



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 16
Выпуск 2'2022

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

РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Фундаментальные и прикладные вопросы паразитологии

В ВЫПУСКЕ:

- Фауна, морфология и систематика паразитов
Fauna, Morphology and Systematics of Parasites
- Эпизоотология, эпидемиология и мониторинг
паразитарных болезней
*Epizootology, Epidemiology and Monitoring
of Parasitic Diseases*
- Патогенез, патология и экономический ущерб
Pathogenesis, Pathology of Economic Damage
- Фармакология, токсикология
Pharmacology, Toxicology
- Лечение и профилактика
Treatment and Prevention
- Наши юбилеи
Our Anniversaries

RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

Vol. 16
Issue 2'2022



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: 10.31016/1998-8435-2022-16-2

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

РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том 16
Выпуск 2'2022

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: 10.31016/1998-8435-2022-16-2

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

RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

Vol. 16
Issue 2'2022

Fundamental and Applied Questions of Parasitology

Научно-практический журнал

УЧРЕДИТЕЛЬ

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

ИЗДАТЕЛЬ

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

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

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

Scientific and practice-oriented journal

FOUNDER

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

PUBLISHER

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

EDITORS OFFICE ADDRESS

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

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

«РОССИЙСКИЙ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ»

Международный журнал по фундаментальным и прикладным вопросам паразитологии

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

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

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

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

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

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

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

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

<https://www.vniigis.ru>

Российский паразитологический журнал

Журнал издается с 2007 года

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

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

Выходит 1 раз в квартал

Подписной индекс в каталоге «Почта России» ПН282

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

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

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

Руководитель: М. В. Арисов

Зам. руководителя по науке: И. А. Архипов

Тираж: 100 экз. Заказ № 2-001-2/2022. Свободная цена.

Формат: 70 x 108 1/16. Усл. печ. л. 10,75.

Подписано в печать: 26.05.2022

Электронная версия журнала:

<https://www.vniigis.ru>, <https://www.elibrary.ru>

Редакция приносит извинения за случайные грамматические ошибки.

Знаком информационной продукции не маркируется.

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор

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

Заместители главного редактора

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

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

Научный редактор

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

Ответственный секретарь

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

Переводчик

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

ГОРОХОВ Владимир Васильевич, доктор биологических наук, профессор, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; SCOPUS ID: 7005745406; gorohov@vniigis.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)

НИКИТИН Василий Филиппович, доктор ветеринарных наук, профессор, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН; sekretar@vniigis.ru (Москва, Россия)

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

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

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

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

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

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

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

DUBINSKY Pavol, профессор, Институт паразитологии Словацкой академии наук; SCOPUS ID: 7004816422; dubinsky@saske.sk (Кошице, Словацкая Республика)

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; marianaspa@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 принимает редакционная коллегия. 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. **Публикация в журнале для авторов бесплатна. Редакция не взимает плату с авторов за подготовку, размещение и печать материалов.**

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

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

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

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

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

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

Более подробная информация о журнале для авторов и читателей:
<https://www.vniigis.ru/izdaniya/rossiyskiy-parazitologicheskiy-zhurnal>

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)

RUSSIAN JOURNAL OF PARASITOLOGY

International Journal of Fundamental and Applied Parasitology

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

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

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

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

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

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

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

<https://www.vniigis.ru>

Russian Journal of Parasitology

Published since 2007

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

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

Goes out trimestral

Subscription index in catalogue “Russian Post” ПН282

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

Included in the Russian Science Citation Index (RSCI)

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

Acting Director of Institute: Mikhail V. Arisov

Deputy Director for Science: Ivan A. Arkhipov

Published: May 26, 2022

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

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

Sheet size 70x108 1/16. Conventional printed sheets 10.75.

Order No. 2-001-2/2022. 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”, 2022

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

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

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

Science editor

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

Executive Secretary

Anastasiya I. VARLAMOVA
secretar@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

Translator

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

EDITORIAL STAFF

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

Vladimir V. GOROHOV, doctor of biological sciences, professor, VNIIP – FSC VIEV; SCOPUS ID: 7005745406; gorohov@vniigis.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)

Vasiliy F. NIKITIN, doctor of veterinary sciences, professor, VNIIP – FSC VIEV; secretar@vniigis.ru (Moscow, Russian Federation)

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

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

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

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

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

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

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

Pavol DUBINSKY, professor, Parasitological Institute of Slovak Academy of Sciences; SCOPUS ID: 7004816422; dubinsky@saske.sk (Kosice, Slovakia)

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. **The publication in the journal for authors is free.** The editorial board does not charge authors for preparation, placement and printing of materials..

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

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

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

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

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

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

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

Detailed information about the journal for authors and readers:

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

ISSN 1998-8435 (Print)

ISSN 2541-7843 (Online)

СОДЕРЖАНИЕ

ФАУНА, МОРФОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА ПАРАЗИТОВ

Присный Ю. А., Кононова М. И.

Видовой состав гельминтов озерных лягушек *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)

в реках Белгородской области 137

ЭПИЗООТОЛОГИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Бонина О. М., Зуйков С. А.

Эпидемически и эпизоотически опасные виды рыб в отношении описторхозов

в Новосибирской области 147

Деткова Е. А., Луцук С. Н.

Факторы, влияющие на интенсивность инвазии телязиями у крупного рогатого скота

в Лабинском районе Краснодарского края 154

Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И.

Кокцидиозы индюшек в хозяйствах промышленного типа Центрального региона России 160

Суло Д. С.

Биотопы личинок кровососущих комаров (Diptera: Culicidae)

Березинского биосферного заповедника (Беларусь) 170

ПАТОГЕНЕЗ, ПАТОЛОГИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ

Помыткина Т. Е., Бирик О. И., Пивовар О. И.

Особенности сочетанного течения описторхоза и лямблиоза 177

Тарануха Д. А., Багамаев Б. М., Горчаков Э. В.

Показатели крови при дерматитах различной этиологии у крупного

рогатого скота 185

ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ

Махватова Н. В.

Острая и субхроническая токсичность многокомпонентных противопаразитарных

препаратов Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс 193

Мусаев М. Б., Зацепкина В. В., Халиков С. С., Джамалова А. З.

Влияние супрамолекулярного комплекса ивермектина 2%-ного

в повышенных дозах на организм лошадей 203

ЛЕЧЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА

Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С., Арисов М. В. Модификация антигельминтных препаратов методами нанотехнологии (обзор)	213
Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталева А. В. Проблема антигельминтной резистентности в коневодстве	230
Точиева О. Н., Арисов М. В. Терапевтическая эффективность препаратов в форме раствора для наружного применения на основе имидаклоприда, пирипроксифена и моксидектина при нематодозах собак и кошек	243

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Шестеперов А. А.	252
-----------------------	------------

CONTENTS

FAUNA, MORPHOLOGY AND SYSTEMATICS OF PARASITES

Prisniy Yu. A., Kononova M. I. Species composition of helminths in lake frogs <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas, 1771) in rivers of the Belgorod Region	137
--	------------

EPIZOOTOLOGY, EPIDEMIOLOGY
AND MONITORING OF PARASITIC DISEASES

Bonina O. M., Zuykov S. A. Epidemically and epizootically dangerous fish species for opisthorchosis in the Novosibirsk Region	147
Detkova E. A., Lutsuk S. N. Factors influencing the intensity of <i>Thelazia</i> sp. infection in cattle in the Labinsk district of the Krasnodar territory	154
Safiullin R. T., Chalysheva E. I. Coccidiosis of turkeys on industrial farms in the Central Region of Russia	160
Suslo D. S. Larval biotopes of mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the Berezinsky Biosphere Reserve (Belarus)	170

PATHOGENESIS, PATHOLOGY AND ECONOMIC DAMAGE

Pomytkina T. E., Bibik O. I., Pivovarov O. I. Features of the combined course of opisthorchosis and lambliosis	177
Taranukha D. A., Bagamaev B. M., Gorchakov E. V. Blood parameters in dermatitis of various etiologies in cattle	185

PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY

Makhvatova N. V. Acute and subchronic toxicity of multicomponent antiparasitic drugs Insacar Total C Plus and Insacar Total K Plus	193
Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Khalikov S. S., Dzhamalova A. Z. Effects of the 2% supramolecular complex of ivermectin in overdoses on horses	203

TREATMENT AND PREVENTION

Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Arisov M. V. Modification of anthelmintic drugs by nanotechnology (review)	213
Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V. The problem of anthelmintic resistance in horse breeding	230
Tochieva O. N., Arisov M. V. Therapeutic efficacy of drugs in the form of solution for external use based on imidacloprid, pyriproxyfen and moxidectin at nematodosis of dogs and cats	243

OUR ANNIVERSARIES

Shesteporov A. A.	252
------------------------	-----

Научная статья

УДК 619:576.895.1

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-137-146>

Видовой состав гельминтов озерных лягушек *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) в реках Белгородской области

Юрий Александрович Присный¹, Маргарита Игоревна Кононова²

^{1,2} Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

¹ prisniy_y@bsu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5132-2251>

² margosha.ki@yandex.ru

Аннотация

Цель исследований: установить видовой состав гельминтов озерных лягушек (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)), отловленных в реках Белгородской области.

Материалы и методы. Исследовали лягушек, собранных при помощи гидробиологического сачка, в реках пяти районов Белгородской области в течение весенне-летних периодов 2016–2019 гг. Видовую идентификацию осуществляли по морфологическим признакам. Пол исследуемых лягушек устанавливали по половым железам, возраст – на основе размерных данных. Для оценки зараженности *P. ridibundus* отдельными видами гельминтов и их распределения применяли стандартные для паразитологического исследования показатели: экстенсивность инвазии, амплитуда интенсивности инвазии, индекс обилия.

Результаты и обсуждение. В результате гельминтологических исследований 122 озёрных лягушек отмечено 17 видов гельминтов, широко специфичных среди представителей семейства Ranidae. Предположительно, отмеченные виды составляют основу видовой состава гельминтов лягушек в реках на территории области. Большая часть указанных видов гельминтов встречаются на протяжении всего весенне-летнего сезона, не проявляя выраженной сезонной динамики. Отмечено, что с возрастом число одновременно паразитирующих в одной особи лягушки видов гельминтов увеличивается. В обследованных пунктах Белгородской области численно доминирующим видом чаще всего выступает *Opisthoglyphe ranae*; в некоторых пунктах высокие показатели численности имеют *Diplodiscus subclavatus*, *Pleurogenes claviger* и *Codonocephalus urnigerus* mtc.

Ключевые слова: зелёные лягушки, *Pelophylax esculentus*, паразиты, гельминтофауна, Центрально-Черноземный регион, Россия

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Присный Ю. А., Кононова М. И. Видовой состав гельминтов озерных лягушек *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) в реках Белгородской области // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 137–146.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-137-146>

© Присный Ю. А., Кононова М. И., 2022



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

Original article

Species composition of helminths in lake frogs *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) in rivers of the Belgorod Region

Yuri A. Prisniy¹, Margarita I. Kononova²^{1,2} Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia¹ prisniy_y@bsu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5132-2251>² margosha.ki@yandex.ru

Abstract

The purpose of the research is to identify the species composition of helminths in lake frogs (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)) caught in rivers of the Belgorod Region.

Materials and methods. We studied frogs collected using a hydrobiological net in the rivers in five Belgorod Region districts during the spring-summer 2016–2019. Species identification was performed according to morphological characteristics. The sex of the studied frogs was determined by gonads, and the age was determined based on size data. To assess infection of *P. ridibundus* with individual helminth species and their distribution, we used standard parameters for parasitological survey, namely, the prevalence, the amplitude of infection intensity, and the abundance index.

Results and discussion. As a result of helminthological studies of 122 lake frogs, 17 helminth species were identified which were widely specific among representatives of the Ranidae family. Presumably, the identified species form the basis of the species composition of frog helminths in rivers of the Region. Most of these types of helminths occur throughout the spring-summer season without pronounced seasonal dynamics. It was noted that the number of helminth species simultaneously parasitizing in one frog increased with age. *Opisthioglyphe ranae* is the most often numerically dominant species in the examined areas of the Belgorod Region; and *Diplodiscus subclavatus*, *Pleurogenes claviger* and *Codonocephalus urnigerus* mtc have high abundance at some stations.

Keywords: green frogs, *Pelophylax esculentus*, parasites, helminth fauna, Central Black Earth Region, Russia

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

There is no conflict of interests

For citation: Prisniy Yu. A., Kononova M. I. Species composition of helminths in lake frogs *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) in rivers of the Belgorod Region. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal* = *Russian Journal of Parasitology*. 2022;16(1):137–146. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-137-146>

© Prisniy Yu. A., Kononova M. I., 2022

Введение

Гельминты зелёных лягушек гибридогенного комплекса *Pelophylax esculentus*, который включает прудовую (*P. lessonae* (Camerano, 1882)), съедобную (*P. esculentus* (Linnaeus, 1758)) и озёрную (*P. ridibundus* (Pallas, 1771)) лягушек, достаточно хорошо изучены на востоке Центрально-Чернозёмного региона, а именно в Тамбовской и Воронежской областях [5–7, 9, 14], а также их исследовали на территории Харьковской области Украины [8, 13]. Исследования же гельминтов лягушек на

территории Белгородской области проведены впервые.

Прудовая и съедобная лягушки редко встречаются в Белгородской области. Достоверно эти виды отмечали почти 30 лет назад на территории и в окрестностях участка государственного природного заповедника «Белогорье» «Лес на Ворскле» [3]. Территория области находится на юго-восточной границе ареала *P. lessonae*, видимо, с этим связано локальное присутствие этого вида здесь.

Численность *P. esculentus* уже в 90-х годах прошлого века начала снижаться из-за эвтрофикации водоёмов. Учитывая, что практически все реки области являются эвтрофированными, можно предполагать, что популяции съедобной лягушки здесь отсутствуют, либо могут быть приурочены к относительно чистым истокам рек.

Озёрная же лягушка *P. ridibundus* является наиболее распространенным видом зелёных лягушек в области и встречается практически во всех водоемах [4].

Цель исследований – установление видового состава гельминтов озерных лягушек (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)), отловленных в реках Белгородской области.

Материалы и методы

Лягушки для гельминтологического исследования были собраны при помощи гидробиологического сачка в пяти районах Белгородской области в следующих пунктах:

• Грайворонский район:

1) пойма р. Грайворонка (50.474754 N, 35.701959 E) – временный водоём, образованный в результате дождей, на расстоянии около 50 м от самой реки, в г. Грайворон.

• Белгородский район:

2) р. Северский Донец (50.591844 N, 36.609126 E) – заболоченный участок реки, в черте г. Белгород; 3) р. Везёлка (50.593024 N, 36.572280 E) – участок реки с замедленным течением, в г. Белгород; 4) р. Разумная (50.548035 N, 36.692514 E) – заболоченная заводь с большим количеством прибрежной и водной растительности, в пгт. Разумное.

• Шебекинский район:

5) р. Нежеголь (50.383747 N, 36.812070 E) – заиленный участок реки, в с. Титовка.

• Красногвардейский район:

6) р. Тихая Сосна (50.638767 N, 38.411338 E) – заводь с замедленным течением, в г. Бирюч.

• Ровеньский район:

7) р. Айдар (49.913682 N, 38.884156 E) – заводь с замедленным течением, в пгт. Ровеньки.

Отлов лягушек вели не систематизировано в течение весенне-летних периодов 2016–2019 гг. (табл. 1).

Видовую идентификацию осуществляли по морфологическим признакам [2]. Пол исследуемых лягушек устанавливали по половым железам, возраст – на основе размерных данных [1]. Среди 101 обследованной лягушки (данные о размерах, половой принадлежности и возрасте 21 особи, отловленной в р. Грайворонка, утеряны) самцов – 52 (17 – двухлетние и 35 – трехлетние), самок – 49 (31 – двухлетние и 18 – трехлетние).

Всех отловленных лягушек исследовали по стандартной методике [10]. Определение собранного гельминтологического материала осуществляли по специальным ключам [11, 12].

Для оценки зараженности *P. ridibundus* отдельными видами гельминтов и их распространения применяли стандартные для паразитологического исследования показатели: ЭИ – экстенсивность инвазии (%), АИИ – амплитуда интенсивности инвазии (минимальное и максимальное число экз./ос. хозяина), ИО – индекс обилия (экз./ос. хозяина).

Таблица 1 [Table 1]

Число особей *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), отловленных в пунктах исследования в Белгородской области в 2016–2019 гг.

[The number of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) caught at the research points in the Belgorod region in 2016–2019]

Пункт отлова (река) [Catching point (river)]	2016				2018		2019	Всего особей [Total sp.]
	май	июнь	июль	август	май	июнь	май	
Грайворонка							21	21
Сев. Донец	5	10		3				18
Везёлка		6		3	8	3		20
Разумная		4		5				9
Нежеголь			9			11		20
Тихая Сосна							17	17
Айдар							17	17
Всего особей [Total sp.]	5	20	9	11	8	14	55	122

Результаты и обсуждение

В результате проведенного исследования у *P. ridibundus*, отловленных в реках Белгородской области в 2016–2019 гг., отмечено 17

видов гельминтов (трематоды – 13 видов, нематоды – 3, скребни – 1 вид) (табл. 2). Все отмеченные виды обладают широкой специфичностью среди представителей семейства Ranidae.

Таблица 2 [Table 2]

Видовой состав гельминтов *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), отловленных в 2016–2019 гг. в реках Белгородской области

[Species composition of helminths of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) caught in 2016–2019 in the rivers of the Belgorod region]

Вид гельминта [Specie of helminth]	Пункты отлова [Catching points]						
	Гра	СД	Вез	Раз	Неж	ТС	Айд
Трематодеды [Trematodes]							
<i>Gorgodera cygnoides</i> Zeder, 1800	–	+	+	–	+	+	+
<i>G. microovata</i> Fuhrmann, 1924	+	+	+	–	+	+	+
<i>Diplo-discus subclavatus</i> Pallas, 1760	+	+	+	+	+	+	+
<i>Opisthioglyphe ranae</i> Froelich, 1791	+	+	+	+	+	+	+
<i>Haematoloechus variegates</i> (Rudolphi, 1819)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pleurogenes claviger</i> Rudolphi, 1819	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brandesia turgida</i> Brandes, 1888	–	+	–	–	–	–	–
<i>Pleurogenoides medians</i> Olsson, 1876	+	+	+	+	+	+	+
<i>Prosotocus confusus</i> Looss, 1894	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paralepoderma cloacicola</i> Luhe, 1909 mtc	+	+	+	+	+	+	+
<i>Codonocephalus urnigerus</i> Rudolphi, 1819 mtc	+	+	+	+	+	+	+
<i>Encyclometra colubrimurorum</i> Rudolphi, 1819 mtc	–	–	–	+	–	–	–
<i>Strigea strigis</i> Szidat, 1928 mzc	–	–	+	–	–	–	–
Нематоды [Nematodes]							
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i> Zeder, 1800	+	+	+	–	+	+	+
<i>Icosiella neglecta</i> Diesing, 1851	–	+	+	–	+	+	–
<i>Rhabdias rubrovenosus</i> (Schneider, 1866)	–	–	–	–	–	–	+
Акантоцефалы [Acanthocephalus]							
<i>Acanthocephalus ranae</i> Schrank, 1788	–	+	+	–	–	–	–
Число видов [Number of species]	10	14	14	9	12	12	12

Примечание [Note]. Гра – р. Грайворонка, СД – р. Северский Донец, Вез – р. Везёлка, Раз – р. Разумная, Неж – р. Нежеголь, ТС – р. Тихая Сосна, Айд – р. Айдар

Среди отмеченных 17 видов гельминтов 8 обнаружены во всех пунктах исследования – это трематоды *D. subclavatus*, *O. ranae*, *H. variegates*, *P. claviger*, *P. medians*, *P. confusus*, *P. cloacicola* mtc, *C. urnigerus* mtc; 4 вида в большинстве обследованных пунктов – трематоды рода *Gorgodera* (*G. cygnoides* и *G. microovata*) и нематоды *N. brevicaudatum* и *I. neglecta*; 5 видов единично в отдельных пунктах – трематоды *B. turgida*, *E. colubrimurorum* mtc и *S. strigis* mzc, нематода *R. rubrovenosus* и скребень *A. ranae*.

