 7 сут при отодектозе и наружно 2–4 раза с интервалом 7 сут при нотоэдрозе, саркоптозе и демодекозе у собак и кошек, обладает высокой терапевтической эффективностью.

**Ключевые слова:** собаки, кошки, иксодовые клещи, акариформные клещи, эффективность, спрей, флуметрин, моксидектин, пирипроксифен

**Прозрачность финансовой деятельности:** в представленных материалах или методах автор не имеет финансовой заинтересованности.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Девятьярова С. Б. Применение препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при паразитировании иксодовых и акариформных клещей на собаках и кошках // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 203–210.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-203-210>

© Девятьярова С. Б., 2024



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

Original article

# The use of Flumethrin-, Moxidectin- and Pyriproxyfen-based drug in spray formulation against Ixodid and Acariform ticks in dogs and cats

Sofya B. Devyatyarova<sup>1</sup>

<sup>1</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>1</sup>sofitel80@mail.ru

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the efficacy of Flumethrin-, Moxidectin- and Pyriproxyfen-based spray against Ixodid and Acariform ticks in dogs and cats.

**Materials and methods.** The therapeutic efficacy of a multicomponent spray against Ixodid and Acariform ticks was evaluated in dogs and cats in the Podolsk Experimental Production Base of the VNIIP – FSC VIEV on 140 animals naturally infected with Ixodid and Acariform ticks. The animals were divided into an experimental group and a control group of 10 animals each. The experimental dogs and cats were given the study drug while the control animals were not given the drug. Clinical examinations at ixodidosis in dogs and cats were performed at 24 and 48 hours, and at 3 and 5 days after the start of the experiment. In Acariformes parasitism, a control examination and microscopy of deep skin scrapings taken at the healthy and affected skin interface were made using a scalpel at 7, 14, 21, 28 and 35 days after the start of the experiment, in treatment of sarcoptic mange, notoedric mange and demodicosis as well as scrapings from the auricle (distal part of the acoustic canal) in otodectic mange.

**Results and discussion.** It was found that Flumethrin-, Moxidectin- and Pyriproxyfen-based spray had high therapeutic efficacy when used once, externally, against ixodid tick, and in the auricle twice with a 7-day interval against otodectic mange and externally 2–4 times with a 7-day interval against notoedric mange, sarcoptic mange and demodicosis in various disease forms in dogs and cats.

**Keywords:** dogs, cats, Ixodid ticks, Acariform ticks, efficacy, spray, Flumethrin, Moxidectin, Pyriproxyfen

**Financial Disclosure:** the author has no financial interest in the materials or methods presented.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Devyatyarova S. B. The use of Flumethrin-, Moxidectin- and Pyriproxyfen-based drug in spray formulation against Ixodid and Acariform ticks in dogs and cats. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):203–210. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-203-210>

© Devyatyarova S. B., 2024

## Введение

Паразитарные болезни домашних плотоядных животных широко распространены на территории Российской Федерации, особенно в крупных мегаполисах, где наблюдается постоянное увеличение поголовья как домашних, так и безнадзорных кошек и собак, что наносит большой ущерб здоровью животных [8, 10, 13–15].

На домашних плотоядных животных паразитируют паразитоформные и акариформные

клещи, способные вызывать тяжелые патологические состояния у животных и являющиеся переносчиками возбудителей инфекционных и инвазионных болезней. Заболеваемость эктопаразитами, как правило, имеет возрастную и сезонную динамику [1, 6, 7, 11].

Основываясь на данных анализа эпизодической ситуации по эктопаразитозам плотоядных на территории г. Москвы, экстенсивность инвазии арахноэнтомозами кошек и собак составляет 71,9 и 76,2% соответственно.

Отодектоз подтвержден у 17,7% обследованных кошек и 6,3% собак, паразитирование иксодовых клещей – у 10,4% кошек и 22,3% собак, нотоэдроз – у 4,3% кошек. Саркоптоз и демодекоз обнаружен у 3,9% собак [9].

Терапия и профилактика эктопаразитозов основана на применении препаратов с инсектоакарицидными свойствами. С этой целью на рынке представлен широкий выбор противопаразитарных препаратов на основе синтетических пиретроидов и макроциклических лактонов. Длительное применение одних и тех же лекарственных средств приводит к выработке устойчивости паразитов к действию инсектоакарицидов, что обуславливает необходимость изыскания новых комбинированных лекарственных средств с широким спектром действия [4, 5, 7, 12].

Для определения безопасной и эффективной схемы дозирования исследуемого препарата при разных формах нотоэдроза, демодекоза и саркоптоза использовали полученные ранее экспериментальные данные по изучению эффективности препарата при акарозах собак [3].

Целью нашей работы стало изучение эффективности спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при паразитировании иксодовых и акариформных клещей у собак и кошек.

### Материалы и методы

Изучение терапевтической эффективности препарата при акарозах проводили в условиях Подольской опытно-производственной базы ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на 140 естественно зараженных животных, из них 20 кошек и 20 собак, зараженных иксодовыми клещами сем. Ixodidae, 20 кошек и 20 собак, зараженных клещами *Otodectes cynotis*, 20 кошек, зараженных *Notoedres cati*, 20 собак, зараженных *Sarcoptes scabiei* var. *canis* и 20 собак, зараженных *Demodex canis*.

Всех зараженных животных разделили на опытные и контрольные группы с учетом вида, породы, возраста, массы тела, физиологического статуса и диагноза по 10 голов в каждой.

Собакам и кошкам из опытных групп, зараженных иксодовыми клещами, препарат применяли наружно, направляя дозатор флакона на кожно-шерстный покров с расстояния 20-

25 см, обрабатывая все тело животного в дозе 3–6 нажатий на 1 кг массы тела животного, а также наносили на клеща и место его прикрепления к коже (одно нажатие на дозатор).

При отодектозе очищали наружный слуховой проход от струпьев и корок. Препаратом обрабатывали оба уха из расчета 1-2 нажатия на дозатор, после чего складывали ушную раковину вдоль пополам и массировали ее основание. Обработку проводили двукратно с интервалом 7 сут.

При саркоптозе, нотоэдрозе и демодекозе препарат наносили на предварительно очищенные от струпьев пораженные участки тела с захватом пограничной здоровой кожи до 1 см из расчета 3–6 нажатий на 1 кг массы тела животного. Обработку проводили 2–4 раза с интервалом 7 сут до клинического выздоровления животного, которое подтверждали двумя отрицательными результатами акарологических исследований.

Животным из контрольных групп препарат не применяли.

Диагноз ставили комплексно, с учетом эпизоотологических данных, клинических признаков, а также результатов лабораторных исследований [6, 16].

Терапевтическую эффективность препарата контролировали до момента исчезновения симптомов, отсутствия живых паразитов на теле животного, клещей *O. cynotis* в соскобах с внутренней поверхности ушной раковины и содержимого из наружного слухового прохода, а также клещей *S. scabiei* var. *canis*, *N. cati*, *D. canis* в глубоких соскобах, взятых на границе здоровой и пораженной кожи с помощью скальпеля. Кроме того, следили за общим состоянием животных, их аппетитом, подвижностью, а также состоянием шерстного покрова и кожи в местах поражения. Интенсивность инвазии при паразитировании иксодовых клещей (иксодидозах) определяли путем визуального осмотра и подсчета иксодовых клещей на теле животного в местах их наиболее частой локализации, при отодектозе, саркоптозе, нотоэдрозе и демодекозе – подсчетом клещей в соскобах.

Генерализованная форма саркоптоза была выявлена у двух собак, нотоэдроза – у двух кошек, демодекоза – у трех собак, которых определили в опытные группы. Обработку этих особей проводили в два приема с интер-

валом одни сутки, нанося препарат на пораженные места сначала одной, а затем другой половины тела.

В качестве симптоматической терапии животным из опытных и контрольных групп с установленными диагнозами саркоптоз, отоэдроз и демодекоз дополнительно проводили наружные обработки кожи один раз в 2-3 дня 0,05%-ным раствором хлоргексидина биглюконата, которым равномерно орошали от периферии к центру пораженную поверхность кожи или наносили тонким слоем с помощью тампона, захватив пограничную здоровую ткань до 1 см. Животным из опытных групп с генерализованной формой заболевания дополнительно применяли препараты Максидин 0,4 и Энроксил® таблетки со вкусом мяса согласно инструкции по применению.

При паразитировании иксодовых клещей у собак и кошек клинические осмотры осуществляли через 24, 48 ч, 3 и 5 сут после начала эксперимента. При паразитировании акариформных клещей через 7, 14, 21, 28 и 35 сут после начала эксперимента проводили

контрольный осмотр и микроскопическое исследование глубоких соскобов кожи, взятых на границе здоровой и пораженной кожи с помощью скальпеля при саркоптозе, отоэдрозе и демодекозе, а также соскобов из наружного уха (дистальной части слухового прохода) при отодектозе.

Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Стьюдента с помощью программы Microsoft Excel 2016. Различия считали статистически значимыми (достоверными) при  $P < 0,001$ .

