



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

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

**Том 17**  
**Выпуск 4'2023**

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

# РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

*Фундаментальные и прикладные вопросы паразитологии*

## В ВЫПУСКЕ:

- Наш юбилей  
• *Our Anniversary*
- Фауна, морфология и систематика паразитов  
• *Fauna, Morphology and Systematics of Parasites*
- Эпизоотология, эпидемиология и мониторинг паразитарных болезней  
• *Epizootology, Epidemiology and Monitoring of Parasitic Diseases*
- Биохимия, биотехнология и диагностика  
• *Biochemistry, Biotechnology and Diagnostics*
- Фармакология, токсикология  
• *Pharmacology, Toxicology*
- Лечение и профилактика  
• *Treatment and Prevention*
- Памяти ученого  
• *In Memory of a Scientist*

**RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY**

Vol. 17  
Issue 4'2023



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: 10.31016/1998-8435-2023-17-4

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

# РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**Том 17**  
**Выпуск 4'2023**

*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: 10.31016/1998-8435-2023-17-4

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

# RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

**Vol. 17**  
**Issue 4'2023**

*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 № 2-001-4/2023. Свободная цена.

Формат: 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 10,68.

Подписано в печать: 11.12.2023

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, 2023

**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)

**НАЧЕВА Любовь Васильевна**, доктор биологических наук, профессор, Кемеровский государственный медицинский университет; SCOPUS ID: 6506186615; nacheva.48@mail.ru (Кемерово, 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; odoevskayaaim@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.sergiev@yandex.ru (Москва, Россия)

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

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

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

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

**CABAИ 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: December 11, 2023

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

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

Sheet size 70x108 1/16. Conventional printed sheets 10.68.

Order No. 2-001-4/2023. 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”, 2023

**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)

**Lyubov V. NACHEVA**, doctor of biological sciences, professor, Kemerovo State Medical University; SCOPUS ID: 6506186615; nacheva.48@mail.ru (Kemerovo, 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\_rt@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.sergievy@yandex.ru (Moscow, Russian Federation)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS OF THE JOURNAL**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)



# СОДЕРЖАНИЕ

## НАШ ЮБИЛЯР

МОВСЕСЯН С. О. К 95-летию со дня рождения .....	433
---	-----

## ФАУНА, МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ПАРАЗИТОВ

Жданова О. Б., Окулова И. И., Успенский А. В., Часовских О. В., Козлова А. В. Морфофункциональные характеристики капсул и личинок <i>Trichinella spiralis</i> , полученных от рыси при спонтанной инвазии и при экспериментальном заражении белых крыс .....	435
Середкин И. В., Курносова О. П., Хрусталева А. В., Есаулова Н. В., Варламова А. И., Одоевская И. М. Гельминтозоозы диких хищных млекопитающих в Приморском крае Дальнего Востока РФ (In Eng.) .....	443
Стаффорд В. В. <i>Sarcocystis</i> spp.: гистологическое исследование и морфометрия .....	453
Фролов Е. В., Новокрещенных С. В., Вялова Г. П. Гельминтофауна горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792) юго-восточного Сахалина по результатам многолетних исследований .....	459

## ЭПИЗООТОЛОГИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Девятярова С. Б. Сезонная и возрастная динамика зараженности кошек эктопаразитами в мегаполисе Москвы .....	474
Николаев С. В., Романенко Т. М., Бессолицына Е. А. Распространенность трансмиссивных болезней среди северных оленей ( <i>Rangifer tarandus</i> ) Большеземельской и Малоземельской тундр .....	479
Русинек О. Т., Веприков С. П. Иркутский очаг описторхоза (к 40-летию открытия) .....	488

## БИОХИМИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ДИАГНОСТИКА

Малютина Т. А., Удалова Ж. В. Нейропептиды галловых нематод: функциональное значение в локомоциях паразитов (краткий обзор) .....	501
--	-----

## ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ

Головин В. В., Абрамов С. В., Балышев А. В., Лагерева Е. В. Изучение субхронической пероральной токсичности препарата Алтрик-Экстра на лабораторных животных .....	510
---	-----

## ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА

Арисов М. В., Девятьярова С. Б. <b>Эффективность противопаразитарного препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при акарозах собак</b> .....	521
Качанова Е. О., Беломытцева Е. С., Сафиуллин Р. Т., Пузанова Е. В. <b>Овоцидная активность микробиологического препарата для компостирования в опыте <i>in vitro</i> против яиц <i>Toxocara cati</i></b> .....	527
Решетников А. Д., Барашкова А. И. <b>Способ защиты табунных лошадей от кровососущих насекомых, обеспечивающий получение органической продукции</b> .....	535

## ПАМЯТИ УЧЕНОГО

<b>БИТТИРОВ Анатолий Мурашевич (1958–2023)</b> .....	543
--	-----

## CONTENTS

## OUR ANNIVERSARY

<b>MOVSESYAN S. O. To the 95<sup>th</sup> anniversary of his birth</b> .....	433
--	-----

## FAUNA, MORPHOLOGY AND SYSTEMATICS OF PARASITES

Zhdanova O. B., Okulova I. I., Uspensky A. V., Chasovskikh O. B., Kozlova A. V. <b>Morphofunctional characteristics of <i>Trichinella spiralis</i> capsules and larvae obtained from the lynx in spontaneous infection and experimental infection of white rats</b> .....	435
Seryodkin I. V., Kurnosova O. P., Khrustalev A. V., Esaulova N. V., Varlamova A. I., Odoevskaya I. M. <b>Helminth zoonoses of wild carnivore mammals in the Primorsky Krai of the Russian Far East (In Eng.)</b> .....	443
Stafford V. V. <b>Sarcocystis spp.: histological examination and morphometry</b> .....	453
Frolov E. V., Novokreshchennykh S. V., Vyalova G. P. <b>The helminthofauna of the pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792) of south-east Sakhalin according to the results of many years of research</b> .....	459

EPIZOOTOLOGY, EPIDEMIOLOGY  
AND MONITORING OF PARASITIC DISEASES

Devyatyarova S. B. <b>Seasonal and age dynamics of infection of cats with ectoparasites in the Moscow metropolis</b> .....	474
---	-----

Nikolaev S. V., Romanenko T. M., Bessolitsyna E. A.

**Prevalence of vector-borne diseases among reindeer (*Rangifer tarandus*)**

**Bolshezemelskaya and Malozemelskaya tundra** ..... 479

Rusinek O. T., Veprikov S. P.

**The Irkutsk focus of pistorchosis (to the 40<sup>th</sup> Anniversary of the discovery)** ..... 488

#### BIOCHEMISTRY, BIOTECHNOLOGY AND DIAGNOSTICS

Malyutina T. A., Udalova Z. V.

**Neuropeptides of root-knot nematodes: functional significance in parasite locomotions**

**(short review)** ..... 501

#### PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY

Golovin V. V., Abramov S. V., Balyshev A. V., Lagereva E. V.

**Study of subchronic oral toxicity of Altric-Extra drug in laboratory animals** ..... 510

#### TREATMENT AND PREVENTION

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** ..... 521

Kachanova E. O., Belomytseva E. S., Safullin R. T., Puzanova E. B.

**Ovocidal activity of microbial agent for composting in vitro experiment against**

***Toxocara cati* eggs** ..... 527

Reshetnikov A. D., Barashkova A. I.

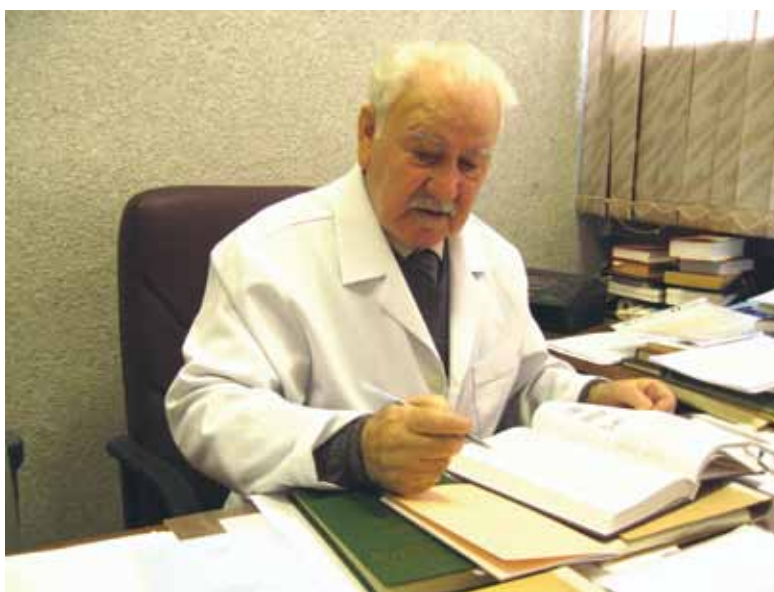
**A method for protecting herd horses from blood-sucking insects**

**that ensures organic food production** ..... 535

#### IN MEMORY OF A SCIENTIST

**BITTIROV Anatolij M. (1958–2023)** ..... 543

## К 95-летию со дня рождения



Заслуженный деятель науки,  
академик Национальной Академии наук Армении  
Мовсисян Сергей Оганесович

Мовсисян Сергей Оганесович родился 20 декабря 1928 года в селе Мец-шен Мардакертского района Нагорно-Карабахской Республики Азербайджанской ССР.

В 1951 г. окончил с отличием ветеринарный факультет Ереванского зоотехническо-ветеринарного института.

В 1951–1953 гг. работал заведующим Шинуайрским зооветеринарным участком Горисского района Армении, в 1953–1955 гг. – ординатор кафедры паразитологии Ереванского Зооветеринарного института.

В 1955–1959 гг. работал главным ветеринарным врачом Каларашского района Молдавской ССР. По результатам работы Мовсисян С.О. был награжден серебряной медалью Выставки достижений народного хозяйства СССР (ВДНХ).

В 1959–1962 гг. – аспирант Всесоюзного института гельминтологии им. К.И. Скрябина.

В 1962–1972 гг. – кандидат наук, младший научный сотрудник, затем старший научный сотрудник ВИГИС, а в 1972–1976 гг. – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией фауны и систематики гельминтов с Центральным гельминтологическим музеем ВИГИС.

1976–2007 – директор Института зоологии Академии наук Армении.

1994–2004 (одновременно) – заместитель директора по науке Института паразитологии РАН.

2004–2007 – директор Института паразитологии РАН.

С 1994 – заведующий лабораторией экспериментальной паразитологии, в настоящее время – научно-исследовательской группы лаборатории фауны, экологии и экспериментальной паразитологии Центра паразитологии Института проблем экологии и эволюции РАН.

Мовсисян С. О. является автором 528 научных работ, включая 10 монографий, из которых 6 изданы в издательстве «Наука», в том числе 2 книги из серии «Основы цестодологии», 336 статей в журналах с наукометрическими показателями, и 178 в материалах научных конференций. Исследования С. О. Мовсисяна связаны с изучением биоразнообразия фауны гельминтов животных и человека, систематики и таксономии отдельных групп гельминтов; эколого-биологических особенностей паразитов; изучением проблемы взаимоотношений в системе паразит-хозяин, зоогеографии гельминтов; разработ-



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

кой научных основ прогнозирования наиболее опасных гельминтозов животных.

По инициативе С. О. Мовсисяна были созданы: научный совет по паразитологии Российской академии наук; диссертационный совет по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальности «Паразитология» при ИПЭЭ; совместный Российско-Армянский научно-экспериментальный центр зоологии и паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН) и Института зоологии Научного центра зоологии и гидроэкологии Национальной академии наук Республики Армения (РАСНЭЦ). Под руководством Мовсисяна С. О. активное научное сотрудничество проводится с Институтом экспериментальной морфологии, патологии и антропологии с музеем БАН и Институтом паразитологии им. В. Стефанского ПАН.

Мовсисяном С. О. подготовлены 15 кандидатов и 7 докторов наук различных национальностей, в том числе армяне, русские, узбеки и арабы. Кроме этого, в лабораториях, руководимых им, также были подготовлены 12 кандидатов наук.

За последние 10–12 лет (2010–2022 гг.) под председательством Мовсисяна С. О. были организованы и проведены 9 Всероссийских и международных научных конференций по фауне, экологии, таксономии и биоразнообразию паразитических организмов.

С. О. Мовсисян участвовал также в оргкомитетах по проведению различных зарубежных научных конференций и выступал в качестве приглашенного докладчика (Италия, Турция, Франция, Словакия, Румыния, Молдавия, Финляндия, Китай и др.).

Ответственный редактор ряда сборников, изданных по материалам международных конференций, он является членом редколлегии Российского паразитологического журнала, Биологического журнала НАН Армении, сборников Центра паразитологии.

Мовсисян С. О. ведет большую научно-организационную работу, являясь председателем диссертационного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций по специальности «Паразитология» при ИПЭЭ РАН, председателем секции по проблемам паразитологии Научного совета по экологии биологических систем Секции общей биологии Отделения

биологических наук РАН, председателем комиссии Российской академии наук по присуждению премий им. академика К. И. Скрябина, вице-президентом Общества гельминтологов им. К. И. Скрябина РАН, председателем Общества паразитологов Армении, членом Общества паразитологов Болгарии, Европейской федерации паразитологов; более 10 лет возглавлял ведущую научную школу им. академика К. И. Скрябина в рамках программы поддержки ведущих научных школ Президента РФ.

Мовсисян С. О. награжден:

- Малой серебряной медалью Всесоюзной сельскохозяйственной выставки № 32222, 1958 г.;
- медалью «Ветеран труда» № 9485333, 1999 г.;
- Благодарностью Президиума Российской академии наук, 1999 г.;
- академик Национальной академии наук Армении с 1990 г.;
- премией им. К. И. Скрябина Российской академии наук, 2002 г.;
- Почетной грамотой Российской академии наук, 2009 г.;
- в 1982 г. избран членом-корреспондентом АН Армении, в 1990 г. – действительным членом (академиком).
- Заслуженный деятель науки Республики Армения № 00076, 2013 г.;
- медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (указ Президента Российской Федерации № 177 от 11.03.2020 г.).

В настоящее время Мовсисян С. О. продолжает свою активную научную и научно-организационную деятельность. Он является одним из самых ярких последователей гельминтологической школы академика К. И. Скрябина.

Мы, коллеги Сергея Оганесовича Мовсисяна, сердечно поздравляем его со славным юбилеем – 95-летием со дня рождения и 72-летием научной и научно-организационной деятельности, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и долгих лет успехов в научной и научно-организационной деятельности.

Коллективы Центра паразитологии ИПЭЭ  
Российской академии наук,  
Научного центра зоологии и гидроэкологии  
Национальной академии наук Армении,  
Всероссийского научно-исследовательского  
института фундаментальной и прикладной  
паразитологии животных и растений  
– фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

Научная статья

УДК 619:616-094

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-435-442>

## Морфофункциональные характеристики капсул и личинок *Trichinella spiralis*, полученных от рыси при спонтанной инвазии и при экспериментальном заражении белых крыс

Ольга Борисовна Жданова<sup>1</sup>, Ираида Ивановна Окулова<sup>2</sup>,  
Александр Витальевич Успенский<sup>3</sup>, Ольга Владимировна Часовских<sup>4</sup>,  
Анна Владимировна Козлова<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

<sup>1,4</sup> ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Киров, Россия

<sup>1,2,4</sup> ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Киров, Россия

<sup>2,5</sup> ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», Киров, Россия

<sup>1</sup> oliabio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4912-8518>

<sup>2</sup> okulova\_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9938-4769>

<sup>3</sup> a.v.uspensky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9115-9890>

<sup>4</sup> beoli@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9492-4017>

<sup>5</sup> annajolkina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6665-2755>

### Аннотация

**Цель исследований** – сравнительное изучение морфологических изменений капсул и личинок трихинелл у рыси и лабораторных животных.

**Материалы и методы.** В эксперименте использовали поперечнополосатую мышечную ткань от спонтанно инвазированных рысей и от белых крыс, экспериментально инвазированных личинками трихинелл, выделенных от диких животных Кировской области. Морфометрические исследования капсул и личинок трихинелл в мышечной ткани рыси проводили на временных гистологических препаратах.

**Результаты и обсуждение.** Во всей мышечной массе у белых крыс обнаружены капсулы лимоновидной формы (50%) и овальной (40%) и лишь 10% личинок имели округлую форму. У рыси лимоновидных капсул не обнаружили, преобладали овальные (60%) и округлые (40%). Проведенные исследования свидетельствуют о том, что величина и форма капсулы паразита указывают на адаптивные способности трихинелл к различным видам мышечной ткани хозяев, их морфологических особенностей и во многом определяются структурой и размерами симпласта.

**Ключевые слова:** трихинеллоскопия, личинки, *Trichinella spiralis*, экспериментальное заражение, белые крысы

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Жданова О. Б., Окулова И. И., Успенский А. В., Часовских О. В., Козлова А. В. Морфофункциональные характеристики капсул и личинок *Trichinella spiralis*, полученных от рыси при спонтанной инвазии и при экспериментальном заражении белых крыс // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 435–442.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-435-442>

© Жданова О. Б., Окулова И. И., Успенский А. В., Часовских О. В., Козлова А. В., 2023



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

Original article

# Morphofunctional characteristics of *Trichinella spiralis* capsules and larvae obtained from the lynx in spontaneous infection and experimental infection of white rats

Olga B. Zhdanova<sup>1</sup>, Iraida I. Okulova<sup>2</sup>, Alexander V. Uspensky<sup>3</sup>,  
Olga V. Chasovskikh<sup>4</sup>, Anna V. Kozlova<sup>5</sup>

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

<sup>1,4</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vyatka State Agrotechnological University", Kirov, Russia

<sup>1,2,4</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kirov State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kirov, Russia

<sup>2,5</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov", Kirov, Russia

<sup>1</sup>oliabio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4912-8518>

<sup>2</sup>okulova\_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9938-4769>

<sup>3</sup>a.v.uspensky@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9115-9890>

<sup>4</sup>beoli@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9492-4017>

<sup>5</sup>annajolkina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6665-2755>

## Abstract

**The purpose of the research** is a comparative study of morphological changes in *Trichinella spiralis* capsules and larvae in the lynx and laboratory animals.

**Materials and methods.** The experiment used striated muscle tissue from spontaneously infected lynxes and from white rats experimentally infected with *T. spiralis* larvae isolated from wild animals in the Kirov Region. Morphometric studies of *T. spiralis* capsules and larvae in the lynx muscle tissue were conducted on temporary histologic specimens.

**Results and discussion.** Lemon-shaped (50%) and oval (40%) capsules were found in the entire muscle mass of the white rats, and only 10% of the larvae were round in shape. The lynx was not found to have lemon-shaped capsules; oval (60%) and round (40%) capsules predominated. The studies show that the parasite capsule size and shape indicate the adaptive abilities of *T. spiralis* to various types of host muscle tissue and their morphological characteristics, and are largely determined by the symplast structure and size.

**Keywords:** trichinelloscopy, *Trichinella spiralis*, experimental infection, white rats

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Zhdanova O. B., Okulova I. I., Uspensky A. V., Chasovskikh O. B. Morphofunctional characteristics of *Trichinella spiralis* capsules and larvae obtained from the lynx in spontaneous infection and experimental infection of white rats. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023; 17(4):435–442. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-435-442>

© Zhdanova O. B., Okulova I. I., Uspensky A. V., Chasovskikh O. B., Kozlova A. V., 2023

## Введение

В связи с широким распространением трихинеллеза у млекопитающих, обитающих на территории РФ, личинки паразита в различной степени обладают внутривидовой измен-

чивостью. Известно, что изменчивость вместе с наследственностью представляют собой два неразрывных свойства живых организмов.

Капсулообразующие трихинеллы имеют множество общих признаков; основные мор-

фофункциональные особенности вида сохраняются у потомства. Однако, имеются и характерные признаки изменчивости (вариации морфологических признаков, размеры и форма). Данные признаки также используют для дифференциации личинок. Кроме того, имеются специальные формы индивидуальной изменчивости (различия между отдельными представителями вида) и групповой (между группами особей, в том числе морфофункциональные характеристики личинок, обнаруженных у разных животных). Несмотря на то, что постоянство наследственных свойств обеспечивается передачей генетической информации паразита, морфологическая изменчивость личинок и капсул трихинелл возникает при взаимодействиях паразита и хозяина, а также необходимо учитывать многочисленные эколого-биологические факторы. Так, по данным Н. А. Куликовой [14], В. А. Бритова [1, 4], величина и форма капсулы зависят от вида, причем, несмотря на варибельность конфигурации и размера капсул *Trichinella nativa*, они более округлые, чем вокруг *T. spiralis*. Б. В. Ромашов с соавт. указывают на то, что капсулы *T. spiralis* имеют относительно удлиненную форму, а *T. nativa* – округлую [18, 20]. По данным других авторов, капсулы личинок трихинелл могут иметь неодинаковые размеры и у разных видов хозяев [1-3, 5, 7]. Например, размер капсул личинок составляет в мышцах человека  $0,68 \times 0,37$  мм, мышцы –  $0,23 \times 0,13$  мм. Вышесказанное может быть обусловлено различиями в строении симпластов хозяина. Н. А. Вагин с соавт. считают, что форма капсул зависит, главным образом, от возраста личинок. С увеличением давности заражения капсулы все больше приобретают шаровидную форму [6, 12].

Известно, что толщина волокон поперечнополосатой мышечной ткани варибельна даже в одном и том же организме. Кроме того, весьма варибельно количество миоглобина, гликогена и кислорода как в различных группах мышц, так и у диких и лабораторных видов животных. Несомненно, на размер личинок влияет степень их развития [1-3, 5-7, 11, 12].

Цель исследования – сравнительное изучение морфологических особенностей личинок, а также формы и размеров капсулы трихинелл от спонтанно инвазированных диких кошачьих и лабораторных животных (крыс).

## Материалы и методы

В эксперименте использовали поперечнополосатую мышечную ткань от спонтанно инвазированных рысей (4 гол.) и от белых крыс (4 гол.), экспериментально инвазированных личинками трихинелл, выделенных от диких животных. Диагностическое исследование мышц рыси проводили при помощи компрессорной трихинеллоскопии. Исследовали 72 среза из икроножных мышц и ножек диафрагмы как наиболее поражаемые трихинеллами. Морфометрические исследования капсул и личинок трихинелл в мышечной ткани рыси (по одной голове каждого вида животного) проводили на временных гистологических препаратах без классической проводки с просветлением в глицерине. Фрагменты поперечнополосатой мышечной ткани с наличием капсул и личинок, обнаруженных в компрессориуме, переносили на предметное стекло с предварительно нанесенной каплей глицерина, препаровальной иглой расправляли срез и готовили временный препарат для микроскопирования, закрывая каплю со срезом покровным стеклом. Микроскопию препарата осуществляли при увеличении  $\times 10$  и  $\times 20$ . Измерения исследуемых объектов проводили с помощью морфометрической программы. Измеряли большой диаметр (Dк) и малый диаметр (dк) капсул и большой диаметр (Dл) и малый диаметр (dл) свернувшихся личинок при увеличении  $\times 20$ . Индекс формы капсулы и личинок вычисляли как отношение диаметров (D/d), так как данный признак используют в паразитологии и зоологии для оптимальной оценки формы округлых объектов [6, 9]. Для сравнения использовали выделенные изоляты личинок *T. spiralis (nativa)* от рыси и от пассированных на лабораторных крысах изолятах Кировской области, эвтаназированных через 120 сут после перорального заражения личинками, полученными при переваривании в искусственном желудочном соке [10, 12-14].

Известно, что на территории Кировской области зарегистрированы два вида трихинелл – *T. spiralis (spiralis)* и *T. spiralis (nativa)*. Нередко их находили у одной и той же особи, хотя именно у диких животных наиболее часто обнаруживали *T. spiralis (nativa)* [16, 18-21]. Капсулы трихинелл, обнаруженные при компрессорной трихинеллоскопии диких животных, обладают широкой варибельностью [5, 17].



Фотографии и морфометрические показатели были сделаны при помощи системы Vision Bio (Ері 2014 г.) с автоматической обработкой сигнала и выведением на дисплей при увеличении микроскопа  $\times 10$  и  $\times 200$ . Полученные данные обрабатывали с использованием пакетов программ MS Excel и Statgraphics общепринятыми методами вариационной статистики. Площадь ( $S$ ) капсулы рассчитывали по площади по полуосям  $S = \pi AB$ , где  $A$  ( $1/2 D_k$ ) и  $B$  ( $1/2 d_k$ ) – оси эллипса,  $\pi = 3,14$ . Сравнение различий между группами проводили с применением непараметрического критерия ( $U$ ) Вилкоксона-Манна-Уитни [10, 13, 16, 17]. Статистически значимыми считали различия с  $P < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

При оценке препаратов у белых крыс преобладали капсулы лимоновидной формы (50%) и овальной (40%) и лишь 10% капсул личинок имели округлую форму. У рыси лимоновидных капсул не обнаружили, преобладали овальные (60%) и округлые (40%). Для точного описания формы использовали программную морфометрию. При микроскопии личинок и капсул оценивали форму капсул трихинелл по индексу формы и по соотношению площади свернувшихся личинок к площади капсулы,

а также длину большого и малого диаметров эллипсовидной капсулы. Дк (длина большого диаметра капсулы) у рыси и крысы имели незначительное различие, в отличие от  $d_k$  (длина малого диаметра), который у крысы в 1,35 раза меньше, чем у рыси, несмотря на то, что симпласты у рыси крупнее, чем у крысы.

Соотношение площади личинки к площади капсулы у белых крыс составило 26 : 100, у рыси 10 : 100, что отчетливо видно и на микрофотографиях временных препаратов паразита (рис. 1). При морфометрии получены отличающиеся значения длин большого и малого диаметра капсул личинок, что указывает на межвидовые отличия возбудителя. У рыси индекс формы капсулы составил  $0,78 \pm 0,04$ , у белой крысы  $0,6 \pm 0,01$ , что сопоставимо с данными О. Н. Андреева [1]. У животных семейства псовых данный показатель составил  $0,89 \pm 0,02$  у лисицы и  $0,92 \pm 0,02$  у енотовидной собаки. Формы капсул у представителей семейства Canidae и Nictereus были более округлыми, чем у семейства Felidae. Данный показатель у животных семейства куньих был также меньше, чем у псовых и кошачьих ( $0,70 \pm 0,02$ ). Площадь капсул трихинелл, выделенных от рыси ( $24118 \text{ мкм}^2$ ), была в 1,48 раза больше капсул, выделенных от крыс ( $16265,2 \text{ мкм}^2$ ).

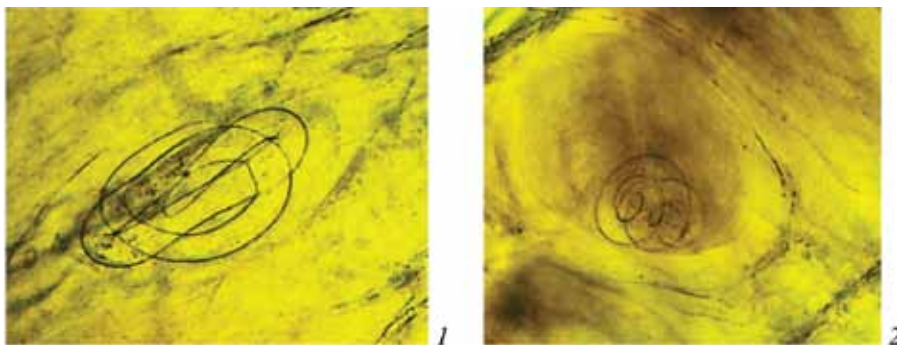


Рис. 1. Инкапсулированные личинки трихинелл от белой крысы (1) и рыси (2) (увел.  $\times 20$ )  
[Fig. 1. Encapsulated *Trichinella* sp. larvae from white rat (1) and lynx (2) (magn.  $\times 20$ )]

### Обсуждение

При сравнении показателя индекса капсулы прослеживается тенденция к его увеличению пропорционально увеличению массы тела животного, а следовательно, и массы его мышц. Енотовидные собаки обладают самым большим индексом капсулы ( $0,92 \pm 0,02$ ), наиболее мелким – белые крысы ( $0,6 \pm 0,01$ ).

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что на форму личинки влияет ширина симпласта, окруженного плотными структурами в виде соединительнотканых прослоек, которые препятствуют растяжению волокна в ширину. В то же время известно, что у позвоночных каждое волокно составляет одиночную нить, длина которой достигает 12 см. Таким

Таблица 1 [Table 1]

Некоторые морфометрические показатели капсул и личинок трихинелл (P < 0,05)  
[Some morphometric indicators of *Trichinella sp.* capsules and larvae]

Вид животного [Type of animal]	Длина, мкм [Length, μm]			
	большого диаметра капсулы [large diameter of capsule]	малого диаметра капсулы [small diameter of capsule]	большого диаметра личинок [large diameter of larvae]	малого диаметра личинок [small diameter of larvae]
Рысь [Lynx] Массетеры [Masseters]	202,5±5,02	154,5±7,25	73,2±4,3	66,7±6,3
Рысь [Lynx] Икроножные мышцы [Calf muscles]	210,2±9,05	171,1±5,1	76,3±5,1	67,7±4,1
Рысь [Lynx] Средний по- казатель по мышечной ткани [Average for muscle tissue]	216,5±12,02	169,5±18,22	75,3±5,3	68,4±5,32
Белая крыса [White rat] Массетеры [Masseters]	179,3±2,2	110,8±7,02	82,4±4,1	67,3±2,9
Белая крыса [White rat] Икро- ножные мышцы [Calf muscles]	185,2±7,10	110,5±5,14	81,7±2,4	70,4±9,02
Белая крыса [White rat]	185,3±20,02	111,3±9,02	81,3±4,02	69,3±3,02

образом, сдавливание капсулы трихинелл по ширине компенсирует увеличение площади расположения личинок в длину.

Неоднородность состава мышечной ткани и размеров миосимпластов даже у одного и того же организма приводят к наличию капсул трихинелл различной формы [1-3, 10, 11-13,15]. Кроме того, площадь капсул у крыс меньше капсул рыси такого же изолята, что подтверждает влияние размеров миосимпластов хозяина не только на площадь, но и на размер капсул трихинелл.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности применения технологий цифровой микроскопии, и возможности ее использования при паразитологических исследованиях. Современные системы цифровой микроскопии в сочетании с программной морфометрией позволяют проводить точные вычисления для определения структурных изменений мышечной ткани хозяина и точного определения площади и объема капсул (при 3D моделировании).

**Заключение**

Результаты изучения изменчивости размеров капсул и личинок трихинелл, а также их морфологических особенностей при спонтанной инвазии рыси и экспериментальном заражении белых крыс свидетельствуют о том, что величина и форма капсулы паразита указывают на адаптивные способности трихинелл

к различным видам мышечной ткани хозяев. Их морфологические особенности во многом определяются структурой и размерами симпласта, возрастом инвазии и локализацией.

**Список источников**

1. Андреев О. Н. Сравнительная морфология капсул личинок трихинелл от разных видов хозяев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2014. № 2 (22). С. 27-29.
2. Березанцев Ю. А., Ефремов В. Е. Влияние вида хозяина на размеры инкапсулированных личинок трихинелл // Материалы докладов научной конференции Всесоюзного общества гельминтологов. М., 1966. Ч. 1. С. 37-40.
3. Бочарова М. М., Вазагова З. М., Коцлов Т. Г. Фенотипическая пластичность капсулы трихинелл в экспериментально зараженных животных // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции. М., 2011. Вып. 12. С. 92-95.
4. Бритов В. А. Возбудители трихинеллеза. М.: Наука, 1982. 272 с.
5. Букина Л. А., Игитова Д. М. Полигостальность как показатель экологической валентности трихинелл на территории Чукотки // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 6-2 (60). С. 36-38.
6. Вагин Н. А., Мальшева Н. С., Самофалова Н. А., Власов Е. А. Форма капсул как признак видовой принадлежности трихинелл // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: ма-

- териалы докладов научной конференции. М., 2015. № 16. С. 73-75.
7. Вазагова З. М., Бочарова М. М. Структура морфологического разнообразия капсулы личинок трихинелл в мышцах экспериментально зараженных млекопитающих // Российский паразитологический журнал. 2012. № 1. С. 21-28.
  8. Жданова О. Б., Ашихмин С. П., Окулова И. И., Бельтокова З. Н. Распространенность *T. spiralis* и некоторые особенности профилактики трихинеллеза в Кировской области // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 1 (286). С. 46-49.
  9. Жданова О. Б., Распутин П. Г., Масленникова О. В. Трихинеллез плотоядных и биобезопасность окружающей среды // Экология человека. 2008. № 1. С. 9-11.
  10. Жданова О. Б., Калужских Т. И., Ашихмин С. П., Масленникова О. В., Распутин П. Г., Мутушвили Л. Р. Гельминтозы собак Кировской области и биобезопасность окружающей среды // Теоретическая и прикладная экология. 2008. № 3. С. 49-53.
  11. Жданова О. Б., Окулова И. И., Зарубин Б. Е., Домский И. А., Успенский А. В., Написанова Л. А., Россохин Д. В. Морфологические особенности и распределение личинок трихинелл в мышцах у рыси // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 2. С. 17-23. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-17-23>
  12. Жданова О. Б., Написанова Л. А., Репина Е. В. Сравнительное изучение топографии кишечного-ассоциированной лимфоидной ткани стенки кишечника у песца при гельминтозах // Труды Всероссийского НИИ гельминтологии им. К. И. Скрябина. 2006. Т. 42. С. 131-138.
  13. Костин Ю. В. О методике морфологических исследований и унификации описаний зоологических материалов // Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов. Вильнюс, 1977. Ч. 1. С. 14-22.
  14. Куликова Н. А. Морфометрические показатели капсул трихинелл в мышцах животных Западного Подолья // Материалы докладов шестой научной конференции по проблеме трихинеллеза человека и животных. М., 1992. С. 103-105.
  15. Малкина А. В., Коняев С. В. Морфологическая и молекулярно-генетическая характеристика трихинелл с территории Алтайского края // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции. 2013. Вып. 14. С. 205-210.
  16. Масленникова О. В., Масленникова В. В. Анализ гельминтофауны волка (*Canis lupus L.*) Кировской области // Вестник Вятского ГАТУ. 2023. № 1 (15).
  17. Мирошниченко Л. С. Некоторые отличительные признаки трихинелл разных видов // Гельминтозоонозы Дальнего Востока. Хабаровск, 1976. С. 52-56.
  18. Ромашов Б. В., Василенко В. В., Рогов М. В. Трихинеллез в Центральном Черноземье (Воронежская область): экология и биология трихинелл, эпизоотология, профилактика и мониторинг трихинеллеза. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. 181 с.
  19. Спиридонов С. Э., Букина Л. А., Одоевская И. М., Середкин И. В. Анализ нуклеотидных митохондриальных последовательностей COXI изолятов *Trichinella nativa* от морских и сухопутных млекопитающих дальнего востока России // В сб.: Современные проблемы теоретической и морской паразитологии. сборник научных статей. Паразитологическое общество при РАН, Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Зоологический институт РАН. Севастополь, 2016. С. 161-163.
  20. Romashov B. V., Odoevskaya I. M., Romashova N. B., Golubova N. A. Ecology of trichinellosis transmission in the Voronezh state nature reserve and adjacent areas, Russia. Nature Conservation Research. 2021; 6 (2): 1-15. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2021.023>
  21. Spiridonov S. E., Bukina L. A., Seryodkin I. V., Odoevskaya I. M. Characteristic non-synonymous snp in coxi mtdna of Russian isolates of *Trichinella spiralis*. Russian Journal of Nematology. 2016; 24 (2): 127-129.

Статья поступила в редакцию 13.03.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**Жданова Ольга Борисовна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Россия, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор биологических наук, профессор Вятского государственного агротехнологического университета и Кировского государственного медицинского университета, ORCID ID: 0000-0003-4912-8518, oliabio@yandex.ru

**Окулова Ираида Ивановна**, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б. М. Житкова (610000, Россия, г. Киров, ул. Преображенская, 79), г. Киров, Россия, кандидат ветеринарных наук, доцент, ORCID ID: 0000-0001-9938-4769, okulova\_i@mail.ru

**Успенский Александр Витальевич**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Россия, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0001-9115-9890, a.v.uspensky@yandex.ru

**Часовских Ольга Владимировна**, ФБГОУ ВО Вятский государственный агротехнологический университет (610000, Россия, г. Киров, Октябрьский пр-т, 133), г. Киров, Россия, кандидат ветеринарных наук, доцент Вятского государственного агротехнологического университета и Кировского государственного медицинского университета, ORCID ID: 0000-0001-9492-4017, beoli@yandex.ru

**Козлова Анна Владимировна**, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б. М. Житкова (610000, Россия, г. Киров, ул. Преображенская, 79), г. Киров, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-6665-2755, annajolkina@mail.ru

*Вклад соавторов:*

**Жданова Ольга Борисовна** – развитие методологии, проведение исследований.

**Окулова Ираида Ивановна** – проведение исследований.

**Успенский Александр Витальевич** – научное руководство, обзор исследований по проблеме, критический анализ полученных результатов.

**Часовских Ольга Владимировна** – формирование выводов.

**Козлова Анна Владимировна** – сбор и доставка патологического материала от животных.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Andreyanov O. N. Comparative morphology of Trichinella larvae capsules from different host species. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy biologii = Current issues in veterinary biology*. 2014; 2 (22): 27-29. (In Russ.)
2. Berezantsev Yu. A., Efremov V. E. The host species influence on the size of encapsulated Trichinella larvae. *Proceedings of the Scientific Conference of the All-Union Society of Helminthologists*. M., 1966; 1: 37-40. (In Russ.)
3. Bocharova M. M., Vazagova Z. M., Kotslov T. G., Phenotypic plasticity of the Trichinella capsule in experimentally infected animals. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: *materialy dokladov nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": proceedings of the Scientific Conference*. M., 2011; 12: 92-95. (In Russ.)
4. Britov V. A. Causative agents of trichinellosis. M.: Nauka, 1982. 272. (In Russ.)
5. Bukina L. A., Igitova D. M. Polyhostality as an indicator of the ecological valence of Trichinella in Chukotka. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Scientific Research Journal*. 2017; 6-2 (60): 36-38. (In Russ.)
6. Vagin N. A., Malysheva N. S., Samofalova N. A., Vlasov E. A. Capsule shape as a sign of Trichinella species. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: *materialy dokladov nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": proceedings of the Scientific Conference*. M., 2015; 16: 73-75. (In Russ.)
7. Vazagova Z. M., Bocharova M. M. Structure of morphological variety of a capsule of Trichinella spp. larvae in muscles of experimentally infected mammals. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2012; 1: 21-28. (In Russ.)
8. Zhdanova O. B., Ashikhmin S. P., Okulova I. I., Belyukova Z. N. T. spiralis prevalence and some features of the prevention of trichinellosis in the Kirov Region. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya = Population health and habitat*. 2017; 1 (286): 46-49. (In Russ.)
9. Zhdanova O. B., Rasputin P. G., Maslennikova O. V. Trichinellosis of carnivores and environment biosafety. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology*. 2008; 1: 9-11. (In Russ.)
10. Zhdanova O. B., Kaluzhskikh T. I., Ashikhmin S. P., Maslennikova O. V., Rasputin P. G., Mutoshvili L. R. Helminth infections of dogs in the Kirov Region and environment biosafety. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology*. 2008; 3: 49-53. (In Russ.)
11. Zhdanova O. B., Okulova I. I., Zarubin B. E., Domskey I. A., Uspensky A. V., Napisanova L. A., Rossokhin D. V. Morphological features and distribution of Trichinella sp. larvae in the muscles of the lynx. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (2): 17-23. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-17-23>
12. Zhdanova O. B., Napisanova L. A., Repina E. V. Comparative study of the intestinal-associated lymphoid tissue topography of the intestinal wall in the Arctic fox with helminthiasis. *Trudy Vserossiyskogo NII gel'mintologii im. K. I. Skryabina = Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Helminthology named after K. I. Skryabin*. 2006; 42: 131-138. (In Russ.)
13. Kostin Yu. V. On the morphological research and unification technique for descriptions of zoological

- materials. *Methods for studying productivity and structure of bird species within their ranges*. Vilnius, 1977; P. 1. 14–22. (In Russ.)
14. Kulikova N. A. Morphometric parameters of Trichinella capsules in the muscles of animals in Western Podolia. *Materialy dokladov shestoy nauchnoy konferentsii po probleme trikhinelleza cheloveka i zhivotnykh = Proceedings of the Sixth Scientific Conference on the trichinellosis problem in humans and animals*. M., 1992; 103–105. (In Russ.)
  15. Malkina A. V., Konyaev S. V. Morphological and molecular genetic characteristics of Trichinella from the Altai Territory. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: *materialy dokladov nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": proceedings of the Scientific Conference*. 2013; 14: 205–210. (In Russ.)
  16. Maslennikova O. V., Maslennikova V.V. Analysis of the helminth fauna in the wolf (*Canis lupus* L.) in the Kirov Region. *Vestnik Vyatskogo GATU = Bulletin of the Vyatka State Technical University*. 2023; 1 (15). (In Russ.)
  17. Miroshnichenko L. S. Some distinctive features of different Trichinella species. *Helminth zoonosis in the Far East. Khabarovsk*, 1976; 52–56. (In Russ.)
  18. Romashov B. V., Vasilenko V. V., Rogov M. B. Trichinellosis in the Central Black Earth Region (Voronezh Region): Trichinella ecology and biology, and epizootology, prevention and monitoring of trichinellosis. Voronezh: Voronezh State University, 2006; 181. (In Russ.)
  19. Spiridonov S. E., Bukina L. A., Odoevskaya I. M., Serezhkin I. V. Analysis of nucleotide and mitochondrial sequences of COXI isolates of Trichinella nativa from marine and land mammals in the Russian Far East. V sb.: *Sovremennyye problemy teoreticheskoy i morskoy parazitologii. sbornik nauchnykh statey. Parazitologicheskoye obshchestvo pri RAN, Institut morskikh biologicheskikh issledovaniy im. A. O. Kovalevskogo RAN, Zoologicheskii institut RAN = In: Current issues of theoretical and marine parasitology. Collection of scientific articles. Society of Parasitologists of the Russian Academy of Sciences, A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of the RAS, Zoological Institute of the RAS*. Sevastopol, 2016; 161–163. (In Russ.)
  20. Romashov B. V., Odoevskaya I. M., Romashova N. B., Golubova N. A. Ecology of trichinellosis transmission in the Voronezh state nature reserve and adjacent areas, Russia. *Nature Conservation Research*. 2021; 6 (2): 1–15. <https://dx.doi.org/10.24189/ncr.2021.023>
  21. Spiridonov S. E., Bukina L. A., Seryodkin I. V., Odoevskaya I. M. Characteristic non-synonymous snp in coxi mtdna of Russian isolates of Trichinella spiralis. *Russian Journal of Nematology*. 2016; 24 (2): 127–129.

The article was submitted 13.03.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Zhdanova Olga B.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia) Moscow, Russia, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Vyatka State Agrotechnological University and Kirov State Medical University, ORCID ID: 0000-0003-4912-8518, oliabio@yandex.ru

**Okulova Iraida I.**, All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov (79 Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russia), Kirov, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, Assistant Professor, ORCID ID: 0000-0001-9938-4769, okulova\_i@mail.ru

**Uspensky Alexander V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia) Moscow, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0001-9115-9890, a.v.uspensky@yandex.ru

**Chasovskikh Olga V.**, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vyatka State Agrotechnological University" (133 Oktyabrsky pr-t, Kirov, 610000, Russia), Kirov, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, Assistant Professor of the Vyatka State Agrotechnological University and Kirov State Medical University, ORCID ID: 0000-0001-9492-4017, beoli@yandex.ru

**Kozlova Anna V.**, All-Russian Scientific Research Institute of Game Management and Fur Farming named after Professor B. M. Zhitkov (79 Preobrazhenskaya Str., Kirov, 610000, Russia), Kirov, Russia, Candidate of Biology Sciences, ORCID ID: 0000-0001-6665-2755, annajolkina@mail.ru

*Contribution of co-authors:*

**Zhdanova Olga B.** – methodology development, research.

**Okulova Iraida I.** – research.

**Uspensky Alexander V.** – academic supervision, research review on the problem, critical analysis of the results.

**Chasovskikh Olga V.** – conclusions.

**Kozlova Anna V.** – collection and delivery of pathological material from animals.

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

Original article

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-443-452>

## Helminth zoonoses of wild carnivore mammals in the Primorsky Krai of the Russian Far East

Ivan V. Seryodkin<sup>1</sup>, Olga P. Kurnosova<sup>2</sup>, Aleksander V. Khrustalev<sup>3</sup>, Natalia V. Esaulova<sup>4</sup>, Anastasiya I. Varlamova<sup>5</sup>, Irina M. Odoevskaya<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Pacific Geographical Institute of Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

<sup>2,3,5,6</sup> Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

<sup>4</sup> Moscow K. I. Skryabin State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

<sup>1</sup> seryodkinivan@inbox.ru

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

<sup>3</sup> khrustalev@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

<sup>4</sup> esaulova@mail.ru

<sup>5</sup> arsphoeb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

<sup>6</sup> odoevskayaim@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3644-5592>

### Abstract

The purpose of the research is to examine the helminthological status of wild carnivore mammals inhabiting the territory of the Primorsky Krai and to give an epidemiological assessment of their role in maintaining the natural foci of zoonotic infections.

**Materials and methods.** Feces of carnivores were collected in natural habitats of wild animals. Species of animals were identified by the characteristic features of feces and animal tracks. The shape, size, texture and composition of feces were analyzed. The samples were placed in containers with 5% formalin. A part of the material was stored in native form at -12 °C. Muscle tissue samples were obtained from animal carcasses. Feces were examined by flotation techniques with a solution of zinc sulfate, the formalin-ethyl acetate sedimentation technique and using an ammonium nitrate solution. After the study, the samples were disinfected by autoclaving at a pressure of 1.5 atm for 2 hours. Muscle tissue samples were examined by digesting in artificial gastric juice using the Gastros device. The species of *Trichinella* sp. larvae isolated from the positive samples were identified using the nucleotide sequences. In total, 444 feces samples from 13 species of wild carnivore mammals and 449 muscle tissue samples from 13 species were examined.

**Results and discussion.** Wild carnivore mammals inhabiting the territory of the Russian Far East are often infected with various species of helminths localized in the intestine and tissues, which are causative agents of dangerous parasitic zoonoses. A total of 9 species of helminths in the Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*), 3 species in the Amur leopard (*P. pardus orientalis*), 2 species in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*), 4 species in the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), 5 species in the sable (*Martes zibellina*), 2 species in the yellow-throated marten (*M. flavigula*), 5 species in the Siberian weasel (*Mustela sibirica*), 1 species in the American mink (*Neovison vison*), 2 species in the Asian badger (*Meles leucurus*), 8 species in the red fox (*Vulpes vulpes*), 2 species in the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*), and 9 species in the brown bear and Asiatic black bear (*Ursus arctos* and *U. thibetanus*) were identified at studying of 444 feces samples of wild carnivore mammals in the Primorsky Krai. Among the detected helminths were highly pathogenic for humans: *Toxocara cati*, *Paragonimus westermani* and nematodes of the family Capillariidae. *Trichinella* sp. larvae were detected in 96 samples in the study of 449 samples of muscle tissue from wild carnivore mammals. The above types of helminths are of zoonotic nature. The pathogenic role of accidental infection with helminth species *Baylisascaris transfuga* has not yet been revealed in humans, that makes this type of bear ascaride potentially dangerous for humans. The studies have shown the widespread prevalence of helminth zoonoses in the Primorsky Krai. These data will help to organize properly the work of people whose jobs involve contact with wild animals.

**Keywords:** helminth zoonoses; carnivores; helminth eggs; prevalence of infection

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

**There is no conflict of interests.**



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

**For citation:** Seryodkin I. V., Kurnosova O. P., Khrustalev A. V., Esaulova N. V., Varlamova A. I., Odоеvskaya I. M. Helminth zoonoses of wild carnivore mammals in the Primorsky Krai of the Russian Far East. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):443–452. (In Eng.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-443-452>

© Seryodkin I. V., Kurnosova O. P., Khrustalev A. V., Esaulova N. V., Varlamova A. I., Odоеvskaya I. M., 2023

Научная статья

УДК 619:616.995.1:639.111.7

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-443-452>

## Гельминтозоозы диких хищных млекопитающих в Приморском крае Дальнего Востока РФ

Иван Владимирович Середкин<sup>1</sup>, Ольга Петровна Курносова<sup>2</sup>,  
Александр Валерьевич Хрусталеv<sup>3</sup>, Наталья Валерьевна Есаулова<sup>4</sup>,  
Анастасия Ивановна Варламова<sup>5</sup>, Ирина Михайловна Одоевская<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук», Владивосток, Россия

<sup>2,3,5,6</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

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

<sup>1</sup> seryodkinivan@inbox.ru

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

<sup>3</sup> hrustalev@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

<sup>4</sup> esaulova@mail.ru

<sup>5</sup> arsphoeb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

<sup>6</sup> odоеvskayaim@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3644-5592>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучить гельминтологический статус диких хищных млекопитающих, обитающих на территории Приморского края, и дать эпидемиологическую оценку их роли в поддержании природных очагов зоонозных инвазий.