Сравнение полученных данных с известными [5–9, 14] показало, что *D. subclavatus*, *O. ranae*, *H. variegates*, *P. claviger*, *P. medians*, *P.*

confusus, *P. cloacicola* mtc, *C. urnigerus* mtc, *E. colubrimurorum* mtc, *I. neglecta*, а также *S. strigis* mzc широко распространены во всём регионе и отмечаются у лягушек в Тамбовской, Воронежской, Белгородской и Харьковской областях. *B. turgida*, обнаруженная в Северском Донце, не найдена в Харьковской области, но отмечена в Тамбовской и Воронежской. Нематода *N. brevicaudatum* обнаружена пока только у лягушек в Белгородской и Воронежской областях. Достаточно распространенный в Белгородской области вид *G. microovata* отмечен ещё только в Воронежской области, но не у озёрной лягушки, а у съедобной (*P. esculentus*).

G. cygnoides, *R. rubrovenosus* и *A. ranae* на сегодняшний день отмечены только у лягушек на территории Белгородской области.

Стоит отметить, что кроме указанных не менее 20 видов гельминтов зарегистрированы в Центрально-Черноземном регионе и Харьковской области Украины. Учитывая их низкие показатели встречаемости, можно предполагать, что проведение систематических исследований и обработка более многочисленного материала позволит обнаружить на территории Белгородской области большинство из них.

Анализ изменения видового состава в течение сезона (табл. 3) свидетельствует о том, что большинство отмеченных видов встречаются на протяжении всего весенне-летнего периода.

личий, поэтому заражение гельминтами через промежуточных хозяев происходит равновероятно. Активное внедрение паразитов (например, *N. brevicaudatum*) также не зависит от пола хозяина.

При анализе зараженности неполовозрелых (до трех лет) и половозрелых (старше трех лет) особей отличий в видовом составе гельминтов не выявлено. Но обращает на себя внимание тот факт, что число одновременно паразитирующих в одной особи видов гельминтов с возрастом увеличивается. Так, среди неполовозрелых более 70% особей имеют от 2 до 4-х одновременно паразитирующих в них видов гельминтов; доля особей с 5-ю и более видами паразитов составляет менее 20%, а особей с одним видом – около 10%. Среди половозрелых доля особей, в которых обна-

ружено 4 и более (до 10) видов гельминтов, составляет более 70%, около 20% приходится на особей с 2–3 видами паразитов и менее 10% на особей с моноинвазией. Стоит также отметить, что «чистых» особей (без гельминтов) среди обследованных не отмечено.

Количественные данные о зараженности обследованных озёрных лягушек в реках на территории Белгородской области приведены в таблице 4.

Из данных, приведенных в таблице 4, следует, что:

- в р. Грайворонка наибольшее число лягушек заражено *O. ranae*, который здесь также является доминантом по численности;
- в р. Сев. Донец наибольшее число лягушек заражено *O. ranae*, но по численности здесь преобладают два вида – *O. ranae* и *C. urnigerus mtc*;
- в р. Везёлка наибольшее число лягушек заражено *N. brevicaudatum*, но доминирующим видом по численности выступает *O. ranae*;
- в р. Разумная наибольшее число лягушек заражено *C. urnigerus mtc*, но численным доминантом является *D. subclavatus*;

Таблица 3 [Table 3]

Встречаемость отдельных видов гельминтов в течение весенне-летнего периода у *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), отловленных в 2016–2019 гг. в реках Белгородской области

[Occurrence of certain helminth species during the spring-summer period in *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) caught in 2016–2019 in the rivers of the Belgorod region]

Вид гельминта [Specie of helminth]	Май	Июнь	Июль	Август
<i>Gorgodera cygnoides</i>	+	+	+	+
<i>G. microovata</i>	+	+	+	+
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	+	+	+	+
<i>Opisthioglyphe ranae</i>	+	+	+	+
<i>Haematoloechus variegates</i>	+	+	+	+
<i>Pleurogenes claviger</i>	+	+		+
<i>Brandesia turgida</i>		+		+
<i>Pleurogenoides medians</i>	+	+	+	+
<i>Prosotocus confusus</i>	+	+	+	+
<i>Paralepoderma cloacicola mtc</i>	+	+	+	+
<i>Codonoecephalus urnigerus mtc</i>	+	+	+	+
<i>Encyclometra colubrimurorum mtc</i>	+			
<i>Strigea strigis mzc</i>		+		
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	+	+	+	+
<i>Icosiella neglecta</i>	+	+	+	+
<i>Rhabdias rubrovenosus</i>	+			
<i>Acanthocephalus ranae</i>	+			+

Анализ зараженности самцов и самок не показал выраженных отличий как в видовом составе гельминтов, так и в значениях рассчитанных индексов. Видимо, пищевой рацион самцов и самок не имеет существенных от-

Таблица 4 [Table 4]

Видовой состав и количественные данные заражённости *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771),
отловленных в 2016–2019 гг. в реках Белгородской области

[Species composition and quantitative data on infection by *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)
caught in 2016–2019. in the rivers of the Belgorod region]

Вид гельминта [Specie of helminth]	Число гельмин- тов [Number of helminths]	Число зара- жённых особей [Number of infected frogs]	ЭИ, % [EI, %]	АИИ, экз./особь [AI, sp./frog]	ИО, экз./особь [AI, sp./frog]
1	2	3	4	5	6
Р. Грайворонка					
<i>Gorgodera microovata</i>	4	3	14,29	1–2	0,19
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	2	1	4,76		0,1
<i>Opisthioglyphe ranae</i>	191	14	66,67	2–30	9,1
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	3	2	9,52	1–2	0,14
<i>Pleurogenes claviger</i>	11	3	14,29	3–5	0,52
<i>Pleurogenoides medians</i>	8	2	9,52	3–5	0,38
<i>Protosocus confusus</i>	85	9	42,86	2–16	4,05
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	29	4	19,05	4–12	1,38
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	30	4	19,05	3–15	1,43
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	35	5	23,81	3–11	1,67
Р. Северский Донец					
<i>Gorgodera cygnoides</i>	6	2	11,11	1–3	0,33
<i>Gorgodera microovata</i>	3	2	11,11	1–2	0,17
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	257	12	66,67	5–80	14,28
<i>Opisthioglyphe ranae</i>	406	15	83,33	5–126	22,56
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	29	9	50	1–8	1,61
<i>Pleurogenes claviger</i>	25	5	27,78	1–10	1,39
<i>Brandesia turgida</i>	19	3	16,67	4–11	1,06
<i>Pleurogenoides medians</i>	106	9	50	2–41	5,89
<i>Protosocus confusus</i>	17	1	5,56	–	0,94
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	53	8	44,44	1–18	2,94
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	406	12	66,67	2–160	22,56
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	11	4	22,22	1–6	0,61
<i>Icosiella neglecta</i>	8	3	16,67	1–5	0,44
<i>Acanthocephalus ranae</i>	8	4	22,22	1–4	0,44
Р. Везёлка					
<i>Gorgodera cygnoides</i>	1	1	5		0,05
<i>Gorgodera microovata</i>	7	4	20	1–4	0,35
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	41	4	20	5–20	2,05
<i>Opisthioglyphe ranae</i>	348	12	60	2–142	17,4
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	4	3	15	1–2	0,2
<i>Pleurogenes claviger</i>	52	12	60	1–16	2,6
<i>Pleurogenoides medians</i>	37	6	30	1–15	1,85
<i>Protosocus confusus</i>	89	7	35	5–22	4,45
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	82	9	45	1–28	4,1
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	13	2	10	1–12	0,65
<i>Strigea strigis</i> mtc	3	1	5		0,15
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	99	14	70	1–23	4,95
<i>Icosiella neglecta</i>	2	2	10	1–1	0,1
<i>Acanthocephalus ranae</i>	2	1	5		0,1

Продолжение таблицы 4 [Continuation of the table 4]

Вид гелминта [Specie of helminth]	Число гелминтов [Number of helminths]	Число заражённых особей [Number of infected frogs]	ЭИ, % [EI, %]	АИИ, экз./особь [AI, sp./frog]	ИО, экз./особь [AI, sp./frog]
1	2	3	4	5	6
Р. Разумная					
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	109	6	66,67	2–50	12,11
<i>Opisthoglyphe ranae</i>	17	4	44,44	2–6	1,89
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	6	2	22,22	1–5	0,67
<i>Pleurogenes claviger</i>	27	4	44,44	2–11	3
<i>Pleurogenoides medians</i>	10	2	22,22	4–6	1,11
<i>Protosocus confusus</i>	4	1	11,11	–	0,44
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	17	3	33,33	2–10	1,89
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	34	8	88,89	1–11	3,78
<i>Encyclometra colubrimurorum</i> mtc	3	1	11,11	–	0,33
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	35	5	23,81	3–11	1,67
Р. Нежеголь					
<i>Gorgodera cygnoides</i>	3	2	10	1–2	0,15
<i>Gorgodera microovata</i>	4	3	15	1–2	0,2
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	258	11	55	1–50	12,9
<i>Opisthoglyphe ranae</i>	152	7	35	1–76	7,6
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	5	2	10	1–4	0,25
<i>Pleurogenes claviger</i>	30	4	20	4–11	1,5
<i>Pleurogenoides medians</i>	46	4	20	2–20	2,3
<i>Protosocus confusus</i>	97	8	40	1–36	4,85
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	6	1	5	–	0,3
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	97	1	5	–	4,85
<i>Acanthocephalus ranae</i>					
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	168	14	70	1–50	8,4
<i>Icosiella neglecta</i>	12	3	15	1–9	0,6
Р. Тихая Сосна					
<i>Gorgodera cygnoides</i>	5	2	11,76	1–4	0,29
<i>Gorgodera microovata</i>	6	3	17,65	1–4	0,35
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	64	6	35,29	2–29	3,76
<i>Opisthoglyphe ranae</i>	210	9	52,94	2–53	12,35
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	5	3	17,65	1–2	0,29
<i>Pleurogenes claviger</i>	42	7	41,18	1–11	2,47
<i>Pleurogenoides medians</i>	57	7	41,18	1–20	3,35
<i>Protosocus confusus</i>	44	4	23,53	4–20	2,59
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	34	6	35,29	2–10	2
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	31	8	47,06	1–11	1,82
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	14	3	14,29	2–8	0,82
<i>Icosiella neglecta</i>	17	4	23,53	1–9	1
Р. Айдар					
<i>Gorgodera cygnoides</i>	3	2	11,76	1–2	0,18
<i>Gorgodera microovata</i>	1	1	5,88		0,06
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	35	3	17,65	2–27	2,06
<i>Opisthoglyphe ranae</i>	388	14	82,35	5–60	22,82
<i>Pneumonoeces variegatus</i>	8	3	17,65	1–5	0,47
<i>Pleurogenes claviger</i>	134	14	82,35	1–20	7,88

Окончание таблицы 4 [End of table 4]

Вид гельминта [Specie of helminth]	Число гельминтов [Number of helminths]	Число заражённых особей [Number of infected frogs]	ЭИ, % [EI, %]	АИИ, экз./особь [AI, sp./frog]	ИО, экз./особь [AI, sp./frog]
1	2	3	4	5	6
<i>Pleurogenoides medians</i>	35	2	11,76	5–30	2,06
<i>Protosocus confusus</i>	259	9	52,94	10–62	15,24
<i>Paralepoderma cloacicola</i> mtc	55	6	35,29	1–21	3,24
<i>Codonocephalus urnigerus</i> mtc	109	9	52,94	1–38	6,41
<i>Neoxysomatium brevicaudatum</i>	15	5	29,41	1–5	0,88
<i>Rhabdias rubrovenosus</i>	35	7	41,18	1–12	2,06

- в р. Нежеголь наибольшее число лягушек заражено *N. brevicaudatum*, но доминирующим видом по численности выступает *D. subclavatus*;
- в рр. Тихая Сосна и Айдар наибольшее число лягушек заражено *O. ranae*, который здесь также является доминантом по численности, при этом в р. Айдар сходный процент лягушек заражены *P. claviger*.

В большинстве обследованных пунктов численно доминирует специфичный паразит лягушек *O. ranae*, которым в половине пунктов заражена большая доля обследованных особей. Отличия в количественных значениях доминирующих и остальных видов, вероятно, в первую очередь связаны с соотношениями в видовом составе промежуточных хозяев в конкретных пунктах, а также с наличием и числом основных хозяев для гельминтов, использующих лягушек как промежуточных или дополнительных хозяев.

Заключение

В результате исследования 122 особей *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), отловленных в реках Белгородской области в 2016–2019 гг., обнаружено 17 видов гельминтов, из которых 8 отмечены во всех пунктах исследования (*D. subclavatus*, *O. ranae*, *H. variegates*, *P. claviger*, *P. medians*, *P. confusus*, *P. cloacicola* mtc, *C. urnigerus* mtc), 4 вида – в большинстве обследованных пунктов (*G. cygnoides*, *G. microovata*, *N. brevicaudatum*, *I. neglecta*), 5 видов – единично в отдельных пунктах (*B. turgida*, *E. colubrimurorum* mtc, *S. strigis* mzc, *R. rubrovenosus*, *A. ranae*). Вероятно, указанные виды составляют основу видового состава гельминтов лягушек в реках на территории области.

13 из указанных видов гельминтов встречаются на протяжении всего весенне-летнего сезона. Чёткой сезонной динамики в видовом составе гельминтов *P. ridibundus* в реках Белгородской области не наблюдается.

Нами не выявлено выраженных отличий в заражённости самцов и самок озёрных лягушек отдельными видами гельминтов.

Видовой состав гельминтов у неполовозрелых и половозрелых лягушек сходен, но обращает на себя внимание факт того, что с возрастом у лягушек число одновременно паразитирующих в одной особи видов гельминтов увеличивается.

В обследованных пунктах Белгородской области преимущественно численно доминирует специфичный паразит лягушек *O. ranae*; в некоторых пунктах высокие показатели численности имеют такие виды, как *D. subclavatus*, *P. claviger* и *C. urnigerus* mtc.

Список источников

1. Дубинина М. Н. Экологическое исследование паразитофауны озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) дельты Волги // Паразитологический сборник. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. 12. С. 300–350.
2. Лада Г. А. Среднеевропейские зеленые лягушки (гибридогенный комплекс *Rana esculenta*): введение в проблему // Флора и фауна Черноземья. Тамбов, 1995. С. 88–109.
3. Лада Г. А., Мильто К. Д., Малашичев Е. Б. Земноводные и пресмыкающиеся участков «Лес на Ворскле» и «Острасев Яр» заповедника «Белогорье» и их окрестностей // Современная герпетология. 2011. Вып. 11. № 1/2. С. 40–47.
4. Присный А. В., Седин И. Ф., Червонный В. В., Присный Ю. А., Соколов А. Ю., Лобода Б. М. Животный мир Белгородской области. Белгород, Белгородская областная типография, 2012. 400 с.

5. Резванцева М. В. Материалы по гелминтофауне озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в окрестностях Тамбова // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2008. Вып. 13. № 5. С. 330–332.
6. Резванцева М. В. Сезонная и многолетняя динамика численности гелминтов озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в окрестностях Тамбова. Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2009. Вып. 14. № 2. С. 389–393.
7. Резванцева М. В. Гелминтофауна озерной лягушки в разных водоемах г. Тамбова. Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2013. Вып. 18. № 6. С. 3067–3070.
8. Резванцева М. В., Лада Г. А., Аксенов Д. С., Шабанов Д. А., Коршунов А. В., Чихляев И. В., Боркин Л. Я., Литвинчук С. Н., Розанов Ю. М. Материалы по гелминтофауне зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) в Харьковской области // «Теоретические и практические проблемы паразитологии»: материалы Международной научной конференции. М., 2010. С. 308–312.
9. Резванцева М. В., Лада Г. А., Кулакова Е. Ю. Вспомогательные и половые особенности гелминтофауны зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) на Востоке Центрального Черноземья. Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. 2010. Вып. 15. № 2. С. 646–659.
10. Ромашов Б. В., Хицова Л. Н., Труфанова Е. И., Ромашова Н. Б. Методика гелминтологических исследований позвоночных животных. Воронеж: ВГУ, 2003. 35 с.
11. Рыжиков К. М., Шарпило В. П., Шевченко Н. Н. Гелминты амфибий фауны СССР. М.: Наука, 1980. 279 с.
12. Сударииков В. Е., Шигин А. А., Курочкин Ю. В., Ломакин В. В., Стенько Р. П., Юрлова Н. И. Метациркуляции трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России. М.: Наука, 2002. Т. 1. 298 с.
13. Шевченко Н. Н. Гелминтофауна амфибий биотопов долины р. Северского Донца в Харьковской области // «Проблемы паразитологии»: труды IV научной конференции паразитологов УССР. Киев: Наукова думка, 1963. С. 292–295.
14. Rezvantseva M. V., Lada G. A., Chikhlyayev I. V., Kulakova E. Y. Helminth fauna of green frogs (*Rana esculenta* complex) in the Central Chernozem territory of Russia. Russ. J. Herpetol. 2011; 18(1): 1–6.

Статья поступила в редакцию 17.07.2021; принята к публикации 15.03.2022

Об авторах:

Присный Юрий Александрович, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85), г. Белгород, Россия, кандидат биологических наук, доцент, ORCID ID: 0000-0001-5132-2251, prisniy_y@bsu.edu.ru

Кононова Маргарита Игоревна, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85), г. Белгород, Россия, margosha.ki@yandex.ru

Вклад соавторов:

Присный Юрий Александрович – научное руководство; обзор и анализ литературных данных по гелминтам амфибий Центрально-Чернозёмного региона; проверка видовой идентификации гелминтов; обобщение и систематизация полученных данных, критический анализ материалов и формирование выводов.