### Результаты и обсуждение

При осмотре животных, зараженных иксодовыми клещами, из опытной группы через 24 ч после однократного применения препарата обнаружены единичные мертвые клещи, которые легко удалялись пинцетом. Отмечено, что у некоторых животных из контрольной группы отпало несколько напивавшихся клещей (1-2 экз.), но у большинства животных оставалась такая же численность паразитирующих иксодовых клещей, что и в начале опыта (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

#### Результаты изучения терапевтической эффективности препарата при поражении кошек и собак иксодовыми клещами (n = 10)

[The results of study of the therapeutic efficacy of the drug in cases of infection of cats and dogs by ixodid ticks]

Группа животных [Group of animals]	Число эктопаразитов при осмотре, экз. [Number of ectoparasites during examination, sp.]				
	до опыта [before experience]	через [after]			
		24 ч	48 ч	3 сут	5 сут
Кошки, зараженные иксодовыми клещами [Cats infected with ixodid ticks]					
Опытная [Experienced]	3,3±0,42	0	0	0	0
Контрольная [Control]	3,1±0,43	2,7±0,37	2,5±0,37	2,4±0,27	2,0±0,30
Собаки, зараженные иксодовыми клещами [Dogs infected with ixodid ticks]					
Опытная [Experienced]	3,0±0,54	0	0	0	0
Контрольная [Control]	3,2±0,44	2,6±0,40	2,3±0,40	2,2±0,33	1,9±0,43

При дальнейшем наблюдении за животными через 48 ч, 3 и 5 сут все животные из опытных групп были свободны от эктопаразитов. У животных из контрольной группы напивавшихся клещей обнаруживали на протяжении всего эксперимента, что обусловлено временем питания имаго иксодовых клещей на животном-прокормителе [5].

При осмотре кошек и собак из опытных групп, зараженных *O. cynotis*, на 7-е сутки отмечено уменьшение зуда и воспаления кожи в области ушных раковин; при микроскопии

соскобов из ушных раковин обнаруживали единичные особи клещей *O. cynotis*; на 14 и 21-е сутки клещи отсутствовали.

У кошек из опытной группы с диагнозом отоэдроз при осмотре на 7-е сутки было отмечено угасание клинических признаков, а также снижение степени их выраженности, заживление пораженных участков кожи и расчесов; отмечен рост шерсти в местах алопеции, при микроскопии соскобов – обнаруживали единичных клещей *N. cati*. На 14 и 21-е сутки у четырех кошек из опытной груп-

пы были отрицательные акарологические исследования. Кошкам из опытной группы, у которых на 14-е сутки эксперимента в соскобах отмечали единичные экземпляры клещей, лечение продолжали. При микроскопии соскобов на 21-е сутки исследования у двух кошек из опытной группы найдены единичные клещи *N. cati*, поэтому лечение продолжили. При микроскопии соскобов у животных из опытной группы на 28 и 35-е сутки исследования клещи не обнаружены.

У животных из опытной группы, зараженных клещами *S. scabiei* var. *canis*, через 7 сут наблюдали начало заживления расчесов, при микроскопии соскобов обнаруживали единичных клещей *S. scabiei* var. *canis*. При микроскопии соскобов на 14 и 21-е сутки у четырех собак из опытной группы клещи не обнаружены. Животным из опытной группы, у которых на 14-е сутки эксперимента в соскобах обнаруживали клещей, лечение продолжили. На 21-е сутки исследования двум собакам из опытной группы, у которых в соскобах были отмечены единичные клещи *S. scabiei* var. *canis*, лечение продолжили. При микроскопии соскобов у животных из опытной группы на 28

и 35-е сутки исследования клещи не обнаружены.

При осмотре собак из опытной группы, зараженных *D. canis*, через 7 сут наблюдали начало заживления расчесов, при микроскопии соскобов обнаруживали единичных клещей. Уже на 14 и 21-е сутки у четырех собак из опытной группы клещи не обнаружены. Собакам из опытной группы, у которых на 14-е сутки эксперимента отмечали в соскобах единичные экземпляры клещей, лечение продолжили. При микроскопии соскобов на 21-е сутки у трех собак находили единичных клещей *D. canis*, поэтому лечение продолжили. На 28 и 35-е сутки при микроскопии соскобов у животных из опытной группы акарологические исследования были отрицательными.

У контрольных животных с отодектозом, нотоэдрозом, саркоптозом и демодекозом интенсивность инвазии сохранялась на протяжении всего эксперимента; клинические признаки заболеваний прогрессировали.

Результаты изучения терапевтической эффективности препарата при поражении животных акариформными клещами изложены в таблице 2.

Таблица 2 [Table 2]

**Результаты оценки терапевтической эффективности препарата при паразитировании и акариформных клещей у кошек и собак (n = 10)**

[Results of assessing the therapeutic efficacy of the drug against Acariform ticks in cats and dogs (n = 10)]

Группа животных [Group of animals]	Число эктопаразитов при лабораторном исследовании соскоба с внутренней поверхности ушной раковины/соскоба кожи, экз. [Number of ectoparasites in laboratory study of scrapings from the inner surface of the auricle/skin scrapings, sp.]					
	до опыта [before experience]	через, сут [after, days]				
		7	14	21	28	35
Кошки, зараженные клещами <i>Otodectes cynotis</i> [Cats infected with <i>Otodectes cynotis</i> ]						
Опытная [Experienced]	9,5±0,89	1,6±0,27*	0	0	-	-
Контрольная [Control]	8,3±0,98	9,7±0,70	11,4±1,05	13,3±0,91	-	-
Собаки, зараженные клещами <i>Otodectes cynotis</i> [Dogs infected with <i>Otodectes cynotis</i> ]						
Опытная [Experienced]	8,7±0,97	1,8±0,20*	0	0	-	-
Контрольная [Control]	8,9±0,82	10,5±0,93	12,1±0,95	13,6±0,85	-	-
Кошки, зараженные клещами <i>Notoedres cati</i> [Cats infected with <i>Notoedres cati</i> ]						
Опытная [Experienced]	9,6±0,93	2,0±0,30*	1,1±0,31*	0,4±0,27*	0	0
Контрольная [Control]	10,6±0,91	12,0±0,91	13,1±0,84	14,7±0,84	15,9±0,72	17,2±0,68
Собаки, зараженные <i>Sarcoptes scabiei</i> var. <i>canis</i> [Dogs infected with <i>Sarcoptes scabiei</i> var. <i>canis</i> ]						
Опытная [Experienced]	9,4±1,00	2,4±0,31*	1,2±0,36*	0,4±0,22*	0	0
Контрольная [Control]	9,4±0,92	10,4±0,96	11,5±0,93	12,7±0,93	14,3±0,84	15,9±0,91
Собаки, зараженные клещами <i>Demodex canis</i> [Dogs infected with <i>Demodex canis</i> ]						
Опытная [Experienced]	9,3±0,94	2,0±0,26*	1,1±0,35*	0,4±0,22*	0	0
Контрольная [Control]	9,7±1,03	10,4±1,05	12,0±1,13	13,5±1,01	14,9±0,91	16,2±0,85

Примечание. [Note]. \* – P < 0,001

Таким образом, исследуемый препарат аурикулярно двукратно с интервалом 7 сут при отодектозе и наружно 2–4 раза с интервалом 7 сут при нотоэдрозе, саркоптозе и демодекозе при разных формах заболевания у собак и кошек обладает высокой терапевтической эффективностью.

### Заключение

Результаты изучения терапевтической эффективности спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена свидетельствуют о его высокой эффективности у собак против иксодовых клещей сем. Ixodidae, клещей *Sarcoptes scabiei* var. *canis*, *Otodectes cynotis*, *Demodex canis*, у кошек – иксодовых клещей сем. Ixodidae, клещей *Notoedres cati*, *Otodectes cynotis*.

При применении препарата согласно проекту инструкции по применению у целевых видов животных разного возраста побочных явлений и осложнений не зафиксировано.

### Список источников

1. Акбаев Р. М., Богданова А. В., Колпаков И. Д. Клещи – паразиты домашних плотоядных животных // *Дневник науки*. 2022. № 5 (65).
2. Арисов М. В., Архипов И. А. Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов роста и репеллентов при эктопаразитозах плотоядных животных // *Российский паразитологический журнал*. 2018. Т. 12, № 1. С. 81-97. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
3. Арисов М. В., Девятьярова С. Б. Эффективность противопаразитарного препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при акарозах собак // *Российский паразитологический журнал*. 2023. Т. 17, № 4. С. 521-526. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-521-526>.
4. Арисов М. В., Катаева Т. С., Данилевская Н. В. «РольфКлуб 3D» капли, спрей, ошейники – эффективные препараты против эктопаразитозов собак и кошек // *VetPharma*. 2015. № 2 (24). С. 38-44.
5. Баландина В. Н., Крючкова Е. Н., Арисов М. В. Эффективность моксидектина при отодектозе и нотоэдрозе кошек // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2017. Вып. 18. С. 47-49.
6. Василевич Ф. И., Есаулова Н. В., Акбаев Р. М. Инвазионные болезни и паразиты плотоядных животных: Монография. М.: ЗооВетКнига, 2019. 314 с.
7. Домацкий В. Н., Столбова О. А. Лечение собак при демодекозе // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 5 (67). С. 152-154.
8. Дорджиева Д. Е., Французов О. Э. Отодектоз у кошек и собак // «Состояние и перспективы развития животноводства и ветеринарии Сибири и Дальнего Востока»: материалы международной научно-практической конференции. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, 2019. С. 88-94.
9. Махватова Н. В. Зараженность домашних плотоядных животных на территории города Москвы // «Современные проблемы общей и частной паразитологии»: материалы IV международного паразитологического симпозиума. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. С. 150-153.
10. Москвина Т. В., Железнова Л. В. Паразитарные болезни собак и кошек в г. Владивостоке // *Российский паразитологический журнал*. 2017. № 1 (39). С. 55-58.
11. Новиков Д. Д., Дядюк Е. В. Арахноэнтомозы домашних плотоядных животных // *Ветеринария*. 2009. № 2. С. 18-20.
12. Смылова П. Ю. Современный ассортимент и механизмы действия инсектоакарицидов для мелких домашних животных // *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2013. № 3 (19). С. 61-67.
13. Тимербаева Р. Р., Абдуллина А. Р., Шагеева А. Р. Арахноэнтомозы плотоядных г. Казани // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2013. Т. 216. С. 312-315.
14. Ткачев Ю. А., Глазунова Л. А. Особенности саркоптоза собак в условиях города Тюмени и Тюменского района и сравнительная эффективность различных схем его лечения // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018. № 1 (56). С. 105-111. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.1.105>