**Материалы и методы.** Фекалии хищных млекопитающих собирали в естественных биотопах диких животных. Видовую принадлежность фекалий определяли по характерным видовым признакам и следам животных. Анализировали форму, размер, консистенцию и состав фекалий. Пробы помещали в контейнеры с 5%-ным формалином. Часть материала хранили в нативном виде при –12 °С. Образцы мышечной ткани получали от трупов животных. Фекалии исследовали флотационным методом с раствором сульфата цинка, методом этилацетат-формалинового осаждения и с использованием раствора аммиачной селитры. После исследования образцы материала обеззараживали автоклавированием в течение 2 ч при давлении 1,5 атм. Образцы мышечной ткани исследовали методом переваривания проб в искусственном желудочном соке с помощью аппарата Gastros. Вид личинок *Trichinella* sp., выделенных из положительных проб, определяли на основании нуклеотидных последовательностей. Всего проведено 444 пробы фекалий 13 видов диких хищных млекопитающих и 449 проб мышечной ткани 13 видов.

**Результаты и обсуждение.** Дикая хищная млекопитающие, обитающие на территории Дальнего Востока России, часто бывают заражены различными видами гельминтов кишечной и тканевой локализации, являющимися возбудителями опасных антропозоозов. При исследовании 444 проб фекалий диких хищных млекопитающих в

Приморском крае у амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) выявлено 9 видов гельминтов, у амурского леопарда (*P. pardus orientalis*) – 3, у евразийской рыси (*Lynx lynx*) – 2, у бенгальского кота (*Prionailurus bengalensis*) – 4, у соболя (*Martes zibellina*) – 5, у харзы (*M. flavigula*) – 2, у сибирского колонка (*Mustela sibirica*) – 5, у американской норки (*Neovison vison*) – 1, у азиатского барсука (*Meles leucurus*) – 2, у лисицы (*Vulpes vulpes*) – 8, у енотовидной собаки (*Nyctereutes procyonoides*) – 2 и у бурого и гималайского медведей (*Ursus arctos*, *U. thibetanus*) – 9 видов. Среди обнаруженных гельминтов были высоко патогенные для человека: *Toxocara cati*, *Paragonimus westermani* и нематоды сем. Capillariidae. При исследовании 449 проб мышечной ткани диких хищных млекопитающих в 96 выявлены личинки *Trichinella* sp. Вышеперечисленные виды гельминтов имеют зоонозную природу. Патогенная роль при случайном заражении гельминтами вида *Baylisascaris transfuga* на сегодняшний день у человека не изучена, что делает этот вид потенциально опасным для людей. Исследования свидетельствуют о широком распространении гельминтозоонозов на территории Приморского края. Полученные результаты помогут правильно организовать работу людей, чья профессиональная деятельность предусматривает контакты с дикими животными.

**Ключевые слова:** : гельминтозоонозы, хищные млекопитающие, яйца гельминтов, распространение

**Прозрачность финансовой деятельности:** в представленных материалах или методах авторы не имеют финансовой заинтересованности.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Середкин И. В., Курносова О. П., Хрусталева А. В., Есаулова Н. В., Варламова А. И., Одоевская И. М. Гельминтозоонозы диких хищных млекопитающих в Приморском крае Дальнего Востока РФ // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 443–452.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-443-452>

© Середкин И. В., Курносова О. П., Хрусталева А. В., Есаулова Н. В., Варламова А. И., Одоевская И. М., 2023

## Introduction

Wild animals are an integral part of natural biocenoses. People and pets can come into contact with the natural environment and its inhabitants in varying degrees through forestry, hunting, environmental measures, work in nature reserves, catching, use of common pastures or appearance of forest inhabitants in human settlements [8].

It is known that wild animals are, being in their natural habitat, susceptible to various diseases not only infectious ones [11]. Throughout their life, such animals are constantly infected with different species of parasites often with lesions of many organs and tissues. Certainly, parasitic diseases cause significant harm to health, and can lead to death in some cases. High pathogenicity of such helminth genera as *Paragonimus*, *Capillaria* and *Filaria* for animals' health has been proven [4, 8, 11, 13, 15].

Carnivorous mammals play an important role in circulation of many infective natural focal diseases of domestic animals and humans [14, 15]. The most dangerous diseases for humans are echinococcosis, trichinellosis, toxocarosis and paragonimosis. The helminths that cause these diseases can make serious harm to human health, and in some circumstances, these parasitic diseases can be life threatening [12]. The rate of

infection of some of these helminthoses can reach 97–100% in wild carnivores in some regions of the country [1]. The vast majority of carnivores is of commercial importance and provides fur, meat, fat, etc. [1, 12]. Therefore, first of all, hunters and local residents are at risk of infection with dangerous zoonotic diseases.

Safety measures to prevent from infection with parasitic diseases must be observed by hunters during carcasses processing or collecting of seasonal forest products, by timber procurers, employees in specially protected natural areas and scientists involved in sampling biological material, necropsy [1, 9, 13, 14].

The aim of this study was to examine the helminthological status of wild carnivore mammals inhabiting the territory of the Primorsky Krai and to give an epidemiological assessment of their role in maintaining the natural foci of zoonotic infections, using any available material.

## Materials and methods

Feces of carnivores were collected in natural habitats of wild animals. Species of animals were identified by the characteristic features of feces and animal tracks. The shape, size, texture and composition of feces were analyzed. These signs are species-specific and described for the studied



region [5,7]. In addition, in some cases, animals left paw prints, fur, and characteristic scratches. These tracks were also used in species identification [6]. Bears were not identified to species. The samples were placed in containers with 5% formalin. A part of the material was stored in native form at -12 °C. Muscle tissue samples were obtained from animal carcasses. Most of the muscle tissue samples were provided by hunters.

Feces were examined by flotation techniques with a solution of zinc sulfate (density – 1.38), the formalin-ethyl acetate sedimentation technique and using an ammonium nitrate solution with density of 1.24 [3]. Microscopy was carried out at

×10 and × 40 magnifications using the biological microscope Biolam (LOMO; Russia). After the study, the samples were disinfected by autoclaving at a pressure of 1.5 atm for 2 hours.

Muscle tissue samples were examined by digesting in artificial gastric juice using the Gastros device (Petrolaser, St. Petersburg). The species of *Trichinella* sp. larvae isolated from the positive samples were identified using the nucleotide sequences [20].

In total, 444 feces samples from 13 species of wild carnivore mammals and 449 muscle tissue samples from 13 species (Table 2) were examined.

Table 1 [Таблица 1]

**The results of coproscopical examination of feces samples of wild carnivore mammals in the Primorsky Krai**  
[Результаты копроскопического исследования проб фекалий диких хищных млекопитающих в Приморском крае]

Animal species	The number of studied samples	Parasite	The number of positive samples	Parasite prevalence, %
1	2	3	4	5
Siberian tiger	152	<i>Toxocara cati</i>	99	65.1
		<i>Eucoleus aerophilus</i>	27	17.8
		Strongylida gen. sp. <sup>a</sup>	5	3.3
		<i>Aonchotheca putorii</i>	26	17.1
		<i>Aelurostrongylus abstrusus</i>	3	2.0
		<i>Eucoleus</i> sp.	1	0.7
		<i>Paragonimus westermani</i>	37	24.3
		Trematoda gen. sp. <sup>b</sup>	5	3.3
		<i>Taenia</i> sp.	6	3.9
		<i>Spirometra</i> sp.	5	3.3
Amur leopard	5	<i>Eucoleus aerophilus</i>	1	20.0
		Strongylida gen. sp. <sup>a</sup>	1	20.0
		<i>Aonchotheca putorii</i>	2	40.0
Eurasian lynx	5	<i>Toxocara cati</i>	4	80.0
		<i>Taenia</i> sp.	2	40.0
Leopard cat	11	<i>Toxocara cati</i>	8	72.7
		<i>Aonchotheca putorii</i>	5	45.5
		Nematoda gen. sp. <sup>b</sup>	1	9.1
		Trematoda gen. sp. <sup>b</sup>	5	45.5
		<i>Taenia</i> sp.	1	9.1
Sable	52	<i>Soboliphyme baturini</i>	9	17.3
		<i>Eucoleus aerophilus</i>	3	5.8
		Strongylida gen. sp. <sup>a</sup>	7	13.5
		<i>Calodium hepaticum</i>	1	1.9
		Capillariidae gen. sp. <sup>c</sup>	22	42.3
		<i>Dicrocoelium</i> sp.	2	3.8
		Trematoda gen. sp. <sup>b</sup>	11	21.2
Yellow throated marten	1	<i>Eucoleus aerophilus</i>	1	100
		<i>Aonchotheca putorii</i>	1	100
Siberian weasel	14	<i>Soboliphyme baturini</i>	1	7.1
		<i>Eucoleus aerophilus</i>	1	7.1
		<i>Aonchotheca putorii</i>	2	14.3
		<i>Calodium hepaticum</i>	1	7.1
		Trematoda gen. sp. <sup>b</sup>	1	7.1
American mink	1	<i>Soboliphyme baturini</i>	1	100
Asian badger	5	Strongylida gen. sp. <sup>a</sup>	1	20.0
		<i>Aonchotheca putorii</i>	1	20.0

End of the table 1 [Окончание таблицы 1]

1	2	3	4	5
Red fox	28	<i>Toxocara</i> sp.	1	3.6
		<i>Eucoleus aerophilus</i>	4	14.3
		Strongylida gen. sp. <sup>a</sup>	8	28.6
		<i>Aonchotheca putorii</i>	4	14.3
		<i>Calodium hepaticum</i>	2	7.1
		Capillariidae gen. sp. <sup>c</sup>	8	28.6
		Nematoda gen. sp. <sup>b</sup>	2	7.1
		<i>Alaria alata</i>	2	7.1
		<i>Paragonimus westermani</i>	1	3.6
Trematoda gen. sp. <sup>b</sup>	6	21.4		
Raccoon dog	6	<i>Baylisascaris</i> sp.	2	33.3
		<i>Eucoleus aerophilus</i>	2	33.3
Bears	164	<i>Baylisascaris transfuga</i>	44	26.8
		<i>Eucoleus aerophilus</i>	9	5.5
		Strongylida gen. sp. <sup>a</sup>	16	9.8
		<i>Trichurus</i> sp.	2	1.2
		<i>Aonchotheca putorii</i>	3	1.8
		Capillariidae gen. sp. <sup>c</sup>	14	8.3
		Spirurida gen. sp. <sup>a</sup>	1	0.6
		Nematoda gen. sp. <sup>b</sup>	1	0.6
		<i>Dicrocoelium</i> sp.	19	11.6
		Trematoda gen. sp. <sup>b</sup>	1	0.6
		Taeniidae gen. sp. <sup>c</sup>	2	1.2

Note. a – reported as order; b – reported as phylum; c – reported as family.

Table 2 [Таблица 2]

**The prevalence of *Trichinella* spp. infection in wild carnivore mammals in the Primorsky Krai**  
**[Распространение трихинеллеза у диких хищных млекопитающих в Приморском крае]**

Animal species	The number of studied samples	The number of positive samples	Parasite prevalence, %
Eurasian lynx	7	5	71.4
Leopard cat	45	21	46.7
Sable	321	36	11.2
Yellow-throated marten	2	0	0
Siberian weasel	6	3	50.0
American mink	3	1	33.3
Eurasian otter	3	0	0
Asian badger	2	1	50.0
Eurasian wolf	1	0	0
Red fox	8	4	50.0
Raccoon dog	25	11	44.0
Brown bear	14	9	64.3
Asiatic black bear	12	5	41.7

**Results**

Helminth eggs were found in 113 of 152 samples of feces of Siberian tigers (*Panthera tigris altaica*) with parasite prevalence of 74.3% (Table 1). In total, 9 species of helminths were identified in Siberian tigers; among them are *Toxocara cati* (65.1%) (Fig. 1), *Eucoleus aerophilus* (17.8%), nematode eggs of the order Strongylida (3.3%) and *Aonchotheca putorii* (17.1%), *Paragonimus*

*westermani* (24.3%) (Fig. 2) and eggs of *Taenia* sp. (3.9%) (Fig. 3). Tigers were most heavily infected with nematodes *T. cati*.

Eggs of three nematode species were found in feces of Amur leopards (*Panthera pardus orientalis*) with the highest prevalence of infection for *A. putorii*.

One species of nematodes (*T. cati*) and cestodes (*Taenia* sp.) were revealed in feces of Eurasian

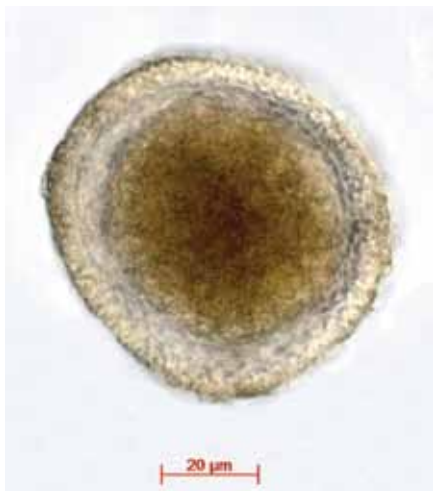


Fig. 1. Egg of *Toxocara cati*  
[Рис. 1. Яйцо *Toxocara cati*]



Fig. 2. Egg of *Paragonimus westermani*  
[Рис. 2. Яйцо *Paragonimus westermani*]



Fig. 3. Egg of *Taenia* sp.  
[Рис. 3. Яйцо *Taenia* sp.]

lynxes (*Lynx lynx*). The eggs of nematodes were found in 4 of 5 samples.

Eggs of four helminth species were identified in 11 feces samples of leopard cats (*Prionailurus bengalensis*): *T. cati* (72.7%), *A. putori* (45.5%), eggs of the class Trematoda (45.5%), and *Taenia* sp. (9.1%). The eggs of *T. cati* were most often found in feces of leopard cats as well as in the samples from tigers and lynxes.

Regarding to the results of feces examination, parasite prevalence was 69.2% (36/52) in sables (*Martes zibellina*). A total of 5 helminth species were found: *Soboliphyme baturini* (17.3%), *E. aerophilus* (5.8%), nematode eggs of the order Strongylida (13.5%), nematodes of the family Capillariidae (44.2%) and trematodes (25.0%). Transit eggs of nematodes *Calodium hepaticum* were also identified in sables (data not shown in the table) (Fig. 4). Only feces sample of yellow-throated marten (*M. flavigula*) contained eggs of two nematode species: *E. aerophilus* and *A. putorii*.



Fig. 4. Egg of *Calodium hepaticum*  
[Рис. 4. Яйцо *Calodium hepaticum*]

Eggs of 4 nematode species (*S. baturini*, *E. aerophilus*, *A. putorii* and *C. hepaticum*) and not identified species of trematode were found in feces of Siberian weasels (*Mustela sibirica*). The highest prevalence of *A. putorii* infection was registered. Eggs of *S. baturini* were revealed in the sample of American mink (*Neovison vison*).

Helminths eggs were found in one feces sample out of 5 from Asian badgers (*Meles leucurus*). In this case, infection was caused by two nematode species (the order Strongylida and *A. putorii*).

A total of 28 feces samples of red foxes were studied with 82.1% prevalence of infection. Eight helminth species were identified in foxes: 6 nematode species and 2 trematode species (*Alaria alata* and *P. westermani*). Two nematode species (*Baylisascaris* sp. and *E. aerophilus*) were revealed in raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*).

A total of 164 feces samples were examined and 9 species of helminths were found in bears represented by two species (*Ursus arctos* and *U. thibetanus*) in the Primorsky Krai. The bears were most often infected with the nematode *Baylisascaris transfuga* and the trematode *Dicrocoelium* sp. (Fig. 5).



Fig. 5. Egg of *Dicrocoelium* sp.  
[Рис. 5. Яйцо *Dicrocoelium* sp.]

The examination of 449 samples of muscle tissue from carnivore's mammals was carried out, including 321 samples obtained from sables, 45 from leopard cats, 25 from raccoon dogs, 14 from brown bears, 12 from Asiatic black bears, 8 from red foxes, 7 from Eurasian lynxes, 6 from Siberian weasels, 3 from American minks, 3 from Eurasian otters (*Lutra lutra*), 2 from yellow-throated martens, 2 from Asian badgers and 1 from Eurasian wolf (*Canis lupus*). The data on infection with *Trichinella* spp. are shown in Table 2. The overall prevalence of infection was 21.4%. The nucleotide sequence analysis showed that the larvae of *Trichinella nativa* (Tri102-KU355861, Tri100-KU358874, Tri 108-KU355853) were found in sables, *T. nativa* (Tri107-KU355855) in brown bears and *T. spiralis* (Tri109-KU321696) in red foxes. The larvae of *T. nativa* were also found in other animals [19, 20].

## Discussion

A relatively large species diversity of helminths with a high prevalence of infection was identified in carnivorous mammals despite the limited study (only feces and muscle tissue samples). The eggs of the genus *Toxocara* are the most often found in feces of these feline species (Table 1). Infection with this nematode species occurs through ingesting helminth eggs, vertical transmission in utero or via breast milk, or by eating reservoirs – small rodents [2]. The high prevalence of eggs of the family Capillariidae and trematodes was registered in felines. The eggs of the family Capillariidae were also often revealed in mustelids (sable, yellow-throated marten and Siberian weasel) and canids (red fox) (Table 1). In addition, mustelids are infected with the nematode *S. baturini*. In bear feces samples, the most frequently found eggs belonged to species *B. transfuga* (26.8%). Infection with the nematode *E. aerophilus* is common to most species of carnivorous mammals (tigers, leopards, sables, martens, weasels, foxes, raccoon dogs and bears). Such pathogenic trematode species as *P. westermani* was found in tigers and foxes. Our data are comparable with the results of other studies [10, 13, 18, 19].

A high level of helminth infection is the most dangerous especially in young and weakened animals. Nematodes of the family Capillariidae have a wide range of localization (nasal cavity, trachea, lungs, esophagus, stomach, intestine, liver and bladder). The species localized in the respiratory organs and liver are the most pathogenic [4]. At high intensity of infections, structural changes in the organs and tissues occur, that can lead to death of animals. Animals become infected by ingestion infective eggs of nematodes of the family Capillariidae.

The trematode *P. westermani* is endemic to the Primorsky Krai. It is a pathogenic species and poses a serious veterinary and medical problem. Infection of tigers and other predators occurs by eating the reservoirs of these trematodes – wild boars and rodents with localization of parasite larvae in muscle tissue [13].

Nematodes of the genus *Trichinella* circulate widely among many species of wildlife [19, 20]. The species of *T. nativa* is mainly revealed among predators in the Far East. This species is the most resistant to low temperatures. Infection of wild

mammals occurs by eating of killed animals and corpses and participation of birds, mollusks and various corpse-eating insects in the *Trichinella* spp. circulation can provide the transmission of infection to herbivorous [22].

Wild animals are a source of helminth infection that is dangerous to humans. Many of them circulate almost all over Russia, and paragonimosis found in tigers and foxes in the Primorsky Krai has a natural focus in this region. Paragonimosis, trichinellosis, toxocarosis and group of diseases rarely found in humans called capillariosis pose a serious danger to human health, and can be life threatening in some cases. People become infected with paragonimosis by eating contaminated raw or poorly heat-treated crustaceans, and through water. Adult trematodes affect lungs and cause various clinical symptoms and complications such as secondary infection and pneumonia, as well as migration of parasites to the central nervous system. People become infected with trichinellosis by eating poorly cooked meat from bears, badgers or wild boars infected with larvae. *Trichinella* spp. larvae penetrate the striated muscle tissues of the host, where they gradually become encapsulated. The severity of the disease depends on the intensity of infection and the response to antigenic exposure. Allergic reactions develop in the process of larvae migration and allergic myocarditis is considered to be especially dangerous for human health. Outbreaks of trichinellosis are often of a group nature, when the whole family and relatives become infected after eating the meat of a wild animal [19]. In this case it is quite simple to suspect the disease during collecting an anamnesis, and timely treatment promotes recovery with a minimal risk of complications. Infection with nematodes of the genus *Toxocara* and nematodes of the family Capillariidae occurs by using raw water or food contaminated with eggs of these helminths. Eggs of *Toxocara* sp. can be transmitted with berries in the forests. Human toxocarosis is caused by migration of *Toxocara* sp. larvae in organs. The disease can have long and recurrent course with different clinical signs with lesion of internal organs and eyes. A complication of the disease is damage to vital internal organs. Toxocarosis is a widespread disease of animals not only in the wild, but today it is a serious veterinary and medical problem. Capillariosis are a group of rare parasitic diseases of humans. For example, hepatic capillariosis can occur

by ingesting infective eggs with food or water. Helminths localized in the liver die after laying eggs and then eosinophilic granules are formed in the organ. People can be infected with pulmonary capillariosis through contaminated hands from accidentally crushed earthworms [12].

The genus *Baylisascaris* includes several species considered relatively specific to many species of animals that are the definitive hosts. Today the high pathogenicity of migrating *B. procyonis* larvae of this genus has been proven; its definitive host is raccoons. The most dangerous and threatening to human health are larvae localized in the brain. One eye is usually affected in the ocular form of the disease. Clinical signs may be nonspecific in the visceral form of infection [16]. *B. transfuga* is found both in wild and captive bears all over the world and animals are significantly infected and intensively release eggs into the environment [21]. This is especially true for captive held bears. The life cycle of *B. transfuga* is not fully studied; it is considered that the intestinal stage is little pathogenic for bears. To date, there are no reports of the possibility of migration of bear ascaride in the human body. The larvae migration has different influence on the body of animals experimentally infected with *B. transfuga*. Thus, the researchers revealed a symptomatic migration of larvae in a limited extent in mice, while larvae migrated to the brain and led to death in Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*). However, changes were not observed in the brain tissue [17]. Therefore, *B. transfuga* can be potentially dangerous parasite for humans.

The clinical signs of many of the above diseases are often nonspecific. Various allergic reactions develop in animals with helminth infection that complicates the correct diagnosis. Some helminth zoonoses (capillariosis, paragonimosis) are very rarely recorded in Russia, and it may take a long time for a patient with such diseases to get the final diagnosis. In many cases, delayed medical care is dangerous. Incomplete information about hobbies (hunting, dressing of skins) can also contribute to untimely diagnosis, and as a result, to various complications [12].

## Conclusions

The study has showed that wild carnivore mammals inhabiting the Primorsky Krai have a high prevalence of intestinal helminths with wide species diversity.

The following helminth zoonoses were revealed in wild carnivores: trichinellosis, toxocarosis, capillariosis and paragonimosis.

These studies are not only of veterinary importance. They are also relevant for medicine, as they expand knowledge about the distribution of helminth zoonoses in wild animals and can help to preserve people health.

### References

1. Bykova A. M. Helminths of carnivorous mammals (Canidae, Felidae, Mustelidae) in the Omsk Region and their ecological and faunal analysis. Ph.D thesis, Tyumen, 2007; 21 (in Russ.).
2. Esaulova N. V., Naidenko S. V., Lukarevsky V. S., Hernandez-Blanco H. A., Sorokin P. A., Litvinov M. N., Kotlyar A. K., Rozhnov V. V. Parasitofauna of carnivores in the Ussuriysky Reserve. *Russian Journal of Parasitology*. 2010; 4: 22–28 (in Russ.).
3. Kotelnikov G. A. Diagnosis of animal helminthiasis. M.: Kolos, 1974; 240. (in Russ.).
4. Kuleshov A. A., Romashov B. V. Modern fauna and spread of Capillarids in carnivores of the Voronezh Region. *Collection of materials of the International Scientific Practical Conference of Young Scientists and Specialists*. Voronezh, 2015; 3: 113–118 (in Russ.).
5. Oshmarin P. G., Pikunov D. G. Tracks in the nature. M.: Nauka, 1990; 296. (In Russ.).
6. Pikunov D. G., Miquelle D. G., Dunishenko Y. M., Myslenkov A. M., Nikolaev I. G., Seryodkin I. V. A field guide to animal tracks of the Far East. Vladivostok: Dalnauka, 2004; 96. (In Russ.).
7. Pikunov D. G., Miquelle D. G., Seryodkin I. V., Nikolaev I. G., Dunishenko Y. M. Winter track surveys of Amur tigers in the Russian Far East (methods and history of tiger surveys). Vladivostok: Dalnauka, 2014; 132. (In Russ.).
8. Romashova E. B., Odoevskaya I. M., Romashov B. V. Peculiarities of Trichinosis circulation in natural conditions of Voronezh region. *Proceedings of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after Y. R. Kovalenko*. 2018; 2: 312–316 (in Russ.).
9. Rozhnov V. V., Aramileva T. S., Gaponov V. V., Darman Yu. A., Zhuravlev Yu. N., Kostyrya A. V., Krever V. G., Lukarevsky V. S., Naydenko S. V., Pikunov D. G., Seryodkin I. V., Hernandez-Blanco J. A., Yudin V. A. Strategy for the conservation of the Amur tiger in the Russian Federation. *Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation*. M., 2010; 3–15.
10. Seredkin I. V., Esaulova N. V., Tranbenkova N. A., Borisov M. Yu., Petrunenko Yu. K., Mukhacheva A. S. The helminth fauna of bears and tigers in the Russian Far East. In: *Innovative Technologies in Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Environmental Complex of the Far East Region*. 2012; 204–210. (In Russ.).
11. Seredkin I. V., Goodrich D. M., Lewis D., Miquelle D. G., Esaulova N. V., Konyaev S. V., Quigley K. S., Roelke M., Petrunenko Y. K., Kerley L. L., Armstrong D. L. Infectious diseases and endoparasites of Amur tigers. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2015; 12: 185–191 (in Russ.).
12. Sergiev V. P., Lobzin Yu. V., Kozlov S. S. (Eds.) Parasitic diseases of man (protozooosis and helminthiasis). Foliant, St. Petersburg, 2006; 592.
13. Seryodkin I. V., Odoevskaya I. M., Konyaev S. V., Spiridonov S. E. Trichinella infection of wild carnivores in Primorsky Krai. Russian Far East. *Nature Conservation Research*. 2020; 5: 31–40. (In Russ.).
14. Uspensky A. V., Bukina L. A., Odoevskaya I. M., Movsesyan S. O., Voronin M. V. The epidemiology of trichinellosis in the Arctic territories of a Far Eastern district of the Russian Federation. *Journal of Helminthology*. 2019; 1: 42–49. (In Russ.).
15. Vavilova O. V., Korablev N. P., Volkov N. O., Ogurtsov S. S. Helminths of large predators in the Central Forest State Nature Biosphere Reserve. *Bulletin of the Tver State University, Biology and Ecology Series*. 2015; 4: 40–47 (in Russ.).
16. Bauer Cr. Baylisascariosis – infection of animals and humans with "unusual" roundworms. *Veterinary Parasitology*. 2013; 193: 404–412.
17. Hiroshi S., Kayoko M., Arihiro O., Haruo K., Nobuaki A., Shigeo O. Larva migrans by Baylisascaris transfuga: fatal neurological diseases in Mongolian jirds, but not in mice. *J. of Parasitology*. 2004; 90: 774–781.
18. Kurnosova O. P., Illarionova N. A., Khrustalev A. V., Boltunov A., Odoevskaya I. M. Helminth fauna of the gastro intestinal tract of the polar bears. *7th Conference of the Scandinavian-Baltic Society for Parasitology*. Book of Abstracts. 2017; 58.
19. Odoevskaya I. M., Seredkin I. V., Spiridonov S. E. The diversity of Trichinella in natural habitats of the Russian Far East. *Russian Journal of Nematology*. 2018; 2: 123–128.
20. Odoevskaya I. M., Spiridonov S. E. Trichinella nativa haplotypes in Russia show diversity in cytochrome oxidase mtDNA gene. *Veterinary parasitology*. 2016; 231: 39–43.

21. Strkolcova G., Goldova M., Snabel V., Spakulova M., Orosova T., Halan M., Mojziso J. A frequent roundworm *Baylisascaris transfuga* in overpopulated brown bears (*Ursus arctos*) in Slovakia: a problem worthy of attention. *Acta Parasitol.* 2018; 63: 167–174.
22. Varlamova A. I., Romashov B. V., Romashova E. B., Odoevskaya I. M. Modern aspects of the epizootology of trichinellosis in the Central Black Earth region of Russia. *International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology.* 2017; 534.

The article was submitted 20.09.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Seryodkin Ivan V.**, Pacific Geographical Institute of Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russia, Radio str., 7, 690041), Vladivostok, Russia, PhD in biol. sc., seryodkinivan@inbox.ru

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

**Khrustalev Alexander V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-4526-8719, hrustalev@vniigis.ru

**Esaulova Natalia V.**, Moscow K.I. Skryabin State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology (Moscow, Russia, Ak. Skryabin Str., 23, 109472), Moscow, Russia, PhD in vet. sc., esaulova@mail.ru

**Varlamova Anastasiya I.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Dr. Sc. Vet., ORCID ID: 0000-0001-8364-5055, arspheob@mail.ru

**Odoevskaya Irina M.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), PhD in biol. sc., ORCID ID: 0000-0002-3644-5592, odoevskayaim@rambler.ru

*Contribution of co-authors:*

**Seryodkin Ivan V.** – material research, review of publications on the topic of the article, writing of the manuscript text.

**Kurnosova Olga P.** – material research, review of publications on the topic of the article, experiment design development.

**Khrustalev Alexander V.** – pathogens identification, obtained data analysis, manuscript design development.

**Esaulova Natalia V.** – material research, review of publications on the topic of the article, experiment design development.

**Varlamova Anastasiya I.** – analysis of the results, preparation of the article.

**Odoevskaya Irina M.** – critical analysis and interpretation of the obtained data, article preparation.

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

Научная статья

УДК 619:636.028:57.086

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-453-458>

## Sarcocystis spp.: гистологическое исследование и морфометрия

Виктория Васильевна Стаффорд<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко Российской академии наук», 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 исследований** – определить локализацию и выполнить морфометрию саркоцист у животных.

**Материалы и методы.** Исследованы образцы поперечнополосатой мышечной ткани коров и кабанов с целью определения интенсивности и экстенсивности инвазии и определения морфометрических показателей цист. Патологический материал отбирали в 10%-ный раствор забуференного формалина. Для гистологического исследования отбирали пробы мышечной ткани из брюшной стенки и сердечной мышцы. Для обработки образцов тканей использовали парафиновую заливку в полуавтоматическом оборудовании фирмы Thermo Scientific. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином и по Маллоури. Гистоархитектонику препаратов оценивали при помощи микроскопа Axio A1.0, фотосъемку вели при помощи программы AxioVision.

**Результаты и обсуждение.** Экстенсивность инвазии саркоцистами составила у крупного рогатого скота 60, у кабанов 100% при интенсивности инвазии соответственно 1-2 и 2-4 саркоцисты в одном поле зрения. Установлено, что при инвазировании кабанов у цисты образуется капсула толщиной  $2,6 \pm 0,28$  мкм, тогда как у крупного рогатого скота она практически незаметна и вокруг цисты наблюдали группирование волокон рыхлой соединительной ткани. Интенсивность инвазии у исследуемых животных можно оценить как низкую, однако попадание даже единичных цист паразитов в организм человека способствует развитию саркоцистоза.

**Ключевые слова:** саркоциста, инвазия, гистология, морфометрия, крупный рогатый скот, кабан

**Благодарность.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № FGUG-2022-0010.

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Стаффорд В. В. Sarcocystis spp.: гистологическое исследование и морфометрия // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 453–458.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-453-458>

© Стаффорд В. В., 2023



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



Original article

# Sarcocystis spp.: histological examination and morphometry

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

<sup>1</sup> Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

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

## Abstract

**The purpose of the research** is localization and morphometry of sarcocysts in animals.

**Materials and methods.** Samples of striated muscle tissue of cows and wild boars were studied to determine the infection intensity and prevalence and determine morphometric parameters of cysts. Pathological material was collected to 10 % buffered formalin solution. For histological examination, muscle tissue samples were taken from the abdominal wall and cardiac muscle. To process tissue samples, paraffin coating was used in semi-automatic equipment from Thermo Scientific. Histological specimens were stained with hematoxylin and eosin and by Mallouri. The specimen histoarchitecture was assessed using an Axio A1.0 microscope; photographs were taken with AxioVision.

**Results and discussion.** The sarcocyst infection prevalence was 60% in cattle and 100% in the boars, with the infection intensity of 1-2 and 2-4 sarcocysts in one FOV, respectively. It was found that the cyst formed a capsule in infected boars with a thickness of  $2.6 \pm 0.28 \mu\text{m}$ , while it was practically invisible in cattle, and grouped loose connective tissue fibers were observed around the cyst. The infection intensity can be assessed as low in the studied animals; however, even single parasite cysts entered the human body contribute to sarcocystosis

**Keywords:** sarcocyst, infection, histology, morphometry, cattle, boar

**Acknowledgments.** The study was conducted within State Task FGUG-2022-0010.

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Stafford V. V. Sarcocystis spp.: histological examination and morphometry. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023; 17(4):453–458. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-453-458>

© Stafford V. V., 2023

## Введение

Саркоцисты относятся к типу Apicomplexa, классу Cnoidasida, порядку Eucoccidiorida, семейству Sarcocystidae, роду Sarcocystis. К основным видам саркоцист, являющимся социально значимыми, относятся: *S. suihominis* – промежуточный хозяин свиньи и кабана, *S. hominis* – промежуточный хозяин крупный рогатый скот. Дефинитивным хозяином для данных видов паразитов является человек, заражение которого происходит в результате поедания мяса больных животных, не прошедшего достаточную термическую обработку. В ворсинках тонкого отдела кишечника человека происходит размножение саркоцист

с выделением во внешнюю среду зрелых спороцист [6].

Известно, что у человека саркоцистоз проявляется в двух формах – кишечной и мышечной. Однако, клиническая картина и симптоматика выражены слабо. Мышечную форму течения болезни регистрируют значительно реже, в случаях, когда человек является промежуточным хозяином, и инвазия обусловлена *S. lindemanni* [4]. Клиническое и эпизоотическое значение имеет кишечная форма инвазии у человека, поскольку зрелые ооцисты с фекалиями выходят в окружающую среду, где заглатываются животными, затем в их желудочно-кишечном тракте из цисты вы-

ходят спорозоиты и с током крови попадают в поперечнополосатую мышечную ткань, где происходит бесполое размножение и образование саркоцист.

Клинические признаки у человека сводятся к наличию желудочно-кишечного расстройства, проявляющегося коликами, диареей, иногда тошнотой.

Наиболее тяжелое течение паразитарной инвазии при саркоцистозе выражено у животных [4]. Симптомы болезни зависят, прежде всего, от числа и патогенности спорозист, иммунного статуса организма животного, условий содержания, кормления и т. д. Чаще всего болезнь протекает хронически. У заболевших животных ухудшается общее состояние, повышается температура тела до 40,5 °C и выше. Отмечено, что при экспериментальном инвазировании телят саркоцистами происходит двукратный подъем температуры, который совпадает с выходом мерозоитов из шизонтов и развитием шизонтов второго поколения в эндотелии кровеносных сосудов. При данном заболевании у животных пропадает аппетит, снижаются привесы и продуктивность. Стельные животные abortируют.

Клиническая картина болезни определяется этапом инвазирования. Так, на первом этапе инвазии спорозисты вызывают патологию желудочно-кишечного тракта, характеризующуюся поносами, жаждой. На втором этапе, когда паразит перешел в кровеносное русло и произошла его диссеминация в организме, симптомокомплекс зависит от локализации паразита. При сильной инвазии миокарда отмечают аритмию; развитие паразитов в соматической мышечной ткани вызывает миозиты и отёк, сопровождающиеся болевым синдромом и шаткостью походки. Более длительное течение инвазии обуславливает резкое исхудание животного, угнетение и гибель. При патологоанатомическом вскрытии павших от саркоцистоза животных выявляют истощённое состояние, увеличение в размерах лимфатических узлов, на поверхности внутренних органов множество разнотипных кровоизлияний. Слизистые оболочки анемичные, в ротовой полости, пищеводе и на всём протяжении желудочно-кишечного тракта могут быть язвы, отмечают отёк сердца, почек и головного мозга [1, 7].

Диагностика саркоцистозов сводится к обнаружению паразита. При патологоанатоми-

ческом вскрытии животного на поверхности мышечной ткани можно выявить кистозные образования, содержащие саркоцист. Чаще всего, паразита можно визуализировать при использовании компрессионного метода, когда в компрессиоруме, нативно, исследуют образцы мышц [2].

Для диагностики саркоцистозов у промежуточных хозяев используют микроскопию фекалий и метод искусственного переваривания мяса для выявления трофозоитов саркоцист [5]. Данных по гистологическому и морфометрическому исследованию мышечной ткани у животных крайне мало [3].

Целью наших исследований было оценить патологоанатомическую картину саркоцистоза, выполнить гистологическое исследование и морфометрию.

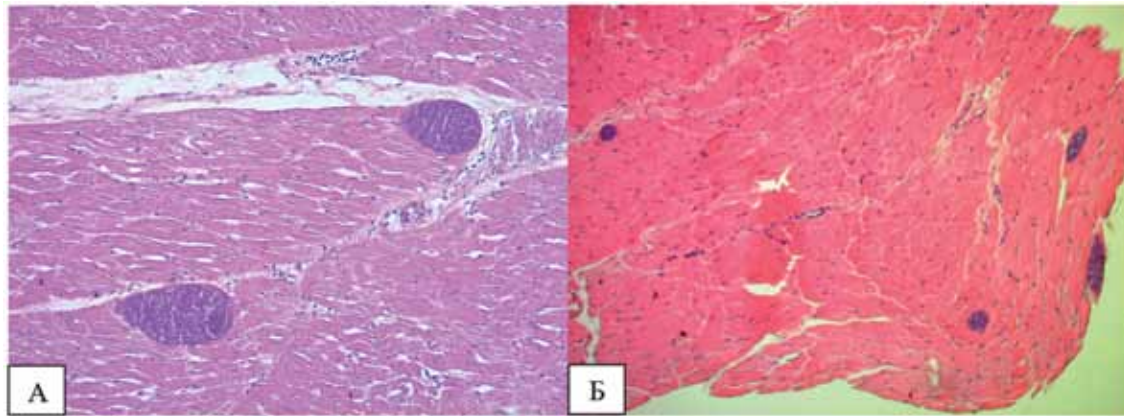
### Материалы и методы

В качестве исследуемого материала использовали поперечнополосатую мышечную ткань из области бедренной группы мышц, брюшной стенки и миокард. Патологический материал для гистологических исследований обрабатывали в полуавтоматическом оборудовании фирмы Thermo Scientific. Парафиновые гистологические препараты нарезали толщиной 6 микрон, окрашивали гематоксилином и эозином и по Маллоури. Гистоархитектонику и морфометрию препаратов оценивали при помощи микроскопа Axio A1.0 (Carl Zeiss), фотосъемку вели при помощи программы AxioVision. Интенсивность инвазии определяли в гистологическом срезе поперечнополосатой мышечной ткани при увеличении  $\times 100$  в 20 полях зрения. Морфометрию выполняли при помощи программы AxioVision в поперечном срезе мышечных волокон.

### Результаты исследований

При анализе патологоанатомической картины нами не было установлено наличие кистозных образований. Однако, был выражен отёк мышечной ткани с наличием небольших полиморфных участков кровоизлияний различной локализации.

Экстенсивность инвазии саркоцистами составила у крупного рогатого скота 60, у кабанов 100% при интенсивности инвазии соответственно 1-2 и 2-4 саркоцисты в одном поле зрения (рис. 1).

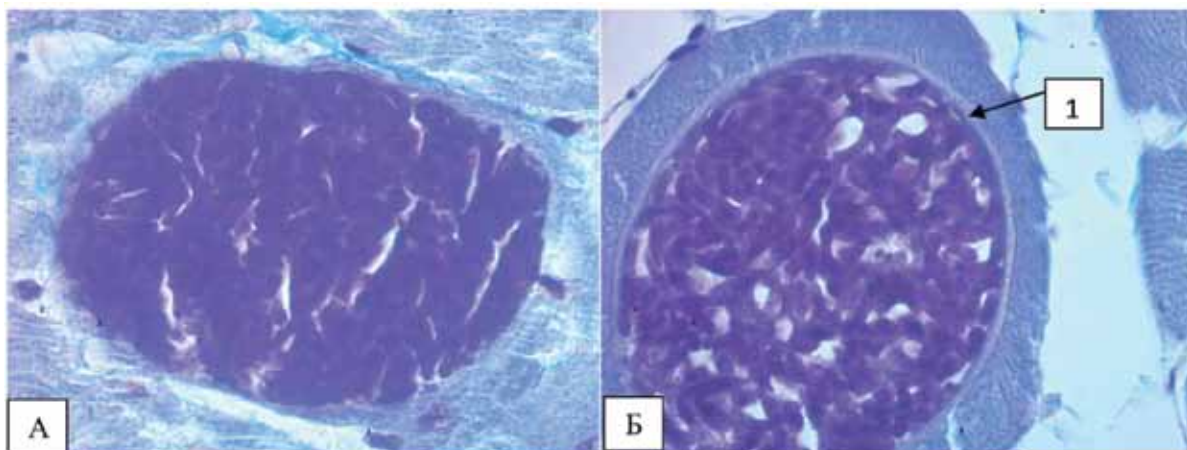


**Рис. 1.** Поперечнополосатая мышечная ткань с саркоцистами крупного рогатого скота (А, × 200) и кабана (Б, × 100) (окраска гематоксилином и эозином)

**[Fig. 1.** Striated muscle tissue with sarcocysts of cattle (A, × 200) and boar (Б, × 100) (stained with hematoxylin and eosin)]

В мышечной ткани саркоцисты располагались преимущественно в пучках мышечных волокон в виде округлых (поперечный срез) или вытянутых (продольный срез) базофильно окрашенных, неоднородных образований. Оболочка саркоцисты была наиболее выражена в тканях кабанов (рис. 2, Б), у крупного рогатого

скота она едва заметна (рис. 2, А). У крупного рогатого скота в мышечной ткани вокруг саркоцист было выявлено наличие лишь тонких волокон рыхлой соединительной ткани в виде муара, окрашенного в голубой цвет (рис. 2, А). Содержимое цисты представлено в виде мелких, утолщенных, слегка изогнутых палочек.



**Рис. 2.** Саркоциста в мышечной ткани крупного рогатого скота (А) и кабана (Б):  
1. капсула цисты (окраска по Маллоури, × 630)

**[Fig. 2.** Sarcocyst in muscle tissue of cattle (А) and boar (Б):  
1. capsule of the cyst (stained by Malloury, × 630)]

Учитывая, что при продольном срезе саркоциста может достигать несколько десятков микрометров, а по данным других источников - до нескольких сантиметров [6], исследование поперечного среза показало стабильные

результаты. При морфометрии поперечного среза цисты установлено незначительное различие в размерах саркоцист у крупного рогатого скота и кабанов (табл. 1). В среднем, размер саркоцист был на 5 мкм больше у кабанов при

поперечном замере саркоцисты и на 11 мкм больше у крупного рогатого скота при про-

должном измерении. Толщина капсулы саркоцисты у кабанов, в среднем, составила 2,6 мкм.

Таблица 1 [Table 1]

**Результаты морфометрии саркоцист в поперечнополосатой мышечной ткани животных**  
 [Results of morphometry of sarcocysts in striated muscle tissue of animals]

Вид животного [Type of animal]	Размер саркоцисты (мкм)		
	поперечный замер [transverse measurement]	продольный замер [longitudinal measurement]	толщина капсулы [capsule thickness]
Кабан [Boar]	83±3,06	100,9±1,0	2,6±0,28
Крупный рогатый скот [Cattle]	78±2,6	111±3,0	-

**Обсуждение**

Полученные данные свидетельствуют о высокой экстенсивности инвазии у кабанов и крупного рогатого скота, и довольно низкой интенсивности, при которой еще не выражены патологоанатомические изменения. Анализ гистологических срезов мышечной ткани исследуемых животных показал незначительные различия в размерах саркоцист в мышечной ткани кабанов и крупного рогатого скота. Однако, отмечено наличие плотной капсулы цист с эндозоидами у кабанов. У крупного рогатого скота выявлено небольшое количество волокон соединительной ткани вокруг цист с едва заметной капсулой, что даёт право предполагать инвазию *Sarcocystis bovicanis*.

Учитывая, что патологоанатомические данные были с неявной картиной саркоцистоза, а фактическое наличие паразита было установлено, можно предположить, что это связано с низкой степенью инвазии.

Результаты исследований определяют социальную значимость паразитарной инвазии для охотников и охотничьих хозяйств, а также для предприятий с продуктивными животными, такими как крупный рогатый скот, поскольку получаемая продукция может быть потенциально опасна для употребления в пищу человеком инвазированного и не прошедшего достаточную термическую обработку мяса.

Анализ литературы показал скудные данные по гистологическому исследованию патологического материала и морфометрическим показателям. Полученные нами результаты могут лечь в основу определения вида паразита при гистологических исследованиях. Можно сказать, что наибольшая степень инвазии

выявляется у диких животных, чем у продуктивных. Прежде всего, это связано с тем, что сельскохозяйственные животные в частных подворьях и на предприятиях подвергаются регулярным ветеринарно-санитарным работам, в отличие от диких. В тоже время, наличие паразитарной инвазии у животных, выращиваемых в искусственных условиях, может свидетельствовать и о наличии устойчивости к действующему веществу противопаразитарного препарата.

**Заключение**

Установлена зараженность крупного рогатого скота и кабанов саркоцистами. Экстенсивность инвазии саркоцистами составила у крупного рогатого скота 60, у кабанов 100% при интенсивности инвазии соответственно 1-2 и 2-4 саркоцисты в одном поле зрения. При заражении кабанов у цисты образуется капсула толщиной 2,6±0,28 мкм, тогда как у крупного рогатого скота она практически незаметна и вокруг цисты отмечено группирование волокон рыхлой соединительной ткани. Интенсивность инвазии у исследуемых животных можно оценить как низкую, однако попадание даже единичных цист паразитов в организм человека способствует развитию саркоцистоза.

Учитывая цикл развития саркоцист и социальную значимость паразитарной инвазии необходим всесторонний подход в решении вопросов противопаразитарных обработок животных, постмортальных диагностических исследований для оценки биологической безопасности продуктов животноводства и предотвращения поступления в продажу зараженного мяса.

### Список источников

1. Гламаздин И. Г., Ибрахим М. И. С., Сысоева Н. Ю., Панова О. А. Прижизненная и послеубойная диагностика гельминтозов жвачных животных // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 10–1 (17). С. 62–64.
2. Гламаздин И. Г., Сысоева Н. Ю., Сикоева П. К., Першина Т. А., Крюковская Г. М. Поражение свинины тканевыми цистами, контроль сырья при саркоцистозе // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2019. № 2 (30). С. 121–125. <https://doi.org/10.25725/vet.san.hyг.ecol.201902002>.
3. Сивкова Т. Н. Инвазия лося саркоцистами в Пермском крае // Пермский аграрный вестник. 2018. № 4 (24). С. 143–148.
4. Саркоцистоз человека – опасный зооантропоноз [www.scienceforum.ru]. Студенческий научный форум-2021 / *Смотритель А. В., Возгорькова Е. О.* Материалы XIII Международной студенческой научной конференции [Прочит. 14 июня 2023 г.]. Доступно: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018024437>
5. Уша Б. В., Гламаздин И. Г., Давыдов Е. В. Способ обнаружения трофозоитов саркоцист. Патент RU 2415416 C1.
6. Саркоцисты. [www.med-tutorial.ru]. Медицинский справочник; 2023 [Прочит. 14 июня 2023 г.]. Доступно: <https://med-tutorial.ru/m-lib/b/book/3288281915/20>
7. Саркоцистоз крупного и мелкого рогатого скота [www.studfile.ru]. Файловый архив студентов; 2023 [Прочит. 14 июня 2023 г.]. Доступно: <https://studfile.net/preview/9417999/page:134/>

Статья поступила в редакцию 21.06.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторе:

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

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

### Reference

1. Glamazdin I. G., Ibrahim M. I. S., Sysoeva N. Yu., Panova O. A. Intravital and post-mortem diagnostics of helminthiasis in ruminants. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Scientific Research Journal*. 2013; 10–1 (17): 62–64. (In Russ.)
2. Glamazdin I. G., Sysoeva N. Yu., Sikoeva P. K., Pershina T. A., Kryukovskaya G. M. Damage to pork by tissue cysts, raw material control for sarcocystosis. *Problemy veterinarnoy sanitarii, gigiyeny i ekologii = Problems of veterinary sanitation, hygiene, and ecology*. 2019; 2 (30): 121–125. (In Russ.) <https://doi.org/10.25725/vet.san.hyг.ecol.201902002>.
3. Sivkova T. N. Infection of moose with sarcocysts in the Perm Region. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Bulletin*. 2018; 4 (24): 143–148. (In Russ.)
4. Human sarcocystosis is a dangerous zoonosis [www.scienceforum.ru]. Student Scientific Forum 2021. Smotritel A. V., Vozgorkova E. O. *Materials of the XIII International Student Scientific Conference* [Cited June 14, 2023]. Available at <https://scienceforum.ru/2021/article/2018024437>
5. Usha B.V., Glamazdin I. G., Davydov E. B. Method for detecting sarcocyst trophozoites. Patent RU 2415416 C1.
6. Sarcocysts. [www.med-tutorial.ru]. Medical Directory; 2023 [Cited June 14, 2023]. Available at <https://med-tutorial.ru/m-lib/b/book/3288281915/20>
7. Sarcocystosis of cattle and small ruminants [www.studfile.ru]. File archive of students; 2023 [Cited June 14, 2023]. Available at <https://studfile.net/preview/9417999/page:134/>

Article submitted on 21.06.2023; accepted for publication 12.11.2023

About the author:

**Victoria V. Stafford**, Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (24 Ryazansky Prospekt, Build. 1, Moscow, 109428), 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 619:576.89

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-459-473>

## Гельминтофауна горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) юго-восточного Сахалина по результатам многолетних исследований

Евгений Валерьевич Фролов<sup>1</sup>, Семён Витальевич Новокрещенных<sup>2</sup>,  
Галина Петровна Вялова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, Россия

<sup>1</sup> e.frolov@sakhniro.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7155-9416>

<sup>2</sup> s.novokreshennyh@sakhniro.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4787-6582>

### Аннотация

**Цель исследований** – описать и проанализировать качественно-количественный состав гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина.