Кононова Маргарита Игоревна – обзор и анализ литературных данных по гелминтам амфибий Центрально-Чернозёмного региона; сбор материала; паразитологическое исследование амфибий; видовая идентификация гелминтов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Dubinina M. N. Ecological study of the parasite fauna in the lake frog (*Rana ridibunda* Pall.) of the Volga Delta. *Parazitologicheskii sbornik = Parasitological collection*. M.–L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1950; 12: 300–350. (In Russ.)
2. Lada G. A. Central European green frogs (*Rana esculenta* hybridogenic complex): an introduction to the problem. *Flora i fauna Chernozem'ya = Flora and fauna in the Black Earth Region*. Tambov, 1995; 88–109. (In Russ.)
3. Lada G. A., Milto K. D., Malashichev E. B. Amphibians and reptiles in Worskla Forest and Ostrasiev Yar of the Belogorye Natural Reserve and their environs. *Sovremennaya gerpetologiya = Modern herpetology*. 2011; 11 (1/2): 40–47. (In Russ.)
4. Prisniy A. V., Sedin I. F., Chervonniy V. V., Prisniy Yu. A., Sokolov A. Yu., Loboda B. M. Animal world in the Belgorod Region. Belgorod, Belgorod Regional Printing House, 2012; 400. (In Russ.)
5. Rezvantseva M. V. Materials on the helminth fauna of the lake frog (*Rana ridibunda*) in the Tambov suburbs. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya:*

- yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* = *Tambov University Bulletin. Series: natural and technical sciences*. 2008; 13 (5): 330–332. (In Russ.)
6. Rezvantseva M. V. Seasonal and long-term dynamics of the helminth population of the lake frog (*Rana ridibunda*) in the Tambov suburbs. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* = *Tambov University Bulletin. Series: natural and technical sciences*. 2009; 14 (2): 389–393. (In Russ.)
 7. Rezvantseva M. V. Helminth fauna of the lake frog in different water bodies in Tambov. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* = *Tambov University Bulletin. Series: natural and technical sciences*. 2013; 18 (6): 3067–3070. (In Russ.)
 8. Rezvantseva M. V., Lada G. A., Aksenov D. S., Shabanov D. A., Korshunov A. V., Chikhlyayev I. V., Borokin L. Ya., Litvinchuk S. N., Rozanov Yu. M. *Materials on the helminth fauna of green frogs (Rana esculenta complex) in the Kharkov Region. «Teoreticheskiye i prakticheskiye problemy parazitologii»: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = «Theoretical and practical issues of parasitology»: proceedings of the International Scientific Conference*. M., 2010; 308–312. (In Russ.)
 9. Rezvantseva M. V., Lada G. A., Kulakova E. Yu. Age and sex characteristics of the helminth fauna in green frogs (*Rana esculenta* complex) in the East of the Central Black Earth Region. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki* = *Tambov University Bulletin. Series: natural and technical sciences*. 2010; 15 (2): 646–659. (In Russ.)
 10. Romashov B. V., Khitsova L. N., Trufanova E. I., Romashova N. B. Methods for helminthological studies of vertebrates. Voronezh, VSU, 2003; 35. (In Russ.)
 11. Ryzhikov K. M., Sharpilo V. P., Shevchenko N. N. Helminths of amphibians of the USSR fauna. Moscow, Nauka, 1980; 279. (In Russ.)
 12. Sudarikov V. E., Shigin A. A., Kurochkin Yu. V., Lomakin V. V., Stenko R. P., Yurlova N. I. Trematode metacercariae as parasites of freshwater hydrobionts in Central Russia. Moscow, Nauka, 2002; Vol. 1. 298. (In Russ.)
 13. Shevchenko N. N. Helminth fauna of amphibians in the biocenosis of the valley of the Seversky Donets River in the Kharkov Region. «*Problemy parazitologii: trudy IV nauchnoy konferentsii parazitologov USSR = «Issues of Parasitology»: Proceedings of the IV Scientific Conference of Parasitologists of the Ukrainian SSR*. Kiev: Naukova Dumka, 1963; 292–295. (In Russ.)
 14. Rezvantseva M. V., Lada G. A., Chikhlyayev I. V., Kulakova E. Y. Helminth fauna of green frogs (*Rana esculenta* complex) in the Central Chernozem territory of Russia. *Russ. J. Herpetol.* 2011; 18 (1): 1–6.

The article was submitted 17.07.2021; accepted for printing 15.03.2022

About the authors:

Prisniy Yuri A., Belgorod State National Research University (85, Pobedy st., Belgorod, 308015), Belgorod, Russia, Cand. Sci. Biology, Associate Professor, ORCID ID: 0000-0001-5132-2251, prisniy_y@bsu.edu.ru

Kononova Margarita I., Belgorod State National Research University (85, Pobedy st., Belgorod, 308015), Belgorod, Russia, margosha.ki@yandex.ru

Contribution of co-authors:

Prisniy Yuri A. – scientific advising; review and analysis of literature data on amphibian helminths in the Central Black Earth Region; verification of helminth species identification; generalization and systematization of obtained data, critical analysis of materials and conclusions.

Kononova Margarita I. – review and analysis of literature data on amphibian helminths in the Central Black Earth Region; collection of materials; parasitological study of amphibians; species identification of helminths.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.1

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153>

Эпидемически и эпизоотически опасные виды рыб в отношении описторхозов в Новосибирской области

Ольга Михайловна Бонина¹, Сергей Александрович Зуйков²

¹ Сибирский Федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия

² Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

¹ olga-bonina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9480-1797>

² zsa-vetsan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9312-3573>

Аннотация

Цель исследований: выявление эпидемически и эпизоотически опасных видов рыб в отношении описторхозов в Новосибирской области.

Материалы и методы. Гельминтологические исследования проводили в период с 2002 по 2020 гг. Всего исследовано 2994 экз. рыб 8 видов сем. Cyprinidae – карповые: язь – *Leuciscus idus* (L.), елец – *L. leuciscus* (L.), лещ – *Abramis brama* (L.), плотва – *Rutilus rutilus* (L.), верховка – *Leucaspis delineatus* (Heckel), карась – *Carassius carassius* (L.), пескарь – *Gobio gobio* (L.), голянь – *Phoxinus phoxinus* (L.). Идентификацию рыб до вида проводили по определителям рыб. Для выявления метацеркарий описторхид в мышцах рыбы использовали общепринятый в гельминтологии компрессорный метод. Идентификацию метацеркарий описторхид проводили по определителю паразитов пресноводных рыб.

Результаты и обсуждение. Из 8 исследуемых видов рыб сем. Cyprinidae в Новосибирской области зараженность метацеркариями описторхид отмечена у 7 (язь, елец, плотва, лещ, верховка, пескарь и карась). В исследуемой рыбе зарегистрированы следующие виды описторхид: *O. felineus*, *M. bilis*, *M. xanthosomus* и *Metorchis* spp. Чаще всего в дополнительном хозяине встречаются метацеркарии *O. felineus* – 12,9%, намного реже – личинки *M. bilis*, *M. xanthosomus* и *Metorchis* spp. В эпидемическом отношении наиболее опасными являются язь и лещ крупных промысловых размеров: язь как наиболее сильно инвазированный вид, а лещ – как наиболее часто вылавливаемый и употребляемый в пищу человеком. Мелкая непромысловая рыба (елец, плотва, верховка, а также мелкие язи и лещи) имеет большое эпизоотологическое значение, так как чаще всего служит кормом домашним и диким животным. Зараженная рыба выявлена только на стихийных рынках; экстенсивность инвазии плотвы составила 35,5 %, из них 22,6 % были поражены метацеркариями *O. felineus*, а 12,9% – *M. xanthosomus*.

Ключевые слова: описторхоз, карповые рыбы, экстенсивность инвазии, метацеркарии, эпидемическое значение, эпизоотическое значение

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Бонина О. М., Зуйков С. А. Эпидемически и эпизоотически опасные виды рыб в отношении описторхозов в Новосибирской области // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 147–153.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153>

© Бонина О. М., Зуйков С. А., 2022



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

Original article

Epidemically and epizootically dangerous fish species for opisthorchosis in the Novosibirsk Region

Olga M. Bonina¹, Sergey A. Zuykov²¹ Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, settlement of Krasnoobsk, Russia² Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia¹ olga-bonina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9480-1797>² zsa-vetsan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9312-3573>

Abstract

The purpose of the research is identification of epidemically and epizootically dangerous fish species for opisthorchosis in the Novosibirsk Region.

Materials and methods. Helminthological studies were carried out from 2002 to 2020. We studied a total of 2994 fish specimens belonging to 8 species of Cyprinidae, carps and allies, namely, ide, *Leuciscus idus* (L.); dace, *L. leuciscus* (L.); bream, *Abramis brama* (L.); roach, *Rutilus rutilus* (L.); verkhovka, *Leucaspis delineatus* (Heckel); crucian carp, *Carassius carassius* (L.); gudgeon, *Gobio gobio* (L.); and minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.). The fish were identified to species according to the fish guide. To identify Opisthorchidae metacercariae in fish muscles, the compressor method generally accepted in helminthology was used. The Opisthorchidae metacercariae were identified using the freshwater fish parasite guide.

Results and discussion. Of 8 studied fish species of the family Cyprinidae in the Novosibirsk region, the Opisthorchidae metacercariae infection was noted in 7 species (ide, dace, roach, bream, verkhovka, gudgeon, and crucian carp). The following Opisthorchidae species were recorded in the studied fish: *O. felineus*, *M. bilis*, *M. xanthosomus*, and *Metorchis* spp. The *O. felineus* metacercariae were most often found in the supplementary host, in 12.9 % of cases, and *M. bilis*, *M. xanthosomus* and *Metorchis* spp. larvae were found much less often. In terms of epidemic, the ide and bream having large commercial sizes are the most dangerous: the ide as the most heavily infected species, and the bream as the most often caught and eaten by humans. Small non-commercial fish (the dace, roach, verkhovka, as well as the small ide and bream) are of great epizootological importance, since they are used for food for domestic and wild animals most often. Infected fish were only found at unregulated marketplaces; the infection prevalence in the roach was 35.5%, of which 22.6% were affected by *O. felineus* metacercariae, and 12.9% by *M. xanthosomus* metacercariae.

Keywords: opisthorchosis, Cyprinidae, infection prevalence, metacercariae, epidemic significance, epizootic significance

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

There is no conflict of interests

For citation: Bonina O. M., Zuykov S. A. Epidemically and epizootically dangerous fish species for opisthorchosis in the Novosibirsk Region. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal* = *Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 147–153. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-147-153>

© Bonina O. M., Zuykov S. A., 2022

Введение

Наряду с болезнями, передающимися от человека к человеку, огромное распространение и значение имеют болезни, возбудители которых передаются человеку от животных, в том числе и от рыб. Примером такой болезни является описторхоз, возбудителем которого человек заражается от инвазированной рыбы семейства Cyprinidae (карповые).

Ареал возбудителя – трематоды *Opisthorchis felineus* занимает огромные территории, включающие страны Западной и Восточной Европы и большую часть Российской Федерации [10–14]. Наибольшей зараженности болезнь достигает на территории Западной Сибири – в бассейне рек Обь и Иртыш, где находится мировой очаг описторхоза. Новосибирская область относится к южной его части. В области на протяжении последних десяти-

летий ежегодно регистрируют заболевших описторхозом людей, и она находится в первой десятке административных образований по заболеваемости населения описторхозом (после ХМАО, ЯНАО, Тюменской, Томской и Омской, областей) [3]. Кроме человека, дефинитивным хозяином описторхид являются животные – домашние (кошки, собаки) и дикие (рыбоядные). В такой ситуации очень важны знания об источниках заражения возбудителями болезни человека и животных.

Целью наших исследований было выявление наиболее опасных эпидемически и эпизоотически видов рыб в отношении описторхозов в Новосибирской области.

Материалы и методы

Гельминтологические исследования проводили в период с 2002 по 2020 гг. Всего исследовано 2994 экз. рыб 8 видов сем. Cyprinidae – карповые: язь – *Leuciscus idus* (L.), елец – *L. leuciscus* (L.), лещ – *Abramis brama* (L.), плотва – *Rutilus rutilus* (L.), верховка – *Leucaspis delineatus* (Heckel), карась – *Carassius carassius* (L.), пескарь – *Gobio gobio* (L.), голянь – *Phoxinus phoxinus* (L.). Три вида рыб – язь, лещ и плотва составляют две группы: промысловые и непромысловые (туводные). Остальные виды рыб отнесены к непромысловым.

Для исследования использовали рыбу, отловленную из нескольких водоемов Новосибирской области: наибольший объем выборки рыб – из Новосибирского водохранилища, в том числе из Бердского залива, входящего в его состав, кроме того – из реки Обь и ее притоков выше и ниже водохранилища. Также исследовали рыбу, купленную в официальных торговых точках и на стихийных рынках.

Идентификацию рыб до вида проводили по определителям [1, 6].

Для выявления метацеркарий описторхид в мышцах рыбы использовали общепринятый в гельминтологии компрессорный метод [2]. Идентификацию метацеркарий описторхид проводили по Определителю паразитов пресноводных рыб [4].

Для анализа и оценки зараженности использовали подсчет экстенсивности инвазии [9].

Результаты и обсуждение

Из 8 исследованных видов рыб не зараженным описторхидами оказался один вид – го-

лянь. Общая зараженность всех исследованных карповых рыб составила 17,7% (табл.).

У карповых рыб в водоемах Новосибирской области выявлены метацеркарии описторхид нескольких видов: *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), *Metorchis bilis* (Braun, 1790), *M. xanthosomus* (Creplin, 1846) и *Metorchis* spp. Установлено ассоциативное проявление описторхозов. Самой бедной оказалась фауна описторхид карася и пескаря – выявлены лишь метацеркарии *M. xanthosomus*, не представляющие эпидемической опасности.

Видовое разнообразие описторхид у рыб семейства карповых в подавляющем большинстве случаев сходно, однако необходимо отметить, что степень инвазированности рыбы отдельными видами описторхид различается.

Чаще всего в рыбах выявлены метацеркарии *O. felineus* – 13,0%, намного реже – личинки *M. bilis*, *M. xanthosomus* и *Metorchis* spp. – 4,3; 2,2 и 0,5% соответственно. Эпидемическое значение из них имеют виды *O. felineus* и *M. bilis*. На рисунке приведено распределение метацеркарий описторхид по отдельным видам рыб.

У большинства видов рыб сем. Cyprinidae преобладают метацеркарии *O. felineus*. Наиболее высокая степень инвазированности метацеркариями этого вида описторхид зафиксирована у язя и ельца – 28,3 и 22,6 % соответственно, что на порядок выше, чем у остальных видов рыб. Уровень зараженности другими видами описторхид у большинства видов рыб, за исключением верховки, значительно ниже. У верховки отмечен наиболее высокий уровень зараженности метацеркариями *M. bilis*.

Среди исследованных нами водоемов наибольшее рыбохозяйственное значение имеет Новосибирское водохранилище. На его берегу расположен Ордынский рыбокомбинат, который принимает и перерабатывает отловленную в водохранилище рыбу. Около 90% промысловых уловов рыбы в Новосибирском водохранилище приходится на леща. Он не является аборигенной для Сибири рыбой и был интродуцирован в водохранилище в 70-х годах прошлого столетия [5, 7, 8]. Лещ хорошо прижился, стал доминирующим видом в водоеме и в настоящее время является одним из основных промысловых видов в Новоси-

Таблица [Table]

Зараженность карповых рыб метацирками описторхид
[Infection of cyprinids with opisthorchid metacercariae]

Вид и группа рыб [Species and group of fish]	Исследовано, экз. [Investigated, sp.]	Заражено, экз. [Infected, sp.]	ЭИ, % [EI, %]	ЭИ (%) разными видами описторхид [EI (%) with different types of opisthorchids]			
				<i>O. felineus</i>	<i>M. bilis</i>	<i>M. xanthosomus</i>	<i>Metorchis</i> spp.
Язь (пром.) [Ide, fishing]	260	114	43,8	40,4	5,0	8,1	-
Язь (туводн.) [Ide tuvodny]	302	99	32,8	17,9	13,6	5,3	0,3
Язь (все) [Ide, all]	562	213	37,9	28,3	9,6	6,6	0,2
Лещ (пром.) [Bream, fishing]	185	24	13,0	4,9	7,0	-	1,1
Лещ (туводн.) [Bream, tuvodny]	464	18	3,9	1,9	0,6	1,3	0,2
Лещ (все) [Bream, all]	649	42	6,5	2,8	2,5	0,9	0,5
Плотва (пром.) [Roach, fishing]	18	1	5,6	-	-	5,6	-
Плотва (туводн.) [Roach, tuvodny]	980	124	12,7	9,1	1,5	2,0	0,2
Плотва (все) [Roach]	998	125	12,5	8,9	1,5	2,1	0,2
Елец [Dace]	513	129	25,1	22,6	2,1	1,9	2,1
Верховка [Verhovka]	134	20	14,9	3,7	10,4	1,5	0,7
Карась [Carp]	50	1	2,0	-	-	2,0	-
Гольян [Minnow]	58	-	-	-	-	-	-
Пескарь [Gudgeon]	30	1	3,3	-	-	3,3	-
Всего [Total]	2994	531	17,7	13,0	4,3	2,2	0,5

бирской области. Поэтому, несмотря на невысокие показатели зараженности леща метацирками описторхид, его эпидемической ролью в распространении описторхоза нельзя пренебрегать.

Уровень зараженности рыб промысловых размеров в целом составил 30%, а непромысловых тех же видов (язь, лещ, плотва) – 13,8%. Этот результат подтверждает положение о том, что заражение рыб церкариями описторхид происходит в течение всей жизни, а не только в молодом возрасте.

Эпидемиологическое значение отдельных видов рыб определяется по показателям зараженности взрослых рыб, достигших промысловых размеров и употребляемых в пищу человеком. Эпидемическую опасность в Новосибирской области представляют, в первую очередь, язь (за счет высокого уровня заражения) и лещ (за счет высокого уровня потребления в пищу), несколько меньшую – плотва и елец. Мелкие, непромыслового размера рыбы, такие как елец, плотва, верховка, язь, как правило, скормливаются домашним животным (кошкам и собакам) и употребляются в пищу дикими рыбаками, поэтому представляются наиболее опасными в эпизоотическом отношении. Однако, существует высокий риск заражения человека личинками описторхид при употреблении вяленой мелкой непромысловой рыбы.