15. Щепотьева О. Д., Порфирьева Л. Ю., Панова О. А., Гламаздин И. Г. Эктопаразиты мелких домашних животных // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2018. Вып. 19. С. 533-535.
16. Atlas de Parasitologia Veterinaria [Electronic resource]. URL: [http:// atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1](http://atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1)

Статья поступила в редакцию 28.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторе:

Девятьярова Софья Борисовна, ВНИИП – фил. ФБГНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Россия, Москва, ул. Б. Черёмушкинская, 28), Москва, Россия, соискатель, sofitel80@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

## References

- Akbaev R. M., Bogdanova A.V., Kolpakov I. D. Ticks are parasites of domestic carnivores. *Dnevnik nauki = Diary of Science*. 2022; 5 (65). (In Russ.)
- Arisov M. V., Arkhipov I. A. Methods of evaluation of efficacy of insecticides, acaricides, regulators of development and repellents against ectoparasites of carnivores. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2018;12 (1): 81-97. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
- Arisov M. V., Devyatyarova S. B. The efficacy of antiparasitic drug in the form of spray based on Flumethrin, Moxidectin and Pyriproxyfen against canine acarosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):521–526. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-521-526>
- Arisov M. V., Kataeva T. S., Danilevskaya N. V. RolfClub 3D drops, spray, and collars are effective drugs against ectoparasitosis in dogs and cats. *Vetfarma = VetPharma*. 2015; 2 (24): 38-44. (In Russ.)
- Balandina V. N., Kryuchkova E. N., Arisov M. V. Efficacy of Moxidectin against otodectic mange and notoedric mange in cats. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy докладов международной научной конференции = “Theory and practice of parasitic disease control”: proceedings of the International Scientific Conference. 2017; 18: 47-49. (In Russ.)
- Vasilevich F. I., Esaulova N. V., Akbaev R. M. Infective diseases and parasites in carnivores: Monograph. M.: ZooVetKniga, 2019; 314. (In Russ.)
- Domatsky V. N., Stolbova O. A. Treatment of dogs against demodicosis. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = News of the Orenburg State Agrarian University*. 2017; 5 (67): 152-154. (In Russ.)
- Dordzhieva D. E., Frantsuzov O. E. Otodectic mange in cats and dogs. «Sostoyaniye i perspektivy razvitiya zivotnovodstva i veterinarii Sibiri i Dal'nego Vostoka»: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = “Status of and prospects for development of animal husbandry and veterinary medicine in Siberia and the Far East”: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Ulan-Ude: Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, 2019; 88-94. (In Russ.)
- Makhvatova N. V. Infection in domestic carnivores in Moscow. «Sovremennyye problemy obshchey i chastnoy parazitologii»: materialy IV mezhdunarodnogo parazitologicheskogo simpoziuma = “Current issues of general and special parasitology”: proceedings of the IV International Parasitological Symposium. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2022; 150-153. (In Russ.)
- Moskvina T. V., Zheleznova L. V. Parasitic diseases of dogs and cats in the city of Vladivostok. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2017; 39 (1): 55-58. (In Russ.)
- Novikov D. D., Dyadyuk E. V. Arachnoentomosis in domestic carnivores. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. 2009; 2: 18-20. (In Russ.)
- Smyslova P. Yu. Modern range and modes of action of insectoacaricides for small domestic animals. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy*

- biologii* = *Current issues in veterinary biology*. 2013; 3 (19): 61-67. (In Russ.)
13. Timerbaeva R. R., Abdullina A. R., Shageeva A. R., Arachnoentomosis of carnivores in Kazan. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana* = *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2013; 216. 312-315. (In Russ.)
14. Tkachev Yu. A., Glazunova L. A. Characteristics of sarcoptic mange in dogs in Tyumen and the Tyumensky District and comparative efficacy of various treatment regimens. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2018; 1 (56): 105-111. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.1.105>
15. Shchepotyeva O. D., Porfiryeva L. Yu., Panova O. A., Glamazdin I. G. Ectoparasites of small domestic animals. «*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*. 2018; 19: 533-535. (In Russ.)
16. Atlas de Parasitologia Veterinaria [Electronic resource]. URL: [http:// atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1](http://atlasparasitologia.fmv.ulisboa.pt/acaros.php?id=1)

The article was submitted 28.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the author:*

**Devyatyarova Sofya B.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of the Academic Degree, [softel80@mail.ru](mailto:softel80@mail.ru)

*The author read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 615.015.38

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-211-218>

## Инсектоакарицидная активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» против аргасовых клещей и пухоедов

Евгения Николаевна Индюхова<sup>1</sup>, Михаил Владимирович Арисов<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> [indyuhova@vniigis.ru](mailto:indyuhova@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3294-6119>

<sup>2</sup> [director@vniigis.ru](mailto:director@vniigis.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

### Аннотация

**Цель исследования** – оценить инсектоакарицидную активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» против аргасовых клещей и пухоедов в разных концентрациях.

**Материалы и методы.** Проведено паразитологическое обследование птичника открытого типа из шлакоблоков в крестьянско-фермерском хозяйстве «БУГЛЕН-2» (Республика Дагестан), используя методы сбора эктопаразитов птиц Б. А. Фролова (1975). Исследование выполнено с использованием методических приемов, изложенных в работах А. А. Непоклонова и Г. А. Таланова (1973); М. В. Арисова и И. А. Архипова (2018), в модификации. В лаборатории эктопаразитов ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН оценивали акарицидную активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в отношении аргасовых клещей, определяли  $CK_{50}$  и  $CK_{95}$ . Инсектицидную активность разных концентраций исследуемого препарата против пухоедов *Menopon gallinae* и *Menacanthus stramineus* проводили на естественно зараженных курах, которых содержали в хозяйстве. Паразитических членистоногих определяли до вида, используя определители И. Г. Галузо (1957), Н. А. Филлиповой (1966) и Д. И. Благовещенского (1940).

**Результаты и обсуждение.** В лабораторных условиях установлена быстрая гибель аргасовых клещей в течение 30 минут после контакта их с фильтровальной бумагой, пропитанной 0,005 и 0,05%-ными концентрациями исследуемого препарата. При оценке инсектицидной активности «5% эмульсии Д-цифенотрина» в отношении пухоедов двух видов *Menopon gallinae* и *Menacanthus stramineus* на естественно зараженных курах отмечена гибель паразитических насекомых через 24 ч при обработке птиц 0,005%-ной эмульсией. Таким образом, минимальная эффективная концентрация исследуемого препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в отношении заявленных паразитических членистоногих составила 0,005%.

**Ключевые слова:** инсектоакарицидная активность, Д-цифенотрин, аргасовые клещи, пухоеды, *in vitro*

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность А. В. Хрусталеву за помощь в подготовке иллюстраций. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2022-0012.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Индюхова Е. Н., Арисов М. В. Инсектоакарицидная активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» против аргасовых клещей и пухоедов // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 211–218.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-211-218>

© Индюхова Е. Н., Арисов М. В., 2024



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

Original article

# Insectoacaricide activity of 5% D-cyphenothrin Emulsion against argasid ticks and biting lice

Evgenia N. Indyuhova<sup>1</sup>, Mikhail V. Arisov<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” (VNIIP – FSC VIEV), Moscow, Russia

<sup>1</sup>indyuhova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3294-6119>

<sup>2</sup>director@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

## Abstract

**The purpose of the research** is to evaluate the insectoacaricidal activity of the drug 5% D-cyphenothrin Emulsion against argasid ticks and biting lice in different concentrations.

**Materials and methods.** We carried out a parasitological examination of an open-type cinderblock poultry building in peasant household BUGLEN-2 (the Republic of Dagestan) using the avian ectoparasite collecting methods of B. A. Frolov (1975). The studies were performed using procedures outlined in the studies by A. A. Nepoklonov and G. A. Talanov (1973), M. V. Arisov and I. A. Arkhipov (2018) as modified. In the Laboratory of Ectoparasitosis in the VNIIP – FSC VIEV, the acaricidal activity of 5% D-cyphenothrin Emulsion was evaluated against argasid ticks and LD<sub>50</sub> and LD<sub>95</sub> were determined. The insecticidal activity of the studied drug in different concentrations against the biting lice *Menopon gallinae* and *Menacanthus stramineus* was studied on naturally infected chickens that were kept on the farm. Parasitic arthropods were identified to species using identification guides by I. G. Galuzo (1957), N. A. Fillipova (1966) and D. I. Blagoveshchensky (1940).

**Results and discussion.** In laboratory, we observed rapid death of argasid ticks within 30 minutes after their contact with absorbent paper impregnated with 0.005% and 0.05% concentrations of the studied drug. In the assessment of the 5% D-cyphenothrin Emulsion insecticidal activity against biting lice of two species *Menopon gallinae* and *Menacanthus stramineus* on naturally infected chickens, we observed the death of parasitic insects after 24 hours on the birds treated with a 0.005% emulsion. Thus, the minimum effective concentration of 0.005 % of the study drug, 5% D-cyphenothrin Emulsion, was determined for the above parasitic arthropods.