**Материалы и методы.** Сбор материала проводили с использованием стандартных паразитологических методов. При вскрытии не исследовали мочеточники, глазные яблоки, жаберные лепестки и дуги, мозг рыб. Методика сбора паразитов лососей в лаборатории была неизменной с 1992 г. Сборы представителей моногенетических сосальщиц не проводили. Паразитологические исследования горбуши юго-восточного Сахалина осуществляли с 1992 по 2022 гг. Всего обследовано 4163 экз. рыб. Рыба выловлена в устьях рек и морском побережье.

**Результаты и обсуждение.** Гельминтофауна горбуши юго-восточного Сахалина по результатам собственных исследований и литературным данным представлена 23 видами: *Dibothriocephalus nihonkaiensis* pl., *Eubothrium salvelini*, *Eu. crassum*, *Nybelinia surmenicola* pl., *Pelichnibothrium speciosum* pl., *Tetraphyllidea* gen. sp., *Brachyphallus crenatus*, *Cryptocotyle* sp. mts., *Hemiurus leviseni*, *Lecithaster gibbosus*, *Prosorhynchoides gracilescens*, *Parahemiurus merus*, *Derogenes varicus*, *Capiatestes thyrstiae*, *Corynosoma strumosum* l., *Echinorhynchus gadi*, *Bolbosoma caenoforme* juv., *B. bobrovoi* juv., *Rhadinorhynchus trachuri*, *Anisakis simplex* l., *Ascarophis pacifica*, *A. skrjabini*, *Hysterothylacium aduncum*. Качественный состав гельминтофауны в настоящее время претерпевает незначительные изменения, в то время как количественные характеристики некоторых гельминтов существенно снижаются. Так, зараженность горбуши скребнями *Bolbosoma* spp. juv. снизилась до  $0,61 \pm 0,18$ .

**Ключевые слова:** горбуша, юго-восточный Сахалин, гельминтофауна

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность всем сотрудникам лаборатории микробиологии, паразитологии и генетики, которые участвовали в сборе материала, а также глубокую признательность Вяловой Галине Петровне за проведение мониторинговых ихтиопатологических исследований лососей и создание базы данных.

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Фролов Е. В., Новокрещенных С. В., Вялова Г. П. Гельминтофауна горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) юго-восточного Сахалина по результатам многолетних исследований // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 459–473.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-459-473>

© Фролов Е. В., Новокрещенных С. В., Вялова Г. П., 2023



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

Original article

# The helminthofauna of the pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) of south-east Sakhalin according to the results of many years of research

Evgeny V. Frolov<sup>1</sup>, Semyon V. Novokreshchennykh<sup>2</sup>, Galina P. Vyalova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sakhalin Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

<sup>1</sup> e.frolov@sakhniro.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7155-9416>

<sup>2</sup> s.novokreshennykh@sakhniro.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4787-6582>

## Abstract

**The purpose of the research** is to describe and analyze the qualitative and quantitative composition of pink salmon helminths of southeastern Sakhalin.

**Materials and methods.** Standard parasitological methods of collecting material were used. At the autopsy, the ureters, eyeballs, gill petals and arches, and the brain of fish were not examined. The method of collecting salmon parasites in the laboratory has been unchanged since 1992. Collections of representatives of monogenetic suckers were not carried out. Parasitological studies of pink salmon of southeastern Sakhalin were carried out from 1992 to 2022, a total of 4163 fish specimens were examined. The fish is caught in the estuaries of rivers and the sea coast.

**Results and discussion.** According to the results of their own research and literature data, the pink salmon helminth fauna of southeastern Sakhalin is represented by 23 species: *Dibothriocephalus nihonkaiensis* pl., *Eubothrium salvelini*, *Eu. crassum*, *Nybelinia surmenicola* pl., *Pelichnibothrium speciosum* pl., *Tetraphyllidea* gen. sp., *Brachyphallus crenatus*, *Cryptocotyle* sp. mtc., *Hemiurus levinseni*, *Lecithaster gibbosus*, *Prosorhynchoides gracilescens*, *Parahemiurus merus*, *Derogenes varicus*, *Capitasthes thyrstae*, *Corynosoma strumosum* l., *Echinorhynchus gadi*, *Bolbosoma caenoforme* juv., *B. bobrovoi* juv., *Rhadinorhynchus trachuri*, *Anisakis simplex* l., *Ascarophis pacifica*, *Ascarophis skjabinii*, *Hysterothylacium aduncum*. The qualitative composition of the helminth fauna is currently undergoing minor changes, while the quantitative characteristics of some helminths are significantly reduced. Thus, the infection of pink salmon with *Bolbosoma* sp. juv scrapers. decreased to  $0.61 \pm 0.18$ .

**Keywords:** pink salmon, southeastern Sakhalin, helminthofauna

**Acknowledgements.** The authors express their gratitude to all the employees of the Laboratory of Microbiology, Parasitology and Genetics (formerly the Laboratory of Fish Diseases) who participated in the collection of the material, and also deep gratitude to G. P. Vyalova for conducting monitoring ichthyopathological studies of salmon and creating a database.

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Frolov E. V., Novokreshchennykh S. V., Vyalova G. P. The helminthofauna of the pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) of south-east Sakhalin according to the results of many years of research. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):459–473. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-459-473>

© Frolov E. V., Novokreshchennykh S. V., Vyalova G. P., 2023

## Введение

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) является одним из важнейших объектов промысла, и занимает значимое место в структуре рыболовства Сахалина. Первые сведения о гельминтах сахалинских лососевых приводятся в работах Т. Фудзиты [34, 35],

которые посвящены изучению нематод проходных тихоокеанских лососей. Ю. Л. Мамаев с соавт. [19] существенно расширили список паразитов, встречающихся у проходных лососей Сахалина. Проведя паразитологический анализ 94 экз. горбуши, было обнаружено 18 видов гельминтов: *Eubothrium crassum* Bloch,

1779, *Diphyllobothrium* sp. pl. Cobbold, 1858, *Pelichnibothrium speciosum* l. Monticelli, 1889 (= *Phyllobothrium caudatum*), *Scolex pleuronectis* Müller, 1788, *Nybelinia surmenicola* pl. Okada in Dollfus, 1929, *Prosorhynchoides gracilescens* Rudolphi, 1819 (= *Bucephalopsis gracilescens*), *Hemiurus levinseni* Odhner, 1905, *Parahemiurus merus* Linton, 1910, *Lecithaster gibbosus* Rudolphi, 1802, *Derogenes varicus* Müller, 1784, *Brachyphallus crenatus* Rudolphi, 1802, *Copiatestes thyrstitae* Crowcroft, 1948 (= *Syncoelium filiferum*), *Rhadinorhynchus trachuri* Harada, 1935, *Corynosoma strumosum* l. Rudolphi, 1802, *Echinorhynchus gadi* Zoega in Müller, 1776, *Bolbosoma caenoforme* juv. Heitz, 1919, *Anisakis simplex* l. Rudolphi, 1809, *Ascarophis skrjabini* Layman, 1933, *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi, 1802.

Этими авторами получены первые сведения о видовом составе гельминтов, приобретенном лососями в морской период жизни.

Обобщение сведений о паразитофауне производителей горбуши Сахалина и дополнение списка паразитов были выполнены в 2003 г. [7]. Г. П. Вялова по результатам собственных исследований и литературных данных для горбуши Сахалина отмечает 21 вид гельминтов: *Brachyphallus crenatus* Rudolphi, 1802, *Cryptocotyle* sp. Lühe, 1899, Zoogonidae gen. sp. juv. Odhner, 1902, *Hemiurus levinseni* Odhner, 1905, *Lecithaster gibbosus* Rudolphi, 1802, *Tubulovesicula spari* Yamaguti, 1934, *Podocotyle atomon* Rudolphi, 1802, *Diphyllobothrium* sp. pl. Cobbold, 1858, *Nybelinia surmenicola* pl. Okada in Dollfus, 1929, *Pelichnibothrium speciosum* l. Monticelli, 1889, *Scolex pleuronectis* complex Müller, 1788, *Anisakis simplex* l. Rudolphi, 1809, *Ascarophis pacifica* Zhukov in Spassky & Rakova, 1960, *Contracaecum osculatum* Rudolphi, 1802, *Corynosoma strumosum* l. Rudolphi, 1802, *C. villosum* l. Van Cleave, 1953, *Echinorhynchus lotellae* Yamaguti, 1939, *Bolbosoma caenoforme* juv. Heitz, 1919, *B. bobrovi* Krotov & Delyamure, 1952 (= *B. bobrovi*).

После публикации монографии Г. П. Вяловой [7] внимание паразитологов было направлено на изучение фауны паразитов внутренних водоемов пресноводных и эвригалинных рыб Сахалина [26-28, 38].

К настоящему времени накоплен значительный ряд данных, отражающих качественно-количественный состав гельминтофауны

горбуши Сахалина. В свою очередь, изменения, происходящие в среде первого порядка (климатические, гидрологические [17]) и, как следствие, в среде второго порядка (биологические характеристики хозяина, динамика численности, сроки подхода [14, 15]), требуют регулярного мониторинга качественного и количественного состава гельминтофауны лососей Сахалина.

Цель наших исследований описать качественно-количественный состав гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина. Для этого было необходимо: составить актуальный список гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина, оценить изменения качественно-количественного состава гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина в многолетнем аспекте и оценить степень сходства гельминтофауны горбуши в дальневосточном регионе (по литературным данным).

### Материалы и методы

Работа основана на материалах, собранных сотрудниками лаборатории микробиологии, паразитологии и генетики (ранее лаборатория болезней рыб). Использованы стандартные паразитологические методы сбора материала [6, 16]. В качестве фиксатора использовали этанол 70 или 96%-ный. При вскрытии не исследовали мочеточники, глазные яблоки, жаберные лепестки и дуги, мозг рыб. Методика сбора паразитов лососей в лаборатории была неизменной с 1992 г. Сборы представителей моногенетических сосальщиков не проводили.

Паразитологические исследования горбуши юго-восточного Сахалина осуществляли с 1992 по 2022 гг. Всего обследовано 4163 экз. рыб (табл. 1, рис. 1). Рыба выловлена в устьях рек и морском побережье.

С 1992 г. сбор и обработку материалов осуществляли под руководством и при непосредственном участии Г. П. Вяловой. Авторы принимали участие в сборе и обработке материала с 2000 (Фролов Е. В.) и с 2018 (Новокрещенных С. В.) гг. При сравнении качественного состава гельминтофауны горбуши в Дальневосточном регионе использовали коэффициент Жаккара:

$$K_j = \frac{c}{(a + b - c)}$$

где  $a$  – число видов;  $b$  – число видов в сравниваемом регионе;  $c$  – число видов, общих для Сахалина и сравниваемого региона.



Таблица 1 [Table 1]

Объем паразитологических исследований горбуши юго-восточного Сахалина  
[The volume of parasitological studies of pink salmon of southeastern Sakhalin]

№ п/п	Год исследований [A year of research]	Число осмотрен- ных рыб [Number of fish examined]	Паразитологический анализ [Parasitological analysis]	
			мышечная ткань [muscle]	ЖКТ** [GIT]
1	1992	247	247	62
2	1993	244	244	45
3	1994	300	300	25
4	1995	239	239	30
5	1996	150	150	50
6	1997	168	168	31
7	1998	200	200	45
8	1999	300	300	45
9	2000	295	295	50
10	2001	250	250	50
11	2002	100	100	60
12	2003	150	150	50
13	2004	150	150	50
14	2005	150	150	25
15	2006	100	100	25
16	2007	99	99	25
17	2008	100	100	25
18	2009	50	50	15
19	2010	50	50	25
20	2011	25	25	н/д*
21	2012	30	30	н/д
22	2013	90	90	н/д
23	2014	100	100	н/д
24	2015	75	75	н/д
25	2016	25	25	н/д
26	2017	н/д	н/д	н/д
27	2018	51	51	н/д
28	2019	200	200	н/д
29	2020	25	25	15
30	2021	100	100	50
31	2022	100	100	60

Примечание [Note]. \* – нет данных [no data available]; \*\* ЖКТ – желудочно-кишечный тракт (пищевод, желудок, кишечник, пилорические придатки) [gastrointestinal tract (GIT) (esophagus, stomach, intestines, pyloric appendages)]



Рис. 1. Схема района сбора материала  
1992-2022 гг.  
[Fig. 1. Scheme of the material collection area  
1992-2022]

Для сравнения среднего значения выборок 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.

В качестве характеристик зараженности использовали экстенсивность инвазии (ЭИ, %), амплитуду интенсивности (АИ, экз.) и индекс обилия (ИО).

### Результаты и обсуждение

В систематическом порядке приведен актуальный фаунистический список гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина, результаты фаунистических исследований.

#### Класс Cestoda Rudolphi, 1808

*Eubothrium crassum* (Bloch, 1779) Nybelin, 1922

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

*Eubothrium salvelini* (Schrank, 1790) Nybelin, 1922

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт. Пилорические придатки (57,9% особей паразита), кишечник (41,1%), желудок (0,5%), пищевод (0,5%).

**Обсуждение:** В связи с невозможностью идентифицировать ранние находки 1990 гг. в дальнейшем анализе гельминтофауны сахалинской горбуши будет использована группа видов – *Eubothrium* spp.

*Dibothriosephalus nihonkaiensis* pl. (Yamane, Kamo, Bylund & Wikgren, 1986) Waeschenbach, Brabec, Scholz, Littlewood & Kuchta, 2017

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** скелетная мускулатура.

*Pelichnibothrium speciosum* pl. Monticelli, 1889

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт. Пилорические придатки (57,9% особей паразита),

кишечник (40,6%), единично желудок (0,8%), пищевод (0,7%).

*Tetraphyllidea incertae sedis*

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

**Обсуждение:** Тетрафилидные цестоиды неясного систематического положения, в том числе *Scolex pleuronectis* complex

*Nybelinia surmenicola* pl. Okada in Dollfus, 1929

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** скелетная мускулатура.

#### Класс Trematoda Rudolphi, 1808

*Prosorhynchoides gracilescens* (Rudolphi, 1819) Stunkard, 1976

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

*Derogenes varicus* (Müller, 1784) Looss, 1901

**Место обнаружения:** зал. Мордвинова, зал. Терпения.

**Локализация:** пищеварительный тракт. Преимущественно пилорические придатки (94%).

*Parahemiurus merus* (Linton, 1910) Manter, 1940

**Место обнаружения:** зал. Мордвинова, зал. Терпения.

**Локализация:** пищевод;

*Brachyphallus crenatus* (Rudolphi, 1802) Odhner, 1905

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт, преимущественно пищевод и желудок.

*Hemiurus levinseni* Odhner, 1905

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт, преимущественно пищевод (45%) и желудок (51%).

*Lecithaster gibbosus* (Rudolphi, 1802) Lühe, 1901

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт, преимущественно пилорические придатки (63%) и кишечник (33%).

*Copiatestes filiferus* (Leuckart in Sars, 1885) Gibson & Bray, 1977

**Место обнаружения:** зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

*Cryptocotyle* sp. ntc. Lühe, 1899

**Место обнаружения:** оз. Долгое (Поронайский район).

**Локализация:** в чешуйных кармашках, под кожей.

#### Класс Palaeacanthocephala Meyer, 1931

*Echinorhynchus gadi* Zoega in Müller, 1776

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** кишечник.

*Rhadinorhynchus trachuri* Narada, 1935

**Место обнаружения:** зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

*Bolbosoma caenoforme* juv. (Heitz, 1920) Meyer, 1932

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** кишечник, пилорические придатки

*Bolbosoma bobrovoi* juv. Krotov & Delyamure, 1952

**Место обнаружения:** зал. Мордвинова

**Локализация:** кишечник, пилорические придатки

**Обсуждение:** В связи с невозможностью идентифицировать ранние находки 1990 гг. в дальнейшем анализе гельминтофауны сахалинской горбуши будет использована группа видов – *Bolbosoma* spp. juv.

*Corynosoma strumosum* l. (Rudolphi, 1802) Lühe, 1904

**Место обнаружения:** зал. Мордвинова.

**Локализация:** кишечник.

*Anisakis simplex* l. (Rudolphi, 1809) Dujardin, 1845

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** скелетная мускулатура (преимущественно), в стенках внутренних органов, реже в желудочно-кишечном тракте.

*Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) Deardorff & Overstreet, 1981

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

*Ascarophis pacifica* Zhukov in Spassky & Rakova, 1960

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

*Ascarophis skrjabini* (Layman, 1933) Polyanski, 1952

**Место обнаружения:** зал. Терпения, зал. Мордвинова.

**Локализация:** пищеварительный тракт.

#### Фаунистическое разнообразие гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина

Целесообразность обобщения сведений о гельминтофауне горбуши юго-восточного Сахалина возникла в свете противоречивых литературных данных и результатов собственных исследований в последние годы. В мышцах горбуши паразитируют личинки анизакисов (*Anisakis* sp. l.) и плероцеркоиды дифиллоботриид (*Dibothriocephalus nihonkaiensis* pl.). Локализация гельминтов типична. Анизакиды регистрируют преимущественно в брюшных мышцах, дифиллоботрииды – в спинных мышцах рыб, что согласуется с литературными данными о распределении этих паразитов в мышцах горбуши Сахалина [7]. Зараженность гельминтами находится на уровне среднемноголетних значений:  $6,4 \pm 0,1$  (*Anisakis simplex* l.) и  $0,13 \pm 0,01$  (*Dibothriocephalus nihonkaiensis* pl.) (рис. 2, 3).

Иная картина наблюдается при анализе качественного и количественного составов гельминтов пищеварительного тракта горбуши. По результатам многолетних исследований [7], а также неопубликованным данным в гельминтофауне горбуши доминировали по численности личинки *Pelichnibothrium speciosum* (рис. 3, 4). При этом, субдоминантную группу ранее (1992–2016 гг.) составляли личинки нематод *Anisakis simplex*, в то время как в 2020–2022 гг. эта группа была сформирована нематодами *Ascarophis pacifica* (рис. 4, 5).

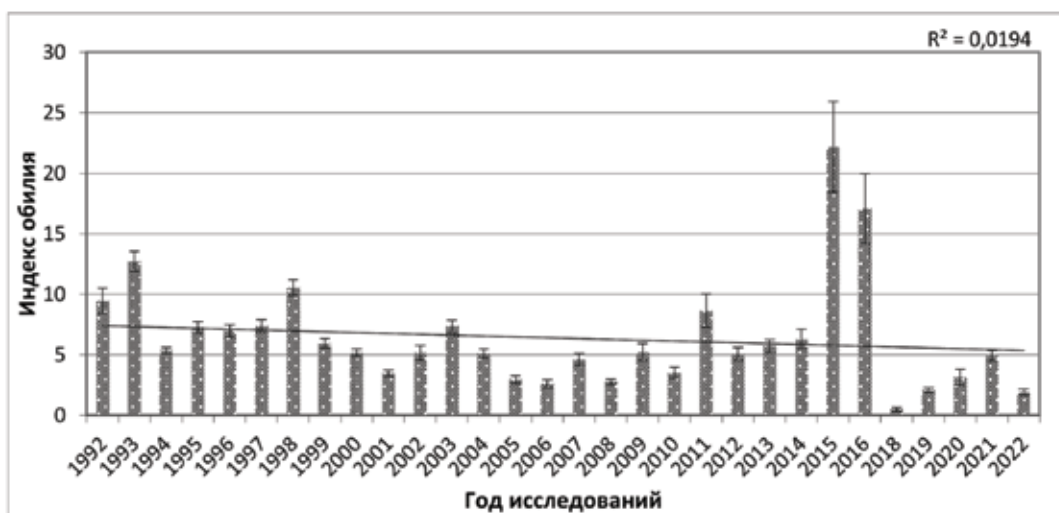


Рис. 2. Зараженность горбуши *Anisakis sp. I*.  
 [Fig. 2. Infection of pink salmon with *Anisakis sp. I*.]

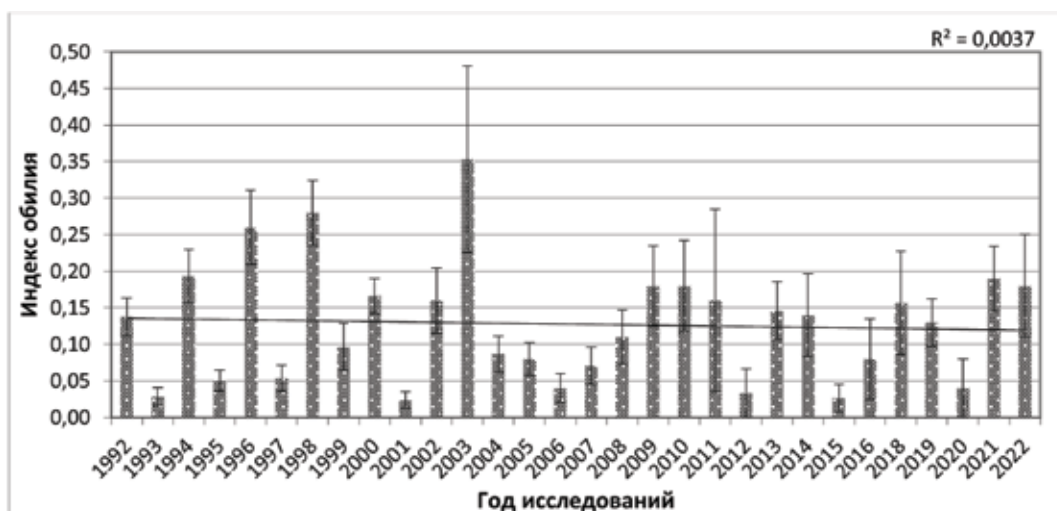


Рис. 3. Зараженность горбуши *Dibothriocephalus nihonkaiensis pl.*  
 [Fig. 3. Infection of pink salmon with *Dibothriocephalus nihonkaiensis pl.*]

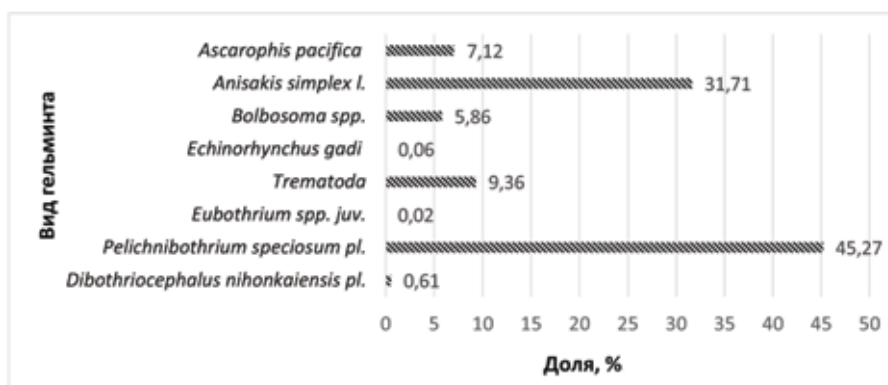


Рис. 4. Зараженность горбуши *Dibothriocephalus nihonkaiensis pl.*  
 [Fig. 4. Infection of pink salmon with *Dibothriocephalus nihonkaiensis pl.*]

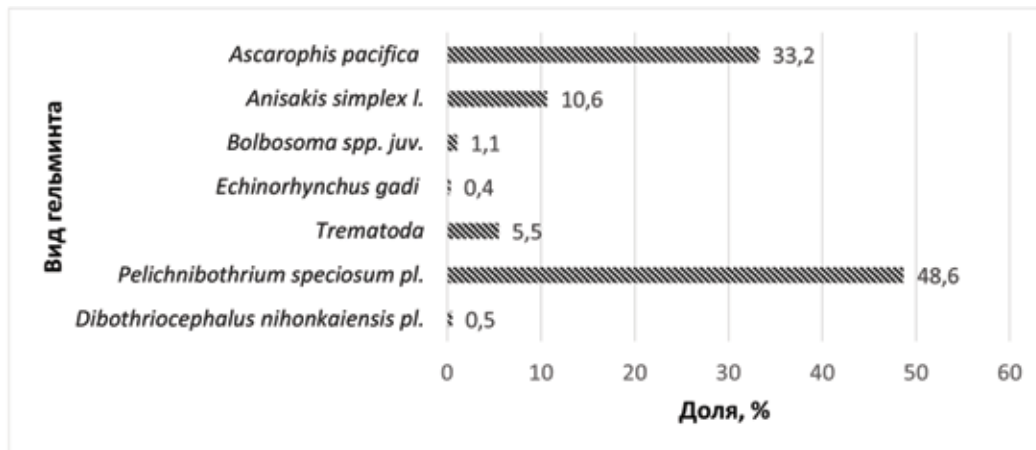


Рис. 5. Качественный состав гельминтофауны горбуши по результатам исследований в 2020–2022 гг.

[Fig. 5. Qualitative composition of the pink salmon helminth fauna according to the results of research in 2020–2022]

Кроме этого, в 2020–2022 гг. в гельминтофауне не регистрируют (или отмечают единично) трематоды *Hemiurus levinseni* в то время, как в конце 90-х начале 2000-х гг. это был

характерный для горбуши вид. Трематоды *H. levinseni* находили ранее у горбуши на протяжении многих лет (табл. 2), и они были сопоставимы по численности с *B. crenatus*.

Таблица 2 [Table 2]

**Зараженность горбуши гемиуридными трематодами**  
[Pink salmon infection with hemiurid trematodes]

Год исследований [A year of research]	Зараженность гемиуридными трематодами [Infection with hemiurid trematodes]					
	<i>Hemiurus levinseni</i>			<i>Brachyphallus crenatus</i>		
	ЭИ, % [EI, %]	ИО [AI]	АИ, экз. [IA, sp.]	ЭИ, % [EI, %]	ИО [AI]	АИ, экз. [IA, sp.]
1998	62,2	3,9±0,8	1–23	58	5,4±1,3	1–39
1999	33,3	2,7±1,9	2–29	33,3	2,9±1,6	2–23
2000	100	23,3±7,1	2–352	14	2,1±1,5	1–76
2001	25,9	1,1±0,3	1–10	94	11,6±1,8	1–93
2002	48,9	3,5±0,9	1–33	80	18,3±6,9	1–303

В 2020–2022 гг. изменяется и численность некоторых скребней. Зараженность горбуши личинками *Bolbosoma spp. juv.* в предыдущие

годы исследований (1992–2013) была существенно выше (табл. 3).

Таблица 3 [Table 3]

**Зараженности горбуши *Bolbosoma spp. juv.* в разные годы исследований (P = 0,01)**  
[The infection of pink salmon with *Bolbosoma spp. juv.* in different years]

Период [Period]	ИО [AI]	Период [Period]	ИО [AI]
1992–1995	3,0±0,7	2020–2022	0,6±0,2
1996–1998	7,9±0,6	//–//*	//–//
1999–2001	8,7±1,1	//–//	//–//
2002–2004	9,0±1,2	//–//	//–//
2005–2007	3,3±0,4	//–//	//–//
2008–2010	4,2±0,5	//–//	//–//
2012–2013	5,7±1,3	//–//	//–//

Примечание [Note]. \* - повтор значения/периода выше [repeating the value/period above]

При сравнении зараженности горбуши *Bolbosoma* spp. juv. значение  $U$  – критерия варьировало от  $8,1 \times 10^{-19}$  до  $1,6 \times 10^{-33}$ , но во всех случаях было ниже критического значения (уровень значимости различий составил 0,01). Среднемноголетнее значение (2020–2022 гг.) зараженности (ИО) горбуши личинками *Bolbosoma* spp. juv. составило  $0,6 \pm 0,2$ , что достоверно ( $P = 0,01$ ) отличается от значений предыдущих лет (от  $3 \pm 0,7$  до  $9,0 \pm 1,2$ ).

Описанные трансформации в структуре гельминтофауны горбуши, а также отсутствие у рыб ряда видов гельминтов, отмеченных ранее, послужили причиной для сравнения литературных и оригинальных данных.

Анализируя гельминтофауну горбуши, необходимо разделить виды паразитов, регистрация которых у рыб, по нашему мнению, является сомнительной и те виды, которые могут быть причислены к редким у этого хозяина. При анализе литературных источников, использованных для обобщения сведений о паразитофауне горбуши Сахалина [7], отмечен ряд неточностей. Ссылки на литературные источники К. Nagasawa et al. [37], Е. В. Жукова [12] являются не корректными в силу тех причин, что Е. В. Жуков обследовал горбушу о. Шикотан. К. Nagasawa et al. в сводке о паразитах горбуши ссылается на Е. В. Жукова. Более того, в сомнительных находках используют термин «unspecified locality» в графе хозяин. Один из характерных примеров – регистрация *Podocotyle atomon* у горбуши Сахалина. Указанная трематода была отмечена Е. В. Жуковым [12] у горбуши о. Шикотан: «У *Oncorhynchus gorbusha* и *Salvelinus leucamaenis* найдены лишь неполовозрелые формы».

Коринозомы (*Corynosoma villosum* l.), отмеченные для горбуши Сахалина, также вызывают сомнения. Работа Л. И. Соколовской [25], на которую ссылается Г. П. Вялова [7], посвящена скребням рыб бассейна Амура. Трематода рода *Tubulovesicula*, отмеченная для горбуши Сахалина [7], была зарегистрирована для кеты Японии [37]. Окончательным хозяином *Contracaecum osculatum* являются рыбацкие теплокровные животные [8]. Личинки этих нематод обнаружены у горбуши Японии [37], регистрация же половозрелой формы у горбуши Сахалина сомнительна. Трематоды *Zoogonidae* gen. sp. juv., отмеченные Г. П. Вяловой, по всей видимости, определены ошибоч-

но. Трематоды этого семейства характерны для бентофагов и отсутствуют в фаунистическом списке паразитов горбуши даже для ДВ морей [21].

Таким образом, рассуждая о возможном изменении качественного состава паразитов горбуши, необходимо исключить из фаунистического списка следующие виды: *Tubulovesicula spari*, *Podocotyle atomon*, *Zoogonidae* gen. sp. juvenile, *Pseudoterranova decipiens* l., *Contracaecum osculatum*, *Corynosoma villosum* l., *Echinorhynchus lotellae*.

Кроме теоретического заключения, в подтверждение указанных предположений свидетельствуют и эмпирические исследования гельминтофауны горбуши. За время исследований (1992–2022 гг.) вскрыто 868 экз. пищеварительных трактов горбуши Сахалина, в которых не зарегистрированы указанные виды.

Актуальный состав гельминтофауны горбуши по результатам литературных данных и оригинальных исследований включает 23 вида: *Dibothriocephalus nihonkaiensis* pl., *Eubothrium salvelini*, *Eu. crassum*, *Nybelinia surmenicola* pl., *Pelichnibothrium speciosum* pl., *Tetraphyllidea* gen. sp., *Brachyphallus crenatus*, *Cryptocotyle* sp. mtc., *Hemiurus levinseni*, *Lecithaster gibbosus*, *Prosorhynchoides gracilescens*, *Parahemiurus merus*, *Derogenes varicus*, *Capiatestes thyrstiae*, *Corynosoma strumosum* l., *Echinorhynchus gadi*, *Bolbosoma caeniforme* juv., *B. bobrovoi* juv., *Rhadinorhynchus trachuri*, *Anisakis simplex* l., *Ascarophis pacifica*, *Ascarophis skrjabini*, *Hysterothylacium aduncum*.

Подводя промежуточный итог сказанному, можно констатировать следующее: в течение 2020–2022 гг. наблюдается смена качественного и количественного составов гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина. В сборах указанных годов отсутствовали трематоды *Hemiurus levinseni* и *Parahemiurus merus*. В структуре гельминтофауны изменилась субдоминантная группа. Существенно снизилась численность *Bolbosoma* spp. juv.

Гельминтофауна горбуши Дальневосточного региона более разнообразна и включает в себя 41 вид и групп гельминтов (табл. 4). Наибольшее число видов гельминтов отмечено у горбуши Приморья, Сахалина и Амура.

Результаты собственных исследований и литературных данных позволяют провести сравнение качественного состава гельминтов

Таблица 4 [Table 4]

Гельминтофауна горбуши в различных районах Дальнего Востока  
[Pink salmon helminthofauna in various regions of the Far East]

Вид паразита [Type of parasite]	Гельминты горбуши различных районов Дальнего Востока [Helminths of pink salmon from various regions of the Far East]							
	ПР	АМ	СХ	ЯП	КУ	КА	ЧУ	ТГ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Laminiscus strelkowi</i>					+			
<i>Diplocotyle olrikii</i>								+
<i>Eubothrium</i> spp.	+	+	+	+	+			+
<i>Dibothriocephalus nihonkaiensis</i> pl.*	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Proteocephalus</i> sp.				+				+
<i>Gangesia parasiluri</i>		+						
<i>Nybelinia surmenicola</i>	+	+	+			+		+
<i>N. lingualis</i>	+	+						
<i>Pelichnibothrium speciosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pelichnibothrium</i> sp.				+				
<i>Tetraphyllidea</i> gen. sp.	+	+	+	+	+	+		+
<i>Tetrabothridae</i> gen. sp. pl.								+
<i>Bucephalodoides iskasense</i>								+
<i>Pronoprimna petrowi</i>								
<i>Prosorhynchoides gracilescens</i> **			+			+		+
<i>P. basargini</i> ***		+				+		
<i>Crepidostomum farionis</i>	+							
<i>Podocotyle reflexa</i>								+
<i>P. atomon</i>					+			+
<i>Podocotyle</i> spp. juv.								+
<i>Genolinea anura</i>		+						
<i>Derogenes varicus</i>	+		+					+
<i>Progonus muelleri</i>						+		
<i>Brachyphallus crenatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hemiurus levinseni</i>	+		+	+	+	+		+
<i>Parahemiurus merus</i>	+		+					
<i>Tubulovesicula lindbergi</i>	+							
<i>Lecithaster gibbosus</i>	+	+	+	+	+	+		+
<i>L. stellatus</i>		+						
<i>Capiatestes thyrstitae</i> ****			+			+		
<i>Cryptocotyle</i> sp. mtc.			+					
<i>Bolbosoma coenoforme</i> juv.	+	+	+	+	+	+		+
<i>B. bobrovoi</i> juv.*****			+					
<i>B. nipponicum</i> juv.	+							
<i>Echinorhynchus gadi</i>	+	+	+	+		+		+
<i>E. lotellae</i>				+	+			
<i>Corynosoma strumosum</i> l	+		+					
<i>C. villosum</i> l.		+						
<i>Rhadiorhynchus trachuri</i>			+					
<i>Contracaecum</i> sp. l.				+		+		
<i>Anisakis simplex</i> l.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudoterranova decipiens</i> l.				+				
<i>Ascarophis</i> sp.				+				

Окончание таблицы 4 [End of table 4]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>A. pacifica</i>			+					+
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	+	+	+	+	+	+		+
<i>Ascarophis skrjabini</i>	+	+	+					

Примечание [Note]. ПР – Приморье [Primorye] [10, 11, 19, 20], АМ – бассейн р. Амур [basin of the Amur River] [3-5, 9, 13, 18, 30, 31], СХ – Сахалин [Sakhalin] [19] и результатам собственных исследований [and the results of their own research], ЯП – Японские острова, Хоккайдо [Japanese Islands, Hokkaido] [37], КУ – Курильские острова [Kuril Islands] [12], КА – Камчатка [Kamchatka] [2, 19, 29, 32], ЧУ – Чукотка (Анадырский бассейн) [Chukotka (Anadyr basin)] [33], ТГ – Тауйская губа Охотского моря [Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk] [1, 22-24]

горбуши в ДВ регионе. Наиболее сходны фауны гельминтов горбуши Сахалина и Камчатки: 0,57. Данный факт, возможно, свидетельствует об одинаковых местах нагула лососей, однако, это предположение требует дополнительных исследований.

Наименьшее сходство фаун отмечено для горбуши Сахалина и Амура:  $K_j = 0,36$ . Это обстоятельство обусловлено наличием у горбуши р. Амур пресноводных паразитов, приобретаемых вследствие длительной речной миграции. Невысокие коэффициенты сходства качественного состава гельминтофауны горбуши Сахалина с другими районами ДВ, очевидно, связаны со слабой изученностью паразитов горбуши этих регионов.

Полученные результаты формируют предпосылки для изучения количественных характеристик зараженности горбуши Дальневосточного региона.

### Заключение

Проведенный анализ качественного и количественного составов гельминтов горбуши юго-восточного Сахалина позволяет сделать ряд основных выводов:

1. Гельминтофауна горбуши юго-восточного Сахалина по результатам собственных исследований и литературным данным представлена 23 видами: *Dibothriocephalus nihonkaiensis* pl., *Eubothrium salvelini*, *Eu. crassum*, *Nybelinia surmenicola* pl., *Pelichnibothrium speciosum* pl., *Tetraphyllidea* gen. sp., *Brachyphallus crenatus*, *Cryptocotyle* sp. mtc., *Hemiurus levinseni*, *Lecithaster gibbosus*, *Proisorhynchoides gracilescens*, *Parahemiurus merus*, *Derogenes varicus*, *Capiatestes thyrstitae*, *Corynosoma strumosum* l., *Echinorhynchus gadi*, *Bolbosoma*

*caenoforme* juv. *B. bobrovoi* juv., *Rhadinorhynchus trachuri*, *Anisakis simplex* l., *Ascarophis pacifica*, *Ascarophis skrjabini*, *Hysterothylacium aduncum*.

2. Качественный состав гельминтофауны в настоящее время претерпевает незначительные изменения, в то время как количественные характеристики некоторых гельминтов существенно снижаются. Так, зараженность горбуши скребнями *Bolbosoma* spp. juv. снизилась до  $0,61 \pm 0,18$ .

3. Наиболее сходны фауны гельминтов горбуши Сахалина и Камчатки. Наименьшее сходство фаун отмечено для горбуши Сахалина и Амура (0,36). Это обстоятельство обусловлено наличием у горбуши р. Амур пресноводных паразитов, приобретаемых вследствие длительной речной миграции.

Полученные результаты формируют предпосылки для изучения количественных характеристик зараженности горбуши Дальневосточного региона.

### Список источников

1. Атрашкевич Г. И., Орловская О. М., Регель К. В., Михайлова Е. И., Поспехов В. В. Паразитические черви животных Тауйской губы // Биологическое разнообразие Тауйской губы Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 175–251.
2. Ахмеров А. Х. Паразитофауна рыб реки Камчатки // Известия ТИНРО. 1954. Т. 43. С. 99–137.
3. Ахмеров А. Х. Ленточные черви рыб реки Амур // Труды Гельминтологической лаборатории АН СССР. 1960. Т. 10. С. 15–31.
4. Ахмеров А. Х. К познанию фауны трематод рыб бассейна р. Амура // Труды Гельминтологической лаборатории АН СССР. 1962. Т. 11. С. 22–31.
5. Ахмеров А. Х. Гельминты как биологический индикатор локальных стад амурских проход-



- ных лососей (*Oncorhynchus*) // Вопросы ихтиологии. 1963. Т. 3. С. 536–555.
6. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Ленинград: Наука, 1985. 121 с.
  7. Вялова Г. П. Паразитозы кеты (*O. keta*) и горбуши (*O. gorbusha*) Сахалина. Южно-Сахалинск, 2003. 192 с.
  8. Делямуре С. Л. Гельминтофауна морских млекопитающих в свете их экологии и филогении. М., 1955. 520 с.
  9. Дубинина М. Н. Ленточные черви рыб бассейна Амура // Паразитологический сборник. 1971. Т. 25. С. 77–119.
  10. Ермоленко А. В. Паразиты пресноводных водоемов континентальной части бассейна Японского моря. Владивосток, 1992. 238 с.
  11. Ермоленко А. В., Беспрозванных В. В., Шедько С. В. Фауна паразитов лососевых рыб (Salmonidae, Salmoniformes) Приморского края. Владивосток: Дальнаука, 1998. 89 с.
  12. Жуков Е. В. Эндопаразитические черви рыб Японского моря и Южно-Курильского мелководья // Паразитологический сборник ЗИН АН СССР. 1960. Т. 28. С. 3–146.
  13. Змеев Г. Я. Сосальщико и ленточные черви рыб реки Амур // Паразитологический сборник ЗИН АН СССР. 1936. Т. 4. С. 405–436.
  14. Каев А. М. Снижение численности горбуши (*Oncorhynchus gorbusha*) в Сахалино-Курильском регионе как следствие действия экстремальных факторов среды // Известия ТИНРО. 2018. Т. 192. С. 3–14. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2018-192-3-14>.
  15. Каев А. М. Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши (*Oncorhynchus gorbusha*) на северо-восточном побережье острова Сахалин // Вопросы ихтиологии. 2019. Т. 59, № 6. С. 672–680. <https://doi.org/10.1134/S0042875219060043>.
  16. Курочкин Ю. В. Методическое пособие по паразитологическому инспектированию морских рыб. Владивосток: ТИНРО, 1979. 83 с.
  17. Ложкин Д. М., Шевченко Г. В. Циклические вариации температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным в 1998–2018 гг. // Известия. Физика атмосферы и океана. 2020. 56, № 12. С. 1621–1627. <https://doi.org/10.1134/S0001433820120464>.
  18. Ляйман Э. М. Паразитические черви амурской горбуши (*Onchorhynchus gorbusha*) // Работы по гельминтологии. М., 1937. С. 359–362.
  19. Мамаев Ю. Л., Парухин А. М., Баева О. М., Ошмарин П. Г. Гельминтофауна дальневосточных лососей в связи с вопросом о локальных стадах и путях миграции этих рыб. Владивосток: Примориздат, 1959. 74 с.
  20. Мотора З. И. Скребни рыб северо-западной части японского моря // Известия ТИНРО. 2019. Т. 198. С. 93–118. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2019-198-93-118>.
  21. Паразитические черви рыб дальневосточных морей и сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-центр, 1999. 123 с.
  22. Поспехов В. В., Атрашкевич Г. И., Орловская О. М. Гельминтофауна лососевых рыб (Salmonidae) северного Приохотья (бассейны рек Тауй и Яма) Сообщение 1. Гельминты тихоокеанских лососей // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 1. С. 93–101.
  23. Поспехов В. В., Атрашкевич Г. И., Орловская О. М. Паразиты рыб бассейна реки Гижига (северное побережье Охотского моря) // Известия ТИНРО. 2010. Т. 163. С. 365–378. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-965-977>.
  24. Поспехов В. В., Атрашкевич Г. И., Орловская О. М. Паразитические черви проходных лососевых рыб Северного Охотоморья. Магадан: Кордис, 2014. 128 с.
  25. Соколовская И. Л. Скребни рыб бассейна Амура // Паразитологический сборник Зоологического Ин-та АН СССР. 1971. Т. 25. С. 165–176.
  26. Соколов С. Г., Фролова С. Е., Фролов Е. В. Первая регистрация паразитической нематоды *Clavinema mariae* (Dracunculoidea: Philometridae) у трескообразных рыб (*Osteichthyes Gadiformes*) // Зоология беспозвоночных. 2010. Т. 7, № 2. С. 123–132.
  27. Соколов С. Г., Шедько М. Б., Протасова Е. Н., Фролов Е. В. Паразиты рыб внутренних водоемов острова Сахалин // Растительный и животный мир островов северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 179–216.
  28. Соколов С. Г., Фролова С. Е. Материалы по паразитофауне рыб Сахалина // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2015. № 2. С. 90–97.
  29. Стрелков Ю. А. Эктопаразитические черви морских рыб восточной Камчатки // Труды ЗИН АН СССР. 1960. Т. 28. С. 147–196.
  30. Стрелков Ю. А. Дигенетические сосальщико рыб бассейна Амура // Паразитологический сборник ЗИН АН СССР. 1971. Т. 25. С. 41–76.
  31. Стрелков Ю. А., Шульман С. С. Эколого-фаунистический анализ паразитов рыб Амура // Паразитологический сборник ЗИН АН СССР. 1971. Т. 25. С. 196–292.