Сравнение зараженности рыб из официальных точек продажи и со стихийных рынков показали следующие результаты. В 2020 г. с целью

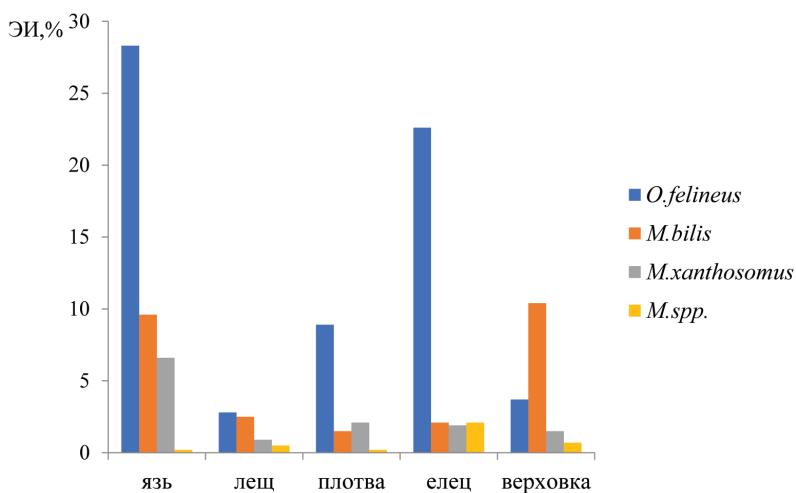


Рис. Распределение метацеркарий разных видов описторхид в отдельных видах рыб
[Fig. Distribution of metacercariae of different opisthorchid species in certain fish species]

определения степени описторхозной безопасности карповых рыб в продаже исследовано 32 экз. рыб (31 плотва и 1 карась), приобретенных на стихийных рынках и 41 (39 плотва и 2 язя) – в официальных торговых точках продажи. Зараженной оказалась только плотва, купленная на стихийном рынке – 35,5%, из которых 22,6% поражены метацеркариями *O. felineus*, а 12,9% – *M. xanthosomus*.

Таким образом, более безопасно использовать в пищу рыбу, приобретенную в официальных торговых точках. Всю рыбу, а тем более купленную на стихийных рынках и с рук, необходимо дополнительно обезопасить (правильная термическая обработка, посол, дополнительное промораживание и т. д.).

Заключение

Из 8 исследуемых видов рыб сем. Cyprinidae в Новосибирской области зараженность метацеркариями описторхид отмечена у 7 видов (язь, елец, плотва, лещ, верховка, пескарь и карась).

У исследуемой рыбы определены такие виды описторхид как *O. felineus*, *M. bilis*, *M. xanthosomus* и *Metorchis* spp. Чаще всего в рыбах встречаются метацеркарии *O. felineus* – 12,9%, намного реже – личинки *M. bilis*, *M. xanthosomus* и *Metorchis* spp.

В эпидемическом отношении наиболее опасными являются язь и лещ промысловых размеров, язь как наиболее сильно инвазированный вид, а лещ – как наиболее часто вылавливаемый и употребляемый в пищу челове-

ком. В эпизоотическом отношении наиболее опасными представляются мелкие непромысловые рыбы: елец, плотва, верховка, а также мелкие язи, т. е. те рыбы, которых скормливают домашним животным и употребляемые в пищу дикими рыбающими животными.

Исследования рыбы, приобретенной в официальных и неофициальных точках продажи, показали, что зараженная рыба выявлена только на стихийных рынках – экстенсивность инвазии плотвы составила 35,5%, из них 22,6% поражены метацеркариями *O. felineus*, а 12,9% – *M. xanthosomus*. Исследования в этом направлении следует продолжить, так как объем просмотренного материала невелик, как и его видовое разнообразие, поэтому выводы пока делать рано.

Необходимо отметить, что в последние десятилетия постоянная неблагополучная эпидемическая ситуация по описторхозу в Новосибирской области требует внимательного подхода к изучению источников заражения людей описторхозом – рыб семейства карповых, выявлению неблагополучных по описторхозу водоемов и способов контроля поступающей в продажу рыбы.

Список источников

1. Атлас пресноводных рыб России. Т. 1 / под ред. Ю. С. Решетникова. М.: Наука, 2002. 379 с.
2. Безр С. А., Белякова Ю. В., Сидоров Е. Г. Методы изучения промежуточных хозяев возбудителей описторхоза. Алма-Ата, 1987. 86 с.

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 г. // Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. 299 с. URL: http://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/8e4/gosdoklad-za-2019_seb_29_05.pdf
4. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л.: Наука, 1987. 583 с.
5. Пельгунов А. Н. Влияние акклиматизации рыб на циркуляцию описторхоза и дифиллоботриоза в Обь-Иртышском бассейне // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2016. № 17. С. 344–347.
6. Рыбы СССР / под ред. Г. В. Никольского и В. А. Григораш. М.: Мысль, 1969. 447 с.
7. Рудов В. А. Рыбохозяйственный комплекс в Новосибирской области. URL: <http://www.dproosnso.ru/page.php?item=37>
8. Сецко Р. И. Изменение численности рыб Новосибирского водохранилища за 36 лет его существования // «Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование»: материалы научной конференции. Новосибирск, 1997. С. 100–103.
9. Федоров К. П., Ласкин Б. Ф. Автоматизированные методы обработки гельминтологических материалов. Новосибирск, 1980. 75 с.
10. Шибитов С. К. Распространение и комплексная диагностика описторхоза у не промысловых карповых рыб в Центральной России // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 2. С. 36–43. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-2-36-43>
11. Шималов В. В. Описторхоз, меторхоз и псевдамфистомоз в Беларуси: медицинский аспект // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2018. № 2. С. 48–53.
12. Petney T. N., Andrews R. H., Saijuntha W., Wenz-Mücke A., Sithithaworn P. The zoonotic, fish-borne liver flukes *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felinus* and *Opisthorchis viverrini*. J. Parasitol. 2013; 43 (12-13): 1031–1046.
13. Pozio E., Armignacco O., Ferri F., Gomez Morales M. A. *Opisthorchis felinus*, an emerging infection in Italy and its implication for the European Union. Acta Trop. 2013; 126 (1): 54–62.
14. Yurlova N. I., Yadrenkina E. N., Rastyazhenko N. M., Serbina E. A., Glupov V. V. *Opisthorchis* in Western Siberia: epidemiology and distribution in human, fish, snail, and animal populations. Parasitology International. 2017; 66: 355–364. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parint.2016.11.017>

Статья поступила в редакцию 23.07.2021; принята к публикации 15.03.2022

Об авторах:

Бонина Ольга Михайловна, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирского Федерального научного центра агробиотехнологий РАН (630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск), р.п. Краснообск Новосибирской обл., Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-9480-1797, olga-bonina@mail.ru

Зуйков Сергей Александрович, Новосибирский государственный аграрный университет (630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160), г. Новосибирск, Россия, ORCID ID: 0000-0002-9312-3573, zsa-vetsan@mail.ru

Вклад соавторов:

Бонина Ольга Михайловна – научное руководство, критический анализ материала и формирование выводов, обзор исследований по теме.

Зуйков Сергей Александрович – критический анализ материалов, отработка методологии, формирование выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Atlas of freshwater fish of Russia. Vol. 1. Under the editorship of Yu. S. Reshetnikov. Moscow, Nauka, 2002; 379. (In Russ.)
2. Beer S. A., Beliakova Yu. V., Sidorov E. G. Methods of studying intermediate hosts of opisthorchosis pathogens. Alma-Ata, 1987; 86. (In Russ.)
3. On the status of sanitary and epidemiological well-being of the Russian Federation population in 2019. State Report. Moscow, Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2020; 299. URL: http://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/8e4/gosdoklad-za-2019_seb_29_05.pdf (In Russ.)

4. Species guide for freshwater fish parasites of the USSR fauna. V. 3. Parasitic metazoan (Second part). Leningrad, Nauka, 1987; 583. (In Russ.)
5. Pelgunov A. N. Influence of fish acclimatization on the circulation of opisthorchosis and diphyllbothriosis in the Ob-Irtysh basin. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": materials of reports of the Scientific and Practical Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences. 2016; 17: 344-347. (In Russ.)
6. Fish of the USSR. Under the editorship of G. V. Nikolskii and V. A. Grigorash. Moscow, Mysl, 1969; 447. (In Russ.)
7. Rudov V. A. Fisheries industry in the Novosibirsk Region. URL: <http://www.dproos-nso.ru/page.php?item=37>
8. Setzko R. I. Change in the number of fish in the Novosibirsk water reservoirs for 36 years of its existence. «*Biologicheskaya produktivnost' vodoyemov Zapadnoy Sibiri i ikh ratsional'noye ispol'zovaniye*»: materialy nauchnoy konferentsii = "Biological productivity of water reservoirs in Western Siberia and their rational use": Proceedings of the Scientific Conference. Novosibirsk, 1997; 100-103. (In Russ.)
9. Fedorov K. P., Laskin B. F. Automated methods of processing helminthological materials. Novosibirsk, 1980; 75. (In Russ.)
10. Shibitov S. K. Propagation and complex diagnosis of opisthorchosis in non-commercial cyprinids in Central Russia. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (2): 36-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-2-36-43>
11. Shimalov V. V. Opisthorchosis, methorchosis and pseudamphistomosis in Belarus: medical aspect. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 2018; 2: 48-53. (In Russ.)
12. Petney T. N., Andrews R. H., Saijuntha W., Wenz-Mücke A., Sithithaworn P. The zoonotic, fish-borne liver flukes *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felinus* and *Opisthorchis viverrini*. *J. Parasitol.* 2013; 43 (12-13): 1031-1046.
13. Pozio E., Armignacco O., Ferri F., Gomez Morales M. A. *Opisthorchis felinus*, an emerging infection in Italy and its implication for the European Union. *Acta Trop.* 2013; 126 (1): 54-62.
14. Yurlova N. I., Yadrenkina E. N., Rastyazhenko N. M., Serbina E. A., Glupov V. V. Opisthorchiasis in Western Siberia: epidemiology and distribution in human, fish, snail, and animal populations. *Parasitology International*. 2017; 66: 355-364. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parint.2016.11.017>

The article was submitted 23.07.2021; accepted for printing 15.03.2022

About the authors:

Bonina Olga M., Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences (Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501), Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0001-9480-1797, olga-bonina@mail.ru

Zuikov Sergey A., Novosibirsk State Agrarian University (160, Dobrolyubova st., Novosibirsk, 630039), Novosibirsk, Russia, ORCID ID: 0000-0002-9312-3573, zsa-vetsan@mail.ru

Contribution of co-authors:

Bonina Olga M. – scientific leadership, critical analysis of the material and the formation of conclusions, a review of research on the topic.

Zuikov Sergey A. – critical analysis of materials, development of methodology, formation of conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.132

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-154-159>

Факторы, влияющие на интенсивность инвазии телязиеми у крупного рогатого скота в Лабинском районе Краснодарского края

Елизавета Александровна Деткова¹, Светлана Николаевна Луцук²

^{1,2}Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

¹berryliz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6257-9466>

²s.lutsyk@mail.ru

Аннотация

Цель исследований: определить факторы, влияющие на интенсивность распространения телязиоза у мясных пород крупного рогатого скота, выращиваемого в условиях Лабинского района Краснодарского края, на базе ООО «Агрофирма «Прогресс».

Материалы и методы. Для определения факторов, влияющих на распространение телязиоза, проводили клинический осмотр крупного рогатого скота абердин-ангусской породы разных половозрастных групп в условиях ООО «Агрофирма «Прогресс». У животных с клиническими признаками телязиоза брали смывы с конъюнктивальной полости для дальнейшего микроскопического исследования. За 2020 г. исследовано 236 гол. крупного рогатого скота, из них 42 взрослых животных старше двух лет, 77 животных в возрасте одного года и 117 телят от 0 до 6 мес. Видовую принадлежность возбудителей определяли при исследовании смывов конъюнктивальной полости по морфологии взрослых телязий (Городович Н. М., 1967). Для борьбы с эктопаразитами и профилактики телязиоза применяли инсектоакарицидный препарат из группы синтетических пиретроидов. Исследование проводили на двух животноводческих площадках хозяйства ООО «Агрофирма «Прогресс», располагающихся на разных рельефах местности: в умеренно степной зоне с сухим климатом и искусственными пастбищами и в горной зоне с влажным климатом и естественными пастбищами.

Результаты и обсуждение. За 2019–2020 гг. в агрофирме «Прогресс» Лабинского района Краснодарского края телязиоз зарегистрирован у 236 голов крупного рогатого скота абердин-ангусской породы. Установлена выраженная сезонная динамика; распространение инвазии фиксировали в период с конца мая по октябрь; пик инвазии приходился на август. Наблюдали четкую корреляцию инвазии с активностью зоофильных мух - переносчиков телязиоза. Наиболее широкое распространение телязиоза отмечали у молодняка крупного рогатого скота до 6-месячного возраста, содержащегося на животноводческих площадках на равнинной местности в условиях более сухого климата.

Ключевые слова: телязиоз, конъюнктивит, инвазия, сезонность

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Деткова Е. А., Луцук С. Н. Факторы, влияющие на интенсивность инвазии телязиеми у крупного рогатого скота в Лабинском районе Краснодарского края // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 154–159.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-154-159>

© Деткова Е. А., Луцук С. Н., 2022



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

Original article

Factors influencing the intensity of *Thelazia* sp. infection in cattle in the Labinsk district of the Krasnodar territory

Elizaveta A. Detkova¹, Svetlana N. Lutsuk²

^{1,2} Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

¹ berryliz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6257-9466>

² s.lutsyk@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to determine factors affecting the spread rate of thelaziosis in beef breeds grown in the environment of the Labinsk district, the Krasnodar Territory, at the premises of Agrofirma Progress, LLC.

Materials and methods. To determine factors that affect the spread of thelaziosis, a clinical examination of the Aberdeen Angus cattle of different sex and age groups was performed in Agrofirma Progress LLC. Swabs were taken from the conjunctiva of animals with clinical signs of thelaziosis for further microscopic examination. In 2020, 236 cattle were examined including 42 adult animals older than two years, 77 animals at the age of one year and 117 calves from 0 to 6 months. The species of the pathogens was identified in the study of the conjunctival swabs according to the adult *Thelazia* morphology (Gorodovich N. M., 1967). To control ectoparasites and prevent thelaziosis, an insectoacaricide from the synthetic pyrethroid group was used. The study was performed on two livestock farms of Agrofirma Progress, LLC located on different terrains: in a temperate steppe zone with a dry climate and artificial pastures and in a mountainous zone with a humid climate and natural pastures.

Results and discussion. For 2019–2020, thelaziosis was recorded in 236 Aberdeen Angus cattle in the Progress agricultural firm of the Labinsk District, the Krasnodar Territory. A pronounced seasonal dynamic was determined; the spread of infection was recorded from the end of May to October; and the infection peak was in August. We observed a clear correlation of the infection with the activity of zoophilic flies, carriers of thelaziosis. The most widespread thelaziosis was observed in young cattle aged up to 6 months, that were kept on livestock sites on flat terrain in a drier climate.

Keywords: thelaziosis, conjunctiva, infection, seasonal occurrence

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

There is no conflict of interests

For citation: Detkova E. A., Lutsuk S. N. Factors influencing the intensity of *Thelazia* sp. infection in cattle in the Labinsk district of the Krasnodar territory. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 154–159. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-154-159>

© Detkova E. A., Lutsuk S. N., 2022

Введение

Телязиоз у крупного рогатого скота – одна из основных инвазионных болезней, распространенных в Лабинском районе Краснодарского края. Телязиоз – сезонная болезнь, которая характеризуется воспалением конъюнктивы и роговицы глаза и проявляется обильными истечениями воспалительного экссудата из внутреннего угла глаза, светобоязнью, помутнением роговицы и слепотой [2–4, 6, 7]. Заболевание вызы-

вает снижение продуктивности животных, а в запущенных случаях – слепоту, что приводит к преждевременной выбраковке животных. В Лабинском районе *Thelazia rhodesi* и *Th. gulosa* встречаются в 53 и 45% случаев соответственно, *Th. skrjabini* регистрируют гораздо реже (2%) [1].

Для лечения телязиоза крупного рогатого скота используют комплексную терапию [5], а также макроциклические лактоны [8].

Цель нашего исследования – определить факторы, влияющие на интенсивность распространения телязиоза у мясных пород крупного рогатого скота, выращиваемого в условиях Лабинского района Краснодарского края.

Материалы и методы

Для определения факторов, влияющих на распространение телязиоза, проводили клинический осмотр крупного рогатого скота абердин-ангусской породы разных половозрастных групп в условиях ООО «Агрофирма «Прогресс». У животных с клиническими признаками телязиоза брали смывы с конъюнктивальной полости для дальнейшего микроскопического исследования на предмет возбудителя. За 2020 г. исследовано 236 гол. крупного рогатого скота, из них 42 взрослых животных старше двух лет, 77 животных в возрасте одного года и 117 телят от 0 до 6 мес. Видовую принадлежность возбудителей определяли при исследовании смывов конъюнктивальной полости по морфологии взрослых телязий [4]. Посмертную диагностику не проводили.

Для борьбы с эктопаразитами и профилактики телязиоза применяли инсектоакарицидный препарат из группы синтетических пиретроидов путем нанесения на кожу от основания хвоста до головы вдоль линии позвоночника.

Исследование проводили на двух животноводческих площадках хозяйства ООО «Агрофирма «Прогресс», располагающихся на разных рельефах местности: в умеренно степной зоне с сухим климатом и искусственными пастбищами и в горной зоне с влажным климатом и естественными пастбищами [1]. Животных содержали на выгульных площадках и на пастбищах с одинаковым рационом. Телята

в возрасте до 6 мес. находились на подсосе с коровами.

Результаты и обсуждение

За 2019–2020 гг. в агрофирме «Прогресс» Лабинского района Краснодарского края телязиоз зарегистрирован у 236 голов крупного рогатого скота абердин-ангусской породы. Результаты изучения зараженности крупного рогатого скота различными видами телязий приведены в таблице 1.

Выявлено, что зараженность телязиями увеличивается с пиком лета зоофильных мух, которые являются промежуточными хозяевами телязий – в течение всего пастбищного сезона с начала мая по конец октября. Это связано с повышением температуры окружающей среды. Повышение температуры окружающей среды до 15 °С благоприятно влияет на активность насекомых – переносчиков инвазии, и тем самым, увеличивая их контакты с крупным рогатым скотом. Пик интенсивности инвазии и лета мух в ООО «Агрофирме «Прогресс» зафиксирован в августе. Температура воздуха в этот период прогревается, в среднем, до 22 °С. С ноября до середины марта интенсивность инвазии и заболеваемости крупного рогатого скота телязиями минимальная (табл. 2, 3).

Результаты наших исследований показали, что заболеваемость крупного рогатого скота телязиями также зависит от места содержания животных. У животных, содержащихся на искусственных пастбищах, на равнине в зоне с сухим климатом, заболеваемость телязиями выше (56%), чем у крупного рогатого скота, содержащегося в горной зоне с более влажным климатом – 44%.