**Keywords:** insectoacaricide activity, D-cyphenothrin, argasid ticks, biting lice, *in vitro*

**Acknowledgments.** The authors thank A. V. Khrustalev for his assistance in preparing the illustrations. The study was performed within the Basic Scientific Research Program in the Russian Federation for the long-term period (2021–2030), which forms the basis of State Task No. FGUG-2022-0012.

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Indyuhova E. N., Arisov M. V. Insectoacaricide activity of 5% D-cyphenothrin Emulsion against argasid ticks and biting lice. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):211–218. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-211-218>

© Indyuhova E. N., Arisov M. V., 2024

## Введение

На юге России у сельскохозяйственной птицы широко распространены аргазидоз, маллофагозы, дерманиссиоз, эпидермоптоз и другие болезни [2, 11, 12, 14]. При этом у птиц отмечают анемический синдром, потерю пера, беспокойство, угнетение, снижение продуктивных показателей, а при высокой интенсивности инвазии возможен падеж. Поэтому

разработка и совершенствование мер борьбы с паразитическими членистоногими является актуальным направлением современной паразитологии. Так, многие авторы отмечают положительный эффект при использовании средств из группы синтетических пиретроидов на основе дельтаметрина, циперметрина, перметрина и других соединений в отношении наружных паразитов птиц [1, 8].

На базе ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН разработан лекарственный препарат «5% эмульсия Д-цифенотрина», который в качестве действующего вещества содержит инсектоакарицид из группы синтетических пиретроидов – Д-цифенотрин. По степени воздействия на организм препарат относится к 3 классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Хорошо переносится животными разных видов и возрастов, не обладает сенсibiliзирующим действием [15]. Данный препарат показал высокую терапевтическую эффективность при псороптозе [4], иксодидозах крупного рогатого скота [3], а также при дерманиссиозе кур [9].

Цель работы – оценить инсектоакарицидную активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» против аргасовых клещей и пухоедов в разных концентрациях.

### Материалы и методы

Работу проводили в течение 2023 года в крестьянско-фермерском хозяйстве «БУГЛЕН-2» (Республика Дагестан, Буйнакский район, село Буглен) и в лаборатории эктопаразитозов ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. В хозяйстве кур породы Леггорн содержали напольным способом в птичнике открытого типа из шлакоблоков. При паразитологическом обследовании данного помещения в щелях между каменными блоками с использованием проволочных крючков [14] обнаружили около 40–50 экз. аргасовых клещей (рис. 1). Клещей аргасид помещали в пластмассовые контейнеры, которые закручивали крышками с небольшими отверстиями. Кроме того, из аргасовых клещей готовили тотальные препараты и определяли до вида, используя определители Н. А. Филлиповой [13] и И. Г. Галузо [7].

Оценку акарицидной активности лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» проводили в лаборатории эктопаразитозов в соответствии с методическими указаниями<sup>1</sup>, а также по методу, описанному ранее [5]. В экспериментах испытывали препарат в пяти концентрациях: 0,05%; 0,005; 0,001; 0,0005 и 0,0001%, предварительно его разводили с водой в определенном соотно-

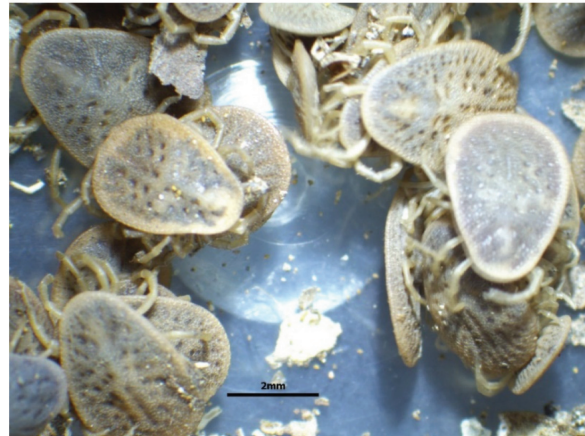


Рис. 1. Аргасовые клещи *Argas persicus* под стереомикроскопом

[Fig. 1. Argasid ticks *Argas persicus* under a stereo microscope]

шении. В качестве положительного контроля использовали водную эмульсию дельтаметрина, в качестве отрицательного контроля – дистиллированную воду. Эксперименты проводили в трех повторностях при температуре 28°C и относительной влажности 65–70% [10].

В каждую чашку Петри вкладывали фильтровальную бумагу, на которую предварительно наносили 1 мл соответствующей водной эмульсии или воды. По 10 экз. живых клещей переносили пинцетом в каждую чашку Петри. Учет результатов эксперимента проводили через 24 ч. При этом учитывали остроту действия исследуемого препарата. Среднесмертельные концентрации препарата, вызывающие гибель 50 и 95% клещей, определяли графическим способом.

Также в хозяйстве проводили сбор маллофагов с кур с помощью ваты, которую предварительно смачивали этиловым спиртом; паразиты падали на лист белой бумаги. Далее их собирали в пластмассовые баночки и микроскопировали (рис. 2–4); готовили тотальные препараты насекомых; определяли их до вида, используя определитель Д. И. Благовещенского [6].

В связи со сложностью сбора живых пухоедов с кур, для поиска эффективной концентрации исследуемого препарата, птицу непосредственно опрыскивали водной эмуль-

<sup>1</sup> Непоклонов А. А., Таланов Г. А. Методические указания по испытанию пестицидов, предназначенных для борьбы с эктопаразитами животных. М., ВАСХНИЛ, 1973. 48 с.

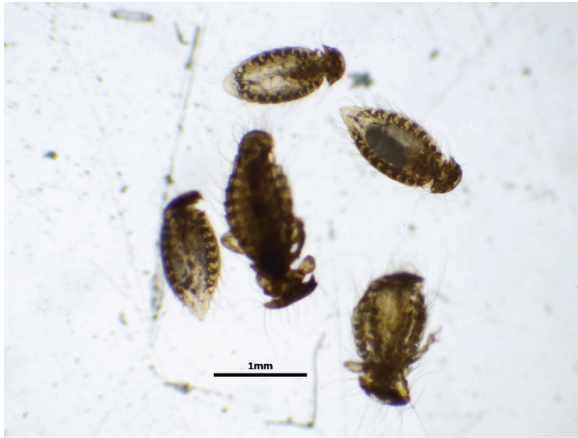


Рис. 2. Пухоеды *Menopon gallinae* и *Menacanthus stramineus* под стереомикроскопом  
 [Fig. 2. Biting lice, *Menopon gallinae* and *Menacanthus stramineus*, under a stereo microscope]



Рис. 3. *Menopon gallinae* (масштабная линейка 200 µm)  
 [Fig. 3. *Menopon gallinae* (200 µm scale ruler)]



Рис. 4. *Menacanthus stramineus*  
 (масштабная линейка 500 µm)  
 [Fig. 4. *Menacanthus stramineus* (500 µm scale ruler)]

сией лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в двух концентрациях – 0,001 и 0,005%, смачивая равномерно оперение. Кур из контрольной группы обрабатывали дистиллированной водой. Эксперимент проводили, используя средства индивидуальной защиты.

Для последующего сбора эктопаразитов и оценки инсектицидного действия препарата птиц индивидуально помещали в отдельные матерчатые мешочки на 30 минут, после тщательно осматривали их перьевой покров и размещали в клетках. Дополнительно в лаборатории осматривали внутреннюю поверхность тканевых мешочков. Учет эффективности разных концентраций препарата проводили через 24 ч.

### Результаты и обсуждение

**Акарицидная активность препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в отношении *Argas persicus* в лабораторных условиях.** В опытных группах (№ 1–5) на фильтровальную бумагу наносили водную эмульсию препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в концентрациях от 0,0001 до 0,05%. В качестве положительного контроля использовали 0,005% водную эмульсию дельтаметрина (контрольная группа 1). В контрольной группе 2 фильтровальную бумагу пропитывали дистиллированной водой (отрицательный контроль). Результаты эксперимента в трех повторностях приведены в таблице 1.

Известно, что характерной особенностью поведения клещей аргасид всех стадий, за исключением личинок, является высокая чувствительность к свету; они уходят как можно дальше от него и днем совершенно не активны [7]. Это учитывали при определении жизнеспособности клещей в опыте. Их гибель наблюдали в течение 30 минут после постановки экспериментов в первой, второй опытной и первой контрольной группах. В контроле с дистиллированной водой аргасовые клещи активно передвигались, реагировали на механические и световые раздражители. Во второй контрольной группе клещи сохраняли жизнеспособность более двух месяцев.

Определены среднесмертельные концентрации препарата, вызывающие гибель 50 и 95% клещей, которые составили:  $СК_{50}$  – 0,0021%,  $СК_{95}$  – 0,0046%.