32. Трофименко В. Я. Материалы по гельминтофауне пресноводных и проходных рыб Камчатки // Труды Гельминтологической лаборатории АН СССР. 1962. Т. 12. С. 232–262.
33. Черешнев И. А., Шестаков А. В., Скопец М. Б., Коротяев Ю. А., Макоедов А. Н. Паразиты рыб Анадырского бассейна. Владивосток: Дальнаука, 2001. 336 с.
34. Fujita T. On the Nematoda – parasites of the Pacific salmon. J. Fac. Agric. Hokkaido Imp. Univ. 1939; 42. 239–266.
35. Fujita T. Further notes on nematodes of salmonoid fishes in Japan. Jpn. J. Zool. 1940; 8. 377–394.
36. Hanzelova V., Sholz T., Gerdeaux D., Kuchta R. A comparative study of *Eubothrium salvelini* and *E. crassum* (Cestoda: Pseudophyllidea) parasites of Arctic charr and brown trout in alpine lakes. *Environmental Biology of Fishes*. 2002; 64. 245–256. <https://doi.org/10.1023/A:1016014505671>.
37. Nagasawa K., Urawa S., Awakura T. A checklist and bibliography of parasites of salmonids of Japan. *Sci. Rep. of the Hokkaido Salmon Hatchery*. 1987; 41. 1–75.
38. Sokolov S. G., Frolov E. V. Diversity of parasites in the Amur sleeper (*Perccottus glenii*, Osteichthyes, Odontobutidae) within its native range. *Zoologicheskii Zhurnal*. 2012; 91 (1): 17–29.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

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

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

**Вялова Галина Петровна**, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО) (693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196), г. Южно-Сахалинск, Россия

Вклад соавторов:

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

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

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

- Atrashkevich G. I., Orlovskaya O. M., Regel K. V., Mikhailova E. I., Pospikhov V. V. Parasitic worms of animals of the Tauiskaya Bay. *Biological diversity of the Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk*. Vladivostok: Dalnauka, 2005; 175–251. (In Russ.)
- Akhmerov A. H. Parasitofauna of fish of the Kamchatka River. *Izvestiya TINRO = Izvestiya TINRO*. 1954; 43. 99–137. (In Russ.)
- Akhmerov A. H. Tapeworms of fish of the Amur River. *Tr. Helminthol. lab. USSR Academy of Sciences*. 1960; 10. 15–31. (In Russ.)
- Akhmerov A. H. Towards the knowledge of the trematode fauna of fish of the Amur River basin. *Trudy Gel'mintologicheskoy laboratorii AN SSSR = Tr. Helminthol. lab. USSR Academy OF Sciences*. 1962; 11. 22–31. (In Russ.)
- Akhmerov A. H. Helminths as a biological indicator of local herds of Amur passing salmon (*Oncorhynchus*). *Voprosy ikhtiologii = Questions of ichthyology*. 1963; 3. 536–555. (In Russ.)
- Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. Parasites of fish. Study Guide. Leningrad: Nauka, 1985; 121. (In Russ.)
- Vyalova G. P. Parasitoses of chum salmon (*O. keta*) and pink salmon (*O. gorbuscha*) Sakhalin. *Yuzhno-Sakhalinsk*, 2003; 192. (In Russ.)
- Delamure S. L. Helminthofauna of marine mammals in the light of their ecology and phylogeny. Moscow, 1955; 520. (In Russ.)
- Dubinina M. N. Tapeworms of Amur basin fishes. *Parazitologicheskii sbornik = Parasitological collection*. 1971; 25. 77–119. (In Russ.)
- Ermolenko A. V. Parasites of freshwater reservoirs of the continental part of the basin of the Sea of Japan. Vladivostok, 1992; 238. (In Russ.)
- Ermolenko A. V., Bezprozvannykh V. V., Shedko S. V. Fauna of parasites of salmon fish (Salmon,

- Salmoniformes) *Primorsky Krai*. Vladivostok: Dalnauka, 1998; 89. (In Russ.)
12. Zhukov E. V. Endoparasitic worms of fish of the Sea of Japan and the South Kuril shallow water. *Parazitologicheskii sbornik ZIN AN SSSR = Parasitol sb. ZIN of the USSR Academy of Sciences*. 1960; 28: 3-146. (In Russ.)
  13. Zmeev G. Ya. Suckers and tapeworms of Amur River fish. *Parazitologicheskii sbornik ZIN AN SSSR = Parasitol sb. ZIN of the USSR Academy of Sciences*. 1936; 4: 405-436. (In Russ.)
  14. Kaev A. M. Decrease in the number of pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) in the Sakhalin-Kuril region as a consequence of the action of extreme environmental factors. *Izvestiya TINRO = Izvestiya TINRO*. 2018; 192: 3-14. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2018-192-3-14>. (In Russ.)
  15. Kaev A. M. Some results of studying the dynamics of the number of pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) on the north-eastern coast of Sakhalin Island. *Voprosy ikhtiologii = Questions of ichthyology*. 2019; 59 (6): 672-680. <https://doi.org/10.1134/S0042875219060043>. (In Russ.)
  16. Kurochkin Yu. V. Methodical manual on parasitological inspection of marine fish. Vladivostok: TINRO, 1979; 83 (In Russ.)
  17. Lozhkin D. M., Shevchenko G. V. Cyclical Variations in the Surface Temperature in the Sea of Okhotsk and Adjacent Waters, according to 1998–2018 Satellite Data. *Izvestiya, Fizika atmosfery i okeana = Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2020; 56 (12): 1621-1627. <https://doi.org/10.1134/S0001433820120464>. (In Russ.)
  18. Layman E. M. Parasitic worms of the Amur pink salmon (*Onchorhynchus gorbusha*). *Raboty po gel'mintologii = Works on helminthology*. 1937; 359-362. (In Russ.)
  19. Mamaev Y. L., Parukhin A.M., Baeva O. M., Oshmarin P. G. Helminthofauna of Far Eastern salmon in connection with the question of local herds and migration routes of these fish. Vladivostok: Primorizdat, 1959; 74. (In Russ.)
  20. Motor Z. I. Skrebni pisces of the north-western part of the Sea of Japan. *Izvestiya TINRO = Izvestiya TINRO*. 2019; 198: 93-118. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2019-198-93-118>. (In Russ.)
  21. Parasitic worms of fish of the Far Eastern seas and adjacent waters of the Pacific Ocean. Vladivostok: TINRO-center, 1999; 123. (In Russ.)
  22. Pospekhov V.V., Atrashkevich G.I., Orlovskaya O.M. Helminthofauna of salmon fish (salmon) of the northern Priokhotye (basins of the Tauu and Yama rivers) Message 1. Helminths of Pacific salmon. *Vestnik SVNTS DVO RAN = Vestnik SVNTs FEB RAS*. 2009; 1: 93-101. (In Russ.)
  23. Pospekhov V. V., Atrashkevich G. I., Orlovskaya O.M. Parasites of fish of the Gizhiga River basin (northern coast of the Sea of Okhotsk). *Izvestiya TINRO = Izvestiya TINRO*. 2010; 163: 365-378. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-965-977>. (In Russ.)
  24. Pospekhov V.V., Atrashkevich G.I., Orlovskaya O.M. Parasitic worms of passing salmon fish of the Northern Okhotsk Sea. Magadan: Kordis, 2014; 128. (In Russ.)
  25. Sokolovskaya I. L. Skrebni fish of the Amur basin. *Parazitologicheskii sbornik Zoologicheskogo In-ta AN SSSR = Parasitol. sb. Zool. Institute of the USSR Academy of Sciences*. 1971; 25: 165-176. (In Russ.)
  26. Sokolov S. G., Frolova S. E., Frolov E. V. The first registration of the parasitic nematode *Clavinema mariae* (Dracunculoidea: Philometridae) in cod-like fish (*Osteichthyes Gadiformes*). *Zoologiya bespozvonochnykh = Zoology of invertebrates*. 2010; 7 (2): 123-132. (In Russ.)
  27. Sokolov S. G., Shedko M. B., Protasova E. N., Frolov E. V. Parasites of fish of internal reservoirs of Sakhalin Island Flora and fauna of the islands of the north-western Pacific Ocean. Vladivostok: Dalnauka, 2014; 179-216. (In Russ.)
  28. Sokolov S. G., Frolova S. E. Materials on the parasitofauna of Sakhalin fishes. *Vestnik SVNTS DVO RAN = Bulletin of the SVNTS FEB RAS*. 2015; 2: 90-97. (In Russ.)
  29. Strelkov Yu. A. Ectoparasitic worms of marine fish of eastern Kamchatka. *Trudy ZIN AN SSSR = Tr. ZIN of the USSR Academy of Sciences*. 1960; 28: 147-196. (In Russ.)
  30. Strelkov Yu. A. Digenetic suckers of Amur basin fishes. *Parazitologicheskii sbornik ZIN AN SSSR = Parasitol. sb. ZIN of the USSR Academy of Sciences*. 1971; 25: 41-76. (In Russ.)
  31. Strelkov Yu. A., Shulman S. S. Ecological and faunal analysis of Amur fish parasites. *Parazitologicheskii sbornik ZIN AN SSSR = Parasitol. sb. ZIN of the USSR Academy of Sciences*. 1971; 25: 196-292. (In Russ.)
  32. Trofimenko V. Ya. Materials on helminthofauna of freshwater and passing fish of Kamchatka. *Trudy*

- Gel'mintologicheskoy laboratorii AN SSSR = Tr. Helminthol. lab. USSR Academy of Sciences.* 1962; 12. 232-262. (In Russ.)
33. Chereshev I. A., Shestakov A. V., Skopets M. B., Korotaev Yu. A., Makoedov A. N. Parasites of fish of the Anadyr basin. Vladivostok: Dalnauka, 2001; 336. (In Russ.)
34. Fujita T. On the Nematoda – parasites of the Pacific salmon. *J. Fac. Agric. Hokkaido Imp. Univ.* 1939; 42. 239–266.
35. Fujita T. Further notes on nematodes of salmonoid fishes in Japan. *Jpn. J. Zool.* 1940; 8. 377–394.
36. Hanzelova V., Sholz T., Gerdeaux D., Kuchta R. A comparative study of *Eubothrium salvelini* and *E. crassum* (Cestoda: Pseudophyllidea) parasites of Arctic charr and brown trout in alpine lakes. *Environmental Biology of Fishes.* 2002; 64. 245–256. <https://doi.org/10.1023/A:1016014505671>.
37. Nagasawa K., Urawa S., Awakura T. A checklist and bibliography of parasites of salmonids of Japan. *Sci. Rep. of the Hokkaido Salmon Hatchery.* 1987; 41. 1–75.
38. Sokolov S. G., Frolov E. V. Diversity of parasites in the Amur sleeper (*Perccottus glenii*, Osteichthyes, Odontobutidae) within its native range. *Zoologicheskii Zhurnal.* 2012; 91 (1): 17–29.

The article was submitted 10.05.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

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

**Novokreschennykh Semen V.**, Sakhalin Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO) (693023, Yuzhno-Sakhalinsk, Komsomolskaya str., 196), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, ORCID ID: 0000-0002-4787-6582, s.novokreshennykh@sakhniro.ru

**Vyalova Galina P.**, Sakhalin Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO) (693023, Yuzhno-Sakhalinsk, Komsomolskaya str., 196), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

*Contribution of co-authors:*

**Frolov Evgeny V.** – instrumental research, analyzing and systematizing data, interpreting research results and formulating conclusions.

**Novokreschennykh Semyon V.** – instrumental research, analyzing and systematizing data, interpreting research results and formulating conclusions.

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

Научная статья

УДК 619:576.895

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-474-478>

## Сезонная и возрастная динамика зараженности кошек эктопаразитами в мегаполисе Москвы

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](mailto:sofitel80@mail.ru)

### Аннотация

**Цель исследований** – изучение эпизоотической ситуации по эктопаразитозам кошек в Московском мегаполисе с учетом сезона года и возраста животных.

**Материалы и методы.** Изучение сезонной и возрастной динамики зараженности кошек эктопаразитами в Московском мегаполисе проводили на базе ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, а также ветеринарной клиники ООО «ГЛОБАЛВЕТ КЛИНИК» (г. Москва) в 2020–2022 гг. Нами обследовано 85 кошек в разные сезоны года. При осмотре животных обращали внимание на поражение кожно-волосного покрова. При этом учитывали пол, возраст, состояние кожи и волосного покрова животных; проводили осмотр ушных раковин, вычесывание волосного покрова с использованием лупы; микроскопировали ушное содержимое, а также соскобы поверхностных и глубоких слоев кожи. Численность эктопаразитов определяли по методу М. В. Арисова, И. А. Архипова (2018). Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью программы Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Зараженность кошек *Demodex cati* была максимальной в весенне-летний период (5,9%), а осенью и зимой снижалась до 3,5%. Клещей *Ixodes ricinus* обнаруживали на кожно-волосном покрове кошек (15%) только в теплое время года. Нами отмечено повышение зараженности кошек *Otodectes cynotis* и *Notoedres cati* в весенне-летний период. Сезонная динамика зараженности кошек насекомыми разных видов отличалась. Блох обнаруживали зимой у 4,7% кошек, а весной и летом у 8,5 и 10,6% кошек соответственно. Зараженность кошек власоедами была слабой.

**Ключевые слова:** кошки, клещи, насекомые, сезонная и возрастная динамика, зараженность, мегаполис, Москва

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Девятьярова С. Б. Сезонная и возрастная динамика зараженности кошек эктопаразитами в мегаполисе Москвы // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 474–478.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-474-478>

© Девятьярова С. Б., 2023



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

Original article

# Seasonal and age dynamics of infection of cats with ectoparasites in the Moscow metropolis

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

<sup>1</sup> Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre VIEV» (FSC VIEV), Moscow, Russia

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

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the epizootic situation of ectoparasitosis of cats in the Moscow metropolis, taking into account the season and the age of the animals.

**Materials and methods.** The study of the seasonal and age dynamics of infection of cats with ectoparasites in the Moscow metropolis was carried out on the basis of the All-Russian Scientific Research Institute of Infectious Diseases (VNIIP), a branch of the Federal State Budgetary Institution FSC VIEV RAS, as well as the veterinary clinic GLOBALVET CLINIC LLC (Moscow) in 2020–2022. We examined 85 cats in different seasons. When examining the animals, attention was paid to damage to the skin and hair. At the same time, the gender, age, condition of the skin and hair of the animals were taken into account; the ears were examined and the hair was combed using a magnifying glass; Microscopic examination of the ear contents, as well as scrapings of the superficial and deep layers of the skin. The number of ectoparasites was determined according to the method of M. V. Arisov, I. A. Arkhipov (2018). The results obtained were processed statistically using Microsoft Excel.

**Results and discussion.** Infection of cats with *Demodex cati* was maximum in Spring and Summer (5.9%), and decreased to 3.5% in Autumn and Winter. *Ixodes ricinus* mites were found on the skin and hair of cats (15%) only in the warm season. We noted an increase in the infection of cats with *Otodectes cynotis* and *Notoedres cati* in Spring and Summer. The seasonal dynamics of infection of cats by insects of different species differed. Fleas were found in 4.7% of cats in Winter, and in 8.5 and 10.6% of cats in Spring and Summer, respectively. The infection of cats with lice eaters was low.

**Keywords:** cats, ticks, insects, seasonal and age dynamics, infection, metropolis, Moscow

**Financial transparency:** the author has no financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Devyatyarova S. B. Seasonal and age dynamics of infection of cats with ectoparasites in the Moscow metropolis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):474–478. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-474-478>

© Devyatyarova S. B., 2023

## Введение

Эктопаразитозы, в том числе клещи и насекомые, у кошек широко распространены как в сельской местности, так и в крупных мегаполисах [1-7]. Клещи и паразитические насекомые, нападая на животных, вызывают механические повреждения и воспаления кожного покрова, что приводит к развитию патологических процессов, в том числе дерматитов, отитов и других поражений, у животных [6, 7].

В мегаполисе Москвы при обследовании у 15% кошек обнаруживали эктопаразитозы. У молодых кошек в возрасте до года наиболее

часто диагностировали отодектоз. За три года исследований экстенсивность инвазии составила 22%. У 2,1% кошек обнаружены власоеды, у 0,7% диагностированы демодекоз и нотоэдроз. Взрослые кошки были поражены отодектозом на 20,9%; экстенсивность инвазии составила 1,7%, нотоэдрозом – 2,7%, власоеды встречались в 0,3% случаев [7].

Эктопаразитозы среди мелких домашних животных широко распространены в г. Тюмени и составляют у кошек 44,74%. Сезонность инвазированности эктопаразитами у кошек: зимой 7,23%, весной 22,89, летом 48,19 и осе-

нию 21,08%. Пик инвазии отмечен в июле у кошек (19,37%), наименьшее число в декабре и январе (по 1,20%) [6].

Анализ литературы показал, что у кошек с патологией кожно-волосного покрова наибольший процент составили болезни паразитарной этиологии, вызываемые клещами, власоедами и блохами. У кошек среди акариформных клещей обнаруживали представителей, вызывающих заболевания: отодектоз (*Otodectes cynotis*) – 34,94% случаев, нотоэдроз (*Notoedres cati*) – 25,9%, хейлетиеллез (*Cheyletiella blakei*) – 7,23%, поражение блохами (*Ctenocephalides felis*) – 23,49% и вшами (*Felicola subrostratus*) – 8,43% случаев [5, 6].

Литературные данные свидетельствуют о широком распространении эктопаразитозов у кошек. Сведения о заражении кошек эктопаразитами с учетом сезона года весьма скудные, в том числе в условиях мегаполиса Москвы.

Целью нашей работы было изучение эпизоотической ситуации по эктопаразитозам кошек в Московском мегаполисе с учетом сезона года и возраста животных.

### Материалы и методы

Изучение современной ситуации по эктопаразитозам кошек в Московском мегаполисе проводили на базе ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, а также ветеринарной клиники ООО «ГЛОБАЛВЕТ КЛИНИК» (г. Москва) в 2020–2022 гг. Нами обследовано 85 кошек в разные сезоны года. При осмотре животных обращали внимание на поражение кожно-волосного покрова. Учитывали пол, возраст, состояние кожи и волосного покрова животных, ушных раковин; волосистой покров вычесывали; микроскопировали ушное содержимое, а также соскобы поверхностных и глубоких слоев кожи с использованием методов, описанных ранее [1]. Полученные ре-

зультаты обработали статистически с помощью программы Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

Установлена значительная разница в уровне зараженности кошек разными видами клещей в разные сезоны года (табл. 1, рис. 1). Так, зараженность кошек составила, в среднем, за год *D. cati* 4,4%, *O. cynotis* 4,7%, *N. cati* 3,45%. Зараженность кошек *D. cati* была слабой. Клещей *O. cynotis* находили в большом количестве с весны по осень и только у 3,5% зимой. Клещей *I. ricinus* обнаруживали на кожно-волосном покрове кошек только в теплое время года – у 6% весной и 15% летом.

Сезонная динамика зараженности кошек насекомыми отличалась у разных видов (табл. 2).

Так, блох *C. felis* обнаруживали зимой у 4,7% кошек, а весной и летом – у 8,2 и 10,6% кошек соответственно. Зараженность кошек *F. subrostratus* составила зимой 2,3%, весной 3,5, летом 7,1 и осенью 4,7%. В целом, в течение года зараженность кошек составила, в среднем, *C. felis* 7,65% и *F. subrostratus* 4,4% (рис. 2).

Таким образом, максимальная зараженность кошек насекомыми отмечена в весенне-летний период, что, по-видимому, обусловлено благоприятными условиями для развития и циркуляции этих видов паразитов у кошек.

Полученные нами результаты о тенденции повышения численности зараженных кошек весной и летом согласуются с данными других авторов [5, 7] и указывают на то, что увеличение кожных заболеваний паразитарной этиологии в весенний период связано с периодической сменой волосистых покровов и различных их образований. Дополнительным фактором служит снижение резистентности организма животного. Летний период является благоприятным для развития и размножения эктопаразитов у домашних животных.

Таблица 1 [Table 1]

Сезонная динамика зараженности кошек клещами в мегаполисе Москвы  
[Seasonal dynamics of tick infection in cats in the Moscow metropolis]

Возбудитель [Causal agent]	Исследовано кошек [Cats examined]	Зараженность животных (%) по сезонам [Infection of animals (%) by season]			
		Зима [Winter]	Весна [Spring]	Лето [Summer]	Осень [Autumn]
<i>Otodectes cynotis</i>	85	3,5	4,7	5,9	4,7
<i>Notoedres cati</i>	85	2,3	4,7	5,8	3,5
<i>Demodex cati</i>	85	3,5	4,7	5,9	3,5
<i>Ixodes ricinus</i>	85	0	6	15	0

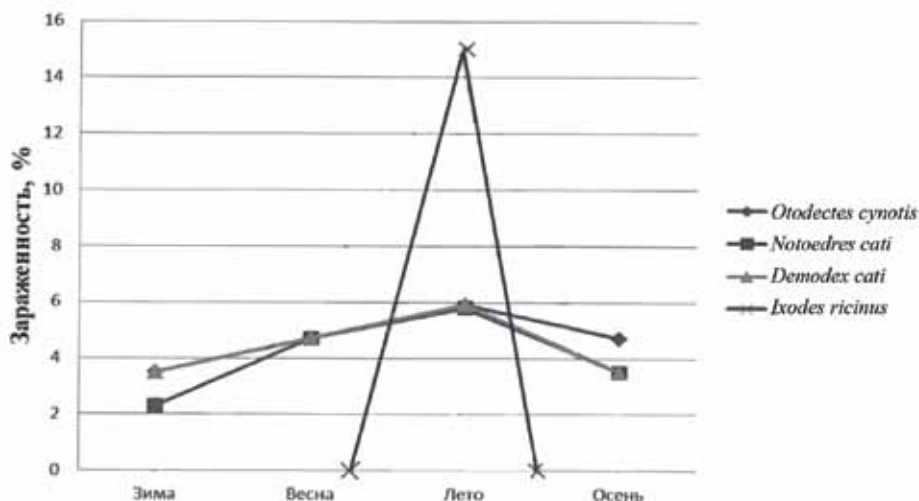


Рис. 1. Сезонная динамика зараженности кошек клещами  
[Fig. 1. Seasonal dynamics of tick infection in cats]

Таблица 2 [Table 2]

Сезонная динамика зараженности кошек насекомыми в мегаполисе Москвы  
[Seasonal dynamics of insect infection of cats in the Moscow metropolis]

Возбудитель [Causal agent]	Исследовано кошек [Cats examined]	Зараженность животных (%) по сезонам [Infection of animals (%) by season]			
		Зима [Winter]	Весна [Spring]	Лето [Summer]	Осень [Autumn]
<i>Ctenocephalides felis</i>	85	4,7	8,2	10,6	7,1
<i>Felicola subrostratus</i>	85	2,3	3,5	7,1	4,7

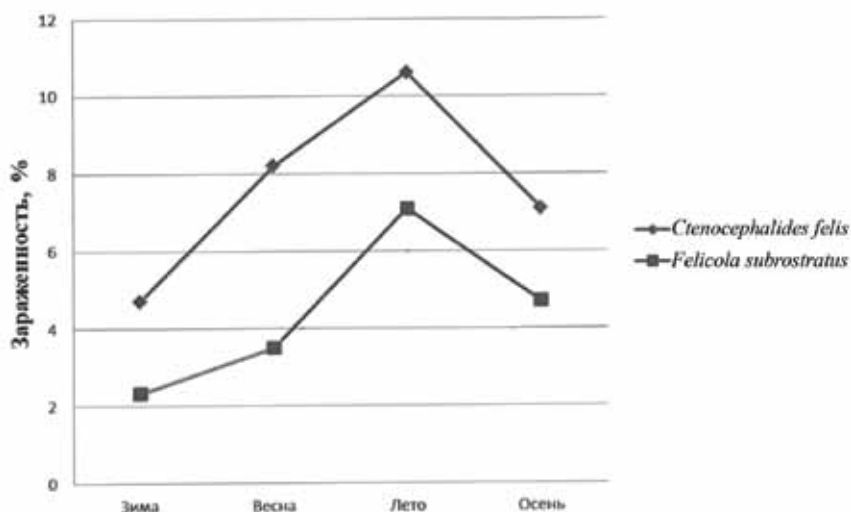


Рис. 2. Сезонная динамика зараженности кошек насекомыми  
[Fig. 2. Seasonal dynamics of insect infection in cats]

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Арисов М. В., Архипов И. А. Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов роста 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>  
2. Воличев А. Н. Паразиты плотоядных в мегаполисах Москвы // «История развития и современные проблемы гельминтологии в России»: тезисы докладов Всероссийской научной конференции, посвященной 275-летию РАН. 1999. С. 10.



3. Закуимова К. С., Семенко А. В. Распространение и методы борьбы с эктопаразитами плотоядных животных // Научный вестник. Серия: Ветеринарная медицина, качество и сохранность продукции животноводства. 2018. № 293. С. 167-174.
4. Круглов Д. С., Столбова О. А. Встречаемость иксодовых клещей у собак на фоне применения акарицидных средств // АПК: инновационные технологии. 2019. № 4. С. 16-20.
5. Никонов А. А., Турченко Е. В. Распространение отодектоза и афаниптероза кошек и собак в условиях города Тюмени // Научная жизнь. 2018. № 11. С. 111-116.
6. Столбова О. А. Скосыроспех Л. Н., Круглов Д. С. Сезонная динамика эктопаразитозов у мелких домашних животных в условиях г. Тюмени // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. С. 237-242.
7. Щепотьева О. Д., Перфильева 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.

Статья поступила в редакцию 20.09.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторе:

**Девятярова Софья Борисовна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, соискатель, softitel80@mail.ru

Автор прочитала и одобрила 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 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>
2. Volichev A. N. Parasites of carnivores in Moscow. «Istoriya razvitiya i sovremennyye problemy gel'mintologii v Rossii»: teziy dokladov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchenoy 275-letiyu RAN = "Development history and current issues of helminthology in Russia": abstracts of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 275th Anniversary of the Russian Academy of Sciences. 1999; 10. (In Russ.)
3. Zakusimova K. S., Semenko A. V. Spread and control methods of ectoparasites in carnivores. *Nauchnyy vestnik. Seriya: Veterinarnaya meditsina, kachestvo i sokhrannost' produktsii zhitovnovodstva = Scientific Bulletin. Series: Veterinary medicine, quality and safety of livestock products*. 2018; 293: 167-174. (In Russ.)
4. Kruglov D. S., Stolbova O. A. Occurrence of ixodid ticks in dogs during the use of acaricides. *APK: innovatsionnyye tekhnologii = AIC: innovative technologies*. 2019; 4: 16-20. (In Russ.)
5. Nikonov A. A., Turchenko E. V. Spread of otodectosis and aphanipterosis in cats and dogs in Tyumen. *Nauchnaya zhizn = Scientific life*. 2018; 11: 111-116. (In Russ.)
6. Stolbova O. A. Skosyrospek L. N., Kruglov D. S. Seasonal dynamics of ectoparasite infections in small domestic animals in Tyumen. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Current issues of science and education*. 2017; 2: 237-242. (In Russ.)
7. Shchepotyeva O. D., Perfil'yeva 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.)

Article submitted on 20.09.2023; accepted for publication 12.11.2023

About the author:

**Devyatyarova Sofia B.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, Candidate of the Academic Degree, softitel80@mail.ru

The author read and approved the final manuscript

Научная статья

УДК 616:636.294:616.99

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-479-487>

## Распространенность трансмиссивных болезней среди северных оленей (*Rangifer tarandus*) Большеземельской и Малоземельской тундр

Семен Викторович Николаев<sup>1</sup>, Татьяна Михайловна Романенко<sup>2</sup>,  
Екатерина Андреевна Бессолицына<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Институт агробиотехнологий имени А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

<sup>3</sup> ФГБНУ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, Киров, Россия

<sup>1</sup> [semen.nikolaev.90@mail.ru](mailto:semen.nikolaev.90@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>

<sup>2</sup> [nmshos@yandex.ru](mailto:nmshos@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0034-7453>

<sup>3</sup> [bess5@yandex.ru](mailto:bess5@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5582-1709>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучить распространенность бабезиоза, тейлериоза и анаплазмоза у северных оленей (*Rangifer tarandus*) Большеземельской и Малоземельской тундр.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в 2022–2023 гг. на одомашненных северных оленях, обитающих в Большеземельской и Малоземельской тундрах Ненецкого автономного округа и Республики Коми. Путем случайной выборки от животных получали стабилизированную кровь и проводили ПЦР-исследования на наличие генетического материала возбудителей родов *Anaplasma*, *Babesia* и *Theileria*.

**Результаты и обсуждение.** ДНК возбудителя анаплазмоза была выделена у 14,3% северных оленей Малоземельских стад (семейно-родовых общин «Вы Ту» (VTU) и «Опседа» (OPS)) и 30,6% Большеземельских (СПК «Харп» (HARP) и СПК Колхоз «Ижемский оленевод и Ко» (IZHM)). В большей степени анаплазмозом были заражены важенки и телята, в меньшей – хоры. Генетический материал возбудителей рода *Babesia* обнаружен у 53,1% оленей VTU и OPS, а также у 36,7% HARP и IZHM, при этом чаще всего носительство бабезиоза отмечали в группе хоров. Тейлериоз установлен в 10,2 и 4,1% проб животных среди стад Малоземельской и Большеземельской тундр соответственно. Генетический материал возбудителя тейлериоза выделяли преимущественно из крови, полученной от важенок, в меньшей степени – от телят. В биологическом материале хоров возбудитель тейлериоза не обнаружен. Присутствие ДНК *Anaplasma* spp. и *Babesia* spp. в одной пробе у оленей Малоземельских стад составило 2,4, Большеземельских – 26,5%. Сочетанное течение бабезиоза и тейлериоза установлено в 8,2% случаев только у оленей VTU и OPS. Таким образом, исследования показали, что анализируемые трансмиссивные болезни широко распространены среди северных оленей изучаемых хозяйств Большеземельской и Малоземельской тундр.

**Ключевые слова:** полимеразная цепная реакция, северный олень, анаплазмоз, тейлериоз, бабезиоз, Большеземельская тундра, Малоземельская тундра

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Николаев С. В., Романенко Т. М., Бессолицына Е. А. Распространенность трансмиссивных болезней среди северных оленей (*Rangifer tarandus*) Большеземельской и Малоземельской тундр // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 479–487.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-479-487>

© Николаев С. В., Романенко Т. М., Бессолицына Е. А., 2023



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

Original article

# Prevalence of vector-borne diseases among reindeer (*Rangifer tarandus*) Bolshezemelskaya and Malozemelskaya tundra

Semyon V. Nikolaev<sup>1</sup>, Tatiana M. Romanenko<sup>2</sup>, Ekaterina A. Bessolitsyna<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

<sup>3</sup> N. V. Rudnitsky Federal Agrarian Scientific Center of the North-East, Kirov, Russia

<sup>1</sup> semen.nikolaev.90@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5485-4616>

<sup>2</sup> nmshos@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0034-7453>

<sup>3</sup> bess5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5582-1709>

## Abstract

**The purpose of the research** is to establish the prevalence of vector-borne diseases in reindeer (*Rangifer tarandus*) Bolshezemelskaya and Malozemelskaya tundra.

**Materials and methods.** The research was carried out in 2022–2023 on domesticated reindeer living in the Bolshezemelskaya and Malozemelskaya tundra of the Nenets Autonomous Okrug and the Komi Republic. Stabilized blood was obtained from animals by random sampling and PCR studies were performed for the presence of genetic material of pathogens of the genera *Anaplasma*, *Babesia* and *Theileria*.

**Results and discussion.** The DNA of the causative agent of anaplasmosis was isolated from 14.3% of reindeer from Malozemelskaya (family-tribal community «Vy Tu» (VTU) and «Opseda» (OPS)) and 30.6% of Bolshezemelskaya tundra (Agricultural production cooperative «Harp» (HARP) and Collective Farm «Izhemsky olenevod and Co» (IZHM)). To a greater extent, vazhenki and calves were infected with anaplasmosis, to a lesser extent – choirs. Genetic material of *Babesia* pathogens was found in 53.1% of VTU and OPS deer and 36.7% of HARP and IZHM, while babesiosis was most often observed in the chorus group. Teileriosis was found in 10.2% and 4.1% of animal samples among the herds of the Malozemelskaya and Bolshezemelskaya tundra, respectively. The genetic material of the causative agent of teileriosis was isolated mainly from the blood obtained from calves. The causative agent of theileriosis was not found in the biological material of the choirs. The presence of DNA *Anaplasma* spp. and *Babesia* spp. in one sample, the proportion of deer from Malozemelskaya tundra herds was 2.4%, from Bolshezemelskaya – 26.5%. The combined course of babesiosis and teileriosis was found to be 8.2% only in VTU and OPS deer. Thus, studies have shown that vector-borne diseases is widespread among the reindeer of the studied farms of the Bolshezemelskaya and Malozemelskaya tundra.

**Keywords:** polymerase chain reaction, reindeer, anaplasmosis, teileriosis, babesiosis, Bolshezemelskaya tundra, Malozemelskaya tundra

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Nikolaev S. V., Romanenko T. M., Bessolitsyna E. A. Prevalence of vector-borne diseases among reindeer (*Rangifer tarandus*) Bolshezemelskaya and Malozemelskaya tundra. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):479–487. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-479-487>

© Nikolaev S. V., Romanenko T. M., Bessolitsyna E. A., 2023

## Введение

Оленеводство исторически является ведущим направлением хозяйственной деятельности северных народов России. Одомашненные северные олени служат основным источником пищи и доходов местного населения; животных

используют в транспортных целях, от них получают кожевенное сырье, молоко, панты и т. д. Хорошая приспособленность оленей к суровым природно-климатическим факторам, круглогодовой выпас, низкие затраты на обслуживание делают отрасль высокорентабельной [3, 5].

Основная доля экономических потерь в северном оленеводстве обусловлена снижением упитанности и гибелью животных вследствие различных заболеваний. При этом, большая часть потерь возникает на фоне болезней инфекционного и инвазионного характера [1, 4, 11].

Вопросы распространенности гемоспорициозов среди северных оленей изучены недостаточно. В первую очередь, это связано с трудностями проведения диагностических мероприятий в оленеводстве. Также стоит отметить, что традиционно используемые лабораторные методы в виде микроскопии окрашенных мазков крови имеют низкую диагностическую чувствительность [2, 6].

Источниками возбудителей гемоспорициозов, как известно, являются зараженные животные, которые могут сохранять патоген в своем организме пожизненно. Главными переносчиками кровопаразитарных инвазий принято считать иксодовых клещей. Этот фактор обуславливает пик распространения гемоспорициозов в весенне-летний период, что связано с высокой активностью имаго переносчиков [8, 9]. Установлено, что территория размножения иксодовых клещей лимитирована границами Арктической зоны, однако изменяющиеся климатические условия способствуют расширению ареала обитания переносчиков. Эти факторы негативно сказываются на эпизоотологической обстановке по данной группе болезней [2, 10].

Недостаточно изучена и роль других зоотропных насекомых и гематофагов в распространении гемоспорициозов. Отдельные авторы подчеркивают возможность существования природных очагов клещевых инфекций за пределами Арктических границ [10]. В связи с этим, изучение зараженности северных оленей кровопаразитарными инвазиями может расширить представления о механизме распространения трансмиссивных болезней в Арктической зоне.

Учитывая низкую эффективность классических способов изучения распространения кровепаразитарных болезней, основанных на микроскопии окрашенных мазков крови, к наиболее приоритетным в настоящее время следует отнести молекулярно-генетические методы [7].

Цель исследования – изучить распространенность бабезиоза, тейлериоза и анаплазмоза у северных оленей (*Rangifer tarandus*) Большеземельской и Малоземельской тундр.

### Материалы и методы

Работа выполнена в 2022–2023 гг. в отделе «Печорская опытная станция» Института агробιοтехнологий им. А. В. Журавского Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) и лаборатории молекулярной биологии и селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (г. Киров). Объектом исследований были половозрастные группы северных оленей четырех оленеводческих хозяйств Ненецкого автономного округа: семейно-родовые общины «Вы Ту» (VTU) и «Опседа» (OPS) (Малоземельская тундра, рис. 1), СПК «Харп», бригада № 6 (HARP) и СПК Колхоз «Ижемский оленевод и Ко», бригада № 6 (IZHM) (Большеземельская тундра, рис. 2). В условиях убойных пунктов от животных получали по 5 мл венозной крови, которую стабилизировали ЭДТА и направляли для дальнейших исследований.

ПЦР-методом определяли наличие генетического материала к трем родам возбудителей трансмиссивных болезней: *Anaplasma*, *Babesia* и *Theileria*. В силу отсутствия отечественных наборов и недоступности зарубежных, для постановки ПЦР были использованы молекулярные последовательности к консервативным участкам ДНК данных возбудителей. Для поиска необходимых праймеров (табл. 1) использовали базу биоинформационных данных NCBI и программу AliBee-Multiple alignment Release 3.0. Синтез отобранных олигонуклеотидных последовательностей осуществляли под заказ в ООО «НПФ Синтол» (Москва). Выделение генетического материала проводили гуанидин-изотиоцианатным способом. Постановку ПЦР осуществляли на детектирующем амплификаторе DTLite 4S1. Продукты реакции разделяли в 6,0%-ном полиакриламидном геле с использованием метода вертикального электрофореза. Последовательность ДНК-продуктов, полученных при ПЦР, выборочно перепроверяли на специфичность путем секвенирования в лаборатории ЗАО «Евроген» (Москва).

Достоверность различий сравниваемых величин оценивали с использованием Хи-квадрат Пирсона.



**Рис. 1.** Территория выпаса северных оленей Малоземельской тундры Ненецкого автономного округа:  
1 – семейно-родовая община «Опседа»; 2 – семейно-родовая община «Вы Ту»

[Fig. 1. Reindeer grazing area of the Malozemelskaya tundra of the Nenets Autonomous Okrug:  
1 – family-tribal community «Opseda», 2 – family-tribal community «Vy Tu»]



**Рис. 2.** Территория выпаса северных оленей Большеземельской тундры Ненецкого автономного округа:  
1 – СПК «Харп»; 2 – СПК Колхоз «Ижемский оленевод и Ко»

[Fig. 2. Reindeer grazing area of the Bolshezemelskaya tundra of the Nenets Autonomous Okrug:  
1 – Agricultural production cooperative «Harp», 2 – Agricultural production cooperative Collective Farm «Izhemsky olenevod and Co»]

Таблица 1 [Table 1]

**Последовательность отобранных праймеров для постановки ПЦР**  
**[Sequence of selected primers for setting up a polymerase chain reaction]**

Возбудитель [Pathogen]	Название праймера [Primer name]	Олигонуклеотидная последовательность [Oligonucleotide sequence]	Размер ампликона, п. н. [Amplicon size, bp]
<i>Anaplasma</i> spp.	Ana F	5'-GTGAGAGACTATCACGTTGATAGG-3'	204
	Ana R	5'-AATGTTACCGGGTGTTCACCTCC-3'	
<i>Babesia</i> spp.	Bab F	5'-TTTGGATCCGGATTGACAGATTGATAGCTCT TTC-3'	250
	Bab R	5'-TTTAAGCTTTAGCGCGCTGCAGCCAAGG3'	
<i>Theileria</i> spp.	Pan-Theileria 18S F	5'-GGCGTTTATTAGACSTAAAACCAAAC-3'	531
	Pan-Theileria 18S R	5'-TTTGAGCACTCTAATTTTCTCAAAGT-3'	

### Результаты и обсуждение

Данные молекулярно-генетического анализа проб крови свидетельствуют о высокой распространенности трансмиссивных болезней среди оленей в изучаемых хозяйствах Малоземельской тундры (табл. 2). Так, ДНК возбудителя анаплазмоза была выявлена

у 14,3% животных, при этом зараженность оленей VTU составила 20,0, в OPS – 8,3%. Наряду с этим, в первом хозяйстве (VTU) возбудитель обнаружен у животных всех половозрастных групп, а во втором (OPS), положительный результат установлен только у важенок.

Таблица 2 [Table 2]

**Распространенность анаплазмоза и гемоспоридиозов среди северных оленей Малоземельской тундры, %**  
**[Prevalence of anaplasmosis and hemosporidiosis among reindeer of the Malozemelskaya tundra, %]**

Половозрастная группа [Gender and age group]	n	[Pathogen genus]		
		Anaplasma	Babesia	Theileria
<i>VTU</i>				
Телята [Calves]	14	21,4	42,9	21,4
Важенки [Vazhenki]	5	20,0	60,0	20,0
Хоры [Choirs]	6	16,7	83,3	-
Всего [Total]	25	20,0	56,0	16,0
<i>OPS</i>				
Телята [Calves]	10	-	60,0	-
Важенки [Vazhenki]	9	22,2	33,3	11,1
Хоры [Choirs]	5	-	60,0	-
Всего [Total]	24	8,3	50,0	4,2
<i>В среднем, по хозяйствам Малоземельской тундры [On average, for the farms of the Malozemelskaya tundra]</i>				
Телята [Calves]	24	12,5	50,0	12,5
Важенки [Vazhenki]	14	21,4	42,9	14,3
Хоры [Choirs]	11	9,1	72,7	-
Всего [Total]	49	14,3	53,1	10,2

Генетический материал возбудителей рода *Babesia* обнаружен у 53,1% оленей хозяйств Малоземельской тундры, при этом в меньшей степени были инвазированы телята VTU (42,9%) и важенки OPS (33,3%). Чаще всего носительство бабезиоза отмечали у хоров. Наименьшая зараженность оленей в этих хозяйствах выявлена возбудителем тейлериоза –

10,2%. Так, в VTU гемоспоридиоз установлен у 21,4% телят и 20,0% важенок, при среднем показателе 16,0%, что в 3,8 раз выше значений, полученных в OPS, где инвазированы были только важенки.

Согласно результатам ПЦР исследований крови северных оленей изучаемых хозяйств, анаплазмоз в два раза чаще встречался среди

Большеземельских стад (табл. 3). Средняя зараженность анаплазмозом по хозяйствам составила 30,6%, при этом в HARP показатель был достоверно выше в 2,9 раз ( $P \leq 0,05$ ) по отношению

к значениям, полученным в IZHM. Максимальное число положительных проб к анаплазмозу выявлено среди телят: 18,2% (IZHM) и 58,3% (HARP).

Таблица 3 [Table 3]

**Распространенность анаплазмоза и гемоспоририозов среди северных оленей Большеземельской тундры, %**  
**[Prevalence of anaplasmosis and hemosporidiosis among reindeer of the Bolshezemelskaya tundra, %]**

Половозрастная группа [Gender and age group]	n	[Pathogen genus]		
		Anaplasma	Babesia	Theileria
<i>IZHM</i>				
Телята [Calves]	11	18,2	27,3	9,1
Важенки [Vazhenki]	6	16,7	33,3	16,7
Хоры [Choirs]	8	12,5	37,5	-
Всего [Total]	25	16,0	32,0	8,0
<i>HARP</i>				
Телята [Calves]	12	58,3*	41,7	-
Важенки [Vazhenki]	10	30,0	40,0	-
Хоры [Choirs]	2	50,0*	50,0	-
Всего [Total]	24	45,8*	41,7	-
<i>В среднем, по хозяйствам Большеземельской тундры [On average, for the farms of the Bolshezemelskaya tundra]</i>				
Телята [Calves]	23	39,1	34,8	4,3
Важенки [Vazhenki]	16	25,0	37,5	6,3
Хоры [Choirs]	10	20,0	40,0	-
Всего [Total]	49	30,6	36,7	4,1

Примечание. [Note]. \* -  $P \leq 0,05$  достоверно по отношению к оленям СПК Колхоз «Ижемский оленевод и Ко» [reliable in relation to reindeer SPK Kolkhoz "Izhemsky Reindeer Breeder and Co"]

Распространенность бабезиоза среди Большеземельских стад была ниже показателей Малоземельских на 16,4%, при этом максимальную зараженность наблюдали среди хоров (40,0%). На уровне хозяйств, бабезиоз чаще встречался среди животных HARP – 41,7%, что на 9,7% больше показателя IZHM.

Анализ зараженности тейлериозом свидетельствует, что распространенность возбудителя данного заболевания оленей в стадах Большеземельской тундры была ниже в 2,5 раза. При этом среди проб, полученных в HARP, ДНК тейлерий обнаружено не было. Как и в хозяйствах Малоземельской тундры, среди оленей IZHM генетический материал возбудителя был обнаружен преимущественно в крови важенок, в меньшей степени у телят, и не был выявлен в пробах хоров.

В таблице 4 показана зараженность оленей одновременно несколькими видами возбудителей трансмиссивных болезней. У оленей изучаемых хозяйств, пастбища которых рас-

положены по обе стороны р. Печоры и различающиеся ландшафтно-географическими условиями, сочетанная инвазия анаплазмоза и тейлериоза не установлена. Присутствие ДНК *Anaplasma* spp. и *Babesia* spp. в одной пробе у оленей Малоземельских стад в среднем встречалась в 2,4% случаев, при этом среди животных OPS наличие одновременно генетического материала двух возбудителей обнаружено не было; среди оленей VTU показатель составил 4,0%. Животные Большеземельских стад чаще являлись носителями анаплазмоза и бабезиоза одновременно, средний показатель которых по двум хозяйствам (HARP и IZHM) составил 26,5%, что выше значений Малоземельских в 11 раз ( $P \leq 0,01$ ). Сочетанная зараженность *Anaplasma* spp. и *Babesia* spp. в IZHM составила 36,0%, что выше показателя HARP в 2,2 раза.

Сочетанное течение бабезиоза и тейлериоза установлено у 8,2% оленей хозяйств Малоземельской тундры с максимальным проявле-

Таблица 4 [Table 4]

Частота присутствия нескольких возбудителей у одного животного, %  
[The frequency of the presence of several pathogens of one animal, %]

Коинвазия [Coinfection]	<i>Anaplasma</i> spp. + <i>Babesia</i> spp.	<i>Babesia</i> spp. + <i>Theileria</i> spp.
<i>Малоземельская тундра [Malozemel'skaya tundra]</i>		
VTU (n = 25)	4,0	12,0
OPS (n = 24)	-	4,2
В среднем [Average] (n = 49)	2,4	8,2
<i>Большеземельская тундра [Bolshezemel'skaya tundra]</i>		
HARP (n = 24)	16,7	-
IZHM (n = 25)	36,0	-
В среднем [Average] (n = 49)	26,5**	-

Примечание. [Note]. \*\* -  $P \leq 0,01$  достоверно по отношению к значениям Малоземельских стад [reliable in relation to the values of the Malozemel'sky herds]

нием среди животных VTU (12,05%). В стадах Большеземельской тундры коинвазия бабезиозом и тейлериозом не установлена.

#### Заключение

Наиболее распространенным гемоспоридиозом среди северных оленей можно считать бабезиоз. Так, зараженность Малоземельских стад (VTU и OPS) данным кровепаразитозом варьирует от 50,0 до 56,0%, а Большеземельских (HARP и IZHM) – от 32,0 до 41,7%. Анаплазмоз среди оленей Малоземельских стад встречается, в среднем, у 14,3% животных, тогда как в Большеземельских стадах его распространенность была выше в 2 раза, и составила 30,6%. ДНК возбудителя тейлериоза у оленей VTU и OPS Малоземельской тундры выявлена в 4,2–16,0% проб. Среди Большеземельских стад средний показатель зараженности тейлериозом составил 4,1%, при этом в крови животных, принадлежащих HARP, генетический материал возбудителя не обнаружен. Сочетанная зараженность *Anaplasma* spp. и *Babesia* spp. встречается в стадах оленей Малоземельской и Большеземельской тундр – 2,4 и 26,5% соответственно. Коинвазия *Babesia* spp. и *Theileria* spp. выявлена только среди Малоземельских стад (8,2%).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о циркуляции возбудителей риккетсиозов и гемоспоридиозов у оленей в изучаемых хозяйствах Малоземельской и Большеземельской тундр, что требует дальнейшего изучения механизма передачи данных заболеваний в Арктической зоне РФ.

#### Список источников

1. Nikolaev S. Pharmacological evaluation of a complex drug against anthrax and parasitosis of Rangifer tarandus. FASEB Journal. 2022; 36 (S1). <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R4412>
2. Бурсаков С. А. Молекулярная диагностика тейлериоза крупного рогатого скота // Паразитология. 2021. № 55 (1). С. 32-47. <https://doi.org/10.31857/S0031184721010038>
3. Казановский Е. С., Карабанов В. П., Котляров В. М., Клебенсон К. А. Перспективы применения комбинации лечебно-профилактических препаратов против доминирующих инфекций и паразитозов северных оленей // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005. № 7. С. 140-142.
4. Кокколова Л. М., Гаврильева Л. Ю., Степанова С. М., Дулова С. В., Сивцева Е. В. Паразиты и паразитарные болезни у домашних северных оленей Якутии // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2021. Вып. 22. С. 254-260. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.254-260>
5. Лайшев К. А., Самандас А. М., Прокудин А. В., Романенко Т. М., Гончаров В. В., Мухаммадеева Т. В. Ветеринарные и зоотехнические проблемы воспроизводства в северном оленеводстве и пути их решения // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 11. С. 42-44.
6. Либерман Е. Л., Силиванова Е. А., Георгиу Х. Эпизоотология анаплазмоза и бабезиоза северного оленя в Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2012. № 6. С. 25-30.



7. Николаев С. В., Романенко Т. М., Бессолицына Е. А. Молекулярная диагностика и распространенность гемоспоридиозов среди северных оленей Ненецкого автономного округа // Ветеринария. 2022. № 11. С. 35-38. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.11.35-38>
8. Новоселова И. А., Бессолицына Е. А. Динамика зараженности клещей боррелиями, анаплазмами и эрлихиями на территории Кировской области // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 2. С. 38-45. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-38-45>
9. Самойловская Н. А., Успенский А. В., Новосад Е. В., Гулюкин Е. А., Малышева Н. С., Буренок А. С., Орлова И. И., Белоусова И. Н. Гемоспоридиозы сельскохозяйственных, домашних и диких животных на территории Российской Федерации // Российский паразитологический журнал. 2015. № 3. С. 37-44.
10. Степанова Т. Ф., Брагина Е. А., Катин А. А., Нечепуренко Л. А., Харьков В. В., Леонтьева С. А., Шуман В. А. О возможности существования природных очагов клещевых инфекций за пределами северных границ обитания таежных клещей // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 10 (295). С. 50-56. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-295-10-50-56>
11. Холодова М. В., Баранова А. И., Мизин И. А., Панченко Д. В., Романенко Т. М., Королев А. Н. Генетическая предрасположенность к болезни хронического истощения (chronic wasting disease) северных оленей Rangifer tarandus европейского севера России // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2019. № 6. С. 590-597. <https://doi.org/10.1134/S0002332919060079>

Статья поступила в редакцию 20.07.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**Николаев Семен Викторович**, Институт агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра УрО РАН (167023, Россия, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, 27), г. Сыктывкар, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-5485-4616, [semen.nikolaev.90@mail.ru](mailto:semen.nikolaev.90@mail.ru)

**Романенко Татьяна Михайловна**, Институт агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра УрО РАН (167023, Россия, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, 27), г. Сыктывкар, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-0034-7453, [nmshos@yandex.ru](mailto:nmshos@yandex.ru)

**Бессолицына Екатерина Андреевна**, ФГБНУ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (610007, г. Киров, Россия, ул. Ленина 166а), г. Киров, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-5582-1709, [bess5@yandex.ru](mailto:bess5@yandex.ru)

Вклад соавторов:

**Николаев Семен Викторович** – руководство процессом работы, анализ полученных данных, написание рукописи.

**Романенко Татьяна Михайловна** – отбор материала, подготовка рукописи.

**Бессолицына Екатерина Андреевна** – пробоподготовка и проведение ПЦР-исследований.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Nikolaev S. Pharmacological evaluation of a complex drug against anthrax and parasitosis of Rangifer tarandus. *FASEB Journal*. 2022; 36 (S1). <https://doi.org/10.1096/fasebj.2022.36.S1.R4412>
2. Bursakov S. A. Molecular diagnostics of bovine tayloriosis. *Parazitologiya = Parasitology*. 2021; 55 (1): 32-47. <https://doi.org/10.31857/S0031184721010038> (In Russ.)
3. Kazanovsky E. S., Karabanov V. P., Kotlyarov V. M., Klebson K. A. Prospects for the use of a combination of therapeutic and prophylactic drugs against dominant infections and parasitoses of reindeer. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agrarian science of the Euro-North-East*. 2005; 7: 140-142. (In Russ.)
4. Kokolova L. M., Gavrilyeva L. Yu., Stepanova S. M., Dulova S. V., Sivtseva E. V. Parasites and parasitic diseases in domestic reindeer of Yakutia. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of combating parasitic diseases": a collection of scientific articles based on materials from an international scientific conference*». 2021; 22: 254-260. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.254-260> (In Russ.)

5. Laishev K. A., Samandas A. M., Prokudin A. V., Romanenko T. M., Goncharov V. V., Mukhamadeva T. V. Veterinary and zootechnical problems of reproduction in reindeer husbandry and ways to solve them. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2013; 11; 42-44. (In Russ.)
6. Lieberman E. L., Silivanova E. A., Georgiu H. Epizootology of anaplasmosis and babesiosis of reindeer in the Tyumen region. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovanie = Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and nature management*. 2012; 6; 25-30. (In Russ.)
7. Nikolaev S. V., Romanenko T. M., Bessolitsyna E. A. Molecular diagnostics and prevalence of hemosporidiosis among reindeer of the Nenets Autonomous Okrug. *Veterinariya = Veterinary medicine*. 2022; 11; 35-38. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.11.35-38>. (In Russ.)
8. Novoselova I. A., Bessolitsyna E. A. Dynamics of Tick Infection with *Borrelia*, *Anaplasma* and *Ehrlichia* in the Kirov Region. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (2): 38-45. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-38-45> (In Russ.)
9. Samoylovskaya N. A., Uspensky A. V., Novosad E. V., Gulyukin E. A., Malysheva N. S., Buryonok A. S., Orlova I. I., Belousova I. N. Hemosporidiosis of farm, domestic and wild animals on the territory of Russian Federation. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Parasitological Journal*. 2015; 3; 37-44. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/13267>
10. Stepanova T. F., Bragina E. A., Katin A. A., Nechepurenko L. A., Kharkov V. V., Leontieva S. A., Shuman V. A. On the possibility of the existence of natural foci of tick-borne infections outside the northern borders of the taiga mite habitat. *Zdorove naseleniya i sreda obitaniya = Population health and habitat*. 2017; 10 (295): 50-56. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-295-10-50-56> (In Russ.)
11. Kholodova M. V., Baranova A. I., Mizin I. A., Panchenko D. V., Romanenko T. M., Korolev A. N. Genetic predisposition to chronic wasting disease of reindeer *Rangifer tarandus* of the European north of Russia. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii nauk. Seriya biologicheskaya = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. The series is biological*. 2019; 6: 590-597. <https://doi.org/10.1134/S0002332919060079> (In Russ.)