В период с декабря по январь у трех голов крупного рогатого скота наблюдали клиническое проявление телязиоза (рис.). Заболевшим животным провели смывы с конъюнктивы и

Таблица 1 [Table 1]

Численность телязий разных видов, обнаруженных у крупного рогатого скота разного возраста
[The number of different species of *Thelazia* spp. found in cattle of different ages]

Thelazia spp.	Число телязий (экз.), обнаруженных у крупного рогатого скота разного возраста [Thelazia spp. (specimens) found in cattle of different ages]		
	телята 0-6 мес. [calves 0-6 months]	телята 6-12 мес. [calves 6-12 months]	старше двух лет [over two years old]
<i>Thelazia rhodesi</i>	71	29	26
<i>Th. gulosa</i>	46	47	13
<i>Th. skrjabini</i>	0	1	3
Всего [Total]	117	77	42

Таблица 2 [Table 2]

Средние температурные показатели климата Лабинского района за период 2018–2021 гг.
[Average temperature indicators of the climate of the Labinsk region in 2018–2021]

Показатель [Indicator]	Значение показателя по месяцам [The value of the indicator by month]											
	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Декаб.
Средний максимум, °C [Average maximum, °C]	2,1	2,8	8	14	20,1	24	25	27	23	15	8	2,9
Средняя температура, °C [Average temperature, °C]	–0,3	–0,5	3	9,7	13,9	17,8	23	22,4	17	12	4,9	1,5
Средний минимум, °C [Average minimum, °C]	–2,9	–3,6	0,5	4,9	10	12,9	17	14,3	12	7,3	2,4	–1,8
Норма осадков, мм [Precipitation rate, mm]	83	69	69	74	69	100	80	75	69	91	94	89
												14,3
												10,4
												6,4
												896

Таблица 3 [Table 3]

Зависимость сезонной динамики зараженности крупного рогатого скота телязиями от активности зоофильных мух (2021 г.)
[Dependence of the seasonal dynamics of cattle infection with *Thelazia* spp. on the activity of zoophilous flies (2021)]

Месяц	Средняя температура воздуха, °C [Average air temperature, °C]	Число зоофильных мух, в среднем, на 1 гол., экз. [The number of zoophilous flies, on average, per head, sp.]	Число заболевших телязиями, гол. [The number of animals infected with <i>Thelazia</i> spp., sp.]
Январь	– 0,3	0	1
Февраль	– 0,5	3	1
Март	3	21	9
Апрель	9,7	42	14
Май	13,9	75	19
Июнь	17,8	Более 100	39
Июль	23	Более 100	45
Август	22,4	Более 100	42
Сентябрь	17	94	34
Октябрь	12	74	26
Ноябрь	4,9	35	4
Декабрь	1,5	10	2

были обнаружены телязиозы. Предполагаем, что телязиозы могут «зимовать» в конъюнктивальном пространстве глаза.



Рис. Клиническая картина поражения глаза при телязиозе крупного рогатого скота

[Fig. Clinical picture of eye damage at thelaziosis of cattle]

Отмечено, что телязиозом чаще болеет молодняк крупного рогатого скота, особенно телята до 6-месячного возраста. Было установлено, что после применения лечебных мероприятий выздоровление у телят протекает, в среднем, на 5–7 сут дольше, чем у взрослых животных. По нашим предположениям, это связано с механической травматизацией конъюнктивы глаза при круглогодичном нахождении на пастбище, а также в результате некачественной обработки молодняка синтетическими пиретроидами.

Заключение

За 2019–2020 гг. в агрофирме «Прогресс» Лабинского района Краснодарского края телязиоз зарегистрирован у 236 голов крупного рогатого скота абердин-ангусской породы. Установлена выраженная сезонная динамика; распространение инвазии фиксировали в период с конца мая по октябрь; пик инвазии приходился на август. Наблюдали четкую корреляцию интенсивности инвазии с активностью зоофильных мух – переносчиков телязиоза. Наиболее широкое распространение телязиоза отмечали среди молодняка круп-

ного рогатого скота до 6-месячного возраста, содержащегося на животноводческих площадках на равнинной местности в условиях сухого климата.

Список источников

1. Бабур Е. А. Телязиоз крупного рогатого скота в Лабинском районе Краснодарского края // «Молодые аграрии Ставрополя»: сборник научных трудов молодых ученых по материалам 84-й научно-практической конференции. Ставрополь: Агрус, 2019. С. 55–59.
2. Беспалова Н. С., Григорьева Н. А. Телязиоз крупного рогатого скота в Российской Федерации // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2015. Вып. 16. С. 18.
3. Глазунова Л. А. Эколого-экономические основы борьбы с телязиозами крупного рогатого скота на юге Тюменской области: автореф. дис. ... канд. вет. наук: 03.00.19. Тюмень, 2005. 20 с.
4. Городович Н. М. Диагностика, терапия и профилактика телязиозов крупного рогатого скота, вызываемых *Thelazia gulosa* и *Thelazia skrjabini*: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Благовещенск, 1967. 25 с.
5. Деткова Е. А. Применение комплекса витаминов А, D₃, Е в комплексной терапии лечения кератоконъюнктивита крупного рогатого скота, вызванного телязиозом // «Молодые аграрии Ставрополя»: сборник научных трудов молодых ученых по материалам 85-й научно-практической конференции. Ставрополь: Агрус, 2020. С. 53–55.
6. Деткова Е. А., Луцук С. Н., Дьяченко Ю. В. *Thelazia rhodesi* как основной возбудитель телязиоза крупного рогатого скота в Лабинском районе Краснодарского края // «Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности»: сборник научных статей по материалам 86-й международной научно-практической конференции «Аграрная наука – Северо-Кавказскому Федеральному округу». Ставрополь: Агрус, 2021. С. 339–341.
7. Липницкий С. С. Телязиозы крупного рогатого скота региона Налибокской пущи Беларуси // Ветеринарная наука – производству. 1998. Вып. 33. С. 122–128.
8. Корешков М. Н. Эффективность макроциклических лактонов при телязиозе крупного рогатого скота // «Эпизоотология, диагностика, профилактика и меры борьбы с болезнями животных»: сборник статей. Новосибирск: СО РАСХН, 1997. С. 187–189.

Статья поступила в редакцию 15.09.2021; принята к публикации 15.03.2022

Об авторах:

Деткова Елизавета Александровна, Ставропольский государственный аграрный университет (355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), Ставрополь, Россия, аспирант, ORCID ID: 0000-0001-6257-9466, berryliz@mail.ru

Луцук Светлана Николаевна, Ставропольский государственный аграрный университет (355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), Ставрополь, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор, s.lutsyk@mail.ru

Вклад соавторов:

Деткова Елизавета Александровна – составление плана и проведение исследований, критический анализ материалов и формирование выводов.

Луцук Светлана Николаевна – научное руководство, обзор исследований по теме, критический анализ материалов и формирование выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Babur E. A. Bovine thelaziosis in the Labinsk District of the Krasnodar Territory. «*Molodyye agrarii Stavropol'ya*»: *sbornik nauchnykh trudov molodykh uchenykh po materialam 84-y nauchno-prakticheskoy konferentsii* = "Young farmers of the Stavropol Region": a collection of scientific works by young scientists based on the materials of the 84th Scientific and Practical Conference. Stavropol: Agrus, 2019; 55-59. (In Russ.)
2. Bepalova N. S., Grigorieva N. A. Bovine thelaziosis in the Russian Federation. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: *Materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN* = "Theory and practice of parasitic disease control": Materials of the reports of the Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the RAS. 2015; 16: 18. (In Russ.)
3. Glazunova L. A. Ecological and economic bases to control Thelazia infections in cattle in the south of the Tyumen Region: autoref. dis. ... Cand. Sc. Vet.: 03.00.19. Tyumen, 2005; 20. (In Russ.)
4. Gorodovich N. M. Diagnosis, therapy and prevention of bovine thelaziosis caused by Thelazia gulosa and Thelazia skrjabini: autoref. dis. ... Cand. Sc. Vet. Blagoveshchensk, 1967; 25. (In Russ.)
5. Detkova E. A. The use of an A, D3, E vitamin complex in the combined therapy of bovine keratoconjunctivitis caused by thelaziosis. «*Molodyye agrarii Stavropol'ya*»: *sbornik nauchnykh trudov molodykh uchenykh po materialam 85-y nauchno-prakticheskoy konferentsii* = "Young farmers of the Stavropol Region": a collection of scientific works by young scientists based on the materials of the 85th Scientific and Practical Conference. Stavropol, Agrus, 2020; 53-55. (In Russ.)
6. Detkova E. A., Lutsuk S. N., Dyachenko Yu. V. Thelazia rhodesi as the main causative agent of bovine thelaziosis in the Labinsk District of the Krasnodar Territory. «*Innovatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve, veterinarii i pishchevoy promyshlennosti*»: *sbornik nauchnykh statey po materialam 86-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Agrarnaya nauka – Severo-Kavkazskomu Federal'nomu okrugu»* = "Innovative technologies in agriculture, veterinary medicine and food industry": a collection of scientific articles based on materials of the 86th International Scientific and Practical Conference "Agricultural Science for the North Caucasian Federal District". Stavropol, Agrus, 2021; 339-341. (In Russ.)
7. Lipnitsky S. S. Bovine thelaziosis in the Nalibokskaya Pushcha region, Belarus. *Veterinarnaya nauka – proizvodstvu* = Veterinary Science for Production. 1998; 33: 122-128. (In Russ.)
8. Koreshkov M. N. Efficacy of macrocyclic lactones against bovine thelaziosis. «*Epizootologiya, diagnostika, profilaktika i mery bor'by s boleznyami zhivotnykh*»: *sbornik statey* = "Epizootology, diagnostics, prevention and measures to control animal diseases": Collected articles. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 1997; 187-189. (In Russ.)

The article was submitted 15.09.2021; accepted for printing 15.03.2022

About the authors:

Detkova Elizaveta A., Stavropol State Agrarian University (12, Zootekhnichesky per., Stavropol, 355017), Stavropol, Russia, postgraduate student, ORCID ID: 0000-0001-6257-9466, berryliz@mail.ru

Lutsuk Svetlana N., Stavropol State Agrarian University (12, Zootekhnichesky per., Stavropol, 355017), Stavropol, Russia, Dr. Sc. Vet., Professor, s.lutsyk@mail.ru

Contribution of co-authors:

Detkova Elizaveta A., planning and research, critical analysis of materials, and conclusions.

Lutsuk Svetlana N., scientific advising, review of the research on the topic, critical analysis of materials, and conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.993:636.5

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-160-169>

Кокцидиозы индеек в хозяйствах промышленного типа Центрального региона России

Ринат Туктарович Сафиуллин¹, Эльвира Ивановна Чалышева²

^{1,2}Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

¹safullin_r.t@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0450-5527>

²elviraivanovna00@mail.ru

Аннотация

Цель исследований: изучение распространения кокцидиозов у молодняка индеек в индейководческих хозяйствах промышленного типа Центрального региона России.

Материалы и методы. Наличие кокцидиоза у индюшат изучали прижизненными методами диагностики: копроскопическими исследованиями по Дарлингу, Мак-Мастеру и Фюллеборну. Материалом для оценки распространения протозойных болезней у индюшат служили результаты собственных лабораторных исследований биоматериала (проб помета) и данные вскрытия тушек. При изучении возрастной динамики зараженности индюшат эймериями в птицеводческих хозяйствах Центрального региона обследованиям подвергали молодняк с 7-суточного возраста и до полного завершения технологического цикла производства каждые 14 сут путем исследования не менее 20 свежих проб помета и 10 соскобов с пола. Для определения сезонной динамики зараженности пробы отбирали из птичников в зимний период в январе, в весенний – в апреле, в летний – июле и в осенний – октябре.

Результаты и обсуждение. Наибольшая инвазированность кокцидиями у молодняка самцов установлена в 35–49-суточном возрасте (ЭИ = 30–45%), у самок – в 35–63-суточном возрасте (ЭИ = 5–30%). Индюшата заражены эймериями в течение всего года с не существенными колебаниями по сезонам. Возраст молодняка оказывал более заметное влияние на зараженность индюшат. Объекты внешней среды (пол, стены, кормушки) были контаминированы инвазионными элементами кокцидий на 5–31,3%.

Ключевые слова: индюшата, распространение, паразитозы, зараженность, кокцидии

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И. Кокцидиозы индюшек в хозяйствах промышленного типа Центрального региона России // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 160–169.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-160-169>

© Сафиуллин Р. Т., Чалышева Э. И., 2022



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

Original article

Coccidiosis of turkeys on industrial farms in the Central Region of Russia

Rinat T. Safiullin¹, Elvira I. Chalysheva²

^{1,2} All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”, Moscow, Russia

¹ safiullin_r.t@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0450-5527>

² elviraivanovna00@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to study the spread of coccidia infections in turkey poults on industrial turkey farms in the Central Region of Russia.

Materials and methods. Turkey poults were studied for coccidiosis by the following life-time diagnostic methods: coproscopic examinations according to Darling, McMaster and Fülleborn. The material to evaluate protozoal diseases spreading in turkey poults was results of our own laboratory studies of the biomaterial (dung samples) and carcass dissection findings. When studying the age dynamics of the turkey poults' infection with *Eimeria* spp. on the poultry farms in the Central Region, young birds aged 7 days and older were studied until the completion of the technological cycle of production, every 14 days, by examining at least 20 fresh dung samples and 10 scrapings from the floor. To determine the seasonal dynamics of infection, the samples were taken from the poultry buildings in January in winter season, April in Spring, July in Summer, and October in Autumn.

Results and discussion. The highest coccidia infection rate was detected at the age of 35–49 days in young males (Infection Prevalence, 30–45%), and 35–63 days in females (Infection Prevalence, 5–30%). The turkey poults were infected with *Eimeria* spp. throughout the year with minor seasonal variations. The young birds' age had a more noticeable effect on the infection rate in the turkey poults. The external environment (floor, walls, and feeders) was contaminated with infective coccidia elements by 5–31.3%.

Keywords: turkey poults, spread, parasitic infections, infection rate, Coccidia

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

There is no conflict of interests

For citation: Safiullin R. T., Chalysheva E. I. Coccidiosis of turkeys on industrial farms in the Central Region of Russia. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 160–169. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-160-169>

© Safiullin R. T., Chalysheva E. I., 2022

Введение

Индейководство — важный источник увеличения производства высококачественного птичьего мяса. Многолетний опыт работы показывает, что разведение индеек в хозяйствах промышленного типа позволяет резко поднять эффективность производства. При интенсивном выращивании молодняка, многократном комплектовании родительского стада от одной среднегодовой индейки можно получить до 200 яиц и более 600 кг мяса при откорме потомства.

Промышленные способы содержания и селекционные приемы привели к существенным анатомо-физиологическим изменениям индеек. В частности, увеличилась масса тела, значительно развились грудные мышцы, изменились пропорции. Мясо индейки содержит все необходимые ингредиенты и практически может полностью удовлетворить потребности человека в животном белке. Учитывая высокое содержание белка и низкое жира, мясо индейки может быть использовано для производства диетических продуктов. Мясо индеек

– отличное сырье для глубокой переработки и приготовления разнообразных, готовых к употреблению, диетических продуктов, рекомендованных при гипертонической болезни, атеросклерозе, заболеваниях желудочно-кишечного тракта [2, 3, 14].

В настоящее время, в условиях промышленного птицеводства, когда на ограниченной территории содержится большое число птицы, существует большой риск возникновения паразитарных болезней – эймериоза, криптоспориديоза, гистомоноза и др. [1, 4–9, 11–13, 15–31].

Возбудителем эймериоза являются одноклеточные паразитические простейшие со сложным циклом развития. Кокцидии рода *Eimeria* – гомо- и моноксенные паразиты; они развиваются в одном и том же хозяине от ооцисты до ооцисты. Инвазионные ооцисты попадают в пищеварительный тракт птиц с кормом или водой; оболочка их разрушается, освободившиеся спорозоиты внедряются в эпителиальные клетки кишечника и начинают интенсивно размножаться.

Препатентный период цикла развития эймерий индеек в зависимости от их видовой принадлежности длится 4–6, патентный – 5–20 сут. Максимальный срок споруляции ооцист во внешней среде при оптимальных условиях (24 °C, необходимая влажность и наличие кислорода) составляет 1–2 сут. Жизненные циклы всех видов эймерий индеек в основном сходны и отличаются лишь по локализации паразита, размерами меронтов и длительностью препатентного и патентного периодов. Жизненный цикл эймерий состоит из агамного или бесполого размножения (мирогония 1 и 2 стадии), гаметогонии или полового размножения, которые происходят в организме птицы и спорогонии – во внешней среде.

Незрелые ооцисты с пометом выделяются во внешнюю среду, созревают и заглатываются птицей. В желудочно-кишечном тракте оболочки ооцист растворяются и в просвет кишечника выходят спорозоиты, которые внедряются в эпителиальные клетки кишечника и формируют трофозоиты. Из трофозоитов формируются меронты первой генерации, которые разрушают эпителиальные клетки кишечника, и в большом количестве в просвет кишечника выходят мерозоиты

первой генерации, затем они внедряются в эпителиальные клетки кишечника. Из мерозоитов формируются меронты второй генерации, которые разрушают эпителиальные клетки кишечника и в большом количестве в просвет кишечника выходят мерозоиты второй генерации и в последующем внедряются в эпителиальные клетки кишечника, где происходит формирование микрогамонтов и макрогамонтов. Из микро- и макрогамонтов формируются микрогаметы и макрогаметы. Сформировавшиеся микро- и макрогаметы разрушают эпителиальные клетки кишечника и в большом количестве выходят в просвет кишечника, где происходит слияние микро- и макрогаметы с образованием зиготы. Зигота покрывается защитной оболочкой и становится ооцистой, которая с пометом выделяется во внешнюю среду.

Цель работы – провести мониторинг эпизоотической ситуации по паразитозам в индейководческих хозяйствах промышленного типа.

Материалы и методы

Эймериоз индеек (кокцидиоз) – острая, подострая или хроническая болезнь молодняка птиц в возрасте от 7 до 90 сут и старше, проявляющаяся истощением и вялостью молодняка, энтеритом, диареей, потерей массы, снижением продуктивности.

Материалом для оценки распространения протозойных болезней у индюшат служили результаты собственных лабораторных исследований – пробы помета из птичников и данные вскрытия тушек.

В ходе выполнения работы молодняк индеек разного возраста исследовали на эймериозы и другие паразитозы ранее отмеченными методами. В птицеводческих хозяйствах Центрального региона России при изучении возрастной динамики зараженности эймериями обследованиям подвергали индюшек с 7-суточного возраста и до полного завершения технологического цикла производства каждые 14 сут путем исследования не менее 20 свежих проб помета и 10 соскобов с пола.

Интенсивность эймериозной инвазии определяли путем подсчета ооцист в 1 г помета индюшат с использованием камеры Мак-Мастера под микроскопом МБИ (окуляр 10, объектив 10 (40)) в 20 полях зрения с последующим вычислением средних показателей.

Для установления сезонной динамики пробы отбирали из птичников в зимний период – в январе, в весенний – в апреле, в летний – в июле, в осенний период – в октябре.

Для установления контаминации объектов внешней среды ооцистами кокцидий и другими инвазионными элементами отбирали пробы по следующей схеме: через каждые две недели после посадки птицы, начиная с недельного возраста и до сдачи на убой, отбирали по 10 проб подстилки и по 10 соскобов с пола и проходов. После сдачи птицы на убой отбирали по 10 проб подстилки и 10 соскобов с пола.