Таблица 1 [Table 1]

Акарицидная активность препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в отношении аргасовых клещей *in vitro*  
 [Acaricidal activity of 5% D-cyphenothrin Emulsion against argasid ticks *in vitro*]

Группа (концентрация препарата) [Group (drug concentration)]	Число аргасовых клещей в группе, экз. [Number of argasid ticks in a group, specimens]	Число погибших клещей через 24 ч, экз. [Number of dead ticks at 24 hours, specimens]			Эффективность, % [Efficacy, %]		
		1	2	3	1	2	3
Опытная 1 (0,05%) [1 Experimental group (0.05%)]	10	10	10	10	100	100	100
Опытная 2 (0,005%) [2 Experimental group (0.005%)]	10	10	10	10	100	100	100
Опытная 3 (0,001%) [3 Experimental group (0.001%)]	10	5	5	6	50	50	60
Опытная 4 (0,0005%) [4 Experimental group (0.0005%)]	10	1	0	2	10	0	20
Опытная 5 (0,0001%) [5 Experimental group (0.0001%)]	10	0	0	0	0	0	0
Контрольная 1 [1 Control group]	10	10	10	10	100	100	100
Контрольная 2 [2 Control group]	10	0	0	0	0	0	0

**Инсектицидная активность препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» в отношении пухоедов на естественно зараженных курах.** Учитывая особенности биологии развития пухоедов и их скорость передвижения в оперении и на коже птиц, инсектицидную активность разных концентраций исследуемого препарата в отношении пухоедов *Menopon gallinae* и *Menacanthus stramineus* проводили на естественно зараженных курах, которых содержали в хозяйстве. Для проведения данного эксперимента сформировали три группы по 5 голов в каждой. Первую опытную группу птиц обрабатывали 0,005%-ной водной эмульсией препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина», вторую опытную группу – 0,001%-ной. В опытных группах оперение у птиц равномерно смачивали препаратом в определенной концентрации с помощью ручного опрыскивателя, после чего их помещали на 30 минут в индивидуальные матерчатые мешочки для последующего сбора эктопаразитов. Контрольную группу птиц обрабатывали водой. Через 30 минут проводили осмотр всех кур в эксперименте, далее птиц отсаживали в отдельные клетки по группам на 24 ч. Жизнеспособность маллофагов контролировали с помощью механического воздействия.

В первой опытной группе установлена быстрая гибель пухоедов – через 30 минут после обработки (рис. 5), во второй опытной группе при осмотре птиц отмечали наличие единичных живых насекомых.



Рис. 5. Осмотр оперения и кожи курицы из первой опытной группы; гибель пухоедов отмечена через 30 минут

[Fig. 5. Inspection of the plumage and skin of the chicken from the first experimental group, and the death of the biting lice was observed at 30 minutes]

Через 24 ч у кур из первой опытной группы установлено также отсутствие живых пухоедов, что подтверждает высокую эффек-

тивность препарата в отношении *Menopon gallinae* и *Menacanthus stramineus*. Во второй опытной группе отмечены единичные живые насекомые. В контрольной группе через 24 ч изменений в уменьшении численности эктопаразитов не установлено; все они быстро передвигались по коже и перьям птиц. Каких-либо побочных действий и осложнений после обработки исследуемым препаратом кур опытных групп не наблюдали.

### Заключение

Изучена инсектоакарицидная активность лекарственного препарата на основе D-цифенотрина против аргасовых клещей и пухоедов при применении его в разных концентрациях. Минимальная эффективная концентрация исследуемого препарата в отношении заявленных паразитических членистоногих составила 0,005%. Среднесмертельные концентрации препарата, вызывающие гибель 50 и 95% клещей, составили 0,0021 и 0,0046% соответственно.

### Список источников

1. Акбаев Р. М. Вуран-дуст 0,7% при маллофагозах сельскохозяйственной птицы // Ветеринария. 2010. № 6. С. 33-35.
2. Акбаев Р. М. Паразитарные болезни гусей в условиях малых фермерских хозяйств на территории Карачаево-Черкесской Республики // Российский ветеринарный журнал. 2015. № 3. С. 34-35.
3. Арисов М. В., Магомедшаниев Г. М., Курочкина К. Г. и др. Новые средства для лечебно-профилактических обработок при иксодидозах крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Республики Дагестан // Российский паразитологический журнал. 2015. № 1. С. 35-40.
4. Арисов М. В., Рудакова Е. А., Ваганова Т. А. Клиническое изучение эффективности препарата «5% эмульсия D-цифенотрина» при псороптозе крупного рогатого скота // «Современные проблемы общей и прикладной паразитологии и эпизоотологии»: материалы X научно-практической конференции. Воронеж, 2017. С. 113-118.
5. Арисов М. В., Архипов И. А. Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов развития и репеллентов при эктопаразитах плотоядных животных // Российский паразитологический журнал. 2018. Т. 12. № 1. С. 81-97. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
6. Благовещенский Д. И. Фауна СССР: Определитель пухоедов (Mallophaga) домашних животных. М.: Книга по Требованию, 2023. 99 с.
7. Галузо И. Г. Аргасовые клещи (аргазиды) и их эпизоотологическое значение (систематика, биология, вредоносность и меры борьбы). Алма-Ата: АН Казах. ССР, 1957. 131 с.
8. Енгашев С. В., Енгашева Е. С., Токарев А. Н., Лашкова В. А., Токарева О. А. Изучение прямого действия препаратов группы синтетических пиретроидов при обработке красного куриного клеща // Международный вестник ветеринарии. 2019. № 4. С. 76-80.
9. Индюхова Е. Н., Арисов М. В., Максимов В. И., Азарнова Т. О. Физиолого-биохимические механизмы восстановления организма кур после дерманиссиоза на фоне дезакаризации // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 4. С. 61-75. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-4-61-75>
10. Кербабаяев Э. Б. Кровососущие клещи семейства Argasidae Canestrini 1890 на территории бывшего СССР // Российский паразитологический журнал. 2012. № 2. С. 16-29.
11. Кошкина Н. А., Криворучко С. В., Мещеряков В. А. Персидский клещ *Argas persicus* – паразит и переносчик инфекций у кур // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 1. С. 109-111.
12. Пашаев В. Ш., Алиев Ш. К. Биоэкологические особенности и динамика активности эктопаразитов домашних и диких птиц Дагестана // Российский паразитологический журнал. 2009. № 1. С. 24-31.
13. Филлипова Н. А. Аргасовые клещи (Argasidae) (Фауна СССР, Паукообразные, том IV, вып. 3). Москва-Ленинград: Наука, 1966. 257 с.
14. Фролов Б. А. Эктопаразиты птиц и борьба с ними. М.: Колос, 1975. 128 с.
15. Coles T. B., Lynn R. C. Antiparasitic drugs. Georgis' Parasitology for Veterinarians, 10th ed.; WB Saunders Co.: Saint Louis, MO, USA. 2014; 264-325.

Статья поступила в редакцию 05.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Индюхова Евгения Николаевна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-3294-6119, indyuhova@vniigis.ru

**Арисов Михаил Владимирович**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, ORCID ID: 0000-0002-2103-8468, director@vniigis.ru

Вклад соавторов:

**Индюхова Евгения Николаевна** – создание дизайна исследования, проведение научно-исследовательской работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

**Арисов Михаил Владимирович** – разработка дизайна исследования, анализ полученных результатов исследования, подготовка статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Akbaev R. M. Vuran-dust 0.7% against mallophagosis in poultry. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. 2010; 6: 33-35. (In Russ.)
2. Akbaev R. M. Parasitic diseases of geese on small farms in the Karachay-Cherkess Republic. *Rossiyskiy Veterinarniy zhurnal = Russian Veterinary Journal*. 2015; 3: 34-35. (In Russ.)
3. Arisov M. V., Magomedshapiev G. M., Kurochkina K. G. et al. New means for therapeutic and prophylactic treatments against ixodidosis of cattle on livestock farms in the Republic of Dagestan. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2015; 1: 35-40. (In Russ.)
4. Arisov M. V., Rudakova E. A., Vaganova T. A. Clinical study of the 5% D-cyphenothrin Emulsion efficacy against psoroptic mange in cattle. «Sovremennye problemi obshei i prikladnoi parazitologii i epizootologii»: materialy X nauchno-prakticheskoi konferentsii = "Current Issues of General and Applied Parasitology and Epizootology": materials of the X Scientific and Practical Conference. Voronezh, 2017: 113-118. (In Russ.)
5. Arisov M. V., Arkhipov I. A. Methods for determining the efficacy of insecticides, acaricides, growth regulators and repellents against ectoparasitosis of carnivores. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2018; 12(1): 81-97. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
6. Blagoveshchensky D. I. Fauna in the USSR: Identification guide of biting lice (Mallophaga) in domestic animals. M.: Book on Demand, 2023. 99 p. (In Russ.)
7. Galuzo I. G. Argasid ticks (Argasidae) and their epizootological significance (systematics, biology, harmfulness, and control measures). Almaty: Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1957. 131 p. (In Russ.)
8. Engashev S. V., Engasheva E. S., Tokarev A. N., Lashkova V. A., Tokareva O. A. Study of the direct effect of synthetic pyrethroid drugs against poultry red mites. *Mezhdunarodniy vestnik veterinarii = International Veterinary Bulletin*. 2019; 4: 76-80. (In Russ.)
9. Indyuhova E. N., Arisov M. V., Maximov V. I., Azarnova T. O. Deacarization-associated physiological and biochemical recovery mechanisms of chickens after dermanyssosis. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15(4): 61-75. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-4-61-75>
10. Kerbabaev E. B. Blood-sucking mites of the family Argasidae Canestrini 1890 in the former USSR. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2012; 2: 16-29. (In Russ.)
11. Koshkina N. A., Krivoruchko S. V., Meshcheryakov V. A. The fowl tick *Argas persicus*, a parasite and a transmitting agent in chickens. *Vestnik agropromishlennogo kompleksa Stavropolia = Bulletin of the AIC of the Stavropol Territory*. 2015; 1: 109-111. (In Russ.)
12. Pashaev V. Sh., Aliev Sh. K. Bioecological features and activity dynamics of ectoparasites in domestic and wild birds from Dagestan. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2009; 1: 24-31. (In Russ.)