The article was submitted 20.07.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Nikolaev Semen V.**, Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (167023, Syktyvkar, 27 Rucheynaya str.), Russia, researcher, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0001-5485-4616, [semen.nikolaev.90@mail.ru](mailto:semen.nikolaev.90@mail.ru)

**Romanenko Tatiana M.**, A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (27 Rucheynaya Str., Syktyvkar, 167023), Russia, Leading Researcher, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0003-0034-7453, [nmshos@yandex.ru](mailto:nmshos@yandex.ru)

**Bessolitsyna Ekaterina A.**, N. V. Rudnitsky Federal Agrarian Scientific Center of the North-East (610007, Kirov, Lenin str., 166a), Russia, Leading Researcher, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-5582-1709, [bess5@yandex.ru](mailto:bess5@yandex.ru)

*Contribution of co-authors:*

**Nikolaev Semyon V.** – management of the work process, analysis of the received data, writing of the manuscript.

**Romanenko Tatiana M.** – selection of material, preparation of the manuscript.

**Bessolitsyna Ekaterina A.** – sample preparation and DNA-research.

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

Научная статья

УДК 619:616.995.122.21

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-488-500>

## Иркутский очаг описторхоза (к 40-летию открытия)

Ольга Тимофеевна Русинек<sup>1</sup>, Сергей Павлович Веприков<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Байкальский музей Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутская область, Россия

<sup>1</sup> o.rusinek@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1361-586X>

<sup>2</sup> pochtovik108@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6559-0740>

### Аннотация

**Цель исследований** – обобщение собственных и литературных данных об Иркутском очаге описторхоза.

**Материалы и методы.** Материалы (моллюски, карповые рыбы и ондатра) были собраны в водоемах бассейна реки Бирюсы. Моллюсков идентифицировали по определителю Я. И. Старобогатова и др. (2004). Исследование рыб на наличие метацеркариев трематоды *Opisthorchis felineus* выполнено общепринятым компрессорным методом в соответствии с рекомендациями и по методу переваривания в искусственном желудочном соке.

**Результаты и обсуждение.** Согласно собственным и литературным данным в Тайшетском районе Иркутской области существует очаг описторхоза смешанного типа, в котором окончательными хозяевами паразита, кроме домашних животных (кошки) и человека, являются дикие животные – ондатра. Первым промежуточным хозяином указана битиния *Opisthorchophorus troscheli*. Вторые промежуточные хозяева – четыре вида рыб (плотва, елец, карась и лещ), гольян и линь не были заражены описторхами. Картирование современных данных показало его распространение в бассейне реки Бирюсы. Современное состояние изученности Иркутского очага описторхоза свидетельствует о необходимости создания плана комплексных исследований при участии научных и контролируемых учреждений Иркутской области и Тайшетского района.

**Ключевые слова:** *Opisthorchis felineus*, описторхоз, Иркутский очаг, моллюски, карповые рыбы, картирование

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках темы Байкальского музея СО РАН «Экологическая диагностика изменений некоторых элементов биогеоценозов территории Восточной Сибири» (№ 121032900077-4). Авторы выражают свою благодарность доктору биологических наук Лимнологического института СО РАН Т. Я. Ситниковой и врачу-паразитологу Иркутской межобластной ветеринарной лаборатории Ю. Л. Кондратистову за ценные замечания в процессе подготовки рукописи.

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Русинек О. Т., Веприков С. П. Иркутский очаг описторхоза (к 40-летию открытия) // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 488–500.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-488-500>

© Русинек О. Т., Веприков С. П., 2023



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

Original article

## The Irkutsk focus of opisthorchosis (to the 40<sup>th</sup> Anniversary of the discovery)

Olga T. Rusinek<sup>1</sup>, Sergey P. Veprikov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Baikal Museum, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk Region, Russia

<sup>1</sup> o.rusinek@yandex.ru

<sup>2</sup> pochtovik108@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6559-0740>

### Abstract

**The purpose of the research** is to summarize our own and literature data on the Irkutsk focus of opisthorchosis.

**Materials and methods.** The materials (mollusks, cyprinids and muskrat) were collected in the reservoirs of the Biryusa River basin. Mollusks were identified using the key by Ya. I. Starobogatova et al. (2004). The fish were studied for metacercariae of the trematode *Opisthorchis felineus* using the conventional compression method according to the recommendations and using the method of digestion with artificial gastric juice.

**Results and discussion.** According to our own and literature data, there is a focus of mixed type opisthorchosis in the Taishetsky District, the Irkutsk Region, in which the final hosts of the parasite are wild animals, namely, the muskrat, along with domestic animals (cats) and humans. The first intermediate host is *Opisthorchophorus troscheli*. The second intermediate hosts are four fish species (roach, dace, crucian carp, and bream); minnow and tench were not infected with *Opisthorchis* sp. Mapping of current data has showed its distribution in the Biryusa River basin. The current state of knowledge for the Irkutsk focus of opisthorchosis shows that a comprehensive research plan is needed with the participation of scientific and regulatory institutions of the Irkutsk Region and Taishetsky District.

**Keywords:** *Opisthorchis felineus*, opisthorchosis, Irkutsk focus, mollusks, cyprinids, mapping.

**Acknowledgments.** The study was conducted within the Theme of the Baikal Museum of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences "Ecological diagnostics of changes in some elements of biogeocenoses in Eastern Siberia" (No. 121032900077-4). The authors express their gratitude to T. Ya. Sitnikova, Doctor of Biological Sciences of the Limnological Institute of the SB RAS, and Yu. L. Kondratistov, Parasitologist of the Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory, for valuable comments in the manuscript preparation.

**Transparency of financial activities:** neither author has financial interest in the submitted materials or methods

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Rusinek O. T., Veprikov S. P. The Irkutsk focus of opisthorchosis (to the 40<sup>th</sup> Anniversary of the discovery). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):488–500. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-488-500>

© Rusinek O. T., Veprikov S. P., 2023

Актуальность изучения описторхоза – очагового, патогенного для человека гельминтоза, очевидна. Возбудитель заболевания – кошачья или сибирская двуустка *Opisthorchis felineus* (Plathelminthes, Trematoda) [1, 22, 27, 29, 32, 33, 35, 36]. Из пяти известных в России очагов описторхоза, один находится в Тайшетском районе Иркутской области.

Иркутский очаг описторхоза на реке Бирюсе был открыт 40 лет назад в 1982 г. сотрудниками Иркутского медицинского института М. М. Колокольцевым, А. А. Казаковой и Э. А. Житницкой [11]. В сборнике научных трудов Института «Гигиена и здоровье человека» они опубликовали данные о заболеваниях описторхозом жителей Тайшетского района

Иркутской области<sup>1</sup>. Главным доводом в обосновании очага было то, что из 35 больных только двое могли заразиться в Томской и Омской областях. Другие – местные жители, не выезжавшие за пределы района. Случаи заболевания людей здесь отмечались ещё в 70-е годы прошлого столетия, что позволило предположить, что очаг здесь уже существовал. Тогда было высказано предположение, что на формирование очага мог повлиять пуск в эксплуатацию гидролизного завода в г. Бирюсинске, который привел к изменению температурного режима реки Бирюсы [9]. В это же время в журнале «Медицинская паразитология и паразитарные болезни» была опубликована статья М. М. Колокольцева с соавторами об описторхозе домашних кошек [12]. Зараженность кошек *O. felineus* из населенных пунктов, расположенных в бассейнах рек Бирюса и Чуна (в пределах Тайшетского района), составила 55,3% (42 из 76) при интенсивности от 1 до 110 экз. Паразиты локализовались в печени и поджелудочной железе. Работа М. М. Колокольцева была посвящена экологии моллюсков *Bithynia inflata* – первых промежуточных хозяев *O. felineus* [10]. Битинии были обнаружены в двух из 117 обследованных пойменных водоемов нижнего течения Бирюсы, вблизи населенных пунктов. Моллюски были определены С. А. Беэром как *B. inflata* (Hansen, 1845). Зараженность их личинками *O. felineus* была сравнительно низкой: в 1985 г. составила 0,19% (только два из 1048 экз. были инвазированы). Зараженных моллюсков отловили у населенного пункта Джогино, где большое описторхозом население в то время составляло 23,3%, а зараженность кошек – 62,5%. Автор провел оценку водоемов в бассейне реки Бирюсы и установил, что большинство из них малоприспособлены для обитания битиний. В верхнем и среднем течении Бирюсы моллюски отсутствовали из-за сильного течения и низких температур, ряд других – были дистрофными и поэтому непригодными для битиний. Известно, что битинии предпочитают хорошо прогреваемые, с илистым дном, озера-старички с раз-

витой высшей водной растительностью. М. М. Колокольцев [10] отмечал: «Пробуждение битиний от зимней диапаузы происходит в конце мая–начале июня, когда температура в пойменных водоемах повышается до 12–15 °С». По данным этого автора и нашим наблюдениям, уже в первой декаде августа численность битиний резко сокращается в связи со снижением температуры воздуха и воды. Было установлено, что период активности битиний в очаге описторхоза на реке Бирюсе составляет около 2 мес. [10].

#### Первые промежуточные хозяева *Opisthorchis felineus*

В первых наших публикациях [18, 19] показано, что битинии, обнаруженные в одной из заводей р. Конторка (бассейн р. Бирюса), по морфологии раковины соответствовали *Opisthorchophorus hispanicus* (Servain, 1880), согласно определителю брюхоногих моллюсков Я. И. Старобогатова и др. [26]. Между тем, на основе анализа нуклеотидных последовательностей гена COI мт ДНК установлено, что эти особи генетически идентичны *B. troscheli* из водоемов Алтая, Томской и Новосибирской областей, а также Башкирии [14].

Позднее, в июне 2018 г., мы исследовали видовой состав брюхоногих моллюсков 10 водоемов бассейна реки Бирюса Тайшетского района, в том числе в местах вылова местным населением карповых рыб. Битинии были собраны в озере-старичке «Байкал» (находится в 1,2 км от основного русла Бирюсы) и в заводи «Заречное» (р. Конторка, приток Бирюсы, находится в 3,7 км от основного русла Бирюсы) (рис. 1, табл. 1).

Улитки из озера-старички «Байкал» имели более крупные размеры по сравнению с особями из заводи «Заречное», что является внутривидовой изменчивостью, поскольку по молекулярно-генетическим исследованиям они принадлежат одному виду *O. troscheli* (наши неопубликованные данные).

У битиний из обоих водоемов (исследовано 277 экз.) трематоды *O. felineus* нами не были обнаружены. Около 5% улиток были зараже-

<sup>1</sup> Тайшетский район расположен на северо-западе Иркутской области, большая его часть находится в бассейне реки Бирюсы, а меньшая (северная) – в бассейне реки Чуны. Бирюса (Большая Бирюса, Она) – река в России, после слияния с рекой Чуна образует реку Тасеева, которая впадает в Ангару. Протекает по территории Иркутской области и Красноярского края. Длина 1012 км, площадь бассейна – 55 800 км<sup>2</sup>. Берёт начало со склонов Джуглымского хребта в Восточном Саяне. Далее течёт по Среднесибирскому плоскогорью. Основные левые притоки – Тагул, Туманшет, Пойма, правые – Малая Бирюса, Топорок. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тайшетский\\_район](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тайшетский_район)



Рис. 1. Самец (♂) и самка (♀) *Opisthorchophorus troscheli* из озера- старицы «Байкал» Тайшетского района  
 [Fig. 1. Male (♂) and female (♀) *O. troscheli* from old lake «Baikal», Taishet region]

Таблица 1 [Table 1]

Пластические признаки раковины битиний, собранных в заводи «Заречная» р. Конторка (n = 91) и озере- старице «Байкал» (n = 186)

[Plastic features of bitinia shells collected in the Zarechnaya backwater (the river Kontorka) (n = 91) and old lake «Baikal» (n = 186)]

Признак [Sign]	Значение признака для моллюсков, собранных в заводи [Significance of the trait for mollusks collected in backwater]	
	«Заречное»	«Байкал»
Высота раковины, мм [Sink height, mm]	5,57±0,79 (3,5–7,35)	6,6±1,14 (3,1–10)
Ширина раковины, мм [Sink width, mm]	4,64±0,59 (3,05–5,9)	5,3±0,84 (2,75–7,6)
Длина устья, мм [Mouth length, mm]	2,58±0,53 (1,3–3,9)	3,28±0,6 (1,5–5,5)
Ширина устья, мм [Mouth width, mm]	3,22±0,4 (2,1–4)	3,54±0,53 (1,9–4,9)
Высота завитка, мм [Curl height, mm]	2,6±0,32 (1,8–3,2)	2,86±0,42 (1,6–4)
Число оборотов [Number of revolutions]	3,79±0,25 (3,5–4)	3,92±0,19 (3,5–4)

ны мирацидиями и спороцистами трематод не выясненного таксономического статуса.

#### Физиолого-биохимические основы дифференциальной диагностики *Opisthorchis felineus*

В Иркутском очаге описторхоза в мышцах карповых рыб кроме описторхов на протяжении многих лет находили трематоду репидокотиле. Нами исследованы физиолого-биохимические параметры дифференциальной диагностики метацеркарий *O. felineus* и *Rapidocotyle campanula*, используя метод переваривания в искусственном желудочном соке [7, 8, 17, 20].

По нашим данным, метацеркарии *R. campanula* регистрируют в мышечной ткани карповых рыб с более высокой экстенсивностью и интенсивностью инвазии по сравнению с метацеркариям *O. felineus* (табл. 2).

Метацеркарии *O. felineus* и *R. campanula* по морфологическим признакам схожи между собой, поэтому возможны ошибки при дифференциации личинок этих видов.

При изучении карповой рыбы, отловленной в р. Бирюса, на инвазированность личинками описторхисов, кроме метода компрессионной микроскопии, мы использовали метод переваривания в искусственном желудочном соке. Биохимическое исследование проводили согласно методическим указаниям [13]. При микроскопии осадка, полученного при переваривании мышечной ткани рыб в искусственном желудочном соке, обнаружили только метацеркарии *O. felineus*, либо вообще личинок гельминтов не находили. Метацеркарии *Rh. campanula* отсутствовали. Подобные результаты повторялись при многочисленных биохимических исследованиях мышечной ткани рыб. Полученные результаты исследований вызыва-

Таблица 2 [Table 2]

Показатели экстенсивности и интенсивности инвазии карповых рыб метацеркариями *Opisthorchis felineus* и *Rhipidocotyle campanula* (обобщенные данные)

[Indicators of prevalence and intensity of infection of cyprinids by metacercariae of *Opisthorchis felineus* and *Rhipidocotyle campanula* (summary data)]

Вид рыбы [Type of fish]	<i>Opisthorchis felineus</i>		<i>Rhipidocotyle campanula</i>	
	ЭИ [EI] min-max,%	ИИ [II], min-max, экз.	ЭИ [EI] min-max,%	ИИ [II] min-max, экз.
Елец	2,51–6,6	1–8	25,0–92,0	2–105
Плотва	0,4	5	5,0–14,2	2–3

ли вопрос, почему не регистрируются личинки рипидокотиле. Чтобы ответить на этот вопрос, мы сравнили искусственные условия, созданные *in vitro* при исследовании по методу переваривания в искусственном желудочном соке с условиями среды в желудках дефинитивных

хозяев, в биологическом цикле развития трематод *O. felineus* и *Rh. campanula*. Для *O. felineus* основными дефинитивными хозяевами являются человек и рыбообразные животные, а для *Rh. campanula* – пресноводные хищные рыбы (щука, окунь, ерш, судак) (табл. 3).

Таблица 3 [Table3]

Условия среды в желудках человека, плотоядных животных, хищных рыб и искусственно созданные условия при исследовании рыбы на описторхоз по методу переваривания в искусственном желудочном соке [17]

[Environmental conditions in the stomachs of humans, carnivores, predatory fish and artificially created conditions in the study of fish for opisthorchosis using the method of digestion in artificial gastric juice [24]]

Фактор среды [Environmental factor]	Показатели среды в желудках [Indicators of the environment in the stomachs]			Показатели среды в искусственном желудочном соке [Indicators of the environment in artificial gastric juice]
	человек [human]	плотоядные животные [carnivores]	хищная рыба [predatory fish]	
рН	1,5–1,8	1,5–2,5	3,3–4,0	1,5
HCl,%	0,3–0,5	0,4–0,5	1,5–3	0,4
Фермент [Enzyme]	Пепсин [Pepsin]	Пепсин [Pepsin]	Пепсин [Pepsin]	Пепсин [Pepsin]
Температура [Temperature], °C	36,6	38,0–40,0	Температура окружающей среды [Ambient temperature]	36–37

В результате сравнительного анализа условий среды в желудках дефинитивных хозяев трематод *O. felineus* и *Rh. campanula*, а также искусственно созданных условий *in vitro*, при исследовании рыбы по методу переваривания мышц было установлено:

- естественные показатели среды в желудках дефинитивных хозяев *O. felineus* и показатели искусственного желудочного сока в условиях *in vitro* очень близки между собой;
- параметры естественной среды в желудках дефинитивных хозяев *Rh. campanula* и искусственного желудочного сока в условиях *in vitro*, существенно отличаются по значениям рН и температуры.

Поэтому у метацеркарий описторхиса растворяются только оболочки цист, а личинки

остаются не поврежденными и сохраняют свою структуру и жизнеспособность, а рипидокотиле «перевариваются».

Различную устойчивость метацеркарий *O. felineus* и *Rh. campanula* к условиям среды при гидролизе белка пепсином мы связываем с эволюционными адаптациями в процессе формирования биологических циклов этих гельминтов.

**Видовой состав вторых промежуточных хозяев и многолетняя динамика зараженности их метацеркариями описторхисов, окончательные хозяева**

В настоящее время в бассейне реки Бирюсы на зараженность их личинками *O. felineus* обследованы 6 видов карповых рыб: плотва, елец, лещ, карась, линь и голянь. Голянь и

линь не были заражены этой трематодой [5, 6, 15, 16, 34].

По результатам работ, проведенных в Иркутском очаге описторхоза, отмечен существенный рост зараженности рыб в 2017 г. (рис. 2). За весь период исследований от-

мечено несколько пиков заражения карповых рыб: 1982, 1993, 1998, 2007, 2017 и 2022 гг. Несмотря на разнородность материалов, мы можем констатировать, что описторхоз в условиях Бирюсы циркулирует и его очаг здесь существует.

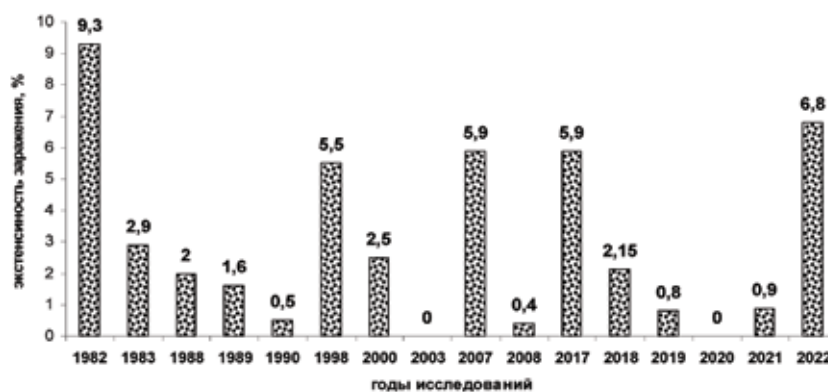


Рис. 2. Многолетняя динамика зараженности карповых рыб метацеркариями описторхисов в бассейне реки Бирюсы

[Fig. 2. Long-term dynamics of cyprinids infection by metacercariae *O. felinus* in the Biryusa River basin]

По сравнению с водоемами Западной Сибири в реке Бирюсе рыбы в меньшей степени заражены описторхисами. По данным Т. А. Бочаровой с соавт. [4], в реке Томь зараженность ельца этим паразитом составляет 92,5, язя – 100%, т. е. зараженность рыб существенно возросла (почти в 5 раз) по сравнению, например, с 1965 г. (19,2%) и 2012 г. (92,5%).

В среднем течении Оби также наиболее заражены язь (100%, интенсивность инвазии 50,5 экз.) и елец (91,1%, интенсивность инвазии 13,7 экз.). Уклейка, лещ и плотва имеют низкие показатели зараженности: от 1,8 до 2,4% при интенсивности инвазии от 1,0 до 3,5 экз. [37].

Локальные очаги описторхоза выявлены в акватории Новосибирского водохранилища, в которых имеются более благоприятные условия для обитания моллюсков битиниид – первых промежуточных хозяев описторхиса [2, 3, 23].

Такие локальные участки имеются и на р. Бирюсы, о чем свидетельствуют данные о зараженности рыб и людей (рис. 3, табл. 4).

Впервые в 2017 г. были обследованы ондатры, отловленные по берегам реки Тайшетки. Из 12 обследованных животных была зара-

жена только одна особь – полторагодовалая самка. В ее кишечнике были обнаружены яйца паразита. Общая зараженность ондатры составила 8,3% [21, 34].

Таким образом, был впервые установлен факт участия диких животных – ондатры (*Ondatra zibethicus*) в паразитарной системе *O. felinus* в Иркутском очаге описторхоза.

Источником инвазионного начала в Иркутском очаге описторхоза являются дикие животные (ондатра), домашние животные (кошка) и человек. Поэтому, согласно классификации Е. Г. Сидорова [24, 25], Иркутский очаг относится к смешанному типу.

#### Картирование Иркутского очага описторхоза

Имеющиеся у нас данные были перенесены на карту Тайшетского района, что позволило наглядно представить степень распространения возбудителя опасного заболевания в бассейне реки Бирюсы (рис. 4). Таковыми могут являться только те водоемы, где постоянно присутствуют первые, вторые и окончательные хозяева описторхисов. Выявление и изучение микроочагов необходимо для пони-



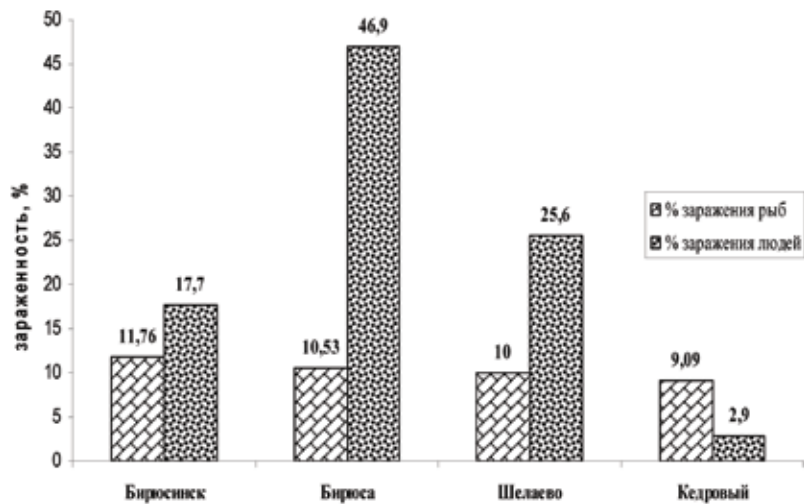


Рис. 3. Динамика зараженности рыб и людей *O. felineus* в Тайшетском районе Иркутской области [9]

[Fig. 3. Dynamics of infection of fish and humans with *O. felineus* in the Taishetsky district of the Irkutsk region [10]]

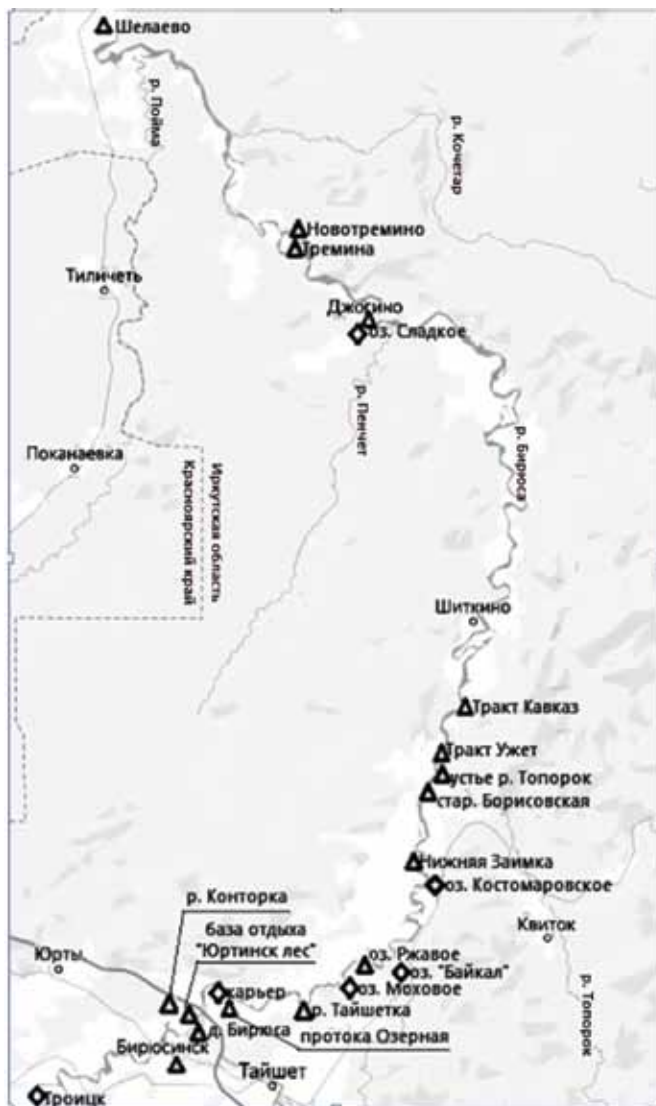


Рис. 4. Карта-схема Иркутского очага описторхоза в Тайшетском районе Иркутской области:

▲ – водоемы, где была выловлена рыба, зараженная личинками *O. felineus*; ◆ – водоемы, где не было отмечено случаев заражения

[Fig. 4. Map-scheme of the Irkutsk focus of opisthorchosis in the Taishetsky district of the Irkutsk region:

▲ – water bodies where fish infected with *O. felineus* larvae were caught; ◆ – water bodies where no cases of infection have been noted]

мания циркуляции и путей распространения паразита в очаге в целом.

### Заключение

Основываясь на имеющихся литературных и собственных результатах, можно выделить два этапа в изучении описторхоза в бассейне реки Бирюсы. Первый (80-е годы XX в.) – открытие очага и второй этап (2010-е годы – настоящее время) – мониторинг зараженности карповых рыб, изучение таксономического статуса моллюсков, молекулярно-генетические исследования, выявление окончательных хозяев, оценка статуса очага, картирование очага. Несмотря на отсутствие единого взгляда на систематику битиниид [30, 31], мы принимаем точку зрения Я. И. Старобогатова с соавт. [26] и указываем для Тайшетского района *Opisthorchophorus troscheli*. Многолетние данные о зараженности карповых рыб метацеркариями описторхисов свидетельствуют о невысоких параметрах (от 0,4 до 9,3% с интенсивностью от 1 до 2 паразитов). Четыре вида рыб (плотва, елец, карась и лещ) являются вторыми промежуточными хозяевами паразита. У голяна и линя паразит не отмечен. Для решения вопросов филлогеографии описторхоза мы, заразив метацеркариями золотистого хомяка, получили мариты. Взрослые черви были использованы в молекулярно-генетических исследованиях. Было установлено, что популяция описторхов из реки Бирюсы относится к североазиатской группе.

Европейские и азиатские популяции сибирской двуустки имеют очень низкий уровень генетического различия [28]. Установлено, что Иркутский очаг относится к смешанному типу, поскольку окончательными хозяевами паразита являются дикие животные (ондатра), домашние животные (кошка) и человек. Начаты работы по картированию Иркутского очага описторхоза.

Несмотря на определенные результаты, полученные в ходе изучения описторхоза на Бирюсе, многие вопросы его состояния, происхождения, количественные характеристики, состав и распространение промежуточных и окончательных хозяев и др. требуют продолжения исследований. Данные о зараженности рыб и людей со всей очевидностью свидетельствуют о том, что проблема описторхоза в Иркутской области нуждается в пристальном внимании ученых, практических врачей, ве-

теринаров и надзорных организаций. Полноценное решение вопроса по изучению очага описторхоза в Иркутской области может быть реализовано только при совместных работах научных учреждений, организаций, контролирующих и отвечающих за состояние и распространение гельминтозооноза на территории нашего региона.

Значительная патогенность паразита и природно-очаговый характер заболевания требуют проведения регулярных исследований на всех этапах его жизненного цикла: моллюски, рыбы, рыбоядные млекопитающие, местные жители. Основываясь на имеющихся материалах, в настоящий момент можно выявить территории, где имеются все условия для осуществления жизненного цикла паразита при участии человека, домашних и диких животных. Необходимо обратить внимание санитарных организаций на состояние и дезинфекцию отхожих мест в населенных пунктах по берегам водоемов в бассейне реки Бирюсы. Кроме того, важно проводить разъяснительную работу среди местного населения по правилам обработки карповой рыбы в качестве профилактики от заражения описторхами.

### Список источников

1. Беэр С. А. Биология возбудителя описторхоза. М: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 336 с.
2. Бонина О. М., Сербина Е. А. Выявление локальных очагов описторхидозов в пойме реки Обь и в Новосибирском водохранилище. Сообщение 1. Зараженность карповых рыб метацеркариями описторхид // Российский паразитологический журнал. 2011. № 2. С. 24–30.
3. Бонина О. М., Сербина Е. А. Пространственное распределение локальных очагов описторхидозов в акватории Новосибирского водохранилища // «Паразитология в изменяющемся мире»: материалы V Съезда Паразитологического общества при РАН. Новосибирск, 2013. С. 30.
4. Бочарова Т. А., Макарова Т. С., Герасимова О. И. Паразитофауна некоторых видов рыб водоемов бассейна средней Оби // «Паразитология в изменяющемся мире»: материалы V Съезда Паразитологического общества при РАН. Новосибирск, 2013. С. 31.
5. Венриков С. П., Русинек О. Т. Многолетняя динамика зараженности карповых рыб личинками *Opisthorchis felineus* (Trematoda) в Иркутском очаге описторхоза в бассейне реки Бирюсы // «Современные проблемы охотоведения»: ма-

- териалы международной научно-практической конференции. Молодежный: Изд-во Иркутского государственного аграрного ун-та, 2021. С. 317–321.
6. Венриков С. П. Анализ возрастной динамики зараженности карповых рыб *Opisthorchis felineus* в Иркутском очаге описторхоза // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. 1 (114): 67-76. <https://doi.org/10.51215/1999-3765-2023-114-67-76>
  7. Глазков Г. А. К методике выделения метацеркариев сибирской двуустки из мышечной ткани пораженной рыбы // Проблема описторхоза в Западной Сибири. Л., 1977. С. 53–54.
  8. Глазков Г. А. Выделение метацеркариев некоторых трематод из пораженной ткани рыб методом переваривания в искусственном желудочном соке // Болезни и паразиты рыб Ледовитоморской провинции (в пределах СССР). Томск, 1979. С. 72–82.
  9. Клебановский В. А., Журина Т. А., Житницкая Э. А., Секулович А. Ф., Усольцева З. Н., Афракров В. Ф., Афракорова Т. В., Колокольцев М. М., Старикова Н. А. Новые данные об ареале описторхоза в Центральной Сибири // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1984. № 3. С. 7–11.
  10. Колокольцев М. М. Распространение и экология моллюсков *Vithynia inflata* промежуточного хозяина *Opisthorchis felineus* в водоемах бассейна реки Бирюсы // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1988. № 3. С. 58–60.
  11. Колокольцев М. М., Казакова А. А., Житницкая Э. А. Описторхоз в Тайшетском районе Иркутской области // Гигиена и здоровье человека. Иркутск, 1982. С. 48–49.
  12. Колокольцев М. М., Афракров В. Ф., Колокольцева И. А. Описторхоз у домашних кошек Тайшетского района Иркутской области // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1984. № 3. С. 82.
  13. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки (МУК 3.2.988–00). М.: Минздрав России, 2001. 69 с.
  14. Романов К. В., Бальшева В. И., Катохин А. В., Мордвинов В. А. Молекулярная филогения видов моллюсков семейства *Vithyniidae* на основе митохондриальных и ядерных последовательностей // «Фундаментальные и прикладные аспекты современной биологии»: труды Томского государственного университета. Серия биологическая. 2010. Т. 275. С. 391–395.
  15. Русинек О. Т., Кондратистов Ю. Л. Изучение зараженности карповых рыб метацеркариями трематод в очаге описторхоза (Тайшетский район, Иркутская область, Россия) // Известия Иркутского государственного университета. Серия "Науки о Земле". 2010. Т. 3, № 1. С. 132–142.
  16. Русинек О. Т., Кондратистов Ю. Л., Иванова А. И. Состояние Иркутского очага описторхоза (р. Бирюса, Тайшетский район, Иркутская область, Россия) // Журнал Павлодарского государственного педагогического института. Биологические науки Казахстана. 2010. № 3. С. 96–104.
  17. Русинек О. Т., Кондратистов Ю. Л., Рудов Р. В. Физиолого-биохимические основы дифференциальной диагностики метацеркарий *Opisthorchis felineus* и *Rhipidocotyle campanula* // Российский паразитологический журнал. 2012. № 1. С. 85–95.
  18. Русинек О. Т., Ситникова Т. Я., Кондратистов Ю. Л. Новые данные об иркутском очаге описторхоза и о необходимости его изучения // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2012. № 2. С. 15–18.
  19. Русинек О. Т., Ситникова Т. Я. Состояние Иркутского очага описторхоза и вопросы его дальнейшего изучения // Известия Иркутского гос. ун-та. 2012. № 3. С. 125–134.
  20. Русинек О. Т., Кондратистов Ю. Л. Дифференциальная диагностика метацеркарий *Opisthorchis felineus* от мышечных метацеркарий рыб не патогенных для человека при определении паразитологических показателей безопасности рыбы // Вестник ИрГСХА. 2013. Вып. 57, Ч. 2. С. 45–51.
  21. Русинек О. Т. Иркутский очаг описторхоза: состояние и вопросы его дальнейшего изучения // «Перспективы развития биомедицинских технологий в Байкальском регионе»: международная научная конференция. Иркутск, 2019. С. 84–85.
  22. СанПиН 3.3686-21. Санитарные правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней». М., 2021. 1092 с.
  23. Сербина Е. А., Бонина О. М. Выявление локальных очагов описторхозов в пойме реки Обь и в Новосибирском водохранилище, Сообщение 2. Численность переднежаберных моллюсков и их зараженность партенитами трематод // Российский паразитологический журнал. 2011. № 4. С. 55–59.
  24. Сидоров Е. Г. Типизация очагов описторхоза и влияние их структуры на зараженность рыб

- метацеркариями // «Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана»: тезисы докладов научной конференции. Балхаш, 1967. С. 244–246.
25. Сидоров Е. Г. Природная очаговость описторхоза. Алма-Ата: Наука, 1983. 240 с.
26. Старобогатов Я. И., Прозорова Л. А., Богатов В. В., Саенко Е. М. Моллюски. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука, 2004. С. 25–492.
27. Цуканов В., Горчилова Е., Васютин А., Тонких Ю., Ржавцева О. Современные принципы ведения больных с описторхозом // Врач. 2019; (12): 25–28. <https://doi.org/10.29296/25877305-2019-12-07>
28. Brusentsov I. I., Katokhin A. V., Brusentsova I. V., Shekhovtsov S. V., Borovikov S. N., Goncharenko G. G., Lider L. A., Romashov B. V., Rusinek O. T., Shobitov S. K., Suleymanov M. M., Yevtushenki A. V., Mordvinov V. A. Low genetic diversity in wide-spread Eurasia liver fluke *Opisthorchis felinus* suggests special demographic history of this Trematode species. PLoS ONE 8 (4): e62453. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062453>
29. Bychkov V., Kalyonova L. F., Khadieva E. D., Lazarev S., Lukmanov I. R., Shidin V. A., Morozov E. Dynamics of the *O. felinus* Infestation Intensity and Egg Production in Carcinogenesis and Partial Hepatectomy in the Setting of Superinvasive Opisthorchiasis. Analytical Cellular Pathology, vol. 2019, Article ID 8079368, 5 pages, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8079368>
30. Gloer P., Falnoiwski A., Szarowska M., 2005. *Bithynia leachii* (Sheppard 1823) and *B. troschelii* (Paasch 1842), two distinct species? *Heldia*, Bd. 6, 49–56.
31. Lazutkina E., Andreev N., Andreeva S., Gloer P., Vinarski M. On the taxonomic state of *Bithynia troscheli* var. *sibirica* Westerlund, 1886, a Siberian endemic bithyniid snail (Gastropoda: Bithyniidae). *Mollusca*. 2009; 27 (2): 113–122.
32. Pakharukova M. Y., Mordvinov V. A. The liver fluke *Opisthorchis felinus* biology, epidemiology, and carcinogenic potential. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 2019; 110. 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.07.002>
33. Rusinek O. T. Life cycle and parasitic system of *Opisthorchis felinus* in Irkutsk opisthorchiasis focus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 395 (2019). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012057>
34. Rusinek O. T. Public Health Challenges in Complex Systems: Focusing on Case of Irkutsk Opisthorchiasis. *Study in systems, Decision and Control*. 2021; 283. 187–197. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58823-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58823-6_21)
35. Saijuntha W., Sithithaworn P., Kiatsopit N. et al. Liver Flukes: Clonorchis and Opisthorchis. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2019; 1154: 139–180. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_6)
36. Saijuntha W., Sithithaworn P., Petney T. N., Andrews R. H. Foodborne zoonotic parasites of family Opisthorchidae. *Research in Veterinary Science*. 2021; 135. 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.024>
37. Simakova A. V., Chitnis N., Babkina I. B., Fedorova O. S., Fedotova M. M., Babkin A. M., Khodkevich N. E. Abundance of *Opisthorchis felinus* Metacercariae in cyprinids fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia). *Food and Waterborne Parasitology*. 2021, 22. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2021.e0013>

Статья поступила в редакцию 18.05.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**Русинек Ольга Тимофеевна**, Байкальский музей Сибирского отделения Российской академии наук (664520, Иркутская область, Иркутский район, р.п. Листвянка, ул. Академическая, 1), Россия, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-1361-586X [o.rusinek@yandex.ru](mailto:o.rusinek@yandex.ru)

**Веприков Сергей Павлович**, Байкальский музей Сибирского отделения Российской академии наук (664520, Иркутская область, Иркутский район, р.п. Листвянка, ул. Академическая, 1), Россия, аспирант, ORCID ID: 0000-0001-6559-0740, [pochtovik108@yandex.ru](mailto:pochtovik108@yandex.ru)

Вклад соавторов:

**Русинек Ольга Тимофеевна** – обобщение литературных и собственных данных, написание рукописи статьи, подготовка графиков, оформление рукописи.

**Веприков Сергей Павлович** – анализ данных, подготовка карты схемы, оформление рукописи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Beer S. A. Biology of the causative agent of opisthorchosis. M.: KMK Scientific Publishing Association, 2005; 336. (In Russ.)
2. Bonina O. M., Serbina E. A. Identification of local foci of opisthorchosis in the Ob River flood plain and in the Novosibirsk reservoir. Report 1. Infection of cyprinid fish with *Opisthorchis metacercariae*. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2011; 2: 24–30. (In Russ.)
3. Bonina O. M., Serbina E. A. Spatial distribution of local foci of opisthorchosis in the waters of the Novosibirsk reservoir. «Parazitologiya v izmenyayushchemsya mire»: materialy V S<sup>yezda</sup> Parazitologicheskogo obshchestva pri RAN = “Parasitology in a changing world”: proceedings of the V Congress of the Society of Parasitologists of the Russian Academy of Sciences. Novosibirsk, 2013; 30. (In Russ.)
4. Bocharova T. A., Makarova T. S., Gerasimova O. I. Parasitic fauna of some fish species in water bodies of the middle Ob basin. «Parazitologiya v izmenyayushchemsya mire»: materialy V S<sup>yezda</sup> Parazitologicheskogo obshchestva pri RAN = “Parasitology in a changing world”: proceedings of the V Congress of the Society of Parasitologists of the Russian Academy of Sciences. Novosibirsk, 2013; 31. (In Russ.)
5. Veprikov S. P., Rusinek O. T. Long-term dynamics of *Opisthorchis felineus* (Trematoda) larvae infection in cyprinids in the Irkutsk focus of opisthorchosis in the Biryusa River basin. «Sovremennyye roblem okhotovedeniya»: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = “Modern issues of game management”: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Molodezhniy: Publishing House of the Irkutsk State Agrarian University, 2021; 317–321. (In Russ.)
6. Veprikov S. P. Analysis of the age-related dynamics of *Opisthorchis felineus* infection in cyprinid fish in the Irkutsk focus of opisthorchosis. *Vestnik Irkutskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy*. 2023; 1 (114): 67–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.51215/1999-3765-2023-114-67-76>
7. Glazkov G. A. On the method of isolating Siberian liver fluke metacercariae from the muscle tissue of affected fish. In: *Opisthorchosis problem in Western Siberia*. L., 1977; 53–54. (In Russ.)
8. Glazkov G. A. Isolation of metacercariae of some trematodes from affected fish tissue by digestion with artificial gastric juice. In: *Diseases and parasites of fish in the Arctic Sea (within the USSR)*. Tomsk, 1979; 72–82. (In Russ.)
9. Klebanovsky V. A., Zhurina T. A., Zhitnitskaya E. A., Sekulovich A. F., Usoltseva Z. N., Afrakov V. F., Afrakova T. V., Kolokoltsev M. M., Starikova N. A. New data on the opisthorchosis area in Central Siberia. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 1984; 3: 7–11. (In Russ.)
10. Kolokoltsev M. M., Distribution and ecology of the *Bithynia inflata* mollusk, the *Opisthorchis felineus* intermediate host, in the water bodies of the Biryusa River basin. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 1988; 3: 58–60. (In Russ.)
11. Kolokoltsev M. M., Kazakova A. A., Zhitnitskaya E. A. Opisthorchosis in the Taishetsky District of the Irkutsk Region. *Gigiyena i zdorov'ye cheloveka = Human hygiene and health*. Irkutsk, 1982; 48–49. (In Russ.)
12. Kolokoltsev M. M., Afrakov V. F., Kolokoltseva I. A. Opisthorchosis in domestic cats in the Taishetsky District of the Irkutsk Region. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 1984; 3: 82. (In Russ.)
13. Methods of sanitary and parasitological examination of fish, mollusks, crustaceans, amphibians, and reptiles and products produced from them (MG 3.2.988–00). M.: Russian Ministry of Healthcare, 2001; 69. (In Russ.)
14. Romanov K. V., Balysheva V. I., Katokhin A. V., Mordvinov V. A. Molecular phylogeny of mollusk species of the family Bithyniidae based on mitochondrial and nuclear gene sequences. «Fundamental'nyye i prikladnyye aspekty sovremennoy biologii»: trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. *Seriya biologicheskaya = “Fundamental and applied aspects of modern biology”*. Proceedings of the Tomsk State University. *Biological series*. 2010; 275. 391–395. (In Russ.)
15. Rusinek O. T., Kondratistov Yu. L. Study of trematode metacercaria infection in cyprinid fish in the focus of opisthorchosis (Taishetsky District, Irkutsk region, Russia). *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Nauki o Zemle" = News of Irkutsk State University. Earth Science Series*. 2010; 3 (1): 132–142. (In Russ.)
16. Rusinek O. T., Kondratistov Yu. L., Ivanova A. I. Status of the Irkutsk focus of opisthorchosis (the

- Biryusa River, Taishetsky District, Irkutsk Region, Russia). *Zhurnal Pavlodarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta. Biologicheskiye nauki Kazakhstana = Journal of the Pavlodar State Pedagogical Institute. Biological sciences of Kazakhstan*. 2010; 3: 96–104. (In Russ.)
17. Rusinek O. T., Kondratistov Yu. L., Rudov R. V. Physiological and biochemical basis for differential diagnosis of *Opisthorchis felinus* and *Rhipidocotyle campanula metacercariae*. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2012; 1: 85–95. (In Russ.)
  18. Rusinek O. T., Sitnikova T. Ya., Kondratistov Yu. L. New data on the Irkutsk focus of opisthorchosis and the need to study. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2012; 2: 15–18. (In Russ.)
  19. Rusinek O. T., Sitnikova T. Ya. Status of the Irkutsk focus of opisthorchiasis and issues of its further study. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Irkutsk State University*. 2012; 3: 125–134. (In Russ.)
  20. Rusinek O. T., Kondratistov Yu. L. Differential diagnosis of *Opisthorchis felinus metacercariae* from *metacercariae* of fish muscle tissue that are not pathogenic for humans in determining parasitological parameters of fish safety. *Vestnik Irkutskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy*. 2013; 57 (2): 45–51. (In Russ.)
  21. Rusinek O. T. Irkutsk focus of opisthorchiasis: status and issues of its further study. «*Perspektivy razvitiya biomeditsinskikh tekhnologiy v Baykal'skom regione*»: *mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya = "Prospects for the development of biomedical technologies in the Baikal region": International Scientific Conference*. Irkutsk, 2019; 84–85. (In Russ.)
  22. SanPiN 3.3686-21. Sanitary Rules and Regulations "Sanitary and epidemiological requirements for prevention of infectious diseases." M., 2021; 1092. (In Russ.)
  23. Serbina E. A., Bonina O. M. Identification of local foci of opisthorchosis in the Ob River flood plain and in the Novosibirsk reservoir, Report 2. The number of prosobranch gastropods and their infection with trematode parthenites. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2011; 4: 55–59. (In Russ.)
  24. Sidorov E. G. Type designs of opisthorchosis foci and the influence of their structure on the metacercariae infection in fish. «*Biologicheskiye osnovy rybnogo khozyaystva respublik Sredney Azii i Kazakhstana*»: *tezisy dokladov nauchnoy konferentsii = "Biological foundations of fisheries in the Republics of Central Asia and Kazakhstan": abstracts of Scientific Conference Reports*. Balkhash, 1967; 244–246. (In Russ.)
  25. Sidorov E. G. Natural focalities of opisthorchosis. Almaty: Nauka, 1983; 240. (In Russ.)
  26. Starobogatov Ya. I., Prozorova L. A., Bogatov V. V., Saenko E. M. Mollusks. Key to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories. V. 6. Molluscs, Polychaetes, Nemertean. SPb.: Nauka, 2004; 25–492. (In Russ.)
  27. Tsukanov V., Gorchilova E., Vasyutin A., Tonkikh Y., Rzhavcheva O. Modern principles of management of patients with opisthorchosis. *Vrach = Doctor*. 2019; (12): 25–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.29296/25877305-2019-12-07>
  28. Brusentsov I. I., Katokhin A. V., Brusentsova I. V., Shekhovtsov S. V., Borovikov S. N., Goncharenko G. G., Lider L. A., Romashov B. V., Rusinek O. T., Shobitov S. K., Suleymanov M. M., Yevtushenki A. V., Mordvinov V. A. Low genetic diversity in wide-spread Eurasia liver fluke *Opisthorchis felinus* suggests special demographic history of this Trematode species. *PLoS ONE* 8 (4): e62453. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062453>
  29. Bychkov V., Kalyonova L. F., Khadieva E. D., Lazarev S., Lukmanov I. R., Shidin V. A., Morozov E. Dynamics of the *O. felinus* Infestation Intensity and Egg Production in Carcinogenesis and Partial Hepatectomy in the Setting of Superinvasive Opisthorchiasis. *Analytical Cellular Pathology*, vol. 2019, Article ID 8079368, 5 pages, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8079368>
  30. Gloer P., Falnoiwski A., Szarowska M., 2005. *Bithynia leachii* (Sheppard 1823) and *B. troschelii* (Paasch 1842), two distinct species? *Heldia*, Bd. 6, 49–56.
  31. Lazutkina E., Andreev N., Andreeva S., Gloer P., Vinarski M. On the taxonomic state of *Bithynia trosheli* var. *sibirica* Westerlund, 1886, a Siberian endemic bithyniid snail (Gastropoda: Bithyniidae). *Mollusca*. 2009; 27 (2): 113–122.
  32. Pakharukova M. Y., Mordvinov V. A. The liver fluke *Opisthorchis felinus* biology, epidemiology, and carcinogenic potential. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 2019; 110: 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.07.002>
  33. Rusinek O. T. Life cycle and parasitic system of *Opisthorchis felinus* in Irkutsk opisthorchiasis

- focus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 395 (2019). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012057>
34. Rusinek O. T. Public Health Challenges in Complex Systems: Focusing on Case of Irkutsk Opisthorchiasis. *Study in systems, Decision and Control*. 2021; 283. 187–197. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58823-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58823-6_21)
35. Saijuntha W., Sithithaworn P., Kiatsopit N. et al. Liver Flukes: Clonorchis and Opisthorchis. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2019; 1154: 139–180. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_6)
36. Saijuntha W., Sithithaworn P., Petney T. N., Andrews R.H. Foodborne zoonotic parasites of family Opisthorchidae. *Research in Veterinary Science*. 2021; 135. 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.024>
37. Simakova A. V., Chitnis N., Babkina I. B., Fedorova O. S., Fedotova M. M., Babkin A. M., Khodkevich N. E. Abundance of *Opisthorchis felineus* Metacercariae in cyprinids fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia). *Food and Waterborne Parasitology*. 2021, 22. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2021.e0013>

The article was submitted 18.05.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Rusinek Olga T.**, Baikal Museum, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (1 Akademicheskaya Str., industrial township of Listvyanka, Irkutskiy District, Irkutsk Region, 664520), Russia, Doctor of Biological Sciences, [o.rusinek@yandex.ru](mailto:o.rusinek@yandex.ru)

**Veprikov Sergey P.**, Baikal Museum, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (1 Akademicheskaya Str., industrial township of Listvyanka, Irkutskiy District, Irkutsk Region, 664520), Russia, Postgraduate Student, ORCID ID: 0000-0001-6559-0740, [pochtovik108@yandex.ru](mailto:pochtovik108@yandex.ru)

*Contribution of co-authors:*

**Rusinek Olga T.** – literature and own data summarizing, writing the manuscript of the article, preparing graphs, manuscript design.