Отобранные пробы помета и соскобы с пола птичников исследовали в условиях лаборатории института с использованием ранее отмеченных методов копроскопии.

Полученные в ходе исследований по установлению эпизоотической ситуации по паразитарным болезням в индейководческих хозяйствах промышленного типа данные подвергали статистическому анализу по методике Н. А. Плохинского [10].

Результаты и обсуждение

Большое значение в профилактике инвазионных болезней имеет проведение мониторинга эпизоотической ситуации для оперативной и достоверной диагностики кишечных паразитических простейших молодняка индеек, своевременная механическая очистка и дезинвазия помещений, профилактические мероприятия против эймериозов с полным охватом поголовья птиц.

В 2019 г. в индейководческом хозяйстве Пензенской области (на 500 тыс. гол.) при обследовании 120 проб помета и вскрытии 5 тушек было установлено, что молодняк 25–29-суточного возраста был свободен от эймерий и на 10% инвазирован криптоспоридиями. В пробах от молодняка 140–143-суточного возраста ооцисты эймерий найдены во всех пробах (ЭИ = 100%) при интенсивности инвазии до 30 ооцист в поле зрения микроскопа. Все обследованные 55 проб на гистомоноз были отрицательные, как и при осмотре соскобов со слизистой оболочки слепых отростков.

В 2019–2020 гг. в условиях индейководческого хозяйства Рязанской области (на 100 тыс. гол.) при обследовании 360 проб помета и вскрытии 12 тушек было установлено, что молодняк 25-суточного возраста был свобо-

ден от эймерий и криптоспоридий. В пробах от молодняка 44-суточного возраста ооцисты эймерий обнаружены в 10–20% случаев. В пробах от индеек 65-суточного возраста ооцисты эймерий выделены в 15% случаев от числа обследованных. В пробах от молодняка индеек 114-суточного возраста ооцисты эймерий установлены в 10% случаев. Во все сроки исследований интенсивность эймериозной инвазии была низкой – до 10 ооцист в поле зрения микроскопа. На гистомоноз были обследованы 25 проб, гистомонады не обнаружены.

Кроме того, было проведено обследование 150 соскобов с пола птичников разных цехов по методу Дарлинга и ооцисты эймерий выделены в 47 случаях (ЭИ = 31,3%). В данном хозяйстве молодняку индеек с момента самостоятельного потребления корма назначают рекомендованную дозу кокцидиостатика мадикокс.

В индейководческом хозяйстве Тульской области (на 550 тыс. гол.) в 2020 г. было обследовано 380 проб помета от индюшат разного возраста, которых обследовали с 7-суточного возраста и до завершения технологического цикла каждые 14 сут. Наибольшая экстенсивность эймериозной инвазии у самцов (ЭИ = 35%) установлена в 49-суточном возрасте, у самок ЭИ составила 25%. В разные сроки исследований интенсивность эймериозной инвазии колебалась от низкой (до 10 ооцист) до высокой – более 30 ооцист в поле зрения микроскопа. В 105-суточном возрасте самцы были инвазированы эймериями на 10%, у самок инвазии не установлено. При исследовании в 119- и 133-суточном возрасте ооцисты эймерий отсутствовали и у самцов. В данном хозяйстве от кокцидий применяли кокцидиостатик ласалонд натрия в рекомендованной дозе.

В дальнейшем, в течение 2020 г. для установления зараженности молодняка индеек эймериями (*Eimeria* spp.) из специализированного индейководческого хозяйства Пензенской области систематически исследовали пробы помета по Дарлингу на наличие инвазионных элементов (всего 360 проб).

Принятая в хозяйстве технология производства следующая. Общее поголовье в данном хозяйстве Пензенской области составляет 4,3 млн. гол. Посадочное поголовье в одном птичнике – 33 000 гол. Возраст убоя: самки 105, самцы 140 сут. Технология содержания –

напольная, перевод самок на откорм – 28 сут, перевод самцов на откорм – 63 сут. Самцы и самки содержатся отдельно с 28-суточного возраста. Препарат, применяемый от кокцидиоза – монензин.

Ооцисты эймерий в анализируемых пробах от самок и самцов индеек 7- и 21-суточного возраста в данном хозяйстве отсутствовали. Наибольшая экстенсивность инвазии у самцов установлена в 35-суточном возрасте – 45%. У самок этого возраста ЭИ составила 5%.

Наибольшая экстенсивность инвазии у самок установлена в 49-суточном возрасте – 30%, аналогичная – у самцов. В 63-суточном возрасте у самок экстенсивность инвазии составила 5, у самцов – 3%. В 91-суточном возрасте как у самок, так и у самцов зараженность эймериями составила 3%. В 105-суточном возрасте самцы были инвазированы эймериями на 5%, самки были свободны от эймерий. В возрасте 119 и 133 сут ооцисты эймерий у индеек не выявлены (рис. 1).

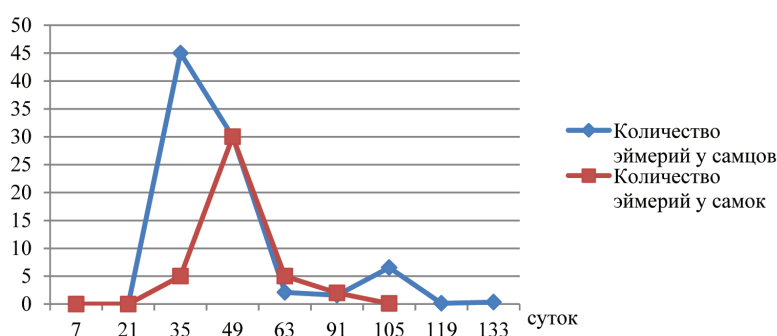


Рис. 1. Половозрастная динамика зараженности индеек в течение всего технологического цикла

[Fig. 1. Age dynamics of turkey's infection during the entire technological cycle]

Максимальная интенсивность инвазии у самцов отмечена в возрасте 35 сут (30 экз.), у самок – в 49-суточном возрасте (15 экз.). В 7-суточном возрасте самцы были свободны от инвазии, а у самок наименьшая интенсив-

ность инвазии отмечена в 7- и 105-суточном возрасте. Следует отметить, что молодняк индеек в возрасте от 63 по 113-е сутки наименее подвержен заражению эймериями (рис. 2).

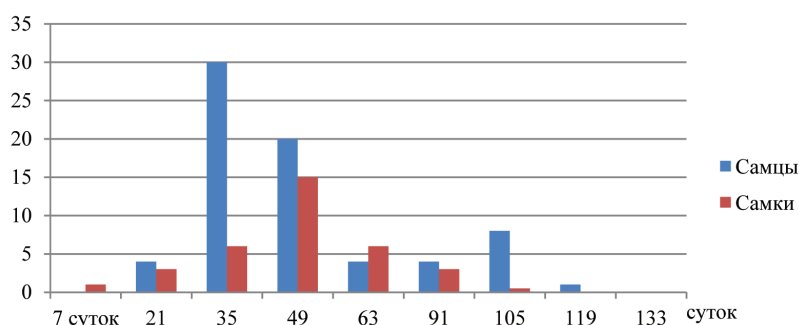


Рис. 2. Интенсивность эймериозной инвазии у индеек разного возраста

[Fig. 2. Intensity of *Eimeria* spp. infection in turkeys of different ages]

Результаты наших исследований по изучению возрастной динамики зараженности молодняка индеек эймериями в хозяйствах промышленного типа согласуются с данными

М. Х. Лутфуллина с соавт. [6], Г. Р. Насибовой [7] и их дополняют.

При изучении сезонной динамики зараженности эймериями молодняка индеек про-

бы помета брали у наиболее поражаемого возраста: 35-, 49- и 63-суточных самок и самцов.

В зимний период 2020 г. (январь) всего было обследовано 60 проб. У самцов разного возраста экстенсивность эймериозной инвазии составила у 35-суточных 40%, 49-суточных – 30 и 63-суточных – 20% при интен-

сивности инвазии соответственно 8,7; 7,4 и 5,9 тыс. ооцист в 1 г помета. У самок разного возраста экстенсивность эймериозной инвазии была следующая: у 35-суточных – 30%, у 49-суточных – 20 и 63-суточных – 10% при интенсивности инвазии соответственно 6,3; 5,6 и 4,4 тыс. ооцист в 1 г помета (рис. 3).

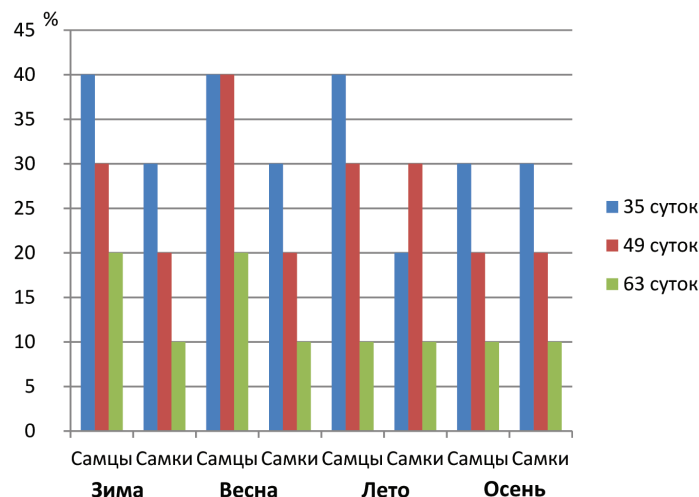


Рис. 3. Сезонная динамика зараженности индеек эймериями
[Fig. 3. Seasonal dynamics of turkey's infection with *Eimeria* spp.]

За весенний период (апрель) всего было обследовано также 60 проб помета. У самцов экстенсивность эймериозной инвазии составила 35-суточных 40%, 49-суточных – 40 и 63-суточных – 20% при интенсивности инвазии соответственно 8,6; 7,1 и 5,7 тыс. ооцист в 1 г помета. 35-суточные самки в весенний период были инвазированы эймериями на 30%, 49-суточные – на 20, 63-суточные – на 10% при интенсивности инвазии соответственно 5,9; 5,1 и 4,2 тыс. ооцист/г помета.

За летний период (июль) также было обследовано 60 проб помета. У самцов экстенсивность инвазии составила 35-суточных 40%, 49-суточных – 30 и 63-суточных – 10% при интенсивности инвазии соответственно 6,5; 5,6 и 4,4 тыс. ооцист/г помета. 35-суточные самки в летний период были инвазированы эймериями на 20%, 49-суточные – на 30 и 63-суточные – на 10% при интенсивности инвазии соответственно 5,7; 4,6 и 4,0 тыс. ооцист/г помета.

Осенью (в октябре) самцы индеек были заражены эймериями: 35-суточные – на 30%, 49-суточные – 20 и 63-суточные – на 10% при

интенсивности инвазии соответственно 6,4; 5,3 и 4,1 тыс. ооцист/г помета. 35-суточные самки были инвазированы эймериями на 30%, 49-суточные – 20 и 63-суточные – на 10% при интенсивности инвазии соответственно 5,6; 5,2 и 4,1 тыс. ооцист/г помета (рис. 4).

В результате проведенных исследований на птицефабрике в Пензенской области установлено, что инвазированность эймериями молодняка индеек при промышленной технологии производства и напольном содержании существенно не отличалась в разные сезоны года. Средняя интенсивность эймериозной инвазии у самцов в зимний (7,3 тыс.) и весенний (7,1 тыс.) периоды была несколько выше, чем в летний (5,5 тыс.) и осенний (5,3 тыс.) периоды. У самок средняя интенсивность эймериозной инвазии по сезонам составила, в среднем, 5,4; 5,1; 4,8 и 4,9 тыс. ооцист/г помета соответственно.

Заключение

Эймериоз – самая распространенная паразитарная болезнь в индейководческих хозяйствах промышленного типа Центрального

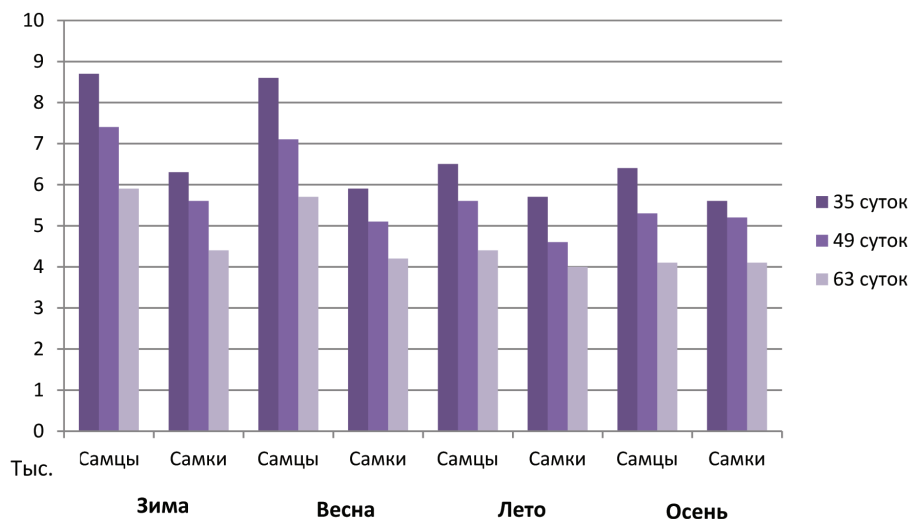


Рис. 4. Интенсивность эймериозной инвазии у индеек по сезонам

[Fig. 4. Intensity of *Eimeria* spp. infection in turkeys by seasons]

региона России. Наибольшая зараженность самцов (30–45%) установлена в возрасте 35–49 сут, самок – 35–63 сут (5–30%). Не установлено существенной разницы в инвазированности индеек эймериями по сезонам. Объекты внешней среды (пол, стены, кормушки) были контаминированы ооцистами эймерий на 5–31,3%.

Список источников

1. Акбаев М. Ш., Василевич Ф. И., Акбаев Р. М., Водянов А. А., Косминков Н. Е., Пашкин П. И., Ятусевич А. И. Паразитология и инвазионные болезни животных; под ред. М. Ш. Акбаева. М.: Колос, 2008. 776 с.
2. Белая А. Главный драйвер мясного роста. В 2020 году индейководческий сектор может прибавить 10% // Агроинвестор. 2020. № 4. Текст: электронный.
3. Давлеев А. Д. Ключевые факторы и тенденции российского рынка индейки в 2014–2020 гг. (часть 2) // Птица и птицепродукты. 2018. № 10. С. 13–18.
4. Дагаева А. Б., Бакриева Р. М., Махиева Б. М. Эймериозы птиц: биология, распространение и меры борьбы в условиях Прикаспийского региона РФ // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 1. С. 29–34. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-1-29-34>
5. Джавадов Э. Д. Ветеринарная профилактика в промышленном птицеводстве // Птица и птицепродукты. 2008. № 5. С. 32–34.
6. Лутфуллин М. Х., Лутфуллина Н. А., Гиззатуллин Р. Р. Профилактика эймериоза индеек // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2017. № 1. С. 21–24.
7. Насибова Г. Р. Гельминтозы индеек и их сезонная динамика // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 11. С.147–153. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/60/16>
8. Николаев Н. В. Ветеринарно-санитарные мероприятия в индейководстве // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2012. Т. 209. С. 253–257.
9. Орлов С. А. Профилактика кокцидиоза // Российский ветеринарный журнал. С.-х. животные. 2013. № 4. С. 38–41.
10. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии. М.: изд-во МГУ, 1978. 286 с.
11. Правила проведения дезинфекции и дезинвазии объектов государственного ветеринарного надзора. № 13-5-02/0522 от 15.07.2002. 76 с.
12. Сафиуллин Р. Т. Паразитарные болезни птиц, средства и методы борьбы. М., 2019. 260 с. <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z19-16>
13. Сафиуллин Р. Т., Качанова Е. О. Распространение кишечных паразитических простейших бройлеров, ремонтного молодняка кур яичной породы и индеек разного возраста // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2017. Вып. 18. С. 419–422.

14. Фисинин В. И. Состояние и развитие современного птицеводства // Аграрная тема. 2011. №1 (18). С. 16-22.
15. Чалышева Э. И., Сафиуллин Р. Т. Динамика инвазированности молодняка индеек *Eimeria* spp. в процессе технологического цикла их выращивания // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2021. Вып. 22. С. 545-551. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.545-551>
16. Чалышева Э. И., Сафиуллин Р. Т. Эпизоотическая ситуация по кишечным паразитическим простейшим молодняка индеек на птицефабриках Центральной России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов международной научной конференции. 2019. Вып. 20. С. 690-694. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.690-694>
17. Ятусевич А. И., Сарока А. М. Гельминты и гельминтозы индеек в северо-восточном регионе Республики Беларусь // Животноводство и ветеринарная медицина. 2020. № 2 (37). С. 48-52.
18. Agunos A., Deckert A., Léger D., Gow S., Carson C. Antimicrobials Used for the Therapy of Necrotic Enteritis and Coccidiosis in Broiler Chickens and Turkeys in Canada, Farm Surveillance Results (2013-2017). *Avian diseases*. 2019; 63 (3): 433-445
19. Chadwick E., Beckstead R. Two Blackhead Disease Outbreaks in Commercial Turkey Flocks Were Potentially Exacerbated by Poor Poult Quality and Coccidiosis. *Avian diseases*. 2020; 64 (4): 522-524.
20. Chapman H. D. Coccidiosis in the turkey. *Avian pathology*. 2008; 37 (3): 205-223.
21. Chasser K. M., Duff A. F., Wilson K. M., Briggs W. N., Latorre J. D., Barta J. R., Bielke L. R. Research Note: Evaluating fecal shedding of oocysts in relation to body weight gain and lesion scores during *Eimeria* infection. *Poultry science*. 2020; 99 (2): 886-892.
22. Daş G., Wachter L., Stehr M., Bilic I., Grafl B., Wernsdorf P., Metges C. C., Hess M., Liebhart D. Excretion of *Histomonas meleagridis* following experimental co-infection of distinct chicken lines with *Heterakis gallinarum* and *Ascaridia galli*. *Parasites & vectors*. 2021; 14 (1): 323.
23. Duff A. F., Briggs W. N., Chasser K. M., Lilburn M. S., Syed B., Ramirez S., Murugesan R., Pender C., Bielke L. R. Effect of dietary synbiotic supplementation on performance parameters in turkey poults administered a mixed *Eimeria* species inoculation I. *Poultry science*. 2020; 99 (9): 4235-4241.
24. El-Sherry S., Ogedengbe M. E., Hafeez M. A., Sayf-Al-Din M., Gad N., Barta J. R. Cecal coccidiosis in turkeys: Comparative biology species in the lower intestinal tract of turkeys using genetically typed, single oocyst-derived lines. *Parasitology research*. 2019; 118 (2): 583-598.
25. Gadde U. D., Rathinam T., Finklin M. N., Chapman H. D. Pathology caused by three species of *Eimeria* that infect the turkey with a description of a scoring system for intestinal lesions. *Avian pathology*. 2020; 49 (1): 80-86.
26. Imai R. K., Barta J. R. Distribution and abundance of *Eimeria* species in commercial turkey flocks across Canada. *The Canadian veterinary journal*. 2019; 60 (2): 153-159.
27. Répérant J. M., Hénaff M. T., Benoit C., Bihannic P. L., Etteradossi N. The impact of maturity on the ability of *Eimeria acervulina* and *Eimeria meleagridis* oocysts to sporulate. *Parasite*. 2021; 28-32.
28. Soutter F., Werling D., Tomley F. M., Blake D. P. Poultry Coccidiosis: Design and Interpretation of Vaccine Studies. *Front Vet. Sci*. 2020; № 7: 101.
29. Sulejmanović T., Grafl B., Bilić I., Jaskulska B., Hess M. PCR and serology confirm the infection of turkey hens and their resilience to histomonosis in mixed flocks following high mortalities in toms. *Parasit. Vectors*. 2019; 12 (1): 228.
30. Vrba V., Pakandl M. Coccidia of turkey: from isolation, characterisation and comparison to molecular phylogeny and molecular diagnostics. *International journal for parasitology*. 2014; 44 (13): 985-1000.
31. Wei Z., Abraham M., Chadwick E. V., Beckstead R. B. *Histomonas meleagridis* isolates compared by virulence and gene expression. *Veterinary parasitology*. 2020; 286 (10).