13. Fillipova N. A. Argasid ticks (Argasidae) (Fauna in the USSR, Arachnids, Volume IV, Issue 3). Moscow-Leningrad: Nauka (Science) Publishing House, 1966. 257 p. (In Russ.)
14. Frolov B. A. Avian ectoparasites and their control. M.: Kolos, 1975. 128 p. (In Russ.)
15. Coles T. B., Lynn R. C. Antiparasitic drugs. Georgis' Parasitology for Veterinarians, 10th ed.; WB Saunders Co.: Saint Louis, MO, USA. 2014: 264-325.

The article was submitted 05.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the authors:*

**Indyuhova Evgenia N.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russian Federation, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0003-3294-6119, indyuhova@vniigis.ru

**Arisov Mikhail V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russian Federation, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the RAS, ORCID ID: 0000-0002-2103-8468, director@vniigis.ru

*Contribution of co-authors:*

**Indyuhova Evgenia N.** – study design, research work, data collection and analysis, article preparation.

**Arisov Mikhail V.** – study design development, analysis of research results, article preparation.

*The authors read and approved the final manuscript version.*

Научная статья

УДК 619:616.995.421:636.7

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-219-226>

## Эффективность противопаразитарного препарата на основе люфенурона, моксидектина, празиквантела при иксодидозах собак

Ирина Игоревна Цепилова<sup>1</sup>, Светлана Александровна Шемякова<sup>2</sup>,  
Керим Ханасович Болатчиев<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии (МГАВМ и Б) – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

<sup>3</sup>Северо-Кавказская государственная академия, Черкесск, Карачаево-Черкесская Республика

<sup>1</sup>[irenka\\_c\\_1987@mail.ru](mailto:irenka_c_1987@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7230-6215>

<sup>2</sup>[sveta11@mail.ru](mailto:sveta11@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3697-3715>

<sup>3</sup>[ker-bol@mail.ru](mailto:ker-bol@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-2095-9987>

### Аннотация

**Цель исследования** – изучение эффективности противопаразитарного препарата на основе люфенурона, моксидектина, празиквантела при иксодидозах собак в естественных условиях и при экспериментальном заражении иксодовыми клещами.

**Материалы и методы.** В экспериментах использовали препарат в таблетированной форме с содержанием люфенурона – 320 мг, моксидектина – 9,6 мг и празиквантела – 160 мг. Для изучения профилактического и терапевтического акарицидного действия препарата в отношении иксодовых клещей в частном секторе Карачаевского района Карачаево-Черкесской Республики было сформировано две группы собак (по 10 собак в каждой) породы алабай или беспородных живой массой 16–76 кг. Собакам первой опытной группы применяли препарат в виде таблеток. Собаки второй группы служили контролем и их не обрабатывали. В опыте использовали клинически здоровых собак обоего пола старше 6-недельного возраста, спонтанно зараженных иксодидами. Отбирали животных, не подвергавшихся лекарственному воздействию не менее 1 месяца до начала проведения опыта. Животные содержались в обычных условиях на всем протяжении опыта и получали привычный корм. Противопаразитарные таблетки применяли собакам индивидуально, однократно, перорально в смеси с кормом в дозе 1 таблетка на 16–32 кг массы тела. Диагноз на зараженность собак иксодидами устанавливали путем клинического осмотра животных. Родовую принадлежность иксодид определяли по характерным морфологическим признакам. Оценку эффективности препарата проводили на основании снижения численности или отсутствия клещей на обработанных животных (опытная группа) в сравнении с необработанными животными (контрольная группа). До начала опыта и после применения препарата в течение 48 ч животных осматривали каждый час и отмечали состояние клещей, отпадение, время отпадения от начала применения препарата, гибель; затем собак осматривали каждые 5–7 сут в течение двух месяцев.

**Результаты и обсуждение.** В статье представлены данные об изучении эффективности противопаразитарного препарата при иксодидозах собак, спонтанно инвазированных *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus*, *Dermacentor reticulatus*. В результате проведенных исследований было установлено, что противопаразитарный препарат (ДВ – люфенурон, моксидектин, празиквантел) обладает терапевтическим эффектом, который был зарегистрирован на 5-е сутки после обработки и составил 90%. Профилактическая эффективность также была выше 70%: на 7 и 14-е сутки данный показатель составил 90,0 и 86,9% соответственно, что свидетельствует о продолжительности профилактического действия в течение 25–28 сут. Для полной оценки акарицидной эффективности при иксодидозах проводили исследования на экспериментально зараженных животных. Через 48 ч после дачи препарата установлена 40%-ная эффективность; через 2 недели после дачи препарата установлена 90%-ная, 98,5 и 100%-ная эффективность при иксодидозе собак через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей соответственно. Через 4 недели после дачи препарата установлена 100%-ная эффективность при иксодидозе собак через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей, соответственно.



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

**Ключевые слова:** противопаразитарный препарат, таблетки, акарицидная эффективность, иксодидозы, люфенурон, моксидектин

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Цепилова И. И., Шемякова С. А., Болатчиев К. Х. Эффективность противопаразитарного препарата на основе люфенурана, моксидектина, празиквантела при иксодидозах собак // Российский паразитологический журнал. 2024. Т. 18. № 2. С. 219–226.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-219-226>

© Цепилова И. И., Шемякова С. А., Болатчиев К. Х., 2024

Original article

## The efficacy of antiparasitic drug based on Lufenuron, Moxidectin, and Praziquantel against ixodidosis in dogs

Irina I. Tsepilova<sup>1</sup>, Svetlana A. Shemyakova<sup>2</sup>, Kerim Kh. Bolatchiev<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology (MVA named after K. I. Skryabin), Moscow, Russia

<sup>3</sup> North Caucasian State Academy, Cherkessk, the Karachay-Cherkess Republic

<sup>1</sup> [irenka\\_c\\_1987@mail.ru](mailto:irenka_c_1987@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7230-6215>

<sup>2</sup> [sveta11@mail.ru](mailto:sveta11@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-3697-3715>

<sup>3</sup> [ker-bol@mail.ru](mailto:ker-bol@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-2095-9987>

### Abstract

**The purpose of the research** is to study the efficacy of antiparasitic drug based on Lufenuron, Moxidectin, Praziquantel against ixodidosis in dogs under natural conditions and during experimental infection with ixodid ticks.

**Materials and methods.** The experiments used the drug in tablet formulation containing Lufenuron in 320 mg, Moxidectin in 9.6 mg and Praziquantel in 160 mg. To study the preventive and therapeutic acaricidal effect of the drug against ixodid ticks in the country part of the Karachayevsky District of the Karachay-Cherkess Republic, two groups (10 dogs each) were formed of Alabai dogs or outbred dogs with a body weight of 16–76 kg. The dogs of the first experimental group were administered the drug in tablets. The dogs of the second group served as controls and were not treated. The experiment used clinically healthy dogs of both sexes over 6 weeks of age, spontaneously infected with Ixodidae. Animals were selected so that they were not exposed to drugs for at least 1 month prior to the experiment. The animals were kept under normal conditions throughout the experiment and received their usual food. Antiparasitic tablets were administered to the dogs individually, once, orally, mixed with food at a dose of 1 tablet per 16–32 kg of body weight. The ixodid infection was diagnosed in the dogs by clinical examination. The genus of Ixodidae was determined by typical morphological characteristics. The drug efficacy was evaluated based on reduced number or absence of ticks on the treated animals (experimental) versus the untreated animals (control). Before the experiment and after the drug, the animals were examined every hour for 48 hours, and condition, separation, separation time from the start of the drug and death of the ticks were recorded; the dogs were then examined every 5–7 days for two months.

**Results and discussion.** The article presents study data on antiparasitic drug efficacy against ixodidosis in dogs spontaneously infected with *Ixodes ricinus*, *I. persulcatus*, and *Dermacentor reticulatus*. The result of the studies found that the antiparasitic drug (active substances were Lufenuron, Moxidectin, and Praziquantel) had a therapeutic effect that was recorded on day 5 after treatment and was 90%. The preventive efficacy was also above 70%: on day 7 and 14, this value was 90.0 and 86.9%, respectively, which indicated the duration of the preventive effect for 25–28 days. To fully evaluate the acaricidal efficacy against ixodidosis, studies were conducted on experimentally infected animals. Forty percent efficacy was determined at 48 hours after the drug; at 2 weeks after the drug, 90 %, 98.5 and 100 % efficacy were determined against ixodidosis in the dogs at 24 hours, 48 and 72 hours after the transfer of ticks, respectively. At 4 weeks after the drug, 100 % efficacy was determined against ixodidosis in the dogs at 24, 48 and 72 hours after the transfer of ticks, respectively.

**Keywords:** antiparasitic drug, tablets, acaricidal efficacy, ixodidosis, Lufenuron, Moxidectin

**Financial Disclosure:** none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Tsepilova I. I., Shemyakova S. A., Bolatchiev K. Kh. The efficacy of antiparasitic drug based on Lufenuron, Moxidectin, and Praziquantel against ixodidosis in dogs. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2024; 18(2):219–226. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2024-18-2-219-226>

© Tsepilova I. I., Shemyakova S. A., Bolatchiev K. Kh., 2024

## Введение

Для профилактики нападения иксодовых клещей, которые являются векторами передачи бабезиоза, анаплазмоза, боррелиоза и эрлихиоза собак [2, 4], применяют противопаразитарные препараты длительного действия – Флураланер (Бравекто™) – изоксазолиновый инсектицид и акарицид системного действия, обладающий длительным и устойчивым инсектоакарицидным эффектом [9], Симпарика [3], Фронтлайн Нексгард и Нексгард спектра [3, 7, 8] и др.