**Veprikov Sergey P.** – data analysis, schematic map preparation, manuscript drafting.

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

Обзорная статья

УДК 576.8

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-501-509>

## Нейропептиды галловых нематод: функциональное значение в локомоциях паразитов (краткий обзор)

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

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

<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. П. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

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

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

### Аннотация

**Цель исследований** – анализ литературы, посвященной изучению физиологической роли и функциональному значению биологически активных веществ: FMRФамид-подобных нейропептидов в локомоциях галловых нематод *Meloidogyne incognita*, *M. minor*, *M. hapla* и *M. graminicola* с помощью иммунологических, филогенетических, молекулярных и биоинформатических методов исследования.

**Результаты и обсуждение.** Показано важное значение эндогенных FMRФамид-подобных нейропептидов (FLP) в таких поведенческих реакциях фитонематод, как локомоции, которые обеспечивают жизнедеятельность растительных паразитов; обсуждается функциональное значение *flp* генов в нейробиологии галловых нематод. Основные физиологические и функциональные характеристики эндогенных FLP у галловых нематод получены в результате исследований функциональной роли *flp* генов, кодирующих эти нейропептиды. У нематод *M. incognita* и *M. graminicola* в нервных структурах идентифицированы компоненты пептидергической нервной системы: FMRФамид-подобная положительная иммунореактивность, FLP, *flp* гены, кодирующие нейропептиды, и G-протеин связанные рецепторы (GPCR), активируемые этими нейропептидами. Основные функциональные характеристики эндогенных FLP у нематод получены с помощью одного из методов обратной генетики – временного выключения *flp* генов посредством РНК-интерференции. Установлено, что FLP вызывают на соматической мускулатуре галловых нематод два вида физиологических эффектов – стимуляцию локомоторной активности мускулатуры и ее угнетение. В большинстве работ полученные данные, о физиологических эффектах нейропептидов на двигательную активность фитонематод рассматриваются с целью возможного использования при разработке новых антигельминтных препаратов направленного действия.

**Ключевые слова:** FMRФамид-подобные нейропептиды, *flp* гены, локомоции нематод, галловые нематоды, нервная система, иммуноцитохимия, РНК-интерференция

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Малютина Т. А., Удалова Ж. В. Нейропептиды галловых нематод: функциональное значение в локомоциях паразитов (краткий обзор) // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 501–509.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-501-509>

© Малютина Т. А., Удалова Ж. В., 2023



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



Review article

# Neuropeptides of root-knot nematodes: functional significance in parasite locomotions (short review)

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

<sup>1</sup> A. N. Severtsov Institute of ecology and evolution of the Russian academy of sciences, Moscow, Russia

<sup>1,2</sup> All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

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

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

## Abstract

**The purpose of the research** is to analyze the literature devoted to the study of the physiological role and functional significance of biologically active substances: FMRFamide-like neuropeptides in the locomotion of root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*, *M. minor*, *M. hapla* and *M. graminicola* using immunological, phylogenetic, molecular and bioinformatic research methods.

**Results and discussion.** The present work shows the importance of endogenous FMRFamide-like neuropeptides (FLPs) in such behavioral reactions of plant nematodes as locomotion, which ensures the vital activity of plant parasites; the functional significance of *flp* genes in the neurobiology of root-knot nematodes is discussed. It was especially noted that the main physiological and functional characteristics of endogenous FLP in root-knot nematodes were obtained as a result of studies of the functional role of the *flp* genes encoding these neuropeptides. In the nematodes *M. incognita* and *M. graminicola*, components of the peptidergic nervous system were identified in the nervous structures: FMRFamide-like positive immunoreactivity, FLP, *flp* genes encoding neuropeptides, and G-protein-coupled receptors (GPCR) activated by these neuropeptides. It was shown that the main functional characteristics of endogenous FLPs in nematodes were obtained using one of the methods of reverse genetics, i.e., *flp* genes knockdown in shadow by means of RNA-interference. It has been established that FLP cause two types of physiological effects on the somatic muscles of root-knot nematodes – stimulation of the locomotor activity of the muscles and its inhibition. In most works, the data obtained on the physiological effects of neuropeptides on the locomotor activity of phytonematodes are considered with a view to their possible use in the development of new targeted anthelmintic drugs.

**Keywords:** FMRFamide-like neuropeptides, *flp* genes, nematode locomotion, root-knot nematodes, nervous system, immunocytochemistry, RNA-interference

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Malyutina T. A., Udalova Z. V. Neuropeptides of root-knot nematodes: functional significance in parasite locomotions (short review). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):501–509. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-501-509>

© Malyutina T. A., Udalova Z. V., 2023

Паразитические нематоды растений являются одной из существенных причин потерь урожая сельскохозяйственных культур во всех странах мира, нанося ежегодный ущерб в размере более 150 млрд долларов в год [19].

Представители рода *Meloidogyne* Goldi, 1982 относятся к облигатным седентарным эндопаразитам корневой системы растений; паразитируют на широком круге растений-

хозяев (более 2000 видов) и представляют важное экономическое значение в силу высокой адаптивности и плодовитости [2, 18].

Основными путями снижения численности данного рода нематод являются селекция устойчивых растений, севооборот и применение нематодицидов. В настоящее время, несмотря на различные законодательные ограничения, продолжается достаточно

активное использование высокотоксичных нематцидов, наносящих вред окружающей среде и уменьшающих биоразнообразие микроорганизмов почвы. Для создания новых малотоксичных препаратов необходимы иные подходы в решении данной проблемы. Нервно-мышечная система нематод является потенциальной целью для выше обозначенных задач.

Особый интерес, с точки зрения контроля над фитопаразическими нематодами, и, в том числе, над галловыми нематодами, представляют исследования фармакологических и физиологических свойств биологически активных веществ, относящихся к большому и разнообразному по структуре семейству FMRFамид-подобных нейропептидов (англ. FMRFamide-like peptides – FLP), и являющихся компонентами пептидергической нервной системы у нематод. Эти вещества обнаружены у многих беспозвоночных животных, включая представителей типа Nematoda [5]. Показано, что FLP способны существенно модулировать локомоторные поведенческие реакции этих животных [1, 7, 17].

Однако, на практике пептидергическая нервная система нематод до сих пор остается мало использованной в качестве мишени для антигельминтных препаратов в отличие от других сигнальных нервных систем, где в передаче сигнала в нервных клетках используются такие классические нейротрансмиттеры (медиаторы) как ацетилхолин и фермент его гидролиза – холинэстераза, гамма-аминомасляная кислота, серотонин и другие медиаторы, на основе которых созданы такие антигельминтные препараты, как алдикарб, ивермектин и т. д. [11].

В литературе высказывается предположение, что эндогенные FLP связаны со всеми физиологическими системами растительных паразитических нематод, составляющими основу выживаемости и успешного паразитирования в организме хозяина, к которым относятся локомоции, сенсорные системы, питание и репродукция [16].

У галловых нематод хорошо развита пептидергическая сигнальная нервная система, о чем свидетельствует FMRFамид-подобная положительная иммунореактивность, выявленная по результатам иммуноцитохимических исследований в различных отделах централь-

ной нервной системы личинок J-2 *M. incognita*, включая окологлоточное нервное кольцо, латеральные ганглии и вентральный нервный ствол (ответственный за синусоидальное движение нематод), расположенный за окологлоточным нервным кольцом [6]. Окрашивание было также обнаружено в вентральных и дорсальных фарингальных нервах, расположенных между окологлоточного нервного кольца и метакорпального бульбуса, обладающего развитой мускулатурой и регулирующей работу фарингального насоса в процессе захвата пищи нематодами. Авторы отмечают, что характер окрашивания совпадает с таковым у других нематод [4]. Такая локализация FMRFамид-подобной иммунореактивности в нервных структурах личинки нематоды предполагает присутствие в них эндогенных FLP.

При секвенировании полного генома у галловой нематоды *M. incognita* идентифицирован нейропептидный компонент, включающий 19 *flp* генов, которые кодируют различные FLP [3, 14]. Однако, среди идентифицированных *flp* генов галловой нематоды лишь несколько кодируют FLP, способные модулировать локомоторную активность.

У нематоды *M. incognita* с помощью метода быстрой амплификации концов комплементарной ДНК (кДНК) в сочетании с ПЦР (RACE-PCR) выявлены *flp* гены – *Mi-flp-1*, *Mi-flp-7*, *Mi-flp-12* и *Mi-flp-14* и описаны их молекулярные и функциональные характеристики [6]. Экспрессия генов *Mi-flp-12*, *Mi-flp-14* у личинок *M. incognita*, выявленная с помощью метода гибридизации *in situ*, показала окрашивание в интернейронах, а также в нейронах, которые регулируют локомоторное поведение и сенсорное восприятие у этой фитонематоды. Обнаруженные *flp* гены кодировали в целом одиннадцать FLP, которые выполняют различные физиологические функции в организме паразита. Установлено, что гены *Mi-flp-12* и *Mi-flp-14* кодировали три нейропептида КНКFEFIRFамид, КНЕYLRFамид и КНЕFVRFамид, которые, по предположению авторов, могут воздействовать на двигательную активность нематоды *M. incognita*. Установленная локализация FMRFамид-подобной иммунореактивности и экспрессии генов *Mi-flp-12* и *Mi-flp-14* может отражать локализацию нейропептидов КНКFEFIRFамид, КНЕYLRFамид и КНЕFVRFамид, кодируемых этими *flp* генами, в различных нервных струк-

турах нематоды и предполагает функцию этих нейропептидов в качестве вероятных модуляторов локомоций, а также возможную медиаторную функцию в пептидергической нервной системе паразитов.

Для определения местоположения нейронов и интернейронов в нервных структурах нематоды *M. incognita* авторами использовалась карта нервной системы свободноживущей нематоды *Caenorhabditis elegans* (White et al., 1985). У нематоды *M. minor*, паразита корней томатов и картофеля, обнаружен *flp* ген *Mm-flp-12*, который кодирует нейропептид KNNKFEFIRFамид, сходный с нейропептидом, кодируемым геном *Mi-flp-12* и который, возможно, обладает аналогичным физиологическим эффектом на соматическую мускулатуру этой нематоды.

Определение физиологических функций FLP в нервной и мышечной системах растительных паразитических нематод трудно выполнимо при использовании прямых физиологических методов в связи с малыми размерами тела этих паразитов [1, 5, 8]. Тем не менее, имеются отдельные сведения о воздействии некоторых FLP *in vitro* на двигательную активность инвазионной личинки J-2 *M. incognita* [12]. В указанной работе приведены результаты исследования влияния на двигательную активность личинок J-2 *M. incognita* семи синтетических нейропептидов: KHEYLRFамида, KSAYMRFамида, AQTFVRFамида, SAPYDPNFLRFамида, KPNFLRFамида, KPNFIRFамида и RNSSPLGTMFRамида. Эффективность нейропептидов была оценена путем измерения частоты двигательной активности головного конца личинок до и после предварительной 15-минутной экспозиции личинок в 0,25, 0,5 и 1mM растворах каждого из нейропептидов. Обнаружено, что из семи исследованных нейропептидов фармакологической активностью обладали четыре: SAPYDPNFLRFамид, KSAYMRFамид, KHEYLRFамид и AQTFVRFамид. При воздействии этих нейропептидов у личинок нематоды значительно увеличивалась частота движений головного конца, по сравнению с контрольными, экспонированными в воде. Было сделано предположение, что перечисленные нейропептиды, кодируемые соответственно *flp* генами *Mi-flp-1*, *Mi-flp-6*, *Mi-flp-14* и *Mi-flp-16*, являются стимуляторами двигательной активности соматической мускулату-

ры нематоды *M. incognita*. Другие нейропептиды не оказывали какого-либо существенного эффекта на двигательную активность головного конца личинки. Авторы считают, что полученные ими данные, являются косвенным свидетельством связи FLP с их рецепторами, так как для подтверждения прямого взаимодействия рецептора с нейропептидом требуются более сложные методы исследования.

В большинстве случаев исследования физиологических функций различных эндогенных FLP в нервной системе растительных паразитических нематод были проведены опосредованно с помощью генетических методов. Одним из таких методов является метод обратной генетики, который заключается во временном выключении *flp* генов, кодирующих нейропептиды, путем РНК-интерференции и последующим анализом изменений в локомоциях и фенотипе фитонематод [4, 8, 10, 16]. С помощью данного метода получена функциональная характеристика гена *Mi-flp-32* нематоды *M. incognita* и определена физиологическая функция единственного нейропептида AMRNALVRFамида, кодируемого этим геном [4]. Авторы отметили, что ген *Mi-flp-32* широко экспрессируется в нервных структурах у нематоды *M. incognita* и еще у 15 различных видов нематод, включая *M. hapla* и *M. paranaensis*.

Предварительное выключение гена *Mi-flp-32* было достигнуто путем инкубации личинок J-2 *M. incognita* в среде, содержащей короткие интерферирующие последовательности матричной РНК (мРНК) в течение определенного периода времени. Оценку действия проводили на основании способности личинок передвигаться сверху вниз в вертикальной колонке, заполненной песком. Было установлено, что черви с выключенным геном *Mi-flp-32* показали увеличенную скорость миграции по сравнению с контрольными червями. Контролем в этих экспериментах были необработанные личинки, предварительно инкубированные в воде, и личинки, помещенные в среду, содержащую мРНК, полученные из свободноживущего плоского червя *Macrostomum lignano*. Нематоды с выключенным геном *Mi-flp-32* в 62% случаев полностью мигрировали в колонке через 2 ч по сравнению с 13 и 35% мигрировавшими личинками, инкубированными в воде и в среде с мРНК, *M. lignano*, соответственно.

Таким образом, в результате сравнительного анализа литературных данных о физиологическом действии некоторых эндогенных нейропептидов на соматическую мускулатуру галловой нематоды *M. incognita* установлено, что FLP могут вызывать как стимуляцию двигательной активности соматической мускулатуры личинок нематоды (нейропептиды SAPYDPNFLRFамид, KSAYMRФамид, KHEYLRФамид и AQTFVRФамид), так и угнетение локомоций (нейропептид AMRNALVRФамид). Имеющиеся данные могут представлять интерес для синтеза антигельминтных препаратов, снижающих зараженность корней растения – хозяина.

У нематоды *M. incognita* на основании биоинформатического анализа (поиск в геномных, транскриптомных и EST базах данных) выявлен предполагаемый GPCR, кодируемый геном *flp-32R* [4]. Показано, что этот рецептор по молекулярным характеристикам может являться гомологом родосин-подобного рецептора 1 (C26F1) свободноживущей нематоды *C. elegans*. Авторы предположили, что этот вероятный GPCR может взаимодействовать с нейропептидом AMRNALVRF, кодируемым геном *Mi-flp-32*, и в результате такого взаимодействия наступает угнетение локомоторной активности червей.

В литературе имеются сведения об идентификации у паразитических нематод, в том числе, фитонематод, гомологов еще 13 предполагаемых GPCR, активируемых FLP, которые были выявлены у *C. elegans* [14].

Помимо южной галловой нематоды в литературе представлены аналогичные сведения об исследовании пептидергической нервной системы у *Meloidogyne graminicola* – облигатного паразита риса и пшеницы [9, 10].

Авторы выявили у личинок J-2 этой нематоды девять *flp* генов: *Mg-flp-1*, *Mg-flp-3*, *Mg-flp-6*, *Mg-flp-7*, *Mg-flp-11*, *Mg-flp-12*, *Mg-flp-14*, *Mg-flp-16*, *Mg-flp-18* и, частично, установлен ген, кодирующий пептид GPCR *Mg-flp-18*; представили описание молекулярных и функциональных характеристик идентифицированных ими *flp* генов. Используя метод гибридизации *in situ*, авторы показали, что ген *Mg-flp-1* экспрессируется в нервных клетках, связанных с вентральным ганглием центральной нервной системы, позади окологлоточного нервного кольца, а ген *Mg-flp-7*, вероятно,

локализуется в клетках, связанных с вентральным и ретровезикулярными ганглиями, также позади окологлоточного нервного кольца. На основании полученных результатов высказано предположение, что гены *Mg-flp-1* и *Mg-flp-7* принимают участие в координации локомоторной активности и хеморецепции *M. graminicola*.

Функциональный анализ идентифицированных *flp* генов, кодирующих FLP у нематоды *M. graminicola* и гена, кодирующего пептид GPCR (*Mg-flp-18* GPCR), был проведен авторами по результатам оценки изменения уровня *flp*-транскрипта генов, инфекционности личинок J-2 и модуляции их фенотипа после применения процедуры РНК-интерференции. Выключение обозначенных генов было проведено путем инкубирования личинок *M. graminicola* в среде, содержащей конструкции длинных двухцепочных РНК (дцРНК), которые были синтезированы для каждого исследуемого транскрипта (*Mg-flp-1*, *Mg-flp-3*, *Mg-flp-6*, *Mg-flp-7*, *Mg-flp-11*, *Mg-flp-12*, *Mg-flp-14*, *Mg-flp-16*, *Mg-flp-18* и гена, кодирующего пептид GPCR *Mg-flp-18* GPCR). В качестве контроля были личинки J-2, инкубированные в среде, содержащей дцРНК *gfp* гена, кодирующего зеленый флуоресцентный протеин (Genbank N HF675000), и в буферном растворе, не содержащем конструкций дцРНК. Было показано, что выключение *flp* генов *Mg-flp-1*, *Mg-flp-3*, *Mg-flp-6*, *Mg-flp-7*, *Mg-flp-11*, *Mg-flp-12*, *Mg-flp-14*, *Mg-flp-16*, *Mg-flp-18* и гена *Mg-flp-18* GPCR посредством процедуры РНК-интерференции вызывает достоверное кратное уменьшение уровня транскриптов всех идентифицированных *flp* генов.

У исследованных нематод, инкубированных в среде, содержащей синтезированные дцРНК идентифицированных *flp* генов, выявлено достоверное значительное уменьшение инвазионности по сравнению с червями, обработанными дцРНК неродственного гена *gfp*, через 24 ч после заражения по сравнению с контрольными червями. Наиболее значительное угнетение инвазионности нематоды *M. graminicola* наблюдали при выключении *flp* генов *Mg-flp-1*, *Mg-flp-7*, *Mg-flp-18* и гена *Mg-flp-18* GPCR по сравнению с контрольными червями, обработанными дцРНК *gfp*. Обнаружено, что через 48 ч после заражения корней риса инвазионность нематод с выключенными *flp* генами снижается по сравнению

с червями, обработанными дцРНК *gfp*. На основании полученных данных высказано предположение о том, что эффект выключения *flp* генов начинает снижаться через 48 ч после заражения корней растений риса нематодами.

В экспериментах, где в качестве растения-хозяина данной нематоды была пшеница, установлено, что личинки J-2 *M. graminicola*, обработанные дцРНК идентифицированных *flp* генов, показали значительное уменьшение инвазионности по сравнению с личинками, обработанными дцРНК неродственного *gfp*, кодирующего флуоресцентный зеленый белок. Авторы показали, что наиболее существенное нарушение в инвазионности было выявлено при выключении генов *Mg-flp-7* и *Mg-flp-18*.

Аналогично эксперименту с рисом, скорость заражения личинками J-2, обработанными дцРНК *Mg-flp-18* GPCR, была значительно снижена по сравнению с контрольными червями, обработанными дцРНК неродственным геном *gfp*. Показано также, что способность к заражению червями, обработанными дцРНК идентифицированных *flp* генов, через 48 ч после внесения инвазии также увеличилась по сравнению с червями через 24 ч после заражения. Эти данные показали уменьшение устойчивости эффекта выключения идентифицированных *flp* генов нематоды *M. graminicola* в течение 48-часового восстановительного периода.

Полученные данные по галловым нематодам во многом схожи с обзорными исследованиями в отношении цистообразующих нематод, которые также как галловые нематоды обладают высокой экономической значимостью в сельскохозяйственном производстве [1].

### Заключение

Анализ литературы показал, что у галловых нематод хорошо развита сигнальная пептидергическая нервная система. Эта система с помощью отдельных компонентов – коротких белковых молекул (FLP) и GPCR регулирует и контролирует локомоторную активность соматической мускулатуры галловых нематод, составляющую основу выживаемости и успешного паразитирования в организме хозяина.

В настоящее время установлено, что пептидергический компонент нервной системы

*M. incognita* включает 19, а *M. graminicola* – 9 *flp*-генов. Однако, не все *flp*-гены, выявленные у галловых нематод, кодируют нейропептиды, вызывающие модуляцию локомоторного поведения этих паразитических организмов. На примере нематоды *M. incognita* показано, что FLP могут вызывать на соматической мускулатуре два вида физиологических эффектов – стимуляцию двигательной активности и угнетение локомоторной активности мускулатуры.

Идентификация FLP у галловых нематод способствует поиску и выявлению биологических мишеней – GPCR, активируемых этими лигандами. В результате такого взаимодействия между рецептором и пептидом опосредуются фармакологические эффекты нейропептидов на эффекторную клетку. Так, в результате поиска в геномных, транскриптомных и EST базах данных у нематод *M. incognita* и *M. graminicola* выявлены предполагаемые рецепторы GPCR, кодируемые в первом случае геном *Mi-flp-32R* и *Mg-flp-18R* соответственно.

В литературе отмечается, что GPCR, обнаруженные у галловых нематод, по молекулярным характеристикам являются гомологами родопсин-подобного рецептора 1 C26F1 свободноживущей нематоды *C. elegans* [15], что может говорить о межвидовом консерватизме отдельных компонентов пептидергической нервной системы у представителей типа Nematoda. У нематоды *M. incognita* предполагаемый GPCR активируется идентифицированным FLP – AMRNALVRFамидом, кодируемым геном *Mi-flp-32*. Физиологическим эффектом такого взаимодействия рецептора и нейропептида является существенное угнетение двигательной активности соматической мускулатуры фитонематоды. Такие данные представляют практический интерес для специалистов, так как могут быть использованы для разработки антигельминтных препаратов, ингибирующих двигательную активность паразитов и, в результате, снижающих заражение корней растения-хозяина.

В отношении физиологического эффекта GPCR, обнаруженного у нематоды *M. graminicola*, можно предположить, что этот рецептор может активироваться нейропептидом, кодируемым геном *Mg-flp-18* нематоды. Физиологическим эффектом такого взаимодействия рецептора и нейропептида у нематоды *M. graminicola* может быть стимуляция двигатель-

ной активности соматической мускулатуры, что опосредовано показано в результатах определения инвазионности этой нематоды.

Таким образом, наличие пептидергической нервной системы и ее отдельных компонентов у галловых нематод, включая эндогенные FLP, выявленные в нервных структурах галловых нематод, *flp* гены, кодирующие эти нейропептиды, а также рецепторы – GPCR, активируемые нейропептидами, и сопоставление этих данных с аналогичными сведениями, представленными в литературе ранее в отношении свободноживущих нематод и паразитических нематод позвоночных и беспозвоночных животных, свидетельствует о консервативности пептидергической нервной системы на протяжении всего типа Nematoda и важной роли этой сигнальной системы в нейробиологии нематод.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Малютина Т. А., Воронин М. В. FMRFамид-подобные нейропептиды – модуляторы локомоторных реакций у растительных цистообразующих паразитических нематод // Российский паразитологический журнал. 2022; Т. 16. № 1. С. 50-62. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-1-50-62>
2. Зиновьева С. В. Общая характеристика фитопаразитических нематод / В кн. «Фитопаразитические нематоды растений»; под ред. Зиновьевой С. В., Чижова В. Н. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 10–45.
3. Abad P., Gouzy J. M. et al. Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. Nature Biotechnology. 2008; 26: 909-915. <https://doi.org/10.1038/nbt.1482>.
4. Atkinson L. E., Stevenson M., Mckoy C. J., Marks N. J., Fleming C., Zamanian M., Day T. A., Kimber M. J., Maule A. G., Mousley A. Flp-32 Ligand/receptor silencing phenocopy faster plant pathogenic nematodes. PLoS Pathogens. 2013; 9 (2): 1003169. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003169>.
5. Holden-Dye L., Walrer R. J. Neurobiology of plant parasitic nematodes. Invertebrate Neurosciences. 2011; 11. 9-11. <https://doi.org/10.1007/s10158-011-0117-2>.
6. Johnston M. J. G., Veigh P. M., Masler S., Fleming C. C., Maule A. G. FMRFamide-like peptides in root-knot nematodes and their potential role in nematode physiology. Journal of Helminthology. 2010; 84 (3): 253-265. <https://doi.org/10.1017/S0022149X09990630>.
7. Kimber M. J., Fleming C. C. Neuromuscular function in plant parasitic nematodes: a target for novel control strategies? Parasitology. 2005; 131 (1): 129-142. <https://doi.org/10.1017/S0031182005009157>.
8. Kimber M. J., Fleming C. C., Bjourson A. J., Halton D. W., Maule A. G. FMRFamide-related peptides in potato cyst nematodes. Molecular and Biochemical Parasitology. 2001; 116 (2): 199-208. [https://doi.org/10.1016/s0166-6851\(01\)00323-1](https://doi.org/10.1016/s0166-6851(01)00323-1)
9. Kumari C., Dutta T. K., Banakar P., Rao U. Comparing the defense related gene expression changes upon root-knot attack in susceptible versus resistant cultivars of rice. Scientific Reports. 2016; 6: 22846. <https://doi.org/10.1038/srep22846>
10. Kumari C., Tushar K. Dutta, Sonam Chaudhary, Prakash Banakar, Pradeep K. Papolu, Uma Rao. Molecular characterization of FMRFamide-like peptides in *Meloidogyne graminicola* and analysis of their knockdown effect on nematode infectivity. Gene. 2017; 619: 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2017.03.042>
11. Martin R. J., Robertson A. P. Control of nematode parasites with agents acting on neuro-musculature systems: lessons for neuropeptide ligand discovery. Advances in Experimental Medicine and Biology. 2010; 692: 138-154. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6902-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6902-6_7).
12. Masler E. P. Behaviour of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita* infective juveniles exposed to nematode FMRFamide-like peptides *in vitro*. Nematology. 2012; 14 (5): 605-612. <https://doi.org/10.1163/156854111X617879>
13. Maule A. G., Mousley A., Marks N. J., Day T. A., Thompson D. P., Geary T. G., Halton D. W. Neuropeptide signaling systems – potential drug targets for parasite and pest control. Current Topics in Medicinal Chemistry. 2002; 2: 733-758. <https://doi.org/10.2174/1568026023393697>
14. McCoy C. J., Atkinson L. E., Mostafa Zamanian, Paul McVeigh, Tim A Day, Michael J. Kimber, Nikki J. Marks, Aaron G. Maule, Angela Mousley. New insights into the FLPeric complements of parasitic nematodes: Informing diaphanization approaches. EuPA Open Proteomics. 2014; 3: 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.euprot.2014.04.002>
15. Mertens Inge, Anick Vandingenen, Tom Meeusen, Tom Janssen, Walter Luyten, Ronald J. Nachman, Arnold De Loof, Liliane Schoofs. Functional characterization of the putative orphan neuropeptide G-protein coupled receptor C26F1.6 in *Caenorhabditis elegans*. FEBS Letters. 2004; 573 (1-3): 55-60.
16. Papolu P. K., Gantasala N. P., Kamaraju D., Banakar P., Sreevathsa R., Rao. Utility of host

- delivered RNAi of two FMRFamide like peptides, *flp-14* and *flp-18*, for the management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *PLoS ONE* 2013; 8 (11): e80603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080603>.
17. Peymen K., Watteyne J., Frooninckx L., Schoofs L., Beets I. The FMRFamide-like peptide family in nematodes. *Frontiers in endocrinology*. 2014; 90 (5): 1-21. <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00090>
  18. Sasser J. N. Root-knot nematodes: a global menace to crop production. *Plant Disease*. 1980; 64: 36-41.
  19. Singh S., Singh B., Singh A. P. Nematodes: A threat to sustainability of agriculture. *Procedia Environmental Sciences*. 2015; 29: 215–216. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.270>.
  20. White J. D., Southgate E., Thompson J. N., Brenner S. The structure of the nervous system of *Caenorhabditis elegans*. *Philosoph. Transactions of the Royal Society of London*. 1985; Series B 314, 1-340.

Статья поступила в редакцию 20.09.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**Малиютина Татьяна Анатольевна**, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук (119071, Россия, Москва, Ленинский пр., 33), Россия, Москва, кандидат биологических наук, [maliytina@mail.ru](mailto:maliytina@mail.ru)

**Удалова Жанна Викторовна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Россия, 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), Россия, Москва, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-8254-4495, [zh.udalova@gmail.com](mailto:zh.udalova@gmail.com)

Вклад соавторов:

**Малиютина Татьяна Анатольевна** – анализ и интерпретация источников литературы, написание текста статьи.

**Удалова Жанна Викторовна** – подготовка статьи, редактирование, написание текста статьи.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Malyutina T. A., Voronin M. V. FMRFamid-like neuropeptides as modulators of locomotory reactions in plant parasitic cyst nematodes. *Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16 (1): 50-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-1-50-62>
2. Zinovieva S. V. General characteristics of plant-parasitic nematodes. In: *Phytoparasitic nematodes of plants*. Eds. Zinovyeva S. V., Chizhov V. N. Moscow: Partnership of Scientific Publications KMK, 2012; 10–45. (In Russ.)
3. Abad P., Gouzy J. M. et al. Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nature Biotechnology*. 2008; 26: 909-915. <https://doi.org/10.1038/nbt.1482>.
4. Atkinson L. E., Stevenson M., Mckoy C. J., Marks N. J., Fleming C., Zamanian M., Day T. A., Kimber M. J., Maule A. G., Mousley A. Flp-32 Ligand/receptor silencing phenocopy faster plant pathogenic nematodes. *PLoS Pathogens*. 2013; 9 (2): 1003169. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003169>.
5. Holden-Dye L., Walrer R. J. Neurobiology of plant parasitic nematodes. *Invertebrate Neurosciences*. 2011; 11: 9-11. <https://doi.org/10.1007/s10158-011-0117-2>.
6. Johnston M. J. G., Veigh P. M., Masler S., Fleming C. C., Maule A. G. FMRFamide-like peptides in root-knot nematodes and their potential role in nematode physiology. *Journal of Helminthology*. 2010; 84 (3): 253-265. <https://doi.org/10.1017/S0022149X09990630>.
7. Kimber M. J., Fleming C. C. Neuromuscular function in plant parasitic nematodes: a target for novel control strategies? *Parasitology*. 2005; 131 (1): 129-142. <https://doi.org/10.1017/S0031182005009157>.
8. Kimber M. J., Fleming C. C., Bjourson A. J., Halton D. W., Maule A. G. FMRFamide-related peptides in potato cyst nematodes. *Molecular and Biochemical Parasitology*. 2001; 116 (2): 199-208. [https://doi.org/10.1016/s0166-6851\(01\)00323-1](https://doi.org/10.1016/s0166-6851(01)00323-1)
9. Kumari C., Dutta T. K., Banakar P., Rao U. Comparing the defense related gene expression changes upon root-knot attack in susceptible versus resistant cultivars of rice. *Scientific Reports*. 2016; 6: 22846. <https://doi.org/10.1038/srep22846>
10. Kumari C., Tushar K. Dutta, Sonam Chaudhary, Prakash Banakar, Pradeep K. Papolu, Uma Rao. Molecular characterization of FMRFamide-like peptides in *Meloidogyne graminicola* and analysis

- of their knockdown effect on nematode infectivity. *Gene*. 2017; 619: 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2017.03.042>
11. Martin R. J., Robertson A. P. Control of nematode parasites with agents acting on neuro-musculature systems: lessons for neuropeptide ligand discovery. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2010; 692: 138-154. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6902-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6902-6_7).
  12. Masler E. P. Behaviour of Heterodera glycines and *Meloidogyne incognita* infective juveniles exposed to nematode FMRFamide-like peptides *in vitro*. *Nematology*. 2012; 14 (5): 605-612. <https://doi.org/10.1163/156854111X617879>
  13. Maule A. G., Mousley A., Marks N. J., Day T. A., Thompson D. P., Geary T. G., Halton D. W. Neuropeptide signaling systems – potential drug targets for parasite and pest control. *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 2002; 2: 733–758. <https://doi.org/10.2174/1568026023393697>
  14. McCoy C. J., Atkinson L. E., Mostafa Zamanian, Paul McVeigh, Tim A Day, Michael J. Kimber, Nikki J. Marks, Aaron G. Maule, Angela Mousley. New insights into the FLPerGic complements of parasitic nematodes: Informing diaphanization approaches. *EuPA Open Proteomics*. 2014; 3: 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.euprot.2014.04.002>
  15. Mertens Inge, Anick Vandingenen, Tom Meeusen, Tom Janssen, Walter Luyten, Ronald J. Nachman, Arnold De Loof, Liliane Schoofs. Functional characterization of the putative orphan neuropeptide G-protein coupled receptor C26F1.6 in *Caenorhabditis elegans*. *FEBS Letters*. 2004; 573 (1-3): 55-60.
  16. Papolu P. K., Gantasala N. P., Kamaraju D., Banakar P., Sreevathsa R., Rao. Utility of host delivered RNAI of two FMRFamide like peptides, *flp-14* and *flp-18*, for the management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *PLoS ONE*. 2013; 8 (11): e80603. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080603>.
  17. Peymen K., Watteyne J., Froominckx L., Schoofs L., Beets I. The FMRFamide-like peptide family in nematodes. *Frontiers in endocrinology*. 2014; 90 (5): 1-21. <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00090>
  18. Sasser J. N. Root-knot nematodes: a global menace to crop production. *Plant Disease*. 1980; 64: 36-41.
  19. Singh S., Singh B., Singh A. P. Nematodes: A threat to sustainability of agriculture. *Procedia Environmental Sciences*. 2015; 29: 215–216. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.270>.
  20. White J. D., Southgate E., Thompson J. N., Brenner S. The structure of the nervous system of *Caenorhabditis elegans*. *Philosoph. Transactions of the Royal Society of London*. 1985; Series B 314, 1-340.

The article was submitted 20.09.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Malyutina Tatiana A.**, A. N. Severtsov Institute of ecology and evolution of the Russian academy of sciences, Moscow, Russia, PhD in biol. sc., [maliytina@mail.ru](mailto:maliytina@mail.ru)

**Udalova Zhanna V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, PhD in biol. sc., ORCID ID: 0000-0002-8254-4495, [zh.udalova@gmail.com](mailto:zh.udalova@gmail.com)

*Contribution of co-authors:*

**Malyutina Tatiana A.** – analysis and interpretation of literature sources, writing the text of the article.

**Udalova Zhanna V.** – article preparation, editing, writing the text of the article.

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



Научная статья

УДК 615.015.38

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-510-520>

## Изучение субхронической пероральной токсичности препарата Алтрик-Экстра на лабораторных животных

Вячеслав Викторович Головин<sup>1</sup>, Сергей Владиславович Абрамов<sup>2</sup>,  
Андрей Владимирович Балышев<sup>3</sup>, Екатерина Владимировна Лагерева<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>ООО «Международный научно-исследовательский центр охраны здоровья человека, животных и окружающей среды» (ООО МНИЦ «ОЗОС»), Москва, Россия

<sup>3,4</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>[v.golovin@biovizor.ru](mailto:v.golovin@biovizor.ru), <https://orcid.org/0009-0001-5123-9068>

<sup>2</sup>[120.net@mail.ru](mailto:120.net@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9445-4577>

<sup>3</sup>[bav898@yandex.ru](mailto:bav898@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>

<sup>4</sup>[tikovka-86@mail.ru](mailto:tikovka-86@mail.ru)

### Аннотация

**Цель исследований** – определение основных токсикологических параметров при многократном внутрижелудочном введении препарата для ветеринарного применения Алтрик-Экстра лабораторным аутбредным крысам.

**Материалы и методы.** В качестве тест-системы в исследовании были использованы белые аутбредные крысы. При проведении эксперимента применяли клинико-токсикологические, биохимические и морфологические методы исследований.

**Результаты и обсуждение.** Дозы препарата Алтрик-Экстра 325 и 650 мг/кг оказались токсичными для лабораторных животных. Препарат при ежедневном внутрижелудочном введении крысам в вышеуказанных дозах оказывает негативное влияние на функциональное состояние органов кроветворения, выделительной и пищеварительной систем. Основным органом-мишенью для данного препарата является тимус. Функциональные нарушения в вышеперечисленных органах и системах являются необратимыми, о чем свидетельствуют результаты патологоанатомического вскрытия, общего клинического и биохимического анализов крови, полученные через 10 сут после завершения применения препарата.

**Ключевые слова:** Алтрик-Экстра, альбендазол, триклабендазол, субхроническая токсичность, пероральное введение, крысы, биохимический анализ крови, общий клинический анализ крови

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Головин В. В., Абрамов С. В., Балышев А. В., Лагерева Е. В. Изучение субхронической пероральной токсичности препарата Алтрик-Экстра на лабораторных животных // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 510–520.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-510-520>

© Головин В. В., Абрамов С. В., Балышев А. В., Лагерева Е. В., 2023



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

Original article

## Study of subchronic oral toxicity of Altric-Extra in laboratory animals

Vyacheslav V. Golovin<sup>1</sup>, Sergey V. Abramov<sup>2</sup>, Andrey V. Balyshev<sup>3</sup>, Ekaterina V. Lagereva<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> LLC "International Research Center for the Protection of Human, Animal and Environmental Health" (IRC "OZOS" LLC), Moscow, Russia

<sup>3,4</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", Moscow, Russia

<sup>1</sup> v.golovin@biovizor.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5123-9068>

<sup>2</sup> 120.net@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9445-4577>

<sup>3</sup> bav898@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>

<sup>4</sup> tikovka-86@mail.ru

### Abstract

**The purpose of the research** is to determine main toxicological parameters in repeated intragastric administration of Altric-Extra for veterinary use to laboratory outbred rats.

**Materials and methods.** White outbred rats were used as a test system in the study. The experiment used clinical, toxicological, biochemical and morphological research methods.

**Results and discussion.** Altric-Extra doses of 325 and 650 mg/kg were toxic for the laboratory animals. When administered daily intragastrically to the rats in the above doses, the drug had a negative effect on the functional status of the hemopoietic organs, and excretory and digestive systems. The main target organ for this drug is the thymus. Functional disorders in the above organs and systems are irreversible as evidenced by the post-mortem examination, general blood analysis, and biochemical blood test obtained 10 days after the drug administration was completed.

**Keywords:** Altric-Extra, Albendazole, Triclabendazole, subchronic toxicity, oral administration, rats, biochemical blood test, general blood analysis

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Golovin V. V., Abramov S. V., Balyshev A. V., Lagereva E. V. Study of subchronic oral toxicity of Altric-Extra drug in laboratory animals. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):510–520. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-510-520>

© Golovin V. V., Abramov S. V., Balyshev A. V., Lagereva E. V., 2023

### Введение

К противопаразитарным препаратам относят лекарственные вещества, используемые для борьбы с паразитами различной этиологии [4]. В данном исследовании предметом изучения являлся противопаразитарный лекарственный препарат широкого спектра действия Алтрик-Экстра, содержащий в качестве действующих веществ альбендазол и триклабендазол, активных в отношении нематод, трематод и цестод. Алтрик-Экстра по внешнему виду представляет собой рыхлый порошок серого цвета, мало растворимый в воде.

Предварительно был осуществлен анализ литературных источников для оценки токсических свойств действующих веществ изучаемого препарата. Были получены сведения, свидетельствующие о том, что препараты на основе альбендазола и триклабендазола по критериям острой токсичности при пероральном введении относят к умеренно опасным веществам. Установлена острая пероральная токсичность препарата на основе альбендазола на крысах, равная 400–450 мг/кг [1]. 5%-ная суспензия триклабендазола при введении в желудок белым мышам была отнесена к веще-

ствам малоопасным ( $LD_{50}$  превышала 5000 мг/кг). Коллективом авторов данного исследования не было отмечено выраженного сенситизирующего и местно-раздражающего действия на кожу. При введении в трехкратной дозе было получено слабовыраженное кратковременное и обратимое влияние препарата на обезвреживающую функцию печени [2]. Токсикологические исследования триклафасцида на основе триклабендазола в дозах 1/5, 1/10 и 1/20 от  $LD_{50}$  при продолжительном пероральном введении не выявили отклонений в поведении и общем состоянии лабораторных животных. При исследовании крови не отмечали значительных изменений гематологических и биохимических показателей, а также отклонений от нормы массовых коэффициентов внутренних органов [7].

Целью данной работы было определение основных токсикологических параметров при многократном внутрижелудочном введении препарата для ветеринарного применения Алтрик-Экстра лабораторным аутбредным крысам.

### Материалы и методы

Экспериментальная часть работы была выполнена в соответствии с существующими нормативными требованиями и правилами<sup>1,2</sup>.

В условиях вивария «Международного научно-исследовательского центра охраны здоровья человека, животных и окружающей среды» (Москва) был проведен эксперимент по изучению субхронической токсичности препарата Алтрик-Экстра на лабораторных животных. Исследования провели на 30 белых аутбредных самцах крыс массой 206–232 г, разделенных на одну контрольную и две подопытные группы по 10 голов в каждой.

Условия содержания и ухода за крысами соответствовали требованиям, предъявляемым к работе с лабораторными животными

в виварии<sup>3,4</sup>. Крыс содержали в полипропиленовых клетках, кормили специализированным комбикормом для лабораторных животных. Поение осуществляли чистой питьевой водой. В качестве подстилки для лабораторных животных использовали древесную стружку.

Исследуемый препарат вводили лабораторным животным ежедневно перорально посредством желудочного зонда в виде суспензии в 1%-ном крахмальном геле в объеме 1 мл/100 г массы тела. При выборе доз руководствовались значением  $LD_{50}$  изучаемого препарата, полученным в остром опыте, которое составило  $\approx 3250$  мг/кг [6]. При исследовании субхронической пероральной токсичности были выбраны дозы 325 мг/кг (1/10 от  $LD_{50}$ ) и 650 мг/кг (1/5 от  $LD_{50}$ ), которые внутрижелудочно вводили животным экспериментальных групп в течение 6 сут. Животным контрольной группы в течение 6 сут перорально вводили 1%-ный крахмальный гель.

Подопытных крыс обследовали ежедневно индивидуально после каждого введения препарата в течение 6 сут, а также в течение 10 сут после последнего его применения. В период наблюдения оценивали поведение и клиническое состояние крыс, проявившиеся признаки интоксикации.

Для анализа динамики массы животных их взвешивали на 1, 3 и 6-е сутки эксперимента. На 1 и 10-е сутки после окончания перорального введения препарата по 5 крыс из каждой группы подвергали эвтаназии с последующим отбором проб крови для клинико-биохимического анализа; проводили патоморфологическое исследование и взвешивание внутренних органов (печень, почки, селезенка, лёгкие, сердце) с расчётом их массовых коэффициентов. Полученные экспериментальные данные характеризовали глубину и степень обратимости возникших патологических изменений, связанных с токсическим действием изучае-

<sup>1</sup>ГОСТ 33044-2014 «Принципы надлежащей лабораторной практики»; Федерального закона от 12.04.2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» (ред. от 28.12.2017 г);

<sup>2</sup>Приказ Минсельхоза России от 06.03.2018 N 101 «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».

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

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

мого препарата. При проведении исследований применяли общепринятые методы изучения общетоксических свойств лекарственных препаратов<sup>5,6</sup>.

### Результаты и обсуждение

В первой опытной группе животных, которым внутривенно вводили препарат в дозе 325 мг/кг в течение 6 сут, не было отмечено летальных исходов. На 3-и сутки опыта у крыс присутствовали признаки интоксикации: вялость, шаткая походка, низкая исследовательская активность, сниженный тонус мышц. К 6-м суткам животные имели истощенный вид, плохо поедали корм. Улучшение общего состояния подопытных крыс наступило через 2 сут после прекращения введения препарата; на 8–9-е сутки общее состояние крыс первой опытной группы не отличалось от контрольных животных.

При пероральном введении дозы 650 мг/кг животным второй группы за период опыта была зафиксирована гибель двух крыс. Одно животное погибло спустя 12 ч после последнего введения препарата Алтрик-Экстра, второе – через четверо суток. При вскрытии павших животных было отмечено изменение макроскопической картины печени (мраморный

окрас – чередование темно- и светлоокрашенных участков), что свидетельствует о дистрофических изменениях в данном органе.

При наблюдении за крысами второй опытной группы фиксировали следующие признаки интоксикации:

- на вторые сутки эксперимента низкая исследовательская активность;
- на третьи сутки вялость, шаткая походка, сниженный тонус мышц, сниженная реакция на внешние раздражители;
- на четвертые сутки истощение; животные занимали лежачее положение на боку, из которого с трудом выходили; отмечено низкое потребление корма. Такое состояние у выживших крыс сохранялось до конца эксперимента (16-е сутки).

Динамика массы тела экспериментальных животных приведена на рисунке.

На первые сутки после прекращения введения препарата Алтрик-Экстра во время наружного осмотра у крыс контрольной группы патологических выделений из естественных отверстий не наблюдали. Шерстный покров был блестящим, без очагов облысения, зубы сохранены; видимые слизистые оболочки блестящими, бледно-розовой окраски; конеч-

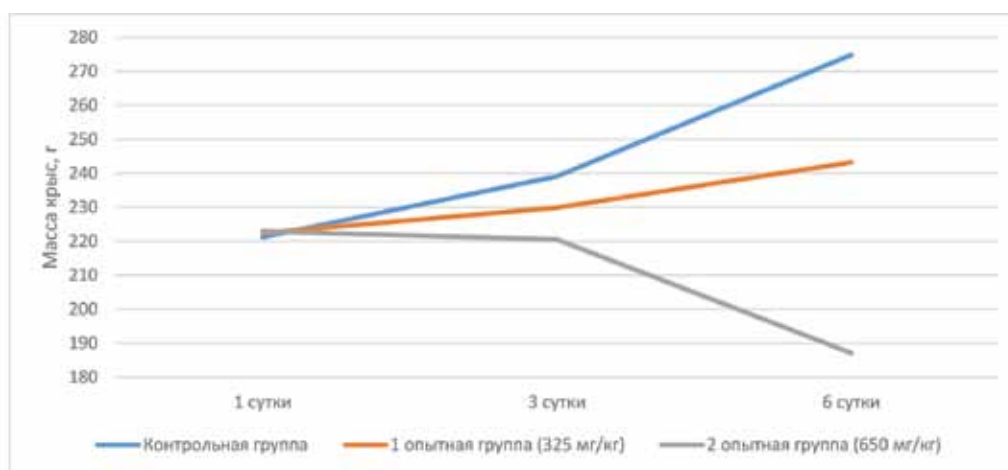


Рис. Динамика массы тела крыс контрольной и опытных групп в период опыта  
 [Fig. Dynamics of body weight of rats of the control and experimental groups during the experiment]

<sup>5</sup> Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под общей редакцией члена-корреспондента РАМН, проф. Р. У. Хабриева. М.: Медицина, 2005. 832 с.

<sup>6</sup> Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / под общей редакцией доктора медицинских наук Миронова А. Н. Ч. 1. М.: Гриф и К, 2012. 944 с.

ности у животных правильной формы, без отеков; наружные половые органы развиты в соответствии с физиологической нормой.

При осмотре крыс первой опытной группы отмечены следующие изменения: впавшие бока, истощение, взлохмаченная, неухоженная шерсть.

У животных второй опытной группы помимо изменений, наблюдавшихся в первой группе, фиксировали более выраженное снижение массы тела.

Половину крыс из каждой экспериментальной и контрольной групп на первые сутки после завершения введения исследуемого препарата подвергали эвтаназии с макроскопическим исследованием внутренних органов и расчетом их массовых коэффициентов (табл. 1).

При вскрытии животных обеих опытных групп было отмечено: отсутствие экссудата, а также каких-либо морфологических измене-

ний в строении органов грудной и брюшной полостей; внутренние органы занимали анатомически правильное положение. У крыс второй экспериментальной группы отмечено почти полное отсутствие абдоминального жира.

Характерные патологоанатомические изменения при макроскопическом наблюдении отмечали в тимусе экспериментальных животных. У контрольных животных орган имел бело-серый цвет, однородную консистенцию, был почти полностью покрыт жировой тканью, однородной по консистенции и по цвету. У крыс первой опытной группы тимус покрывало значительно меньшее количество жира; размеры органа были в 2–3 раза меньше, чем у контрольных животных, цвет сероватый, однородный. У животных второй опытной группы отмечали полное отсутствие жировой ткани, цвет органа темно серый, неоднородный, размер тимуса составлял около 1/10 от размера органа контрольных животных.