Статья поступила в редакцию 04.03.2022; принята к публикации 15.03.2022

Об авторах:

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

Чалышева Эльвира Ивановна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, elviraivanovna00@mail.ru

Вклад соавторов:

Сафиуллин Ринат Туктарович – научное руководство, участие в исследованиях биоматериала, анализ полученных результатов исследований, составление статьи.

Чалышева Эльвира Ивановна – доставка материалов для исследования, проведение научно-исследовательской работы, анализ данных, набор текста и оформление статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Akbayev M. Sh., Vasilevich F. I., Akbayev R. M., Vodyanov A. A., Kosminkov N. E., Pashkin P. I., Yatushevich A. I. Parasitology and infective diseases of animals; ed. by M. Sh. Akbayev. Moscow, Kolos, 2008; 776. (In Russ.)
2. Belaya A. The main driver of meat growth. The turkey farming sector may add 10 % in 2020. *Agroinvestor = Agroinvestor*. 2020; 4. Text: electronic. (In Russ.)
3. Davleev A. D. Key factors and trends in the Russian turkey market in 2014–2020. (Part 2). *Ptitsa i ptitseprodukty = Poultry and poultry products*. 2018; 10: 13–18. (In Russ.)
4. Dagayeva A. B., Bakrieva R. M., Makhieva B. M. Eimeriosis in poultry: biology, spread and control measures in the Caspian Sea Region of the Russian Federation. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (1): 29–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-1-29-34>
5. Javadov E. D. Preventive veterinary measures in industrial poultry farming. *Ptitsa i ptitseprodukty = Poultry and poultry products*. 2008; 5: 32–34. (In Russ.)
6. Lutfullin M. Kh., Lutfullina N. A., Gizzatullin R. R. Prevention of eimeriosis in turkeys. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman = Proceedings of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2017; 1: 21–24. (In Russ.)
7. Nasibova G. R. Helminth infections of turkeys and their seasonal dynamics. *Byulleten' nauki i praktiki = Bulletin of Science and Practice*. 2020; 6 (11): 147–153. (In Russ.) <https://doi.org/10.33619/2414-2948/60/16>
8. Nikolaev N. V. Veterinary and sanitary measures in turkey farming. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman = Proceedings of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2012; 209. 253–257. (In Russ.)
9. Orlov S. A. Prevention of coccidiosis. *Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal. S.-kh. zhivotnyye = Russian Journal of Veterinary Medicine. Live-stock animals*. 2013; 4: 38–41. (In Russ.)
10. Plokhinsky N. A. Mathematical methods in biology. Moscow, Moscow State University Publishing House, 1978; 286. (In Russ.)
11. Rules for disinfection and disinfestation of state veterinary supervision objects. No. 13-5-02/0522 dated 15/07/2002; 76. (In Russ.)
12. Safiullin R. T. Parasitic diseases of birds, control means and methods. Moscow, 2019; 260. (In Russ.) <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/z19-16>
13. Safiullin R. T., Kachanova E. O. Spread of intestinal parasitic protozoa of broilers, young replacement laying hens and turkeys of different age. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": Materials of the Reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*». 2017; 18: 419–422. (In Russ.)
14. Fisinin V. I. Status and development of modern poultry farming. *Agrarnaya tema = Agrarian theme*. 2011; 1 (18): 16–22. (In Russ.)
15. Chalysheva E. I., Safiullin R. T. Dynamics of Eimeria spp. infection in turkey poult in the technological cycle of their raising. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": Materials of the Reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*». 2021; 22: 545–551. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.545-551>
16. Chalysheva E. I., Safiullin R. T. Epizootic situation on intestinal parasitic protozoa of young turkeys on poultry farms in Central Russia. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: materialy*

- dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": Materials of the Reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences. 2019; 20: 690-694. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.690-694>
17. Yatusevich A. I., Saroka A. M. Helminths and helminth infections of turkeys in the north-eastern region of the Republic of Belarus. *Livestock breeding and veterinary medicine*. 2020; 2 (37): 48-52. (In Russ.)
 18. Agunos A., Deckert A., Léger D., Gow S., Carson C. Antimicrobials Used for the Therapy of Necrotic Enteritis and Coccidiosis in Broiler Chickens and Turkeys in Canada, Farm Surveillance Results (2013-2017). *Avian diseases*. 2019; 63 (3): 433-445
 19. Chadwick E., Beckstead R. Two Blackhead Disease Outbreaks in Commercial Turkey Flocks Were Potentially Exacerbated by Poor Poult Quality and Coccidiosis. *Avian diseases*. 2020; 64 (4): 522-524.
 20. Chapman H. D. Coccidiosis in the turkey. *Avian pathology*. 2008; 37 (3): 205-223.
 21. Chasser K. M., Duff A. F., Wilson K. M., Briggs W. N., Latorre J. D., Barta J. R., Bielke L. R. Research Note: Evaluating fecal shedding of oocysts in relation to body weight gain and lesion scores during Eimeria infection. *Poultry science*. 2020; 99 (2): 886-892.
 22. Daş G., Wachter L., Stehr M., Bilic I., Grafl B., Wernsdorf P., Metges C. C., Hess M., Liebhart D. Excretion of Histomonas meleagridis following experimental co-infection of distinct chicken lines with Heterakis gallinarum and Ascaridia galli. *Parasites & vectors*. 2021; 14 (1): 323.
 23. Duff A. F., Briggs W. N., Chasser K. M., Lilburn M. S., Syed B., Ramirez S., Murugesan R., Pender C., Bielke L. R. Effect of dietary synbiotic supplementation on performance parameters in turkey poults administered a mixed Eimeria species inoculation I. *Poultry science*. 2020; 99 (9): 4235-4241.
 24. El-Sherry S., Ogedengbe M. E., Hafeez M. A., Sayf-Al-Din M., Gad N., Barta J. R. Cecal coccidiosis in turkeys: Comparative biology species in the lower intestinal tract of turkeys using genetically typed, single oocyst-derived lines. *Parasitology research*. 2019; 118 (2): 583-598.
 25. Gadde U. D., Rathinam T., Finklin M. N., Chapman H. D. Pathology caused by three species of Eimeria that infect the turkey with a description of a scoring system for intestinal lesions. *Avian pathology*. 2020; 49 (1): 80-86.
 26. Imai R. K., Barta J. R. Distribution and abundance of Eimeria species in commercial turkey flocks across Canada. *The Canadian veterinary journal*. 2019; 60 (2): 153-159.
 27. Répérant J. M., Hénaff M. T., Benoit C., Bihannic P. L., Etteradossi N. The impact of maturity on the ability of Eimeria acervulina and Eimeria meleagridis oocysts to sporulate. *Parasite*. 2021; 28-32.
 28. Soutter F., Werling D., Tomley F. M., Blake D. P. Poultry Coccidiosis: Design and Interpretation of Vaccine Studies. *Front Vet. Sci*. 2020; № 7: 101.
 29. Sulejmanović T., Grafl B., Bilić I., Jaskulska B., Hess M. PCR and serology confirm the infection of turkey hens and their resilience to histomonosis in mixed flocks following high mortalities in toms. *Parasit Vectors*. 2019; 12 (1): 228.
 30. Vrba V., Pakandl M. Coccidia of turkey: from isolation, characterisation and comparison to molecular phylogeny and molecular diagnostics. *International journal for parasitology*. 2014; 44 (13): 985-1000.
 31. Wei Z., Abraham M., Chadwick E. V., Beckstead R. B. Histomonas meleagridis isolates compared by virulence and gene expression. *Veterinary parasitology*. 2020; 286 (10).

The article was submitted 04.03.2022; accepted for printing 15.03.2022

About the authors:

Safullin Rinat T., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Dr. Vet. Sc., Professor, ORCID ID: 0000-0003-0450-5527, safullin_r.t@mail.ru

Chalysheva Elvira I., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, elviraivanovna00@mail.ru

Contribution of co-authors:

Safullin Rinat T. – academic advising, participation in biomaterial research, analysis of research results, article writing.

Chalysheva Elvira I. – provision of research materials, scientific research, data analysis, typing and article design.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:576.895.771

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-170-176>

Биотопы личинок кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) Березинского биосферного заповедника (Беларусь)

Диана Сергеевна Суло¹

¹ ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»,
Минск, Республика Беларусь

¹ s_diana_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5436-2504>

Аннотация

Цель исследований: изучение биотопов личинок комаров семейства Culicidae Meigen, 1818 на территории Березинского биосферного заповедника (Беларусь, Витебская обл.).

Материалы и методы. Сбор личинок кровососущих комаров проводили на территории Березинского биосферного заповедника в 2016–2020 гг. В ходе 1467 учетов собрано 7772 экз. Сбор личинок осуществляли в естественных водоемах четырех типов: постоянный открытый (I), постоянный затененный (II), временный открытый (III) и временный затененный (IV). Отлов личинок осуществляли водным сачком. Определение до вида проводили по стандартным ключам; в ряде случаев использовали фондовые коллекции ЗИН РАН (СПб).

Результаты и обсуждение. В ходе проведенных исследований на территории Березинского биосферного заповедника обнаружены личинки 22 видов сем. Culicidae. Наибольшим числом представлен род *Aedes* Meigen, 1818 – 16 видов (72,7 %). Род *Anopheles* Meigen, 1818 представлен двумя видами (9,2%), род *Culiseta* Felt, 1904 – тремя (13,6%) и род *Culex* Linnaeus, 1758 – одним видом (4,5%). Наибольшее число видов (18) отмечено в постоянных открытых водоемах, столько же – во временных открытых водоемах. 17 видов обнаружено во временных затененных водоемах и наименьшее число (6 видов) – в постоянных затененных водоемах. Три вида – *Aedes vexans* (Meigen, 1830), *Ae. cantans* (Meigen, 1818) и *Ae. sticticus* (Meigen, 1838) встречались во всех типах водоемов. Основными местами выплода личинок являются временные водоемы с различной степенью затененности, которые дают 88,0% (от всех собранных экземпляров). Здесь же отмечается самая высокая относительная численность и средняя плотность личинок. Так, во временных открытых водоемах относительная численность составляет 52,4% (со средней плотностью $197,0 \pm 45,7$ экз./м²), а во временных затененных водоемах – 35,5% (со средней плотностью $287,2 \pm 162,1$ экз./м²). Для постоянных водоемов с различной степенью затененности отмечается низкая относительная численность и средняя плотность личинок. Так, в постоянных открытых водоемах относительная численность составляет 9,6 % (со средней плотностью $27,0 \pm 7,7$ экз./м²), а в постоянных затененных водоемах – 2,5% (со средней плотностью $19,4 \pm 6,0$ экз./м²). В постоянных открытых водоемах установлено наибольшее видовое разнообразие, что подтверждается значениями индексов ($H' = 3,06$; $D_{Mg} = 2,57$ и $D_{Sm} = 0,16$).

Ключевые слова: биотоп, личинки, кровососущие комары, Culicidae, Беларусь, Витебская область, Березинский биосферный заповедник

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

Конфликт интересов отсутствует

Благодарность: автор благодарит А. В. Халина и С. В. Айбулатова (ЗИН РАН) за их ценные замечания и комментарии.

Для цитирования: Суло Д. С. Биотопы личинок кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) Березинского биосферного заповедника (Беларусь) // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 170–176.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-170-176>

© Суло Д. С., 2022



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

Original article

Larval biotopes of mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the Berezinsky Biosphere Reserve (Belarus)

Diana S. Suslo¹¹ SRPA "SPC of the NAS of Belarus for Bioresources", Minsk, Republic of Belarus¹ s_diana_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5436-2504>

Abstract

The purpose of the research is to study of larval biotopes of the family Culicidae Meigen, 1818 on the territory of the Berezinsky Biosphere Reserve.

Materials and methods. Mosquito larvae collected on the Berezinsky Biosphere Reserve in 2016–2020. A total of 7772 mosquito larvae were collected in the course of 1467 counts. Mosquito larvae were collected in four types of natural reservoirs: permanent open (I); permanent shaded (II); temporary open (III) and temporary shaded (IV). The larvae were collected by dip net. The specimens were identified using standard keys; in certain cases, the taxonomic collection of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences (St. Petersburg) was used.

Results and discussion. We found larvae of 22 mosquito species on the Berezinsky Biosphere Reserve. The genus *Aedes* Meigen, 1818 is the most abundant – 16 species (72,7%). The genus *Anopheles* Meigen, 1818 is represented by 2 species (9,2%), the genus *Culiseta* Felt, 1904 – 3 species (13,6%) and the genus *Culex* Linnaeus, 1758 – 1 species (4,5%). The largest number of species (18) is recorded in permanent and temporary open-type reservoirs, 17 – in temporary shaded reservoirs and the smallest number – 6 in permanent shaded reservoirs. Three species, *Aedes vexans* (Meigen, 1830), *Ae. cantans* (Meigen, 1818), and *Ae. sticticus* (Meigen, 1838) were found at all types of water bodies. The main larval breeding habitats are reservoirs of temporary origin with varying degrees of shading (88,0%). There are the highest abundance and mean average density of larvae. Thus, in temporary open water bodies, the abundance is 52,4% (with an average density of $197,0 \pm 45,7$ sp./m²), and in temporary shaded water bodies, the abundance is 35,5% (with an average density of $287,2 \pm 162,1$ sp./m²). For permanent reservoirs with varying degrees of shading, a low abundance and an average density of larvae are noted. Thus, in permanent open water bodies, the abundance is 9,6% (with an average density of $27,0 \pm 7,7$ sp./m²), and in permanent shaded water bodies, the abundance is 2,5% (with an average density of $19,4 \pm 6,0$ sp./m²). In permanent open water bodies, the greatest species diversity is noted, which is confirmed by the values of the indices ($H' = 3,06$; $D_{Mg} = 2,57$ and $D_{Sm} = 0,16$).

Keywords: biotopes, larvae, mosquitoes, Culicidae, Belarus, Vitebsk region, Berezinsky Biosphere Reserve

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

There is no conflict of interests

Acknowledgment: The author thanks A. V. Khalin and S. V. Aibulatov (ZIN RAS) for their valuable remarks and comments.

For citation: Suslo D. S. Larval biotopes of mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the Berezinsky Biosphere Reserve (Belarus). *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 170–176. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-170-176>

© Suslo D. S., 2022

Введение

Комары сем. Culicidae известны как активные кровососы человека и переносчики возбудителей ряда опасных паразитарных и инфекционных заболеваний. У кровососущих комаров отмечена трансовариальная и трансфазовая передача некоторых возбудителей, что способствует сохранению стойких очагов заболеваний. В связи с этим, сбор

личинок – это обязательное звено фаунистического исследования. Он дает полное представление о сроках развития, видовом составе, численности и предпочитаемых биотопах. На основе данных, полученных во время весенних учетов личинок, можно спрогнозировать особенности лёта имаго, что используется для организации трудовой деятельности человека и его отдыха.

Материалы и методы

Учеты численности личинок кровососущих комаров проводили в 2016–2020 гг. на территории Беларуси в Витебской области в окрестностях деревень Броды, Домжерицы, Кветча, Крайцы, Палик и Кадлубище. В ходе работы на протяжении всего сезона активности комаров (с апреля по ноябрь) обследовали естественные водоемы следующих типов: I – постоянный открытый, II – постоянный затененный, III – временный открытый и IV – временный затененный.

Отлов личинок осуществляли стандартным водным сачком (форма сачка закругленно-коническая, диаметр – 20 см, глубина – 35 см, длина ручки – 1 м, материал – марля в два слоя). Полупогруженным сачком проводили вдоль поверхности воды на протяжении 2–3 м, затем сачок быстро поворачивали на 180°, погружая на глубину 10–15 см и проводили обратно по линии первого отлова. После чего личинок помещали в белую кювету и отлавливали с помощью пипетки Пастера с широким носиком. Для последующей дифференциации до вида их помещали в пробирки с 70%-ным этиловым спиртом. Учеты проводили в дневные часы при благоприятной погоде (без дождя и сильного ветра). Определение кровососущих комаров осуществляли по определительным таблицам [1, 8].

При обработке и анализе результатов сборов использовали следующие показатели: ИД – индекс доминирования; ИО – индекс обилия; ИВ – индекс встречаемости [6]. Степень доминирования кровососущих комаров оценивали по шкале К. В. Скуфына. Численные доминанты – 8% и выше общей численности; субдоминанты – от 2 до 8%; малочисленные – от 0,5 до 2%; редкие – с единичной встречаемостью, меньше 0,5% [5]. При анализе видового разнообразия использовали индексы: Шеннона (H'), Маргалефа (D_{Mg}), Симпсона (D_{Sm}) и Бергера-Паркера (D_{B-P}) [7]. Показатель степени биотопической приуроченности рассчитывали согласно Песенко [2, 4].

Дендрограмму на основе значений индекса Жаккара (K_j) строили с использованием пакета программ PAST методом присоединения по средней связи («paired group»). Цифровой ма-

териал представлен как среднее $\pm$ стандартная ошибка ($M \pm SE$).

Результаты и обсуждение

Биотопы личинок кровососущих комаров на территории Березинского биосферного заповедника крайне разнообразны. Условно можно выделить постоянные (существующие год и более) и временные (существующие менее года) с различной степенью затененности – открытые и затененные водоемы. Численность и видовой состав личинок комаров в различных типах водоемов неодинаковы и зависят прежде всего от их местоположения, температуры, глубины, степени затененности, а также наличия источника питания [3].