В настоящее время весьма актуальна разработка отечественных инсектоакарицидов, не уступающих по своим терапевтическим и профилактическим свойствам иностранным аналогам [5, 6]. Кроме того, в связи с ростом цен на импортные препараты в 2022–2023 гг. и их малой доступностью, проблема разработки отечественных высокоэффективных противопаразитарных препаратов выходит на первый план.

Целью исследования стало изучение эффективности противопаразитарного препарата на основе люфенурана, моксидектина и празиквантела при иксодидозах собак в естественных условиях и при экспериментальном заражении иксодовыми клещами.

## Материалы и методы

В экспериментах использовали препарат в таблетированной форме (сер. 1404690823, модификация: «для собак более 16 кг») с содержанием люфенурана (320 мг), моксидектина (9,6 мг) и празиквантела (160 мг). Для изучения профилактического и терапевтического акарицидного действия препарата в отношении

иксодовых клещей в частном секторе Карачаевского района Карачаево-Черкесской Республики было сформировано две группы собак (по 10 собак в каждой) породы алабай или беспородных живой массой 16–76 кг. Собакам первой опытной группы применяли препарат в виде таблеток. Собаки второй группы служили контролем и их не обрабатывали. В опытах использовали клинически здоровых собак обоего пола старше 6-недельного возраста, спонтанно зараженных иксодидами. Отбирали животных, не подвергавшихся лекарственному воздействию не менее 1 месяца до начала проведения эксперимента. Животные содержались в обычных условиях на всем протяжении опыта и получали привычный корм.

Противопаразитарные таблетки применяли собакам индивидуально, однократно, перорально в смеси с кормом в соответствии с наставлениями из расчета 1 таблетка на 16–32 (15–30) кг массы тела.

Диагноз на зараженность собак иксодидами устанавливали путем клинического осмотра животных. Родовую принадлежность иксодид определяли по характерным морфологическим признакам.

Оценку эффективности препарата проводили на основании снижения численности или отсутствия клещей на обработанных животных (опытная группа) в сравнении с необработанными животными (контрольная группа) [1]. До начала опыта и после применения препарата в течение 48 ч животных осматривали каждый час и отмечали состояние клещей, отпадение, время отпадения от начала применения препарата, гибель; затем собак осматривали каждые 5–7 сут в течение двух месяцев.

Острую акарицидную активность препарата ( $Y$ ) оценивали по формуле:

$$Y = \frac{B}{A} \times 100\%,$$

где  $A$  – исходное число клещей до обработки;  $B$  – число отпавших (погибших) клещей после обработки.

Итоговая эффективность представляет среднюю величину от значений всех животных группы.

Для оценки остаточной акарицидной эффективности проводили наблюдения за собаками в течение двух месяцев с осмотром кожного покрова через 5–7 сут после обработок.

Процентное снижение числа живых клещей определяли по формуле:

$$100 \times (M_c - M_o) / M_c,$$

где  $M_c$  – среднее число живых клещей у животных контрольной группы (плацебо) на заданной точке;  $M_o$  – среднее число живых клещей у животных в опытных группах.

Отсутствие живых клещей у животного расценивают как успешное лечение. Долю от общего числа животных в каждой из трех групп (частоту успешного лечения) вычисляли по отношению числа животных без живых клещей к общему числу животных.

Экстенсивность инвазии (ЭИ) определяли по формуле:

$$\text{ЭИ} = I \times 100 / \Sigma_{\text{ж}},$$

где  $I$  – инвазированные животные;  $\Sigma_{\text{ж}}$  – число животных в группе.

Индекс обилия (ИО) определяли по формуле:

$$\text{ИО} = \Sigma_{\text{кл}} / \Sigma_{\text{ж}},$$

где  $\Sigma_{\text{кл}}$  – общее число клещей;  $\Sigma_{\text{ж}}$  – общее число животных.

Для полной оценки акарицидной эффективности при иксодидозах проводили исследования на искусственно зараженных животных.

Сбор голодных имаго иксодовых клещей *Ixodes ricinus*, *Dermatocentor reticulatus*, *Rhipicephalus rossicus* проводили с поверхности почвы на стандартный флаг (волокушу) в Московской области. Транспортировку и хранение живых иксодовых клещей до посадки их на животных осуществляли согласно общепринятой методике<sup>1</sup>. Определение видового состава клещей проводили под бинокулярной лупой с использованием пособия Академии наук СССР («Фауна СССР. Паукообразные. Том IV, Вып. 2» под общей редакцией акад. Е. Н. Павловского). Для хранения клещей заматывали в отжатую влажную марлю. Катушку марли помещали в целлофановый пакет и в холодильник, в место, где не слишком холодно (дверца холодильника).

Голодных иксодовых клещей одного вида подсаживали каждой собаке опытной и контрольной группы.

На спине, ближе к лопаткам, выстригали шерсть в виде окружности диаметром 12 см. На подготовленный участок наклеивали сшитый из легкой хлопчатобумажной ткани цилиндр диаметром около 10 см и высотой около 15 см. Цилиндр закрепляли на выстриженном участке тела с помощью клейкой ленты. После прикрепления цилиндра к коже животного в него запускали голодных особей иксодовых клещей в количестве 5 самок и 3 самцов. Верх цилиндра (мешочек) завязывали прочной ниткой и заклеивали клейкой лентой. На шею животному надевали защитный воротник. Животное оставалось в вольере в течение опыта. Через 2–3 ч после посадки клещей осуществляли учет числа прикрепившихся к коже клещей.

В связи с тем, что оказалось невозможно плотно прикрепить матерчатый мешочек к коже собаки и во избежание потери клещей за 15–20 минут до посадки клещей животному вводили препарат для седации (Дексдомитор, Медитин или иной) под контролем ветеринарного врача. Как только животное становилось вялым, его помещали в иммобилизирующую клетку, клали на бок так, чтобы внутренняя

<sup>1</sup> МУ 3.1.3012-12 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней».

поверхность ушной раковины была раскрыта. На ушную раковину подсаживали голодных 5 самок и 3 самцов иксодовых клещей. До полного прикрепления вели контроль нахождения клещей на животном. Если клещи разбегались по телу, их аккуратно подцепляли пинцетом и вручную подсаживали на ушную раковину. После прикрепления клещей и выхода собаки из наркоза собаку доставали из клетки и проводили учет числа и места прикрепления клещей. На собаку надевали защитный воротник и помещали в клетку до следующего учета.

Через заданный период времени собаку вынимали из клетки, фиксировали, проводили учет физиологического состояния каждого клеща. Затем проверяли пленку и дно клетки на наличие клещей.

Для исследования использовали взрослых здоровых собак, не получавших лечение каким-либо противопаразитарным препаратом в течение 12 недель до начала исследования. Животных взвешивали перед началом исследования. Наблюдение за состоянием здоровья проводили ежедневно в течение всего опыта.

Собак разделили на две группы, опытную и контрольную, по 5 животных в каждой. Собак опытной и контрольной групп, находящихся под действием седативного препарата, заражали клещами на 2, 13-й (2 недели), 27-й (4 недели) и 41-й (6 недель) день. Каждой собаке

подсаживали иксодовых клещей в количестве 8 шт. (5 самок, 3 самца).

Опытным животным через 48 ч (0 день) после прикрепления клещей задавали исследуемый препарат и вели наблюдения в течение 1 ч для отслеживания рвоты или выплевывания таблетки. Собаки контрольной группы препарат не получали.

Через 24, 48 и 72 ч после подсадки вели подсчет числа живых, парализованных и мертвых клещей у собак опытной и контрольной групп.

Биологическую эффективность препарата вычисляли по формуле Аббата:

$$C = \frac{A - B}{A} \times 100\%,$$

где  $C$  – биологическая эффективность, %;  $A$  – число иксодид до обработки;  $B$  – число иксодид после обработки; 100 – коэффициент перевода в процент.

### Результаты и обсуждение

В частном секторе Карачаевского района Карачаево-Черкесской Республики у собак опытной и контрольной групп на каждом покрове были обнаружены иксодовые клещи *Ixodes ricinus*, *I. persulcatus* и *Dermacentor reticulatus*.

Результаты испытания противопаразитарного препарата на собаках при иксодидозах приведены в таблице 1.

Таблица 1 [Table 1]

Профилактическая и терапевтическая эффективность противопаразитарного препарата на собаках при иксодидозах в естественных условиях  
[Preventive and therapeutic efficacy of antiparasitic drug in dogs with ixodidosis in vivo]

Время учета [Accounting time]	Опытная группа [Experienced group] (n = 10)		Контрольная группа [Control group] (n = 10)		Терапевтическая эффективность [Therapeutic efficacy], %	Профилактиче- ская эффектив- ность [Preventive efficacy], %
	ЭИ, %	ИО, экз./гол.	ЭИ, %	ИО, экз./гол.		
До обработки [Before treatment]	100	14,6±2,24	100	10,7±1,25	-	-
Через, сутки [After, day]						
1	100	15,3±4,37	100	12,3±1,44	0	0
2	70	12,4±1,01	100	18,6±1,25	0	33,3
5	10	3,1±0,11	100	19,0±1,88	90	84,2
7	10	2,0±0,19	100	20,7±2,73	0	90,0
14	10	3,0±2,67	100	23,2±1,54	0	86,9
30	60	23,6±3,12	100	23,7±2,44	0	0
60	90	22,4±1,99	100	24,9±2,47	0	8,3

Как видно из таблицы 1, противопаразитарный препарат обладает терапевтическим эффектом, который был зарегистрирован на 5-е сутки после обработки и составил 90%, так как на теле животных обнаруживали сухих мертвых клещей. У одной собаки на протяжении всего опыта были обнаружены иксодовые клещи (ИО  $2,0 \pm 0,19 - 3,1 \pm 0,11$  экз./гол.). Очевидно, данный факт связан с недостаточной дозировкой препарата для собак в опытной группе, так как они имели избыточный липидный индекс для своей конституции, о чем свидетельствовала хорошо развитая подкожно-жировая клетчатка. Профилактическая эффективность на 5-е сутки после применения препарата составила 84,2%, на 7 и 14-е сутки – соответственно 90,0 и 86,9%, что свидетельствует о профилактическом действии в течение 25–28 сут.