Таблица 1 [Table 1]

Значения массовых коэффициентов органов крыс на 7-е сутки опыта (n = 5)  
[Values of mass coefficients of rat organs on the 7<sup>th</sup> day of the experiment]

Орган [Organ]	Значение массового коэффициента органа крыс групп [The value of the mass coefficient of the organ of rat groups]		
	контрольной [control]	1-й опытной [1st experienced]	2-й опытной [2nd experienced]
Печень [Liver]	4,37±0,34	4,27±0,32	4,58±0,29
Почки [Kidneys]	0,74±0,04	0,78±0,07	0,83±0,07*
Селезенка [Spleen]	0,32±0,05	0,28±0,03	0,19±0,07*
Легкие [Lungs]	0,65±0,05	0,64±0,04	0,67±0,08
Сердце [Heart]	0,32±0,08	0,36±0,05	0,4±0,06

Примечание. [Note]. \* – P ≤ 0,05

На 16-е сутки эксперимента (10-е сутки после прекращения введения препарата) эвтаназию и отбор внутренних органов проводили от второй половины подопытных крыс. Во второй экспериментальной группе эвтаназии подвергли трех животных, так как две особи погибли ранее (на первые и четвертые сутки после прекращения введения препарата).

Результаты наружного осмотра и макроскопического исследования органов крыс контрольной и первой экспериментальной групп были аналогичны результатам, полученным у этих животных на первые сутки после последнего введения препарата Алтрик-Экстра. Каких-либо отличий между крысами этих двух групп отмечено не было.

Во второй опытной группе результаты наружного осмотра и макроскопического исследования внутренних органов животных не отличались от результатов, полученных на 7-е сутки эксперимента. Помимо этого, у этих крыс наблюдали абсцессы в легких. По результатам взвешиваний внутренних органов отмечали спленомегалию у одной крысы (массовый коэффициент селезенки был равен 1,19 при среднем значении данного коэффициента в группе контроля 0,4). Результаты расчетов массовых коэффициентов органов, отобранных от крыс на 10-е сутки после последнего введения препарата, приведены в таблице 2.

Таблица 2 [Table 2]

**Значения массовых коэффициентов органов крыс на 16-е сутки опыта (n = 5)**  
**[Values of mass coefficients of rat organs on the 16<sup>th</sup> day of the experiment]**

Орган [Organ]	Значение массового коэффициента органа крыс групп [The value of the mass coefficient of the organ of rat groups]		
	контрольной [control]	1-й опытной [1st experienced]	2-й опытной [2nd experienced]
Печень [Liver]	3,7±0,29	3,72±0,06	4,24±1,28
Почки [Kidneys]	0,61±0,04	0,61±0,05	0,86±0,25*
Селезенка [Spleen]	0,4±0,08	0,43±0,03	0,81±0,84*
Легкие [Lungs]	0,72±0,25	0,66±0,07	1,04±0,85
Сердце [Heart]	0,35±0,03	0,34±0,03	0,46±0,28

Примечание. [Note]. \* – P ≤ 0,05

Способы оценки возможного токсического эффекта при длительном введении препарата лабораторным животным включают также проведение морфологического исследования крови.

В данном эксперименте гематологическое исследование крови было проведено на 7 и 16-е сутки эксперимента. Результаты проведенных анализов приведены в таблицах 3 и 4.

На первые сутки после завершения введения лекарственного препарата Алтрик-Экс-

тра установлена статистически достоверная разница между группами по следующим показателям:

- понижение гематокрита и повышение уровня гемоглобина у крыс первой опытной группы по сравнению с контрольными аналогами;
- увеличение содержания эритроцитов у животных второй опытной группы по сравнению с контрольными особями;

Таблица 3 [Table 3]

**Результаты общего клинического анализа крови крыс на 7-е сутки опыта (n = 5)**  
**[Results of a general clinical blood test of rats on the 7<sup>th</sup> day of the experiment]**

Параметр [Parameter]	Значение параметра для крыс групп [The value of the parameter for rat groups]		
	контрольной [control]	1-й опытной [1st experienced]	2-й опытной [2nd experienced]
Гематокрит, % [Hematocrit, %]	38,95±0,66	36,79±2,4*	39,73±2,69
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	127,0±3,04	121,6±10,55*	129,2±9,67
Эритроциты, ×10 <sup>12</sup> /л [Red blood cells, ×10 <sup>12</sup> /l]	6,79±0,19	6,68±0,57	7,23±0,7*
Лейкоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Leukocytes, ×10 <sup>9</sup> /l]	15,53±2,64	3,23±1,75*	3,82±1,81*
Тромбоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Platelets, ×10 <sup>9</sup> /l]	701,4±42,57	881,4±185,44*	956,8±207,13*
Лейкограмма, % [Leukogram, %]			
Палочкоядерные нейтрофилы [Rodshaped neutrophils]	0	0	0
Сегментоядерные нейтрофилы [Segmented neutrophils]	30,8±13,36	4,2±1,33*	4,4±2,26*
Эозинофилы [Eosinophils]	0	0	0
Моноциты [Monocytes]	3,0±2,92	3,2±2,55	2,8±2,38
Базофилы [Basophils]	0	0	0
Лимфоциты [Lymphocytes]	66,0±13,54	92,6±5,6*	92,8±3,96*

Примечание. [Note]. \* – P ≤ 0,05

Таблица 4 [Table 4]

Результаты общего клинического анализа крови крыс на 16-е сутки опыта  
[Results of a general clinical blood test of rats on the 16<sup>th</sup> day of the experiment]

Параметр [Parameter]	Значение параметра для крыс групп [The value of the parameter for rat groups]		
	контрольной [control]	1-й опытной [1st experienced]	2-й опытной [2nd experienced]
Гематокрит, % [Hematocrit, %]	42,13±0,94	40,91±2,06*	37,09±7,03**
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	138,8±3,44	137,2±9,51	122,0±21,51*
Эритроциты, ×10 <sup>12</sup> /л [Red blood cells, ×10 <sup>12</sup> /l]	7,38±0,31	7,24±0,74	6,47±1,29*
Лейкоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Leukocytes, ×10 <sup>9</sup> /l]	15,19±3,09	15,57±1,64	17,65±15,45
Тромбоциты, ×10 <sup>9</sup> /л [Platelets, ×10 <sup>9</sup> /l]	708,8±158,8	768,6±165,55	804,33±96,99
Лейкограмма, % [Leukogram, %]			
Палочкоядерные нейтрофилы [Rodshaped neutrophils]	0	0	0
Сегментоядерные нейтрофилы [Segmented neutrophils]	11,6±2,57	21,0±6,85*	43,33±34,8**
Эозинофилы [Eosinophils]	0	0	0
Моноциты [Monocytes]	6,0±2,32	3,8±2,38*	6,67±2,97
Базофилы [Basophils]	0	0	0
Лимфоциты [Lymphocytes]	82,2±4,06	75,0±8,19*	52,33±42,03**

Примечание. [Note]. \* – P ≤ 0,05

- увеличение количества тромбоцитов, лимфоцитов, а также понижение количества сегментоядерных нейтрофилов у крыс обеих экспериментальных групп по сравнению с соответствующими показателями контрольных животных.

Статистически значимые отличия между контрольной и экспериментальными группами по таким показателям, как гематокрит, гемоглобин, эритроциты были незначительны и не демонстрировали дозозависимого эффекта. Эти отличия, вероятнее всего, были обусловлены индивидуальными особенностями животных.

Повышение содержания тромбоцитов у экспериментальных крыс, вероятно, связано с возможным влиянием изучаемого препарата на процессы тромбопоэза.

Резкое снижение содержания лейкоцитов, а также изменение лейкоформулы у крыс первой и второй опытных групп возможно было обусловлено угнетающим действием препарата Алтрик-Экстра на процессы лейкопоэза.

Результаты клинического анализа крови, полученного через сутки после прекращения введения препарата крысам, свидетельствуют о том, что исследуемый препарат может оказывать влияние на процессы тромбо- и лейкопоэза. Данный вывод был косвенно подтвержден результатами макроскопического исследования внутренних органов, а именно изменениями, обнаруженными в тимусе и селезенке – органами, ответственными за гемопоэз.

На 10-е сутки опыта была установлена статистически достоверная разница между группами по следующим показателям:

- снижение уровня гематокрита у крыс обеих опытных групп по сравнению с аналогичным показателем контрольных крыс;
- снижение содержания эритроцитов у животных первой опытной группы, а также уровня гемоглобина у крыс второй опытной группы по сравнению с контролем;
- увеличение содержания сегментоядерных нейтрофилов, а также снижение количества лимфоцитов у обеих опытных групп

по отношению к соответствующим показателям животных контрольной группы;

- снижение содержания моноцитов в первой опытной группе крыс по отношению к контрольным крысам (см. табл. 4).

Отличия между контролем и экспериментальными группами по таким показателям, как гематокрит, гемоглобин, эритроциты были незначительны и, вероятнее всего, причиной их

возникновения послужили индивидуальные особенности лабораторных животных.

На 10-е сутки после прекращения введения препарата в лейкограмме крыс обеих опытных групп отмечали повышение числа сегментоядерных нейтрофилов и сдвиг лейкоцитарной формулы вправо.

Результаты биохимического анализа крови крыс приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 [Table 5]

**Результаты биохимического анализа крови крыс на 7-е сутки эксперимента (n = 5)**

**[Results of biochemical analysis of rat blood on the 7<sup>th</sup> day of the experiment]**

Параметр [Parameter]	Значение параметра для крыс групп [The value of the parameter for rat groups]		
	контрольной [control]	1-й опытной [1st experienced]	2-й опытной [2nd experienced]
Билирубин общий, мкмоль/л [Total bilirubin, μmol/l]	2,4±0,2	2,9±0,62*	3,2±0,53*
Билирубин прямой, мкмоль/л [Direct bilirubin, μmol/l]	0,6±0,12	0,78±0,3*	0,96±0,5*
Аспаратаминотрансфераза, Ед/л [Aspartate aminotransferase, U/l]	397,2±84,84	389,0±91,99	512,6±222,78*
Аланинаминотрансфераза, Ед/л [Alanine aminotransferase, U/l]	85,8±10,02	55,0±16,35*	45,6±12,22**
Мочевина, ммоль/л [Urea, mmol/l]	6,74±1,18	4,92±2,45*	6,0±2,04
Креатинин, мкмоль/л [Creatinine, μmol/l]	53,8±3,76	58,0±4,56*	63,4±4,08**
Общий белок, г/л [Total protein, g/l]	66,6±2,07	66,6±3,12	65,0±12,0
Щелочная фосфатаза, Ед/л [Alkaline phosphatase, U/l]	316,2±72,82	219,4±121,27*	97,0±50,58**
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	6,18±0,67	5,84±0,83	4,2±0,97*

Примечание. [Note]. \* – P ≤ 0,05

Таблица 6 [Table 6]

**Результаты биохимического анализа крови крыс на 16-е сутки опыта**

**[Results of biochemical analysis of rat blood on the 16<sup>th</sup> day of the experiment]**

Параметр [Parameter]	Значение параметра для крыс групп [The value of the parameter for rat groups]		
	контрольной [control]	1-й опытной [1st experienced]	2-й опытной [2nd experienced]
1	2	3	4
Билирубин общий, мкмоль/л [Total bilirubin, μmol/l]	1,32±0,29	1,38±0,14	2,43±2,01*
Билирубин прямой, мкмоль/л [Direct bilirubin, μmol/l]	0,14±0,06	0,34±0,53	0,37±0,3*
Аспаратаминотрансфераза, Ед/л [Aspartate aminotransferase, U/l]	385,0±82,55	367,6±148,42	457,0±244,2
Аланинаминотрансфераза, Ед/л [Alanine aminotransferase, U/l]	74,0±6,51	72,4±18,34	69,0±29,28
Мочевина, ммоль/л [Urea, mmol/l]	5,66±0,61	5,72±0,74	7,7±7,58
Креатинин, мкмоль/л [Creatinine, μmol/l]	44,2±2,83	44,6±2,26	47,0±7,45*



Окончание таблицы 6 [End of table 6]

1	2	3	4
Общий белок, г/л [Total protein, g/l]	63,2±3,33	64,6±3,69	67,33±5,17*
Щелочная фосфатаза, Ед/л [Alkaline phosphatase, U/l]	188,0±76,31	221,4±101,87	525,0±237,99*
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	7,0±0,4	7,02±0,5	7,23±4,94

Примечание. [Note]. \* –  $P \leq 0,05$ 

На первые сутки после прекращения введения препарата Алтрик-Экстра были выявлены следующие достоверные отличия между опытными и контрольными крысами:

- содержание общего и прямого билирубина у животных обеих опытных групп были выше, чем у крыс группы контроля;
- снижение уровня АЛТ и щелочной фосфатазы, повышение уровня креатинина у животных опытных групп по сравнению с соответствующими значениями у контрольных аналогов;
- снижение уровня мочевины у крыс первой опытной группы по сравнению с контролем;
- повышение содержания АСТ и снижение уровня глюкозы у животных опытной группы по сравнению с аналогичными результатами крыс контрольной группы.

На 10-е сутки после прекращения введения препарата Алтрик-Экстра были выявлены следующие отличия между биохимическими показателями контрольных и экспериментальных животных:

- уровни общего билирубина, прямого билирубина, креатинина и щелочной фосфатазы у крыс второй опытной группы были выше, чем соответствующие значения у контрольных животных;
- содержание общего белка у крыс второй опытной группы было ниже, чем у контрольных животных.

На основании результатов биохимического анализа крови крыс контрольной и опытных групп можно предположить, что при применении изучаемого лекарственного препарата в повышенных дозах в течение длительного периода возникают функциональные изменения в работе определенных органов и систем организма (в первую очередь, пищеварительной и выделительной). Выявленные функциональные изменения сохраняются по про-

шествии 10 сут после прекращения введения препарата лабораторным животным.

Полученные результаты согласуются с данными, которые были ранее получены в аналогичных исследованиях препаратов, содержащих действующие вещества, родственные по своей химической природе тем, которые содержатся в составе препарата Алтрик-Экстра [3, 5, 6].

### Заключение

Испытанный препарат Алтрик-Экстра в дозах 325 и 650 мг/кг токсичен для лабораторных животных. При ежедневном пероральном введении крысам в течение 6 сут в вышеуказанных дозах оказывает негативное влияние на функциональное состояние органов кроветворения, выделительной и пищеварительной систем. Основным органом-мишенью для данного препарата является тимус. Функциональные нарушения в этих органах и системах являются необратимыми, о чем свидетельствуют результаты патологоанатомического вскрытия, общего клинического и биохимического анализов крови, полученные спустя 10 сут после завершения применения испытанного препарата.

Стоит отметить, что при исследовании субхронической токсичности Алтрик-Экстра, испытанные дозы в разы превосходили дозы, планируемые для дальнейшего клинического применения. Данный подход был обусловлен необходимостью демонстрации симптомов хронической передозировки препаратом Алтрик-Экстра и анализа его комплексного влияния на различные органы и системы.

Таким образом, соблюдение режима дозирования и порядка применения препарата целевым видам животных не приведет к развитию нежелательных побочных эффектов при использовании исследуемого препарата для их лечения.

## Список источников

1. Абдуразаков А. Ш. Сушка нового водорастворимого полимерного комплекса Альбендазола с пектином // Химия растительного сырья. 2021. Вып. 2. С. 319-325. <https://doi.org/10.14258/jcprgm.2021027028>
2. Абрамов В. Е., Напалкова В. В., Бирюкова Н. П. Токсикологические свойства суспензии триклабендазола // Российский паразитологический журнал. 2011. № 4. С. 99-106.
3. Абрамова Е. В., Архипов И. А., Балышев А. В., Глухарева Е. В., Новикова С. А. Подострая токсичность инъекционного препарата Риказол // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3. С. 91-95.
4. Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С., Арисов М. В. Модификация антигельминтных препаратов методами нанотехнологии (обзор) // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 213-229. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-213-229>
5. Глазьев Е. Н., Архипов И. А., Емельянова Н. Б., Балышев А. В. Подострая токсичность инъекционного антигельминтного препарата Ритрил // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3. С. 102-106.
6. Лагерева Е. В., Абрамов В. Е. Оценка острой пероральной токсичности супрамолекулярного комплекса на основе альбендазола и триклабендазола – Алтрик-Экстра на лабораторных аутбредных мышках и крысах // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 4. С. 77-82. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-77-82>.
7. Мусаев М. Б., Миленина М. В., Халиков М. С. и др. Антигельминтная и токсикологическая оценка супрамолекулярных комплексов триклабендазола // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2018. № 3. С. 15-24. <https://doi.org/10.33092/mp2018.3.15-24>

Статья поступила в редакцию 22.04.2023; принята к публикации 12.11.2023

## Об авторах:

**Головин Вячеслав Викторович**, ООО «Международный научно-исследовательский центр охраны здоровья человека, животных и окружающей среды» (ООО МНИЦ «ОЗОС») (117218, Москва, ул. Большая Черемушкинская, 28/11), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0009-0001-5123-9068, [v.golovin@biovizor.ru](mailto:v.golovin@biovizor.ru)

**Абрамов Сергей Владиславович**, ООО «Международный научно-исследовательский центр охраны здоровья человека, животных и окружающей среды» (ООО МНИЦ «ОЗОС») (117218, Москва, ул. Большая Черемушкинская, 28/11), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-9445-4577, [120.net@mail.ru](mailto:120.net@mail.ru)

**Балышев Андрей Владимирович**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-9186-2671, [bav898@yandex.ru](mailto:bav898@yandex.ru)

**Лагерева Екатерина Владимировна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, [tikovka-86@mail.ru](mailto:tikovka-86@mail.ru)

## Вклад соавторов:

**Головин Вячеслав Викторович** – инструментальные исследования.

**Абрамов Сергей Владиславович** – анализ и систематизация данных.

**Балышев Андрей Владимирович** – интерпретация результатов исследования.

**Лагерева Екатерина Владимировна** – инструментальные исследования, формулировка выводов.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

## References

1. Abdurazakov A. Sh. Drying of a new water-soluble polymer complex of Albendazole with pectin. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw materials*. 2021; 2: 319-325. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprgm.2021027028>
2. Abramov V. E., Napalkova V. V., Biryukova N. P. Toxicological properties of triclabendazole suspension. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2011; 4: 99-106. (In Russ.)
3. Abramova E. V., Arkhipov I. A., Balyshev A.V., Glukhareva E. V., Novikova S.A. Subacute toxicity of ricazol as injection. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 3: 91-95. (In Russ.)
4. 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>
5. Glazyev E. N., Arkhipov I. A., Emelyanova N. B., Balyshv A.V. Subacute toxicity of anthelmintic Ritril for injections. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 3: 102-106. (In Russ.)
6. Lagereva E. V., Abramov V. E. Evaluation of acute oral toxicity of supramolecular complex based on albendazole and triclabendazole – Altrick-Extra in laboratory outbred mice and rats. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (4): 77–82. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-77-82>
7. Musaev M. B., Milenina M. V., Khalikov M. S. et al. Anthelmintic and toxicological assessment of supramolecular complexes of triclabendazole. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2018; 3: 15-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.33092/mp2018.3.15-24>

The article was submitted 20.04.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Golovin Vyacheslav V.**, LLC "International Research Center for the Protection of Human, Animal and Environmental Health" (IRC "OZOS" LLC) (117218, Moscow, st. Bolshaya Cheremushkinskaya, 28/11), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0009-0001-5123-9068, [v.golovin@biovizor.ru](mailto:v.golovin@biovizor.ru)

**Abramov Sergey V.**, LLC "International Research Center for the Protection of Human, Animal and Environmental Health" (IRC "OZOS" LLC) (117218, Moscow, st. Bolshaya Cheremushkinskaya, 28/11), Moscow, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0002-9445-4577, [120.net@mail.ru](mailto:120.net@mail.ru)

**Balyshv Andrey V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-9186-2671, [bav898@yandex.ru](mailto:bav898@yandex.ru)

**Lagereva Ekaterina V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, [tikovka-86@mail.ru](mailto:tikovka-86@mail.ru)

*Contribution of co-authors:*

**Golovin Vyacheslav V.** – instrumental research.

**Abramov Sergey V.** – data analysis and systematization.

**Balyshv Andrey V.** – interpretation of the research results.

**Lagereva Ekaterina V.** – instrumental research, conclusions.

*The authors read and approved the final manuscript.*

Научная статья

УДК 615.015.38

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-521-526>

## Эффективность противопаразитарного препарата в форме спрея на основе флуметрина, моксидектина и пирипроксифена при акарозах собак

Михаил Владимирович Арисов<sup>1</sup>, Софья Борисовна Девятьярова<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>arisov@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

<sup>2</sup>sofitel80@mail.ru

### Аннотация

**Цель исследований** – изучение эффективности препарата в форме спрея на основе фипронила, моксидектина и пирипроксифена при акарозах собак.

**Материалы и методы.** Оценку акарицидного действия многокомпонентного препарата при акарозах собак проводили на базе ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, а также ветеринарной клиники ООО «ГЛОБАЛВЕТ КЛИНИК» (г. Москва) в 2020–2022 гг. В опытах использовано 82 собаки, в т. ч. спонтанно зараженных *Otodectes cynotis* (38 гол.), *Sarcoptes canis* (28 гол.), *Demodex canis* (16 гол.). Животных разделили на опытные и контрольные группы. Зараженным животным опытных групп препарат наносили в форме спрея на пораженные участки тела из расчета 1 мл на 10 см<sup>2</sup>, 2–4 раза с интервалом 7 сут. Собак контрольной группы обработали в конце опыта. Эффективность препарата учитывали путем осмотра и учета численности клещей у животных до и через 3, 11, 25, 40 и 60 сут после обработки. Результаты обработали статистически с помощью программы Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** На 11-е сутки у всех животных было отмечено угасание клинических признаков, заживление пораженных участков кожи и расчесов, появление новой шерсти в местах алопеции; при микроскопии соскобов были обнаружены единичные клещи, деформированные личинки и яйца. При микроскопии соскобов кожи на 25-е сутки обнаружены единичные клещи у 5 собак, пораженных демодекозом. На 40-е сутки при осмотре и акарологическом исследовании соскобов кожи животных клещей *S. canis*, *O. cynotis* и *D. canis* не обнаружили. Результаты исследований показали 100%-ную эффективность препарата.

**Ключевые слова:** собаки, акарозы, эффективность, спрей, флуметрин, моксидектин, пирипроксифен

**Прозрачность финансовой деятельности:** в представленных материалах или методах авторы не имеют финансовой заинтересованности.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** 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>

© Арисов М. В., Девятьярова С. Б., 2023



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

Original article

# The efficacy of antiparasitic drug in the form of spray based on Flumethrin, Moxidectin and Pyriproxyfen against canine acarosis

Mikhail V. Arisov<sup>1</sup>, Sofya B. Devyatyarova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russia

<sup>1</sup>arisov@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

<sup>2</sup>sofitel80@mail.ru

## Abstract

**The purpose of the research** is to study the efficacy of the drug in the form of spray based on Fipronil, Moxidectin and Pyriproxyfen against canine acarosis.

**Materials and methods.** The assessment of the acaricidal effect of multicomponent drug against canine acarosis was carried out on the basis of the All-Russian Scientific Research Institute of Infectious Diseases (VNIIP), a branch of the Federal State Budgetary Institution FSC VIEV RAS, as well as the veterinary clinic GLOBALVET CLINIC LLC (Moscow) in 2020–2022. 82 dogs were used in the experiments, including those spontaneously infected with *Otodectes cynotis* (38 sp.), *Sarcoptes canis* (28 sp.), and *Demodex canis* (16 sp.). The animals were divided into experimental and control groups. To the infected animals of the experimental groups, the drug was applied in the form of spray to the affected areas of the body at the rate of 1 ml per 10 cm<sup>2</sup>, 2–4 times with an interval of 7 days. The dogs in the control group were treated at the end of the experiment. The efficacy of the drug was taken into account by examining and recording the number of ticks in animals before and 3, 11, 25, 40 and 60 days after treatment. The results were processed statistically using Microsoft Excel.

**Results and discussion.** On the 11th day, all animals showed extinction of clinical signs, healing of affected skin areas and scratches, and the appearance of new hair in areas of alopecia; microscopy of scrapings revealed single mites, deformed larvae and eggs. Microscopy of skin scrapings on the 25th day revealed single mites in 5 dogs affected by demodicosis. On the 40th day, upon examination and acarological examination of animal skin scrapings, no *S. canis*, *O. cynotis* and *D. canis* mites were found. The research results showed 100% efficacy of the drug.

**Keywords:** dogs, acaroses, efficacy, spray, flumethrin, moxidectin, pyriproxyfen

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** 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 parazitologicheskii 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., Devyatyarova S. B., 2023

## Введение

Широкое распространение паразитозов собак обусловлено увеличением числа плотоядных, популяции бродячих животных, которые часто являются источниками инвазии, миграцией животных из различных регионов, нарушением правил содержания собак и недостаточно высоким уровнем ветеринарного обслуживания.

В связи с увеличением числа животных, а следовательно, увеличением контактов меж-

ду ними, в результате миграции населения, ввозом животных из других регионов, ослаблением контроля за бродячими животными коренным образом меняется эпизоотология всех паразитарных болезней [2–6, 9, 10].

Основным средством борьбы с эктопаразитами животных являются обработки антипаразитарными препаратами, в том числе в профилактических целях, для проведения которых мировая ветеринарная наука предложила широкий выбор противопаразитарных средств [7, 8].

На рынке существует большое число ветеринарных препаратов, направленных на лечение паразитозов собак, но несмотря на разнообразие предлагаемых препаратов, большинство из них по различным причинам не соответствуют требованиям, таким, как удобство применения, высокая профилактически и терапевтическая эффективность, безопасность для животных и человека [1].

Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей является разработка новых противопаразитарных лекарственных средств, которые соответствуют требованиям ветеринарной практики: пролонгированное противопаразитарное действие на все стадии развития паразитов; широкий спектр действия; терапевтическая эффективность при возможных вторичных осложнениях; безопасность для животных, человека и окружающей среды [1].

Для разработки многокомпонентного препарата в форме спрея использовали флуметрин, моксидектин, пирипроксифен.

Флуметрин является  $\alpha$ -цианопиретроидом (II типа) и относится к классу пиретроидных акарицидов, которые действуют на потенциалозависимые натриевые каналы, выполняющие основную роль в генерации потенциального действия и проведения нервных импульсов по нервным волокнам. Механизм действия пиретроидных акарицидов заключается в необратимой активации натриевых каналов мембран нервных клеток, дполяризации клеточных мембран и блокады нервной проводимости, что приводит к нарушению двигательных рефлексов и в конечном итоге вызывает полный паралич и гибель членистоногих [7]. Флуметрин в России в основном применяют для лечения варроатоза пчел в составе препаратов байварол, варостоп. Кроме того, флуметрин используют в качестве действующего вещества в составе ветеринарного препарата в форме ошейника Форесто и Килтикс ошейник [7].

Пирипроксифен – пестицид, инсектицид кишечного и контактного действия из группы аналогов ювенильного гормона, регулирующего рост и развитие эктопаразитов; подавляет эмбриогенез и нарушает нормальный цикл метаморфоза: нарушает процессы синтеза хитина и линьки личинок, препятствует развитию полноценных куколок и вызывает гибель насекомых на преимагинальных стадиях раз-

вития, что приводит к прекращению восполнения популяции эктопаразитов [4, 8].

Моксидектин является действующим веществом класса мильбемицинов группы макроциклических лактонов. По механизму действия похож на ивермектин. Получают моксидектин из химически модифицированного немадектина, который является продуктом ферментации *Streptomyces cyanogriseus noncyanogenus* [1, 7]. Механизм действия моксидектина заключается в блокировке передачи нервных импульсов у паразитов; активен против чесоточных клещей (*Psoroptes*, *Sarcoptes*, *Chorioptes*), иксодовых клещей, вшей; действует на все виды нематод.

Использование моксидектина в комбинации с другими противопаразитарными субстанциями позволит разработать препарат для ветеринарного применения, который обеспечит высокую эффективность, широкий спектр и пролонгированное действие при смешанных паразитозах плотоядных животных.

В связи с этим, целью нашей работы было изучение эффективности многокомпонентного препарата в форме спрея на основе флуметрина (0,4%), моксидектина (0,1%) и пирипроксифена (0,2%) при саркоптозе, отодектозе, демодектозе собак.

### Материалы и методы

Изучение эффективности препарата при поражении акариформными клещами проводили на 82 зараженных акарозами животных, из них на 16 собаках, пораженных *Demodex canis*, 28 собаках, пораженных *Sarcoptes canis* и 38 собаках, пораженных *Otodectes cynotis*.

Демодекоз подтверждали результатами клинических осмотров и микроскопии глубоких соскобов, взятых с нескольких мест пораженных участков и пограничной зоны. При лабораторном анализе в соскобах обнаруживали большое число клещей *D. canis* на всех стадиях развития.

Саркоптоз подтверждали результатами клинических осмотров и микроскопии глубоких соскобов кожи, взятых с нескольких пораженных участков; клещей *S. canis* находили на всех стадиях развития.

При отодектозе у собак проявлялись следующие клинические признаки: беспокойство, зуд, гиперемия, отечность, воспаление кожи в области уха; наблюдали расчесы по краям

ушной раковины, наружный слуховой проход был загрязнен экссудатом крошащейся консистенции темно-коричневого цвета. Диагноз подтверждали микроскопическим исследованием соскобов [6] из дистальной части слухового прохода. Обнаруживали большое число клещей *O. cynotis* на всех стадиях развития.

Всех зараженных животных разделили на опытные и контрольные группы. Опытным животным препарат применяли согласно инструкции по применению. Контрольным животным исследуемый препарат не применяли, но применяли антибактериальную терапию (хлоргексидина биглюконат 0,05%).

Для лечения животных, пораженных саркоптозом и демодекозом, препарат наносили на предварительно очищенные пораженные участки тела с захватом здоровой кожи, из расчета 1 мл на 10 см<sup>2</sup>. Обработку проводили 2–4 раза в зависимости от степени поражения с интервалом 7 сут. Лечение заболеваний проводили комплексно с обработкой пораженных мест раствором хлоргексидина биглюконата (0,05%).

При отодектозе наружный слуховой проход очищали от корок, после чего, направляя дозатор на внутреннюю поверхность ушной раковины, обрабатывали спреем (1–2 нажатия на дозатор), после чего складывали ушную раковину вдоль пополам и массировали ее основание. Обработку проводили 2 раза с интервалом 7 сут.

Контрольный осмотр животных и акарологические исследования соскобов кожи животных, пораженных клещами, проводили на 11, 25, 40 и 60-е сутки после первого применения препарата [1, 6].

Полученные результаты обработали статистически с помощью программы Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

При осмотре животных, пораженных *S. canis* и *D. canis*, на 11-е сутки у всех животных было отмечено угасание клинических признаков, заживление пораженных участков кожи и расчесов, появление новой шерсти в местах алопеции; при микроскопии соскобов были обнаружены единичные клещи, деформированные личинки и яйца. При микроскопии соскобов кожи на 25-е сутки обнаружены единичные клещи у 5 собак, пораженных демоде-

козом. На 40 и 60-е сутки при осмотре и акарологическом исследовании соскобов кожи животных клещей *S. canis* и *D. canis* обнаружено не было. Результаты исследований показали 100%-ную эффективность препарата, которая была подтверждена двумя повторными акарологическими исследованиями.

При осмотре опытных животных, пораженных отодектозом, через 2–3 сут отмечено уменьшение зуда и воспаления кожи в области ушных раковин. При акарологическом исследовании соскобов из ушных раковин на 11-е сутки у 3 собак находили единичных клещей, на 25-е сутки после начала лечения клещи *O. cynotis* отсутствовали. Повторными акарологическими исследованиями была подтверждена 100%-ная эффективность препарата.

При клиническом осмотре и акарологическом исследовании соскобов кожи животных контрольных групп на 11 и 25-е сутки клинические признаки заболеваний были сохранены, установлено увеличение интенсивности инвазии. Отмечено ухудшение состояния и отсутствие положительной динамики заболеваний. Всех животных контрольной группы обрабатывали исследуемым препаратом согласно инструкции по применению на 26-е сутки опыта.

Результаты изучения эффективности препарата при поражении животных акариформными клещами приведены в таблице и свидетельствуют о 100%-ной эффективности препарата против клещей *O. cynotis*, *S. canis* и *D. canis* через 40 и 60 сут после обработки препаратом. На 25-е сутки опыта эффективность составила против *O. cynotis* и *S. canis* 100%, против *D. canis* 91,8%. Через 11 сут после лечения собак эффективность была равной против *S. canis* 100%, *O. cynotis* 88,0%, *D. canis* 81,5%.

Таким образом, полученные результаты показали высокую эффективность многокомпонентного препарата в форме спрея против клещей *O. cynotis*, *S. canis* и *D. canis*. Акарицидное действие препарата сохранялось в течение опыта, продолжающегося 60 сут.

### Список источников

1. Арисов М. В., Архипов И. А. Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов роста и репеллентов при эктопаразитах плотоядных животных // Рос-

Таблица [Table]

Результаты изучения эффективности препарата при акарозах собак  
[Results of studying the effectiveness of the drug against canine acarosis]

Группа животных [Group of animals]	Интенсивность инвазии (число паразитов, экз./соскоб) [Intensity of infection (number of parasites, specimens/scraping)]				
	до опыта [before experience]	через (сутки) [in (days)]			
		11	25	40	60
Опытная группа (собаки, зараженные <i>O. cynotis</i> , n = 19) [Experimental group (dogs infected with <i>O. cynotis</i> , n = 19)]	3,8±0,6	0,6±0,2	0	0	0
Контрольная группа (собаки, зараженные <i>O. cynotis</i> , n = 19) [Control group (dogs infected with <i>O. cynotis</i> , n = 19)]	4,1±0,5	5,0±0,5	6,7±0,7	0	0
Опытная группа (собаки, зараженные <i>S. canis</i> , n = 14) [Experimental group (dogs infected with <i>S. canis</i> , n = 14)]	3,9±0,4	0	0	0	0
Контрольная группа (собаки, зараженные <i>S. canis</i> , n = 14) [Control group (dogs infected with <i>S. canis</i> , n = 14)]	3,6±0,4	4,4±0,4	5,6±0,6	0	0
Опытная группа (собаки, зараженные <i>D. canis</i> , n = 8) [Experimental group (dogs infected with <i>D. canis</i> , n = 8)]	4,8±0,4	0,7±0,2	0,6±0,2	0	0
Контрольная группа (собаки, зараженные <i>D. canis</i> , n = 8) [Control group (dogs infected with <i>D. canis</i> , n = 8)]	4,3±0,5	5,2±0,3	7,3±0,7	0	0

- сийский паразитологический журнал. 2018. Т. 12, № 1. С. 81-97. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97>
2. Воличев А. Н. Паразиты плотоядных в мегаполисах Москвы // «История развития и современные проблемы гельминтологии в России»: тезисы докладов Всероссийской научной конференции, посвященной 275-летию РАН. 1999. С. 10.
  3. Закусимова К. С., Семенко А. В. Распространение и методы борьбы с эктопаразитами плотоядных животных // Научный вестник. Серия: Ветеринарная медицина, качество и сохранность продукции животноводства. 2018. № 293. С. 167-174.
  4. Круглов Д. С., Столбова О. А. Встречаемость иксодовых клещей у собак на фоне применения акарицидных средств // АПК: инновационные технологии. 2019. № 4. С. 16-20.
  5. Никонов А. А., Турченко Е. В. Распространение отодектоза и афаниптероза кошек и собак в условиях города Тюмени // Научная жизнь. 2018. № 11. С. 111-116.
  6. Приселкова Д. О. Патогенез и диагностика чесотки // Ветеринария. 1949. № 12. С. 12-15.
  7. Смылова П. Ю. Современный ассортимент и механизмы действия инсекторакарицидов для мелких домашних животных // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2013. Т. 3, № 19. С. 61-67.
  8. Степанов В. А., Арисов М. В., Курочкина К. Г., Малахова Е. И. Изучение скорости наступления состояния нокдауна, высоты подъема иксодовых клещей по обработанной ткани препаратами «Рольфклуб 3d капли для собак» и «Рольфклуб 3d капли для кошек» // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3. С. 86-90.
  9. Столбова О. А., Скосыроспех Л. Н., Круглов Д. С. Сезонная динамика эктопаразитозов у мелких домашних животных в условиях г. Тюмени // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. С. 237-242.
  10. Щепотьева О. Д., Перфильева 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.

Статья поступила в редакцию 22.09.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**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

**Девятьярова Софья Борисовна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, соискатель, softtel80@mail.ru



Вклад соавторов:

**Арисов Михаил Владимирович** – разработка дизайна опытов.

**Девятарова Софья Борисовна** – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

*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 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>
2. Volichev A. N. Parasites of carnivores in Moscow. «Istoriya razvitiya i sovremennyye problemy gel'mintologii v Rossii»: teziy dokladov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 275-letiyu RAN = "Development history and current issues of helminthology in Russia": abstracts of the All-Russian Scientific Conference dedicated to the 275<sup>th</sup> Anniversary of the Russian Academy of Sciences. 1999; 10. (In Russ.)
3. Zakusimova K. S., Semenko A. V. Spread and control methods of ectoparasites in carnivores. *Nauchnyy vestnik. Seriya: Veterinarnaya meditsina, kachestvo i sokhrannost' produktsii zhivotnovodstva = Scientific Bulletin. Series: Veterinary medicine, quality and safety of livestock products*. 2018; 293: 167-174. (In Russ.)
4. Kruglov D. S., Stolbova O. A. Occurrence of ixodid ticks in dogs during the use of acaricides. *APK: innovatsionnyye tekhnologii = AIC: innovative technologies*. 2019; 4: 16-20. (In Russ.)
5. Nikonov A. A., Turchenko E. V. Spread of otodectosis and aphanipteriosis in cats and dogs in Tyumen. *Nauchnaya zhizn = Scientific life*. 2018; 11: 111-116. (In Russ.)
6. Priselkova D. O. Pathogenesis and diagnosis of scabies. *Veterinariya = Veterinary medicine*. 1949; 12: 12-15. (In Russ.)
7. Smyslova P. Yu. Modern range and mechanisms of action of insecticides for small domestic animals. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy biologii = Current issues in veterinary biology*. 2013; 3 (19): 61-67. (In Russ.)
8. Stepanov V. A., Arisov M. V., Kurochkina K. G., Malakhova E. I. Study of knockdown effect time, climbing height of ixodid ticks on clothing treated with preparations «RolfClub 3D drops for dogs» and «RolfClub 3D drops for cats». *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 3: 86-90. (In Russ.)
9. Stolbova O. A., Skosyrospekh L. N., Kruglov D. S. Seasonal dynamics of ectoparasite infections in small domestic animals in Tyumen. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Current issues of science and education*. 2017; 2: 237-242. (In Russ.)
10. Shchepotyeva O. D., Perfilyeva 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.)

The article was submitted 22.09.2023; accepted for publication 12.11.2023

About the authors:

**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](mailto:director@vniigis.ru)

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

Contribution of co-authors:

**Arisov Mikhail V.** – experimental design development.

**Devyatyarova Sofia B.** – study of the material, review of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

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

Научная статья

УДК 619:616.995.1

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-527-534>

## Овоцидная активность микробиологического препарата для компостирования в опыте *in vitro* против яиц *Toxocara cati*

Екатерина Олеговна Качанова<sup>1</sup>, Евгения Сергеевна Беломытцева<sup>2</sup>,  
Ринат Туктарович Сафиуллин<sup>3</sup>, Евгения Владимировна Пузанова<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. П. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

<sup>1</sup>kachanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9222-0531>

<sup>2</sup>belomyttseva@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9554-3611>

<sup>3</sup>safiullin\_r.t@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0450-5527>

<sup>4</sup>puzanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5749-1379>

### Аннотация

**Цель исследований** – изучить овоцидные свойства микробиологического препарата для компостирования, в котором в качестве действующих компонентов присутствуют лактобактерии (*Lactobacillus casei* и *L. plantarum*) и микроскопические грибы (*Saccharomyces cerevisiae*), на яйца нематод *Toxocara cati* в опыте *in vitro*.

**Материалы и методы.** Испытуемый микробиологический препарат применяют для приготовления компоста и обработки жидких бытовых отходов. Препарат представляет собой однородную жидкость желтого цвета с биомассой бактерий в титре  $10^6$ - $10^8$  КОЕ/см<sup>3</sup>, находящуюся в канистре объемом 10 литров. Сначала готовили культуру яиц *Toxocara cati*, затем изучали овоцидные свойства водных рабочих растворов испытуемого препарата в четырех концентрациях: 1,0%; 5,0; 10,0 и 50,0% в сравнении с 4,0%-ным раствором фенола в опыте *in vitro*.

**Результаты и обсуждение.** Не установлено овоцидного действия испытанных водных растворов микробиологического препарата в указанных концентрациях в опыте *in vitro* на яйца *T. cati*. Использованный в качестве сравнения 4,0%-ный раствор фенола показал высокую эффективность.

**Ключевые слова:** микробиологический препарат, лактобактерии, микроскопические грибы, овоцидные свойства, *in vitro*, эффективность

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Качанова Е. О., Беломытцева Е. С., Сафиуллин Р. Т., Пузанова Е. В. Овоцидная активность микробиологического препарата для компостирования в опыте *in vitro* против яиц *Toxocara cati* // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 527–534.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-527-534>

© Качанова Е. О., Беломытцева Е. С., Сафиуллин Р. Т., Пузанова Е. В., 2023



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

Original article

## Ovocidal activity of microbial agent for composting *in vitro* experiment against *Toxocara cati* eggs

Ekaterina O. Kachanova<sup>1</sup>, Evgeniya S. Belomyttseva<sup>2</sup>, Rinat T. Safullin<sup>3</sup>,  
Evgeniya V. Puzanova<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", Moscow, Russia

<sup>1</sup> kachanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9222-0531>

<sup>2</sup> belomyttseva@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9554-3611>

<sup>3</sup> safullin\_r.t@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0450-5527>

<sup>4</sup> puzanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5749-1379>

### Abstract

**The purpose of the research** is to study ovocidal properties of a microbial agent for composting that has lactobacilli (*Lactobacillus casei* and *L. plantarum*) and microscopic fungi (*Saccharomyces cerevisiae*) present as active components for *Toxocara cati* eggs *in vitro* experiment.

**Materials and methods.** The tested microbial agent is used for compost preparation and liquid household waste processing. The agent is a homogeneous yellow liquid with a bacterial biomass in titers of  $10^6$ – $10^8$  CFU/cm<sup>3</sup> which is placed in a ten-liter canister. First, a culture of *Toxocara cati* eggs was prepared, then ovocidal properties of aqueous standard solutions of the test agent were studied in four concentrations, 1.0%; 5.0; 10.0 and 50.0% versus a 4.0% phenol solution *in vitro* experiment.

**Results and discussion.** The ovocidal effect of the tested aqueous microbiological agent solutions in the above concentrations *in vitro* experiment on *T. cati* eggs was not detected. A 4.0% phenol solution used as a reference solution showed high efficacy.

**Keywords:** microbial agent, lactobacilli, microscopic fungi, ovocidal properties, *in vitro*, efficacy

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

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Kachanova E. O., Belomyttseva E. S., Safullin R. T., Puzanova E. B. Ovocidal activity of microbial agent for composting *in vitro* experiment against *Toxocara cati* eggs. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):527–534. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-527-534>

© Kachanova E. O., Belomyttseva E. S., Safullin R. T., Puzanova E. B., 2023

### Введение

За последние годы наблюдается интенсивное развитие сельского хозяйства. В промышленных крупных животноводческих и птицеводческих предприятиях постепенно идет увеличение концентрации поголовья животных и птиц на одной площади. Это позволяет сократить расходы на обслуживание и содержание животных. Однако, такое интенсивное наращивание производства является предпосылкой для экологических проблем [2]. К примеру, по данным Росстата за 2021–2022 гг. произошло увеличение поголовья свиней с

26 192,9 до 27 606,1 тыс. голов и птиц с 539 097 до 551 226 тыс. голов на конец года.

Твердые и жидкие отходы животноводства и птицеводства в сельском хозяйстве относятся к одним из самых вредных веществ. В таких отходах зачастую содержится большое количество патогенных микроорганизмов, ооцист и цист паразитических простейших, а также яиц гельминтов, которые могут быть опасны и для человека [4].

Большой объем образующегося навоза и навозных стоков (до 1–2 млрд м<sup>3</sup> в год) с высокой концентрацией органических веществ

в них (БПК<sub>5</sub> более 6000–8000 мг<sup>3</sup>/л O<sub>2</sub>) представляет значительную санитарно-эпидемиологическую опасность, так как содержание яиц гельминтов на 1 л жидких отходов составляет 158–427 экз.<sup>1</sup>

В связи с этим, необходимо проводить мониторинг, контроль и регулирование влияния объектов животноводства на окружающую среду. Использование сельскохозяйственных отходов в качестве вторичного ресурса может стать одним из выходов в сложившейся ситуации.

В сельском хозяйстве есть ряд технологий, которые применяются в животноводческих и птицеводческих хозяйствах России. Среди таких технологий перевода исходного навоза в удобрение за счет продолжительного выдерживания и технология пассивного обезвреживания навоза или помета в буртах и последующего превращения в компост благодаря разложению органических веществ под влиянием микроорганизмов [3].

Для повторного использования отходов животноводства необходимо провести их обеззараживание. Под обеззараживанием навоза, помета понимается уничтожение в них возбудителей инфекционных (дезинфекция) и инвазионных (дезинвазия) болезней.

Согласно действующим нормативным документам, для обеззараживания жидких навозных стоков применяют механические, физические, химические, биологические и комбинированные способы. На данный момент, большое внимание уделяется биологическим методам дезинвазии жидких отходов животноводческих объектов.

В теплое время при хранении навозных стоков в навозохранилищах и при снижении их влажности с 95 до 65–70% сроки выживаемости яиц гельминтов достигают четырех месяцев. В холодное время в навозных стоках остается 80–90% жизнеспособных яиц гельминтов.

Изучено применение разных методов обеззараживания в животноводческих и птицеводческих хозяйствах России. Так, в некоторых регионах для ускорения процесса биотермического обеззараживания используют микробиологические препараты, в дру-

гих применяют комбинированные методы: биологические и химические или биологические и физические. Из химических средств эффективным овоцидным эффектом обладает жидкий аммиак, из физических методов – термический способ. Для обеззараживания подстилочного и бесподстилочного навоза влажностью до 92% широко применяют биотермическое обеззараживание и компостирование. Однако, для жидких стоков с большим содержанием влаги они не подходят [1]. Поэтому, проблема дезинвазии жидких отходов животноводческих объектов, содержащих до 8% сухого вещества, остается актуальной.

Целью нашей работы было изучить овоцидное действие отечественного микробиологического препарата для компостирования, в котором в качестве действующих компонентов присутствуют лактобактерии (*Lactobacillus casei* и *L. plantarum*) и микроскопические грибы (*Saccharomyces cerevisiae*), на яйца нематод *Toxocara cati* в опыте *in vitro*.

### Материалы и методы

Работа по изучению овоцидных свойств микробиологического препарата для компостирования в опыте *in vitro* против яиц *T. cati* включала подготовку культуры яиц *T. cati* и изучение овоцидных свойств водных рабочих растворов по препарату в четырех концентрациях: 1,0%; 5,0; 10,0 и 50,0% в сравнении с 4,0%-ным раствором фенола.

Испытуемый микробиологический препарат используют для приготовления компоста и обработки жидких отходов (лагуны, сточные воды, ванны). В качестве действующих компонентов в данном препарате присутствуют лактобактерии (*Lactobacillus casei* и *L. plantarum*) и микроскопические грибы (*Saccharomyces cerevisiae*). Препарат представляет собой однородную жидкость желтого цвета с биомассой бактерий в титре 10<sup>6</sup>–10<sup>8</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>, находящаяся в канистре объемом 10 л.

Для подготовки культуры яиц *T. cati* оплодотворенных самок токсокар от спонтанно инвазированных кошек из приюта помещали в чашки Петри. Затем препарировали концевые отделы матки гельминтов, выделяли яйца и их

<sup>1</sup> «Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за системами сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования навоза и навозных стоков животноводческих комплексов и ферм промышленного типа». Утв. 12 марта 1980 г. № 2156-80.

смешивали с физраствором и консервантом – 1%-ным раствором HCL на дистиллированной воде. Далее проводили центрифугирование при 1500 об./мин в течение 2 минут для того, что получить осадок. Затем подсчитывали

число яиц в 1 мл. До использования хранили в условиях холодильника при температуре 3 °С.

При изучении овоцидной активности водные растворы препарата готовили в четырех концентрациях: 1,0%; 5,0; 10,0 и 50,0% (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

**Приготовление 1 л водных растворов микробиологического препарата в разных концентрациях**  
[Preparation of 1 liter of aqueous solutions of a microbiological preparation in different concentrations]

Концентрация раствора по препарату, % [Solution concentration according to the drug, %]	Количество препарата, мл [Amount of drug, ml]	Вода, мл [Water, ml]
1,0	10,0	990,0
5,0	50,0	950,0
10,0	100,0	900,0
50,0	500,0	500,0

Согласно рекомендациям производителя в жидкие стоки животноводства препарат вносят из расчета 1 л на 100 л стоков, что составляет 1,0%. Исходя из отмеченного, для приготовления рабочего раствора с концентрацией 1,0% на 990,0 мл воды добавили 10,0 мл препарата с последующим размешиванием путем трехкратного переворачивания бутылки. Для приготовления водных растворов по препарату в концентрациях 5,0%; 10,0 и 50,0% на 950,0 мл, 900,0 и 500,0 мл воды добавили 50,0 мл 100,0 и 500,0 мл препарата соответственно.

Овоцидную активность полученных растворов изучали в опыте *in vitro* после культивирования тест-объектов на влажных чашках Петри в термостате при 24–28 °С в течение 28 сут. В каждую чашку помещали по 1000 яиц. Первая чашка Петри была контрольной, в ней культивирование яиц проходило в воде. Во вторую чашку Петри вносили 1,0%-ный водный раствор испытуемого препарата. В третью чашку Петри вносили 4,0%-ный раствор фенола. В четвертую, пятую и шестую чашки Петри вносили соответственно 5,0; 10,0 и 50,0%-ный водный раствор испытуемого препарата. Во всех чашках культивировали яйца в течение 28 сут без их отмывания. Через 28 сут яйца со второй по шестую чашки Петри трехкратно отмывали с дистиллированной водой.

Оценку овоцидной эффективности испытуемого микробиологического препарата

проводили по наличию или отсутствию сформировавшейся личинки по окончанию эксперимента. Подсчет числа сформировавшихся личинок в яйцах во всех чашках Петри проводили раз в неделю. Подсчитывали по 100 яиц в каждой чашке Петри. При каждом подсчете выбирали 100 яиц случайно, то есть просматривали поля зрения под микроскопом, пока суммарное число подсчитанных яиц не достигнет 100 экз.

Дифференциацию живых яиц от погибших осуществляли согласно методическим указаниям<sup>2</sup>. Для этого окрашивали по 20 яиц из каждой чашки Петри метиленовым синим в растворе молочной кислоты с едкой щелочью (метиленовый синий 0,05 г, едкий натр 0,5 г, молочная кислота 15 мл). Живые яйца из камер не окрашивались, а зародыши мертвых яиц были окрашены в синий цвет. Жизнеспособность личинок определяли по их подвижности после выхода их из яйца при надавливании на покровное стекло под микроскопом.

### Результаты исследований

Наблюдения в период культивирования показали, что в большей части чашек Петри, кроме третьей (фенол 4%-ный), личинки начали развиваться в яйцах на 8-е сутки после начала опыта. В третьей чашке Петри (фенол 4%-ный) на всем протяжении культивирования бластомеры в яйцах *T. cati* не развивались (табл. 2).

<sup>2</sup> Методы санитарно-паразитологических исследований: Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 63 с.

Таблица 2 [Table 2]

Число яиц *T. cati* со сформировавшимися личинками в процессе культивирования в чашках Петри при внесении испытуемого препарата в разных концентрациях  
 [Number of *T. cati* eggs with formed larvae during cultivation in Petri dishes with the adding the test drug in different concentrations]

Номер чашки Петри [Petri dish number]	Число яиц <i>T. cati</i> со сформировавшимися личинками/или с дроблением, сутки опыта [Number of <i>T. cati</i> eggs with formed larvae or with crushing, day of experiment]				
	1	8	14	21	28
1 (вода) контроль [(water) control]		75 л*	76 л	76 л	75 л
2 (1,0%-ный р-р испытуемого препарата) [(1.0% solution of the test drug)]		89 л	81 л	76 л	76 л
3 (4,0%-ный р-р фенола) [(4.0% phenol solution)]	Постановка опыта [Setting up the experiment]	0	0	0	0
4 (5,0%-ный р-р испытуемого препарата) [(5.0% solution of the test drug)]		91 л / 6 д**	98 л	94 л	98 л
5 (10,0%-ный р-р испытуемого препарата) [(10.0% solution of the test drug)]		94 д	90 л	84 л	92 л
6 (50,0%-ный р-р испытуемого препарата) [(50.0% solution of the test drug)]		91 д	87 л	88 л	79 л

Примечание [Note]. \* л – число яиц со сформировавшимися личинками [number of eggs with formed larvae]; \*\* д – число яиц с дроблением [number of eggs with crushing]

На 8-е сутки опыта в контрольной первой, второй и четвертой опытных чашках Петри уже были сформировавшиеся личинки в яйцах, а в опытных чашках (5 и 6-й) с водными растворами испытуемого микробиологического препарата происходило только дробление. На 6-е сутки мы наблюдали сформировавшиеся личинки уже во всех чашках Петри, кроме третьей, где был раствор фенола. На 28-е сутки число сформировавшихся личинок в чашках Петри с водными растворами испытуемого препарата было несколько больше, по сравнению с первой чашкой Петри (контролем).

Таким образом, процент развития личинок в яйцах *T. cati* на 28-е сутки в первой контрольной чашке Петри составил 75%, во второй (1,0%-ный раствор испытуемого препарата) – 76; в третьей чашке (4,0%-ный раствор фенола) сформировавшихся личинок в яйцах не было; в четвертой (5,0%-ный раствор испытуемого препарата) – 98, в пятой (10,0%-ный раствор испытуемого препарата) – 92 и в шестой (50,0%-ный раствор испытуемого препарата) – 79%.

При увеличении концентрации водного раствора испытуемого препарата на 8-е сутки эксперимента в чашках Петри номер 4, 5 и 6 наблюдали отставание в развитии от чашек Петри номер один и два: зародыши в них находились на стадии дробления. На 28-е сутки

число развившихся личинок в яйцах в опытных чашках Петри (два, четыре, пять, шесть) было несколько больше по сравнению с контрольной первой чашкой. На протяжении всего опыта мы ориентировались на созревание личинки в яйцах во всех чашках Петри, так как было важно оценить, идет ли развитие личинки в опытных чашках по сравнению с контрольной.

### Обсуждение

Эффективность применения пробиотиков отмечается, в основном, при исследовании *in vivo*, что связано с механизмом их действия на макроорганизм. Ларвицидная активность при испытании пробиотиков в условиях *in vitro* против личинок токсокар наблюдалась только у супернатантов некоторых видов пробиотических культур.

По некоторым данным, в условиях *in vitro* грибы рода *Saccharomyces* не оказывали воздействия на личинки *T. canis* [8].

При изучении действия пробиотика *Saccharomyces boulardii* и *Bacillus cereus* var. *toyoi* на личинки *T. canis* в условиях *in vitro* установлено, что ни один из пробиотиков не проявил воздействия на личинки нематоды [5].

Пробиотик *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 7469) способствует снижению зараженности *T. canis* мышей, но только при пероральной

даче. При исследовании *in vitro* пробиотик не оказал губительного воздействия на личинок; около 90% личинок оставались жизнеспособными [9].

Пробиотик *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) в условиях *in vitro* не оказывал прямого воздействия на личинок *T. canis* [6].

Экспериментальные исследования активности пробиотиков *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 7469), *Lactobacillus paracasei* (ATCC 335), *Saccharomyces boulardii*, *Saccharomyces cerevisiae* и *Bacillus cereus* var. *toyoi* и их супернатантов в отношении личинок *T. canis* проводили в условиях *in vitro*. Пробиотики и их супернатанты инкубировали отдельно со 100 личинками *T. canis* на лунках с использованием планшетов для микрокультуры со средой RPMI-1640 в течение 48 ч при 37°C и 5% CO<sub>2</sub>. Только супернатанты пробиотиков *Lactobacillus* spp. привели к 100%-ной гибели личинок, а *S. boulardii* проявлял 70%-ную ларвицидную активность в отношении *T. canis* [10].

Изучение овоцидной активности испытуемого микробиологического препарата, в котором в качестве действующих компонентов присутствуют лактобактерии (*Lactobacillus casei* и *L. plantarum*) и микроскопические грибы (*Saccharomyces cerevisiae*), на яйца нематод *T. cati* в условиях *in vitro* не показало губительного влияния препарата на яйца.

Согласно данным иностранных ученых [7], испытания пробиотических культур проводят в лунках на культуре личинок токсокар при совместной инкубации пробиотика или его супернатанта и личинок на средах для выращивания микроорганизмов, а не на культуре яиц, как при нашем испытании. Поэтому необходимо рассмотреть другие методы испытания микробиологических препаратов для дезинвазии.

### Заключение

При изучении овоцидных свойств микробиологического препарата для компостирования, в котором в качестве действующих компонентов присутствуют лактобактерии (*Lactobacillus casei* и *L. plantarum*) и микроскопические грибы (*Saccharomyces cerevisiae*), в испытанных концентрациях (1,0%; 5,0; 10,0 и 50,0%) в опыте *in vitro* не установлено овоцидного действия на яйца *T. cati*. Использо-

ванный в качестве сравнения 4,0%-ный раствор фенола показал высокую эффективность.

### Список источников

1. Беляева М. И., Степанова Т. Ф. О дезинвазии жидкого навоза и навозных стоков в субъектах РФ // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 853.
2. Брюханов А. Ю., Попов В. Д., Васильев Э. В., Шалавина Е. В., Уваров Р. А. Анализ и решения экологических проблем в животноводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15. № 4. С. 48-55. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-48-55>.
3. Суховский Д. А., Шкрабак Р. В. Обеспечение экологической безопасности в животноводстве и птицеводстве // «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения»: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2022. С. 234-237.
4. Хуторянина И. В., Думбадзе О. С., Димидова Л. Л. Методы обеззараживания (дезинвазии) навоза и навозных стоков // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам международной научной конференции. 2020. Вып. 21. С. 465-470. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.465-470>.
5. Avila L. F. C., Telmo P. L., Martins L. H. R., Glaeser T. A., Conceição F. R., Leite F. P. L., Scaini C. J. Protective effect of the probiotic *Saccharomyces boulardii* in *Toxocara canis* infection is not due to direct action on the larvae. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo. 2013; 55 (5): 363-365. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652013000500012>.
6. Cadore P. S., Walcher D. L., Sousa N. F. G. C. D., Martins L. H. R., Hora V. P. D., Groll A. V., Scaini C. J. Protective effect of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 in BALB/c mice infected with *Toxocara canis*. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo. 2021; 63: e9. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946202163009>.
7. Chiodo P. G., Sparo M. D., Pezzani B. C., Minvielle M. C., Basualdo J. A. *In vitro* and *in vivo* effects of *Enterococcus faecalis* CECT7121 on *Toxocara canis*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 2010; 105: 615-620.
8. Reda A. A. Probiotics for the Control of Helminth Zoonosis. Journal of Veterinary Medicine. 2018; 2018. 9. <https://doi.org/10.1155/2018/4178986>.

9. Walcher D. L., Cruz L. A. X., de Lima Telmo P., Martins L. H. R., da Costa de Avila L. F., Berne M. E. A., Scaini C. J. *Lactobacillus rhamnosus* reduces parasite load on *Toxocara canis* experimental infection in mice, but has no effect on the parasite *in vitro*. *Parasitol. Res.* 2018; 117: 597–602. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5712-7>.
10. Walcher D. L., de Sousa N. F. G. C., Rocha L. S., Mattos G. T., Klafke G. B., Scaini J. L. R., Scaini C. J. Larvicidal Activity of *Lactobacillus* spp. and *Saccharomyces boulardii* Supernatants on *Toxocara canis*. *The Journal of Parasitology.* 2023; 109 (1): 15–19. <https://doi.org/10.1645/20-161>

Статья поступила в редакцию 20.09.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**Качанова Екатерина Олеговна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-9222-0531, [kachanova@vniigis.ru](mailto:kachanova@vniigis.ru)

**Беломытцева Евгения Сергеевна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, ORCID ID: 0000-0001-9554-3611, [belomyttseva@vniigis.ru](mailto:belomyttseva@vniigis.ru)

**Сафиуллин Ринат Туктарович**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0003-0450-5527, [safullin\\_r.t@mail.ru](mailto:safullin_r.t@mail.ru)

**Пузанова Евгения Владимировна**, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-5749-1379, [puzanova@vniigis.ru](mailto:puzanova@vniigis.ru)

Вклад соавторов:

**Качанова Екатерина Олеговна** – инструментальные исследования, формулировка выводов, оформление статьи.

**Беломытцева Евгения Сергеевна** – критический анализ полученных результатов.

**Сафиуллин Ринат Туктарович** – научное руководство, критический анализ полученных результатов, формирование выводов и составление статьи.

**Пузанова Евгения Владимировна** – критический анализ полученных результатов, оформление статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

- Belyaeva M. I., Stepanova T. F. On liquid manure and manure waste disinfection in constituent entities of the Russian Federation. *Infektsiya i immunitet = Infection and immunity.* 2017; S: 853. (In Russ.)
- Bryukhanov A. Yu., Popov V. D., Vasiliev E. V., Shalavina E. V., Uvarov R. A. Analysis and solutions to environmental problems in livestock husbandry. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural machines and technologies.* 2021; 15 (4): 48–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2021-15-4-48-55>
- Sukhovskiy D. A., Shkrabak R. B. Provision of environmental safety in livestock husbandry and poultry farming. «*Nauchnoye obespecheniye razvitiya APK v usloviyakh importozameshcheniya*»: *sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = "Scientific support for the development of the agro-industrial complex in import substitution": a collection of scientific papers from proceedings of the International Scientific and Practical Conference.* Saint Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University, 2022; 234–237. (In Russ.)
- Khutoryanina I. V., Dumbadze O. S., Dimidova L. L. Disinfection (disinvasion) methods of manure and manure waste waters. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: *sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": a collection of scientific articles from proceedings of the International Scientific Conference.* 2020; 21: 465–470. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.465-470>
- Avila L. F. C., Telmo P. L., Martins L. H. R., Glaeser T. A., Conceição F. R., Leite F. P. L., Scaini C. J. Protective effect of the probiotic *Saccharomyces boulardii* in *Toxocara canis* infection is not due to direct action on the larvae. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo.* 2013; 55 (5): 363–365. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652013000500012>
- Cadore P. S., Walcher D. L., Sousa N. F. G. C. D., Martins L. H. R., Hora V. P. D., Groll A. V., Scaini C. J. Protective effect of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 in BALB/c mice infected with *Toxocara canis*. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo.* 2021; 63: e9. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946202163009>.



7. Chiodo P. G., Sparo M. D., Pezzani B. C., Minvielle M. C., Basualdo J. A. *In vitro* and *in vivo* effects of *Enterococcus faecalis* CECT7121 on *Toxocara canis*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2010; 105: 615-620.
8. Reda A. A. Probiotics for the Control of Helminth Zoonosis. *Journal of Veterinary Medicine*. 2018; 2018. 9. <https://doi.org/10.1155/2018/4178986>.
9. Walcher D. L., Cruz L. A. X., de Lima Telmo P., Martins L. H. R., da Costa de Avila L. F., Berne M. E. A., Scaini C. J. Lactobacillus rhamnosus reduces parasite load on *Toxocara canis* experimental infection in mice, but has no effect on the parasite *in vitro*. *Parasitol. Res*. 2018; 117: 597–602. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5712-7>.
10. Walcher D. L., de Sousa N. F. G. C., Rocha L. S., Mattos G. T., Klafke G. B., Scaini J. L. R., Scaini C. J. Larvicidal Activity of *Lactobacillus* spp. and *Saccharomyces boulardii* Supernatants on *Toxocara canis*. *The Journal of Parasitology*. 2023; 109 (1): 15-19. <https://doi.org/10.1645/20-161>

The article was submitted 20.09.2023; accepted for publication 12.11.2023

*About the authors:*

**Kachanova Ekaterina O.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, ORCID ID: 0000-0002-9222-0531, [kachanova@vniigis.ru](mailto:kachanova@vniigis.ru)

**Belomyttseva Evgeniya S.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, ORCID ID: 0000-0001-9554-3611, [belomyttseva@vniigis.ru](mailto:belomyttseva@vniigis.ru)

**Safullin Rinat T.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0003-0450-5527, [safullin\\_rt@mail.ru](mailto:safullin_rt@mail.ru)

**Puzanova Evgeniya V.**, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-5749-1379, [puzanova@vniigis.ru](mailto:puzanova@vniigis.ru)

*Contribution of co-authors:*

**Kachanova Ekaterina O.** – instrumental studies, conclusions, article design.

**Belomyttseva Evgeniya S.** – critical analysis of the results.

**Safullin Rinat T.** – academic supervision, critical analysis of the results, conclusions, and article drafting.

**Puzanova Evgeniya V.** – critical analysis of the results, article preparation.

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

Научная статья

УДК 619:616.995.7:636.1

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-535-542>

## Способ защиты табунных лошадей от кровососущих насекомых, обеспечивающий получение органической продукции

Александр Дмитриевич Решетников<sup>1</sup>, Анастасия Ивановна Барашкова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>ФИЦ ЯНЦ СО РАН Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова, Якутск, Россия

<sup>1</sup> [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9817-4329>

<sup>2</sup> [aibarashkova@mail.ru](mailto:aibarashkova@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1815-4951>

### Аннотация

**Цель исследований** – разработка способа защиты табунных лошадей от опасных кровососущих двукрылых, обеспечивающего получение органической мясной продукции без применения пестицидов.

**Материалы и методы.** Сбор и учет численности опасных двукрылых проводили с помощью энтомологического сачка. Видовую принадлежность двукрылых устанавливали по морфологическим ключам определительных таблиц. Новая технология защиты табунных лошадей от вредных насекомых без пестицидов была выполнена в ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия) в 2021–2023 гг. В соответствии с заданием и регламентом был выполнен патентный поиск по научно-технической литературе России по теме «Разработать методы создания технологий борьбы и профилактики болезней животных, обеспечивающих получение органической продукции традиционных отраслей сельского хозяйства на Крайнем Севере».

**Результаты и обсуждение.** Установлена численность нападающих на табунных лошадей комаров, слепней в Центральной Якутии. В утреннем и вечернем пиках численность комаров за 5-минутный учет составляла 397–456 экз. комаров 15 видов трех родов: *Aedes* (*Ochlerotatus*), *Culiseta* и *Anopheles*. На приманочную лошадь за 15-минутный учет нападало от 83 до 107 особей слепней 21 вида и одного подвида двух родов: *Hybomitra* и *Chrysops*. Впервые в условиях Центральной Якутии с положительным результатом применен способ защиты табунных лошадей от нападения кровососущих насекомых без опрыскивания животных инсектицидами.

**Ключевые слова:** табунные лошади, кровососущие насекомые, комары, слепни, учет численности, защита лошадей, пестициды, органическая продукция

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ по научной теме FWRS-2021-0007. Выражаем благодарность директору ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия) В. А. Колосову и главному зоотехнику Н. А. Васильевой за помощь в проведении исследований

**Прозрачность финансовой деятельности:** в представленных материалах или методах авторы не имеют финансовой заинтересованности.

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Решетников А. Д., Барашкова А. И. Способ защиты табунных лошадей от кровососущих насекомых, обеспечивающий получение органической продукции // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 4. С. 535–542.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-535-542>

© Решетников А. Д., Барашкова А. И., 2023



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

Original article

# A method for protecting herd horses from blood-sucking insects that ensures organic food production

Alexander D. Reshetnikov<sup>1</sup>, Anastasia I. Barashkova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Federal Research Center, Yakut Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (FRC YaSC SB RAS), M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia

<sup>1</sup>adreshetnikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9817-4329>

<sup>2</sup>aibarashkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1815-4951>

## Abstract

**The purpose of the research** is to develop a method for protecting herd horses from dangerous blood-sucking dipterans that ensures organic meat production without pesticides.

**Materials and methods.** Dangerous dipterans were collected and counted using an entomological net. The Diptera species identification was determined using the morphological keys. A new technology for protecting herd horses from harmful insects without pesticides used was implemented at Horobut LLC in the Megino-Kangalassky District, the Republic of Sakha (Yakutia) in 2021–2023. Pursuant to the Assignment and Regulations, a patent search was performed in the Russian scientific and technical literature on the subject “Develop methods for creating technologies to control and prevent animal diseases that ensure organic food production from conventional agricultural sectors in the Far North”.

**Results and discussion.** The number of mosquitoes and horseflies that attack herd horses in Central Yakutia was established. In the morning and evening peaks, the number of mosquitoes for a 5-minute count was 397–456 mosquitoes belonging to 15 species of three genera: *Aedes* (*Ochlerotatus*), *Culiseta* and *Anopheles*. During a 15-minute count, the bait horse was attacked by 83 to 107 specimens of horseflies of 21 species and one subspecies of two genera, *Hybomitra* and *Chrysops*. For the first time in Central Yakutia, a method of protecting herd horses from attacks by blood-sucking insects was used with positive results without spraying animals with insecticides.

**Keywords:** herd horses, blood-sucking insects, mosquitoes, horseflies, population counting, horse protection, pesticides, organic food.

**Acknowledgments.** The study was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation under the scientific theme FWRS-2021-0007. We express our gratitude to V. A. Kolosov, Director of Horobut LLC, Megino-Kangalassky District, the Republic of Sakha (Yakutia), and N. A. Vasilyeva, Chief Livestock Specialist for their assistance in the research.

**Financial transparency:** neither author has financial interest in the submitted materials or methods.

**There is no conflict of interests.**

**For citation:** Reshetnikov A. D., Barashkova A. I. A method for protecting herd horses from blood-sucking insects that ensures organic food production. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(4):535–542. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-4-535-542>

© Reshetnikov A. D., Barashkova A. I., 2023

## Введение

Стремительно развивающийся мир нуждается в продовольственной безопасности. Производство доступных и экологически безопасных органических продуктов питания является важным условием устойчивости социальных и экономических процессов стран.

В полном обеспечении продовольственной независимости велика роль научного обеспечения сельского хозяйства. В этом деле уни-

кальным примером является традиционное табунное мясное коневодство Якутии, являющееся важнейшей отраслью сельского хозяйства, обеспечивающей население республики незаменимой, высококачественной, экологически чистой мясной продукцией.

С 1 января 2020 г. вступил в силу Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федера-

ции». Закон вводит понятия: Органическая продукция - экологически чистые сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, производство которых соответствует требованиям, установленным настоящим Федеральным законом. При производстве органической продукции должны соблюдаться следующие требования: запрет на применение пестицидов, антибиотиков, стимуляторов, витаминов, аминокислот, гормонов, клонированных, генно-модифицированных и трансгенных организмов, за исключением тех, которые разрешены к применению действующими в РФ национальными, межгосударственными и международными стандартами в сфере производства органической продукции [11].

Народные технологии разведения якутской породы табунных лошадей сохранились с глубиной древности, что подтверждается в способности животных круглогодично использовать пастбищно-тебеновочное содержание, сформированное эволюцией как исключительно полезное качество [3]. Мясо жеребят характеризуется высокой биологической цен-

ностью по содержанию спектра жирно- и водорастворимых витаминов А (3,8 мг/кг), Е (4,57 мг/кг), В5 (4,8 мг/кг), В9 (5,64 мкг/кг), В7 (4,83 мкг/кг) и РР109 (5,12 мкг/кг), белков и ненасыщенных жирных кислот семейства Омега-3 [2, 4, 5].

Табунные лошади Якутии круглогодично пасутся самостоятельно и ждут наступления благоприятного лета с обильными зелёными кормами. Однако, долгожданное лето для табунных лошадей омрачается массовым нападением на них вредных насекомых. Вред, наносимый ими, приводит к экономическим потерям.

Установлена численность нападающих на табунных лошадей комаров и слепней в Центральной Якутии. В утреннем и вечернем пиках численность комаров за 5-минутный учет составляла 397–456 экз. комаров 15 видов трех родов: *Aedes* (*Ochlerotatus*), *Culiseta* и *Anopheles*. На приманочную лошадь за 15-минутный учет нападало от 83 до 107 особей слепней 21 вида и подвида двух родов: *Hybomitra* и *Chrysops* (рис. 1) [1].

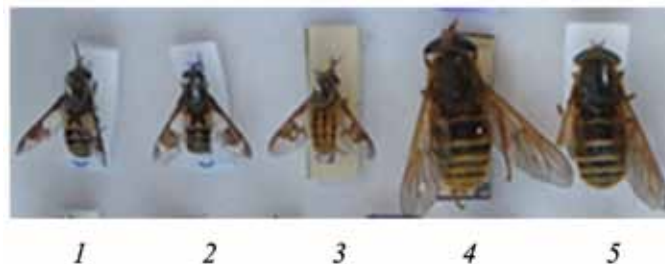


Рис. 1. Слепни (сем. Tabanidae, отряд Diptera):

1, 2 – *Chrysops relictus*; 3 – *Chrysops vanderwulpi*; 4, 5 – *Hybomitra tarandina*

[Fig. 1. Horseflies (Diptera: Tabanidae):

1, 2 – *Chrysops relictus*; 3 – *Chrysops vanderwulpi*; 4, 5 – *Hybomitra tarandina*]

Известен экономический порог вредоносной численности слепней и комаров. При нападении на коров на один день 176 особей слепней потеря молочной продуктивности составляет 3%, при нападении на корову 5173 особей комаров в течение суток наблюдается 3%-ная потеря молочной продуктивности [7].

Комары представляют серьезную опасность для здоровья миллионов людей. ВОЗ констатирует, что от болезней, переносимых комарами, ежегодно умирает около миллиона человек [19].

Представители семейства Tabanidae являются крупнейшими кровососущими мухами. Семейство насчитывает 3000–4000 видов по всему миру и имеет важное значение в ветеринарии и медицине. В Саудовской Аравии описан 31 вид слепней [15].

Табаниды (слепни) способны передавать ряд патогенов, в том числе трипаносом. При морфологическом анализе 148 слепней выявлена высокая их заражённость *Trypanosoma noyesi* (71%) [13].

*Tabanus* spp. или конские мухи вызывают трипаномоз у домашних и диких животных в Таиланде. Было собрано 1835 самок слепней; с использованием штрих кода ДНК идентифицировано 45 видов [12].

Слепни ответственны за механическую передачу вирусов, таких как вирус инфекционной анемии лошадей, простейших *T. evansi*, *Besnoitia besnoiti* и бактерий *Bacillus anthracis* и *Anaplasma marginale*, имеющих медицинское и ветеринарное значение, включая гельминтов [19, 20].

Штрихкодирование ДНК широко используют для точной идентификации видов насекомых и их патогенов в Центральноафриканской Республике, Габоне и Либерии [18].

Установлено, что *Anopheles dirus* является естественным переносчиком *Setaria labiatopapillosa*. ДНК *S. digitata* была обнаружена у *Anopheles peditaeniatus*. Новые последовательности ITS1 *S. digitata* и *S. labiatopapillosa* были депонированы в GenBank [14].

Разработана хлопчатобумажная ткань с растительным репеллентом от комаров для обеспечения защиты человека от укусов комаров. Активный компонент был извлечен из разных частей растения *Anacyclus pyrethrum* (Akarkara). При нанесении активного компонента на образцы ткани отпугивающая способность от комаров отмечена в диапазоне от 57,87 до 79,63% [16].

В Арктической и Субарктической территориях России, когда температура воздуха и воды становится теплой, кровососущие насекомые появляются массово, превращаясь во взрослых крылатых вредителей в очень большом количестве, лишая животных нормального отдыха, пастбы, днем и ночью постоянно докучая им и вызывая острый энтомоз [17].

Цель наших исследований – разработка и испытание способа защиты табунных лошадей, обеспечивающей получение органической мясной продукции путем защиты животных от нападения гнуса без пестицидов.

### Материалы и методы

Сбор и учет численности двукрылых проводили с помощью энтомологического сачка. Видовую принадлежность двукрылых устанавливали по морфологическим ключам определительных таблиц. Новая технология защиты табунных лошадей от вредных на-

секомых без пестицидов была выполнена в ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия) в 2021–2023 гг. В соответствии с заданием и регламентом был выполнен патентный поиск по научно-технической литературе России по теме «Разработать методы создания технологий борьбы и профилактики болезней животных, обеспечивающих получение органической продукции традиционных отраслей сельского хозяйства на Крайнем Севере».

### Результаты и обсуждение

По результатам проведенного мониторинга установлено, что компоненты гнуса широко распространены в зонах Арктики и Субарктики Якутии; появляются массово в очень большом количестве, лишая животных нормального отдыха, пастбы, днем и ночью постоянно докучая им и вызывая острый энтомоз.

Уточнен видовой состав кровососущих комаров Центра Средней полосы Европейской части России (29 видов). Семь видов для данной территории выявлены впервые. Наиболее массовыми и опасными на данной территории являются *Anopheles messeae* (в помещениях для человека и животных), *Aedes communis*, *Ae. punctor* (в природе) [10].

Для определения достигнутого уровня и тенденций развития исследований был проведен патентный поиск по научно-технической литературе России, в результате которого были обнаружены два способа защиты крупного рогатого скота от кровососущих насекомых и один способ защиты домашних северных оленей.

Способ 1. Универсальная установка для опрыскивания коров и молодняка крупного рогатого скота. Патент RU 2558970. Устанавливается на воротах для выгона животных на пастбище; содержит штанги горизонтальные распылительные (ШГРУ), состоящие из двух ветвей, соединенных между собой, снабженных пятью распылителями. К штанге присоединен вихревой насос с емкостью для растворов. Установка для обработки животных предусматривает использование двух режимов опрыскивания пестицидами: среднеобъемного и малообъемного. При первом режиме на одну корову расходуется 500 мл раствора (эмульсии) пестицида и по 250 мл для молодняка крупного рогатого скота, при втором режиме – соответственно по 100 и 50 мл [6].

Способ 2. Патент 2724462 для защиты крупного рогатого скота от нападения кровососущих насекомых путем ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) животных эмульсией дельтаметрина [9].

Способ 3. Патент RU 2595831 для защиты от гнуса домашних северных оленей, в котором используют дельтаметрин с применением УМО [8].

Недостатком всех трех способов является применение пестицидов путем опрыскивания животных, что противоречит цели наших исследований, которая состоит в разработке способа защиты табунных лошадей от кровососущих насекомых, обеспечивающей получение органической мясной продукции путем защиты животных без их опрыскивания пестицидами.

Нами разработан эффективный способ защиты табунных лошадей от массового нападения кровососущих насекомых путем создания для животных специально созданных постоянных мест отдыха, где нет кровососущих насекомых, комаров и слепней.

Защита лошадей от кровососущих насекомых заключается в полном удалении всех кровососущих насекомых в специально созданных постоянных местах отдыха табунных лошадей. Эффективность разработанного способа подтверждается следующими цифровыми данными. В специально созданных для табунных лошадей местах отдыха численность комаров, нападающих на приманочную лошадь в утреннем и вечернем пиках численности, за 5-минутный учет составляет 0 особей. Численность нападающих на приманочную лошадь слепней за 15-минутный учет также минимальна; наблюдается лёт только единичных особей в количестве 1–2 особей. Залёт комаров и слепней в созданных для животных постоянных местах отдыха не наблюдается.

Табунные лошади Якутии, имея тонкую кожу и слабый волосяной покров, после линьки сильно страдают от массового нападения на них вредных кровососущих комаров и слепней с третьей декады июня до конца второй декады июля. При постоянном массовом нападении на животных кровососущих насекомых, табунные лошади по положительной трофике поиска мест защиты и отдыха ежедневно самостоятельно собираются без участия человека в специально созданных по-

стоянных местах отдыха для них, где нет кровососущих комаров и слепней.

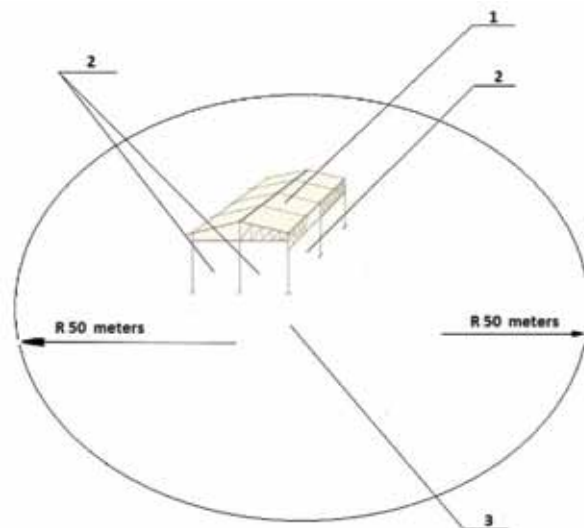
Изобретение относится к области биотехнологии, в частности к защите табунных лошадей от кровососущих насекомых без опрыскивания животных инсектицидами путем создания для животных специально созданных постоянных мест отдыха, где нет кровососущих насекомых, комаров и слепней.

Способ включает создание для табунных лошадей специально созданных постоянных мест отдыха, где полностью исключается залёт кровососущих насекомых. Для этого выполняется обработка территории с радиусом 50 м и одновременно открытого с четырех сторон теневого навеса аэрозольным туманом в отсутствие животных 1 раз в 3 дня с расстояния радиусом 50 м. Дисперсность аэрозольного тумана составляет 70–120 мкм, применяется 0,05%-ная водная эмульсия пиретроида по ДВ (рис. 2). При нападении кровососущих насекомых лошади по положительной трофике поиска защиты и отдыха ежедневно самостоятельно собираются без участия человека в теневом навесе и на территории вокруг него с радиусом 50 м, где полностью отсутствуют кровососущие слепни, комары и мошки.

### Заключение

В результате проведенных исследований успешно достигнута поставленная цель исследований. Впервые в условиях Центральной Якутии с положительным результатом разработан и применен способ защиты табунных лошадей от нападения кровососущих насекомых без опрыскивания животных пестицидами, обеспечивающего получение органической мясной продукции. Способ заключается в создании для животных специально созданных постоянных мест отдыха, где нет кровососущих насекомых, комаров и слепней.

Защита лошадей от кровососущих насекомых заключается в полном удалении всех кровососущих насекомых в специально созданных постоянных местах отдыха табунных лошадей. В специально созданных для табунных лошадей местах отдыха численность комаров, нападающих на приманочную лошадь в утреннем и вечернем пиках численности, за 5-минутный учет составляет 0 особей. Численность нападающих на приманочную лошадь слепней за 15-минутный учет составляет



**Рис. 2.** Общий вид устройства защиты табунных лошадей от кровососущих насекомых:

- 1 – теневой навес; 2 – свободный доступ для входа животных под навес;  
3 – прилегающая территория вокруг теневого навеса с радиусом 50 м

**[Fig. 2.** General view of the herd horse protection device from blood-sucking insects:

- 1 – shadow canopy; 2 – free access for animals to enter under the canopy;  
3 – adjacent area around the shade canopy with a radius of 50 m]

1-2 особей. Залёт комаров и слепней в созданных для животных постоянных местах отдыха не наблюдается.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Барашкова А. И. Фауна слепней (Diptera, Tabanidae) агроценозов центральной Якутии // Аграрный вестник Урала. 2017. № 7 (161). С. 12-15.
2. Иванов Р. В., Алферов И. В., Шахурдин Д. Н., Миронов С. М. Аминокислотный состав мяса жеребят якутских пород лошадей // Главный зоотехник. 2019. № 1. С. 31-37.
3. Калашиников В. В., Лебедева Л. Ф., Иванов Р. В., Ковешников В. С., Зайцев А. М., Хомподоева У. В., Пермякова П. Ф., Ильин А. Н. Научные основы интенсификации воспроизводства табунных лошадей Якутии: Монография. Новосибирск: Сибак, 2019. 144 с.
4. Кривошапкин В. Г. и др. Питание – основа формирования здорового человека на Севере // Наука и образование. Якутск: Изд-во АН РС (Я), 2002. № 1. С. 57.
5. Миронов С. М., Иванов Р. В., Шахурдин Д. Н., Алферов И. В. Содержание витаминов в мясе жеребят якутской породы лошадей // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 89-93.
6. Павлов С. Д., Павлова Р. П., Хлызова Т. А., Фёдорова О. А., Латкин С. В. Универсальная установка для опрыскивания животных: патент 2558970 Рос. Федерация. № 2014109624/13; заявл. 12.02.19; опубл. 16.03.14, Бюл. № 22. 7 с.
7. Павлов С. Д., Павлова Р. П., Хлызова Т. А., Фёдорова О. А. Определение вредоносности насекомых комплекса «гнус» для крупного рогатого скота // Труды Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной энтомологии и арахнологии. Тюмень, 2011. Т. 51. С. 196-206.
8. Решетников А. Д., Барашкова А. И. Способ защиты домашних северных оленей от нападения гнуса: патент 2595831 Рос. Федерация. № 2014144858/15; заявл. 06.11.14; опубл. 27.05.16, Бюл. № 15. 6 с.
9. Решетников А. Д., Барашкова А. И. Способ защиты крупного рогатого скота от вредных насекомых: патент 2724462 Рос. Федерация. № 2019121838; заявл. 09.07.19; опубл. 23.06.20, Бюл. № 18. 4 с.
10. Скрипченко Ф. А. Комары (Diptera, Culicidae) Центра Средней полосы Европейской части России как кровососы // «Роль кровососущих насекомых и клещей в лесных экосистемах России»: материалы республиканской научной конференции. Великий Новгород, 2000. С. 58-61.
11. Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 N 280-AP
12. Baldacchino F., Desquesnes M., Mihok S., Foil L. D., Duvallet G., Jittapalapong S. Tabanids: Neglected

- subjects of research, but important vectors of disease agents! *Inf. Gen. Evol.* 2014; 28: 596-615. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.03.029>
13. Changbunjongab T., Sedwisi P. Species diversity and abundance of *Tabanus* spp. (Diptera: Tabanidae) in different habitats of Thailand. *J. of Asia-Pac. Ent.* 2018; 21 (1): 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.11.013>
  14. Dhafer H. M. Al, Dawah H. A., Abdullah M. A. Tabanidae (Diptera) of Saudi Arabia. *Sau J. Bio Sci.* 2009; 16: 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2009.10.004>
  15. Krige A. Sh., Thompson R. C. A., Wills A., Burston G., Thorn S., Clode P. L. A flying start: Wildlife trypanosomes in tissues of Australian tabanids (Diptera: Tabanidae). *Inf. Gen. Evol.* 2021; 96: 105152. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.105152>
  16. Pavan M., Rani A., Jhang Tr., Singh SP. Developing herbal mosquito repellent cotton fabric using the optimized process variables for the safe environment. *Materials today: proceedings.* 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.12.191>
  17. Polley L., Kutz S. J., Hoberg E. P. *Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition).* 2011: 9-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63951-6.00677-X>
  18. Siritayastien P., Intayot P., Vorthon S. et al. Description of potential vectors of zoonotic filarial nematodes, *Brugia pahangi*, *Setaria digitata*, and *Phumee Setaria labiatopapillosa* in Thai mosquitoes. *Helion.* 2023; 9 (2): e13255. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13255>
  19. Soumendranath Ch., Souvik B., Debraj B., Sarkar P. D., Abhijit M., Kanti D. T. Neem-based products as potential eco-friendly mosquito control agents over conventional eco-toxic chemical pesticides-A review. *Acta Tropica.* 2023; 240: 106858 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106858>
  20. Votypka J., Brzoňova J., Jezek J., Modry D. Horse flies (Diptera: Tabanidae) of three West African countries: A faunistic update, barcoding analysis and trypanosome occurrence. *Acta Tropica.* 2019; 197: 105069. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105069>

Статья поступила в редакцию 01.06.2023; принята к публикации 12.11.2023

Об авторах:

**Решетников Александр Дмитриевич**, ФИЦ ЯНЦ СО РАН, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова (677001, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1), г. Якутск, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0002-9817-4329, [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru)

**Барашкова Анастасия Ивановна**, ФИЦ ЯНЦ СО РАН, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова (677001, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1), г. Якутск, Россия, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-1815-4951, [aibarashkova@mail.ru](mailto:aibarashkova@mail.ru)

Вклад соавторов:

**Решетников Александр Дмитриевич** – обзор и проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка статьи.

**Барашкова Анастасия Ивановна** – анализ и интерпретация полученных данных, критический анализ материала, подготовка статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## References

1. Barashkova A. I. Fauna of the flies (Diptera, Tabanidae) in the agrocenoses of Central Yakutia. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals.* 2017; 7 (161): 12-15. (In Russ.)
2. Ivanov R. V., Alferov I. V., Shakhurdin D. N., Mironov S. M. Amino acid meat composition of foals of Yakutian horse breeds. *Glavnyy zootekhnik = Chief Zootechnician.* 2019; 1: 31-37. (In Russ.)
3. Kalashnikov V. V., Lebedeva L. F., Ivanov R. V., Koveshnikov V. S., Zaitsev A. M., Khompo-doeva U. V., Permyakova P. F., Ilyin A. N. Scientific basis for intensifying the reproduction of herd horses in Yakutia: Monograph. Novosibirsk: Sibak, 2019; 144. (In Russ.)
4. Krivoshapkin V. G. et al. Nutrition is the basis for the formation of a healthy person in the North. *Nauka i obrazovaniye = Science and Education.* Yakutsk: Publishing House of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), 2002; 1: 57. (In Russ.)
5. Mironov S. M., Ivanov R. V., Shakhurdin D. N., Alferov I. B. Vitamin content in meat of foals of the Yakutian horses. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2019; 4: 89-93. (In Russ.)
6. Pavlov S. D., Pavlova R. P., Khlyzova T. A., Fedorova O. A., Latkin S.V. Universal installation for spraying animals: Patent 2558970, Russian Federation. No. 2014109624/13; Application dated 02/12/19; published 03/16/14, Bulletin No. 22. 7 p. (In Russ.)



7. Pavlov S. D., Pavlova R. P., Khlyzova T. A., Fedorova O. A. Determination of harmfulness of the gnat complex insects for cattle. *Trudy Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta veterinarnoy entomologii i arakhnologii = Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology*. Tyumen, 2011; 51. 196-206. (In Russ.)
8. Reshetnikov A. D., Barashkova A. I. Method for protecting domestic reindeer from gnat attacks: Patent 2595831, Russian Federation. No. 2014144858/15; Statement dated 11/06/14; published 05/27/16, Bulletin No. 15. 6 p. (In Russ.)
9. Reshetnikov A. D., Barashkova A. I. Method for protecting cattle from harmful insects: Patent 2724462, Russian Federation. No. 2019121838; Application dated 07/09/19; published 06/23/20, Bulletin No. 18. 4 p. (In Russ.)
10. Skripchenko F. A. Mosquitoes (Diptera, Culicidae) in the central European Russia as bloodsuckers. «*Rol' krovososushchikh nasekomykh i kleshchey v lesnykh ekosistemakh Rossii»: materialy respublikanskoj nauchnoy konferentsii = "The role of blood-sucking insects and ticks in forest ecosystems of Russia": Proceedings of the Republican Scientific Conference*. Velikiy Novgorod, 2000; 58-61. (In Russ.)
11. Federal Law No. 280-FZ On Organic Products and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation dated 08/03/2018 N 280-AP
12. Baldacchino F., Desquesnes M., Mihok S., Foil L. D., Duvallet G., Jittapalpong S. Tabanids: Neglected subjects of research, but important vectors of disease agents! *Inf. Gen. Evol.* 2014; 28: 596-615. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2014.03.029>
13. Changbunjongab T., Sedwisi P. Species diversity and abundance of *Tabanus* spp. (Diptera: Tabanidae) in different habitats of Thailand. *J. of Asia-Pac. Ent.* 2018; 21 (1): 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.11.013>
14. Dhafer H. M. Al, Dawah H. A., Abdullah M. A. Tabanidae (Diptera) of Saudi Arabia. *Sau J. Bio Sci.* 2009; 16: 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2009.10.004>
15. Krige A. Sh., Thompson R. C. A., Wills A., Burston G., Thorn S., Clode P. L. A flying start: Wildlife trypanosomes in tissues of Australian tabanids (Diptera: Tabanidae). *Inf. Gen. Evol.* 2021; 96: 105152. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.105152>
16. Pavan M., Rani A., Jhang Tr., Singh SP. Developing herbal mosquito repellent cotton fabric using the optimized process variables for the safe environment. *Materials today: proceedings.* 2023. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.12.191>
17. Polley L., Kutz S. J., Hoberg E. P. Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition). 2011: 9-26. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63951-6.00677-X>
18. Siritayati P., Intayot P., Vorthon S. et al. Description of potential vectors of zoonotic filarial nematodes, *Brugia pahangi*, *Setaria digitata*, and *Phumee Setaria labiatopapillosa* in Thai mosquitoes. *Helion.* 2023; 9 (2): e13255. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13255>
19. Soumendranath Ch., Souvik B., Debraj B., Sarkar P. D., Abhijit M., Kanti D. T. Neem-based products as potential eco-friendly mosquito control agents over conventional eco-toxic chemical pesticides-A review. *Acta Tropica.* 2023; 240: 106858 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.106858>
20. Votypka J., Brzoňova J., Jezek J., Modry D. Horse flies (Diptera: Tabanidae) of three West African countries: A faunistic update, barcoding analysis and trypanosome occurrence. *Acta Tropica.* 2019; 197: 105069. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105069>

The article was submitted 01.06.2023; accepted for publication 12.11.2023

#### About the authors:

**Reshetnikov Alexander D.**, FRC YaSC SB RAS, M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture (23/1 Bestuzheva-Marlinskogo Str., Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia), Yakutsk, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0002-9817-4329, [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru)

**Barashkova Anastasia I.**, FRC YaSC SB RAS, M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture (23/1 Bestuzheva-Marlinskogo Str., Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia), Yakutsk, Russia, Doctor of Biological Sciences, Professor, ORCID ID: 0000-0002-1815-4951, [aibarashkova@mail.ru](mailto:aibarashkova@mail.ru)

#### Co-authors' contributions:

**Reshetnikov Alexander D.** – review and research, analysis and interpretation of the data obtained, article preparation.

**Barashkova Anastasia I.** – analysis and interpretation of the data obtained, critical analysis of the material, article preparation.

*The authors read and approved the final manuscript.*



**Анатолий Мурашевич  
Биттиров  
(1958–2023)**

1 ноября 2023 года на 66 году жизни скоропостижно скончался профессор кафедры «Ветеринарная медицина» Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова, главный научный сотрудник лаборатории по изучению инвазионных болезней Прикаспийского зонального НИВИ – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», доктор биологических наук, профессор Биттиров Анатолий Мурашевич.

После окончания в 1976 г. Кабардино-Балкарского государственного университета работал в должности ветеринарного врача – эпизоотолога, главного ветеринарного врача Советской районной станции по борьбе с болезнями животных, а с 1990 г. – в должности ассистента, старшего преподавателя, доцента кафедры, профессора, заведующего кафедрами (2000–2017 гг.) «Микробиология, гигиена и санитария» и «Ветеринарная медицина» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова, МСХ РФ. В 1985–1989 гг. окончил аспирантуру Всесоюзного научно-исследовательского института гельминтоло-

гии им. К. И. Скрябина и защитил в 1990 г. кандидатскую диссертацию на тему: «Химиотерапия экспериментального ценуроза овец», а в 1999 г. защитил докторскую диссертацию на тему: «Формирование гельминтологических комплексов животных на Центральном Кавказе и способы регуляции численности гельминтов» в ВИГИСе. В настоящее время читал курсы «Паразитология и инвазионные болезни», «Санитарная гельминтология» на факультете ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова».

Им опубликовано 748 научных работ, в том числе в РИНЦ – 724, в реферируемых ВАК РФ журналах – 266, в материалах конференций и в трудах научно-исследовательских институтов – 475, в изданиях международной базы Web of Science, Scopus и Agris – 93, в изданиях базы RSCI – 115 научных статей, кроме того 24 монографии, 32 учебных пособия, 40 руководств и нормативных инструкций Федерального и регионального уровней.

Биттиров А. М. является автором 13 зарегистрированных в ФИПС патентов на изобретения.

Он имеет публикации в области санитарной паразитологии, биобезопасности, охраны окружающей среды, экологии и терапии эндопаразитозов. Профессор Биттиров А. М. уделял большое внимание подготовке ветеринарных врачей и научных кадров по специальности – Паразитология.

При его научном руководстве успешно защищены и утверждены ВАК РФ 52 кандидатских диссертации и 3 – на соискание ученой степени доктора наук.

Биттиров А. М. являлся председателем экспертного Совета журнала «Известия Кабардино-Балкарского ГАУ», членом редколлегий журналов «Ветеринария Кубани», «Лабораторные животные», «Современные проблемы науки», членом диссертационного совета при ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова».

Профессор Биттиров А. М. умело руководил научной лабораторией «Паразитология» и аспирантурой по направлению «Биологи-

ческие науки»; ему были присущи хорошая организаторская способность и постоянный поиск научного решения проблемных задач, целеустремленность в достижении поставленной цели.

При участии профессора Биттирова А. М. на базе ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ и Федерального аграрного научного центра РД за 2014–2023 гг. организованы 7 Международных научных мероприятий.

За период научно-педагогической деятельности разработал новые лекарственные формы антгельминтиков, 47 нормативных руководств, рекомендаций и инструкций Федерального и регионального уровня.

Он внес весомый вклад в изучение биоразнообразия, экологии гельминтов и эпизоотологии, терапии и профилактики зоонозов.

Биттиров Анатолий Мурашевич останется навсегда в нашей памяти ярким примером Ученого с неисчерпаемой энергией и грандиозными идеями, человеком, для которого наука в области паразитологии была смыслом жизни; он обладал уникальными аналитическими способностями и был авторитетным наставником молодых специалистов, образцом взаимопомощи и взаимопонимания в среде коллег и соратников по профессии.

Коллектив института скорбит о невосполнимой утрате и выражает искренние соболезнования родным и близким. Вечная память уважаемому коллеге, талантливому ученому и доброму человеку – Биттирову Анатолию Мурашевичу.

Коллектив Прикаспийского зонального научно-исследовательского ветеринарного института – филиала ФБГНУ «ФАНЦ Республики Дагестан»

ISSN 1998-8435



9 771998 843009 17