При изучении эффективности препарата при экспериментальном заражении собак иксодовыми клещами, таблетки задавали согласно инструкции по применению с фаршем. После дачи препарата за животными вели наблюдение в течение 5 ч. Животные хорошо переносили препарат, нежелательных реакций отмечено не было.

Таким образом, в результате эксперимента установлена 40%-ная эффективность препарата против иксодовых клещей через 48 ч после его применения.

Через 2 недели после дачи препарата установлена 90%-ная, 98,5 и 100%-ная эффективность при иксодидозах собак через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей соответственно (табл. 2).

Таблица 2 [Table 2]

Среднее число клещей и акарицидная эффективность препарата при экспериментальном заражении  
[Average number of ticks and acaricidal efficacy of the drug during experimental infection]

Время оценки, неделя [Assessment time, week]	Эффективность препарата (%) после лечения или повторной подсадки клещей (ч) [Efficacy of the drug (%) after treatment or replanting of ticks (h)]		
	24	48	72
0	0	10,0	40,0
2	90,0	98,5	100
4	100	100	100
6	60	80	70

Через 4 недели после дачи препарата установлена 100%-ная эффективность при иксодидозах собак через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей соответственно.

Через 6 недель после дачи препарата установлена 60%-ная, 80 и 70%-ная эффективность при иксодидозах собак через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей соответственно.

### Заключение

Противопаразитарный препарат на основе люфенурона, моксидектина, празиквантела в форме таблеток для приема внутрь при иксодидозах собак в естественных условиях обладает терапевтическим эффектом, который наступает на 5-е сутки после применения препарата. Профилактический эффект длится в течение 25–28 сут. Наибольшая профилак-

тическая эффективность составила на 7 и 14-е сутки – 90,0 и 86,9 % соответственно.

При экспериментальном заражении собак иксодовыми клещами доказана эффективность действия препарата: через 48 ч после дачи препарата – 40%-ный эффект; через 2 недели – 90%-ная, 98,5 и 100%-ная эффективность через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей соответственно; через 4 недели – 100%-ная эффективность – через 24 ч, 48 и 72 ч после подсадки клещей.

### Список источников

1. Арисов М. В., Архипов И. А. Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов развития и репеллентов при эктопаразитах плотоядных животных // Российский паразитологический журнал. 2018.

- T. 12. № 1. С. 81–97. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
2. Василевич Ф. И., Никанорова А. М. Особенности биотопического распределения иксодовых клещей в условиях города Калуги // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2023. № 9. С. 132-140. <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202309015>
  3. Жельдыбаева А. Х. Противопаразитарные препараты: применение в ветеринарной практике // Актуальные исследования. 2022. № 3 (82). С. 7-9.
  4. Круглов Д. С., Столбова О. А. Встречаемость иксодовых клещей у собак на фоне применения акарицидных средств // АПК: инновационные технологии. 2019. № 4 (47). С. 16-20.
  5. Мирзаев М. Н., Шемякова С. А., Есаулова Н. В. Аллергенные, местнораздражающие и кожно-резорбтивные свойства препарата Авердез // «Скрябинские чтения»: материалы международной научно-практической конференции. М., 2023. С. 112-117.
  6. Мирзаев М. Н., Шемякова С. А., Есаулова Н. В. Авермектинсодержащий препарат в форме гранул для борьбы с паразитами мелких домашних животных // «Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения»: сборник трудов научно-практической конференции. М.: Сельскохозяйственные технологии, 2022. С. 235-236.
  7. Музыкаченко П. И., Хайруллин Д. Д. Анализ лекарственных средств для лечения и профилактики заражения клещами и блохами // Вестник научных конференций. 2022. № 4-2 (80). С. 91-93.
  8. Платонова А. О., Авсевьева В. А. Современные инсектоакарициды // Аллея науки. 2018. Т. 6. № 6 (22). С. 411-413.
  9. Венгенмайер К., Уильямс Х., Зишише Е. и др. Скорость летального действия флураланера (Бравекто™) на клещей *Ixodes ricinus* у собак // VetPharma. 2015. № 2 (24). С. 50-54.

Статья поступила в редакцию 13.03.2024; принята к публикации 15.05.2024

Об авторах:

**Цепилова Ирина Игоревна**, МГАВМ и Б – МВА имени К. И. Скрябина (109472, Россия, Москва, ул. Академика Скрябина, 23), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-7230-6215, irenka\_c\_1987@mail.ru

**Шемякова Светлана Александровна**, МГАВМ и Б – МВА имени К. И. Скрябина (109472, Россия, Москва, ул. Академика Скрябина, 23), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0002-3697-3715, sveta11@mail.ru

**Болатчиев Керим Ханасович**, Северо-Кавказская государственная академия (369001, Карачаево-Черкесская Республика, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36), доктор биологических наук, ORCID ID: 0009-0008-2095-9987, ker-bol@mail.ru

Вклад соавторов:

**Цепилова Ирина Игоревна** – развитие методологии, обзор исследований по проблеме, критический анализ материалов и формирование выводов.

**Шемякова Светлана Александровна** – развитие методологии, критический анализ материалов.

**Болатчиев Керим Ханасович** – критический анализ материалов.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Arisov M. V., Arkhipov I. A. Methods of evaluation of efficacy of insecticides, acaricides, regulators of development and repellents against ectoparasites of carnivores. Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology. 2018;12 (1): 81-97. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
2. Vasilevich F. I., Nikanorova A. M. Biotopic distribution of ixodid ticks in Kaluga. Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya = Veterinary medicine, animal science and biotechnology. 2023; 9: 132-140. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/vet.zoo.bio.202309015>
3. Zheldybaeva A. Kh. Antiparasitic drugs: application in veterinary practice. Aktual'nyye issledovaniya = Current research. 2022; 3 (82): 7-9. (In Russ.)
4. Kruglov D. S., Stolbova O. A. Prevalence of ixodid ticks in dogs following the use of acaricides. APK: innovatsionnyye tekhnologii = AIC: innovative technologies. 2019; 4 (47): 16-20. (In Russ.)

5. Mirzaev M. N., Shemyakova S. A., Esaulova N. V. Allergenic, locally irritating and skin-resorptive properties of the drug Averdez. «Skryabinskiye chteniya»: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = «Skryabin Readings»: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. M., 2023; 112-117. (In Russ.)
6. Mirzaev M. N., Shemyakova S. A., Esaulova N. V. Avermectin-containing drug in granule formulation to control parasitosis in small domestic animals. «Aktual'nyye problemy veterinarnoy meditsiny, zootekhnii, biotekhnologii i ekspertizy syr'ya i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya»: sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii = "Current issues of veterinary medicine, animal science, biotechnology and examination of raw materials and products of animal origin": collection of proceedings from the Scientific and Practical Conference. M.: Agricultural technologies, 2022; 235-236. (In Russ.)
7. Muzychenko P. I., Khairullin D. D. Analysis of drugs for treatment and prevention of tick and flea infection. Vestnik nauchnykh konferentsiy = Bulletin of Scientific Conferences. 2022; 4-2 (80): 91-93. (In Russ.)
8. Platonova A. O., Avsevieva V. A. Modern insectoacaricides. Alleya nauki = Alley of Science. 2018; 6. 6 (22): 411-413. (In Russ.)
9. Wengenmayer K., Williams H., Zschiesche E., et al. The speed of kill of fluralaner (Bravecto™) against Ixodes ricinus ticks in dogs. Vetfarma = VetPharma. 2015; 2 (24): 50-54. (In Russ.)

The article was submitted 13.03.2024; accepted for publication 15.05.2024

*About the authors:*

**Tsepilova Irina I.**, MVA named after K. I. Skryabin (23 Academician Skryabin st., Moscow, 109472, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0002-7230-6215, irenka\_c\_1987@mail.ru

**Shemyakova Svetlana A.**, MVA named after K. I. Skryabin (23 Academician Skryabin st., Moscow, 109472, Russia), Moscow, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0002-3697-3715, sveta11@mail.ru

**Bolatchiev Kerim Kh.**, North Caucasian State Academy (36 Stavropolskaya st., Cherkessk, 369001, the Karachay-Cherkess Republic), Doctor of Biological Sciences, ORCID ID: 0009-0008-2095-9987, ker-bol@mail.ru

*Contribution of co-authors:*

**Tsepilova Irina I.** – development of methodology, review of research on the problem, conducting a critical analysis of materials and drawing conclusions.

**Shemyakova Svetlana A.** – development of methodology, conducting a critical analysis of materials.

**Bolatchiev Kerim Kh.** – conducting a critical analysis of materials.

*The authors read and approved the final manuscript version.*