За период исследований было обнаружено 22 вида комаров, принадлежащих к 4 родам (табл. 1). Наибольшее число видов относится к роду *Aedes*¹ – 72,7%, наименьшее – к роду *Culex* (4,5%); род *Culiseta* – 13,6%, род *Anopheles* – 9,2%. Во временных водоемах отмечен 21 вид, в постоянных – только 19. Общими для всех 4 типов водоемов являются 3 вида: *Aedes vexans*, *Ae. cantans* и *Ae. sticticus* ($K_j = 0,08$). Доминирующий комплекс видов представлен 9 видами: *Ae. cantans* (ИД 45,70), *Ae. annulipes* (Meigen, 1830) (ИД 16,28), *Ae. communis* (De Geer, 1776) (ИД 12,85); *Ae. cinereus* Meigen, 1818 (ИД 4,16), *Ae. punctor* (Kirby, 1837) (ИД 3,42), *Ae. cataphylla* (Dyar, 1916) (ИД 2,84), *Ae. sticticus* (ИД 2,82), *Ae. intrudens* (Dyar, 1919) (ИД 2,61), *Culex territans* Walker, 1856 (ИД 2,06). 6 видов были малочисленными: *Anopheles maculipennis* Meigen, 1818 (ИД 1,85), *Ae. mercurator* Dyar, 1920 (ИД 1,62), *Ae. leucomelas* (Meigen, 1804) (ИД 1,33), *Ae. vexans* (ИД 0,62), *Ae. flavescens* (Muller, 1764) (ИД 0,59), *An. messeae* Falleroni, 1926 (ИД 0,53). Редкие или локальные виды – *Ae. excrucians* (Walker, 1856) (ИД 0,33), *Ae. euedes* (Howard, Dyar & Knab, 1913) (ИД 0,18), *Ae. cyprius* (Ludlow, 1920) (ИД 0,09), *Ae. riparius* (Dyar & Knab, 1907) (ИД 0,06), *Culiseta alaskaensis* (Ludlow, 1906) (ИД 0,03), *Cs. ochroptera* (Peus, 1935) (ИД 0,01), *Cs. morsitans* (Theobald, 1901) (ИД 0,01).

В постоянных открытых водоемах было отмечено 18 видов (табл. 1), из которых массовые: *Ae. cantans* (ИД 28,59; ИО 0,61; ИВ 4,56); средняя плотность – $45,2 \pm 35,3$ экз./м²;

¹ Род *Aedes* рассматривается согласно: Wilkerson et al., 2015 [9].

An. maculipennis (ИД 17,45; ИО 0,37; ИВ 11,11); средняя плотность – $10,2 \pm 2,4$ экз./м²; *Cx. territans* (ИД 15,84; ИО 0,34; ИВ 5,41); средняя плотность – $9,3 \pm 3,3$ экз./м²; *Ae. punctor* (ИД

12,35; ИО 0,26; ИВ 5,13); средняя плотность – $17,0 \pm 7,5$ экз./м². На долю остальных 14 видов приходилось 25,8%.

Таблица 1 [Table 1]

**Видовой состав личинок сем. Culicidae и их соотношение в водоемах различных типов
Березинского биосферного заповедника (2016–2020 гг.)**

**[Species composition of the larvae of the family Culicidae and their ratio in water bodies
of different types of the Berezinsky Biosphere Reserve (2016–2020)]**

Вид [Specie]	Типы водоемов							
	I		II		III		IV	
	число	%	число	%	число	%	число	%
<i>Anopheles (Anopheles) maculipennis</i>	130	17,45	–	–	2	0,05	12	0,44
<i>An. (Ano.) messeae</i>	36	4,83	–	–	–	–	5	0,18
<i>Aedes (Aedes) cinereus</i>	50	6,71	–	–	76	1,87	197	7,14
<i>Ae. (Aedimorphus) vexans</i>	14	1,88	4	2,03	23	0,56	7	0,25
<i>Ae. (Ochlerotatus) annulipes</i>	8	1,07	–	–	971	23,85	286	10,37
<i>Ae. (Och.) cantans</i>	213	28,59	5	2,54	2044	50,20	1290	46,77
<i>Ae. (Och.) cataphylla</i>	6	0,81	–	–	132	3,24	83	3,01
<i>Ae. (Och.) communis</i>	8	1,07	–	–	323	7,93	668	24,22
<i>Ae. (Och.) cyprinus</i>	3	0,40	–	–	3	0,07	1	0,04
<i>Ae. (Och.) euedes</i>	2	0,27	1	0,51	11	0,27	–	–
<i>Ae. (Och.) excrucians</i>	6	0,81	–	–	19	0,47	1	0,04
<i>Ae. (Och.) flavescens</i>	–	–	10	5,08	36	0,88	–	–
<i>Ae. (Och.) intrudens</i>	28	3,76	–	–	167	4,10	8	0,29
<i>Ae. (Och.) leucomelas</i>	22	2,95	–	–	8	0,20	73	2,65
<i>Ae. (Och.) mercurator</i>	6	0,81	–	–	66	1,62	54	1,96
<i>Ae. (Och.) punctor</i>	92	12,35	–	–	166	4,08	8	0,29
<i>Ae. (Och.) riparius</i>	–	–	–	–	5	0,12	–	–
<i>Ae. (Och.) sticticus</i>	2	0,27	176	89,34	19	0,47	22	0,80
<i>Culex (Neoculex) territans</i>	118	15,84	1	0,51	–	–	41	1,49
<i>Culiseta (Culicella) morsitans</i>	–	–	–	–	1	0,02	–	–
<i>Cs. (Cuc.) ochroptera</i>	1	0,13	–	–	–	–	–	–
<i>Cs. (Culiseta) alaskaensis</i>	–	–	–	–	–	–	2	0,07
Всего (экз./%)	745	100	197	100	4072	100	2758	100
Число видов:	18		6		18		17	
Индекс Маргалефа (D_{Mg})	2,57		0,95		2,04		2,02	
Индекс Шенонна (H')	3,06		0,69		2,27		2,30	
Индекс Симпсона (D_{Sm})	0,16		0,80		0,32		0,29	
Индекс Бергера-Паркера (D_{B-P})	0,29		0,89		0,50		0,47	

Во временных открытых водоемах было отмечено 18 видов, из них широко распространены *Ae. cantans* (ИД 50,20; ИО 14,50; ИВ 32,62); средняя плотность – $170,3 \pm 57,4$ экз./м² и *Ae. annulipes* (ИД 23,85; ИО 6,89; ИВ 33,33); средняя плотность – $81,2 \pm 24,4$ экз./м². На долю остальных 16 видов приходилось 26,0%.

Во временных затененных водоемах было выявлено 17 видов, из них широко распространены *Ae. cantans* (ИД 46,77; ИО 17,20; ИВ 21,33); средняя плотность – $140,7$ экз./м²; *Ae. communis* (ИД 24,22; ИО 8,91; ИВ 16,00); средняя плотность – $185,6 \pm 127,0$ экз./м²; *Ae. annulipes* (ИД 10,37; ИО 3,81; ИВ 22,67);

средняя плотность – $59,4 \pm 24,3$ экз./м². Доля остальных 14 видов составила 18,6%.

В постоянных затененных водоемах было отмечено 6 видов, из них широко распространен *Ae. sticticus* (ИД 89,34; ИО 8,38; ИВ 14,29); средняя плотность – $25,0 \pm 9,8$ экз./м². Доля остальных видов составила 10,7%.

В постоянных открытых водоемах отмечено наибольшее видовое разнообразие за счет большого числа малочисленных, редких или локальных видов и отсутствия какого-либо сверх доминирующего вида, что подтверждается значениями индексов Шенонна, Маргаллефа и Симпсона ($H' = 3,06$; $D_{Mg} = 2,57$ и $D_{Sm} = 0,16$). Высокие показатели индексов доминирования ($D_{Sm} = 0,80$ и $D_{B-P} = 0,89$) в постоянных затененных водоемах указывают на наличие сверх доминирующего вида (*Ae. sticticus*) и невысокой выровненности по обилию (см. табл. 1).

Следует отметить, что в постоянных водоемах численность доминантных видов выше (12,35–89,34%), чем во временных (10,37–50,20%), но средняя плотность личинок во временных водоемах в 3 раза превосходила таковую в постоянных.

Основное значение в продуцировании личинок сем. Culicidae принадлежит временным водоемам с различной степенью затененности, где был обнаружен 21 вид. Здесь же отмечали самую высокую относительную численность и среднюю плотность личинок. Так, во временных открытых водоемах относительная численность составила 52,4% (со средней плотностью $197,0 \pm 45,7$ экз./м²), а во временных затененных водоемах – 35,5% (со средней плотностью $287,2 \pm 162,1$ экз./м²). В постоянных водоемах отмечено 19 видов с низкой относительной численностью и средней плотностью личинок. Так, в постоянных открытых водоемах относительная численность составила 9,6% (со средней плотностью $27,0 \pm 7,7$ экз./м²), а в постоянных затененных водоемах – 2,5% (со средней плотностью $19,4 \pm 6,0$ экз./м²).

На основании полученных данных был проведен сравнительный анализ видового состава личинок кровососущих комаров в различных типах водоемов. Наибольшее сходство было выявлено между личинками постоянных открытых и временных затененных водоемов ($K_j = 0,84$). Это, по-видимому, связано с присутствием во временных водоемах большого числа полициклических видов

из родов *Anopheles*, *Culex* и *Aedes*, что определяет высокую общность с постоянными водоемами. Наименьшее сходство было отмечено между затененными постоянными и временными водоемами ($K_j = 0,21$) (рис.).

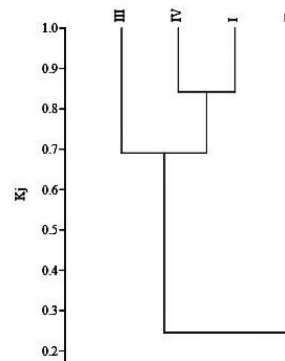


Рис. Дендрограмма сходства различных типов водоемов по видовому составу кровососущих комаров (индекс Жаккара) на территории Березинского биосферного заповедника

[Fig. Dendrogram of species similarity of mosquitoes in different types of water bodies on the territory of the Berezinsky Biosphere Reserve (Jaccard index)]

С использованием показателя биотопической приуроченности дана оценка степени привязанности вида к тому или иному типу биотопа. Установлено, что для большинства видов характерна встречаемость в нескольких типах биотопов, однако степень их биотопической приуроченности к ним неодинакова и зависит от доли конкретного вида в сборах по отношению к общему числу. Явное предпочтение (F_{ij} от +0,70 до +1) одному из четырех типов биотопов отмечено для следующих видов кровососущих комаров: *Anopheles maculipennis*, *An. messeae*, *Aedes cypricus*, *Culex territans* и *Culiseta ochroptera*, приуроченных к естественным постоянным открытым водоемам; *Ae. sticticus* тяготеет к постоянным затененным водоемам; *Ae. annulipes*, *Ae. riparius* и *Culiseta morsitans* – к временным открытым водоемам; *Ae. communis*, *Ae. mercurator* и *Culiseta alaskaensis* – к временным затененным. В тоже время, значительное число видов демонстрирует достаточно высокий уровень экологической пластичности, проявляя приуроченность к нескольким типам биотопов (F_{ij} от -1 до +0,69). Так, *Ae. cinereus* и *Ae. leucomelas* тяготеют к постоянным открытым и временным затененным водоемам; *Ae. cantans* и

Ae. cataphylla отдают предпочтение временным открытым и затененным водоемам; *Ae. excrucians*, *Ae. intrudens* и *Ae. punctor* выбирают открытые постоянные и временные водо-

емы; *Ae. flavescens* – временные и постоянные водоемы с различной степенью затененности. Виды *Ae. vexans* и *Ae. euedes* предпочитают несколько типов водоемов (табл. 2).

Таблица 2 [Table 2]

Значения показателя степени биотопической приуроченности (F_{ij}) кровососущих комаров в водоемах Березинского биосферного заповедника
[Index values of the degree of biotopic confinement (F_{ij}) of mosquitoes in the water bodies of the Berezinsky Biosphere Reserve]

Вид [Specie]	Типы водоемов			
	I	II	III	IV
<i>A. (Anopheles) maculipennis</i>	0,98	-1	-0,97	-0,72
<i>An. (Ano.) messeae</i>	0,97	-1	-1	-0,60
<i>Aedes (Aedes) cinereus</i>	0,27	-1	-0,56	0,48
<i>Ae. (Aedimorphus) vexans</i>	0,59	0,56	-0,09	0,53
<i>Ae. (Ochlerotatus) annulipes</i>	-0,89	-1	0,50	-0,31
<i>Ae. (Och.) cantans</i>	-0,25	-0,90	0,10	0,02
<i>Ae. (Och.) cataphylla</i>	-0,58	-1	0,15	0,04
<i>Ae. (Och.) communis</i>	-0,86	-1	-0,39	0,57
<i>Ae. (Och.) cyprius</i>	0,75	-1	-0,19	-0,53
<i>Ae. (Och.) euedes</i>	0,22	0,49	0,54	-1
<i>Ae. (Och.) excrucians</i>	0,48	-1	0,42	-0,86
<i>Ae. (Och.) flavescens</i>	-1	0,83	0,53	-1
<i>Ae. (Och.) intrudens</i>	0,20	-1	0,62	-0,86
<i>Ae. (Och.) leucomelas</i>	0,44	-1	-0,86	0,63
<i>Ae. (Och.) mercurator</i>	-0,36	-1	-0,0002	0,15
<i>Ae. (Och.) punctor</i>	0,67	-1	0,20	-0,89
<i>Ae. (Och.) riparius</i>	-1	-1	1	-1
<i>Ae. (Och.) sticticus</i>	-0,84	0,99	-0,84	-0,66
<i>Culex (Neoculex) territans</i>	0,93	-0,61	-1	-0,23
<i>Culiseta (Culicella) morsitans</i>	-1	-1	1	-1
<i>Cs. (Cus.) ochroptera</i>	1	-1	-1	-1
<i>Cs. (Culiseta) alaskaensis</i>	-1	-1	-1	1
Число видов	18	6	18	17
Число видов, где $F_{ij} > 0$	12	4	10	7

Заключение

Во временных водоемах с различной степенью затененности отмечен 21 вид кровососущих комаров, в постоянных – 19. Три вида: *Aedes vexans*, *Ae. cantans* и *Ae. sticticus* встречаются во всех типах водоемов. Доминирующими видами в постоянных водоемах являются *Ae. cantans*, *Ae. sticticus*, *Anopheles maculipennis*, *Culex territans* и *Ae. punctor*, в то время как во временных – *Ae. cantans*, *Ae. annulipes* и *Ae. communis*. Средняя плотность личинок во временных водоемах в 3 раза выше, чем в постоянных. Оценка степени биотопической приуроченности вида к тому или иному типу

биотопа показала, что для большинства видов характерна встречаемость в нескольких типах биотопов.

Список источников

1. Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Фауна СССР, Насекомые двукрылые. Комары. Семейство Culicidae. Т. 3, Вып. 4. Л.: Наука, 1970. 387 с.
2. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
3. Петручук О. Е., Митрофанов А. М., Тимофеева Л. В. Места выплода кровососущих комаров и

- сроки проведения деларвационных обработок в окрестностях г. Мирного Якутской АССР // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1972. Т. 41, № 4. С. 451–458.
4. Наглов В. А., Загороднюк И. В. Статистический анализ приуроченности видов и структуры сообществ // Теріофауна сходу України. Праці Теріологічної Школи. 2006, Вип. 7. С. 291–300.
 5. Скуф'їн К. В. К экологии слепней Воронежской области // Зоологический журнал. 1949. Т. 28, № 2. С. 145–156.
 6. Тагильцев А. А., Тарасевич Л. Н., Богданов И. И., Якименко В. В. Изучение членистоногих убежищного комплекса в природных очагах трансмиссивных вирусных инфекций: Руководство по работе в полевых и лабораторных условиях. Томск: изд-во ТУ, 1990. 106 с.
 7. Татаринов А. Г., Долгин М. М. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на Европейском Северо-Востоке России. СПб.: Наука, 2001. 244 с.
 8. Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C., Kaiser A. Mosquitoes and their control. Second Edition. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. 2010; 608. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-92874-4>
 9. Wilkerson R. C., Linton Y.-M., Fonseca D. M., Schultz T. R., Price D. C., Strickman D. A. Making mosquito taxonomy Useful: A stable classification of tribe Aedini that balances utility with current knowledge of evolutionary relationships. PLoS One. 2015; 10 (7): 1–26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133602>

Статья поступила в редакцию 06.07.2021; принята к публикации 15.03.2022

Об авторе:

Диана Сергеевна Сусло, ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» (220072, г. Минск, ул. Академическая, 27), Минск, Республика Беларусь, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-5436-2504, s_diana_s@mail.ru

Автор прочитала и одобрила окончательный вариант рукописи.

References

1. Gutsevich A. V., Monchadskiy A. S., Shtakel'berg A. A. Fauna of the USSR, Diptera insects. Mosquitoes. Family Culicidae. 1970. 3 (4). Leningrad, Nauka, 1970; 387. (In Russ.)
2. Pesenko Yu. A. Principles and methods of quantitative analysis in faunistic research. Moscow, Nauka, 1982; 287. (In Russ.)
3. Petruchuk O. E., Mitrofanov A. M., Timofeeva L. V. Breeding sites of mosquitoes and the timing of delarvation treatments in the city of Mirniy, Yakutsk ASSR. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. 1972; 41 (4): 451–458. (In Russ.)
4. Naglov V. A., Zagorodnyuk I. V. Statistical analysis of species confinement and community structure. *Teriofauna skhodu Ukraini. Pratsi Teriologichnoi Shkoli = Theriofauna of eastern Ukraine. Proceedings of the Theriological School*. 2006; 7: 291–300. (In Russ.)
5. Skuf'in K.V. To the ecology of horseflies in the Voronezh region. *Zoologicheskii zhurnal = Journal of Zoology*. 1949; 28 (2): 145–156. (In Russ.)
6. Tagil'tsev A. A., Tarasevich L. N., Bogdanov I. I., Yakimenko V. V. Study of arthropods of the refuge complex in natural foci of transmissible viral infections: Field and laboratory guidance. Tomsk, Publishing House of the Tomsk University. 1990; 106. (In Russ.)
7. Tatarinov A. G., Dolgin M. M. Species diversity of butterflies in the European North-East of Russia. St. Petersburg, Nauka, 2001; 244. (In Russ.)
8. Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C., Kaiser A. Mosquitoes and their control. Second Edition. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. 2010; 608. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-92874-4>
9. Wilkerson R. C., Linton Y.-M., Fonseca D. M., Schultz T. R., Price D. C., Strickman D. A. Making mosquito taxonomy Useful: A stable classification of tribe Aedini that balances utility with current knowledge of evolutionary relationships. *PLoS One*. 2015; 10 (7): 1–26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133602>

The article was submitted 06.07.2021; accepted for printing 15.03.2022

About the author:

Suslo Diana S., Scientific Research Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources (27, Akademicheskaya st., Minsk, 220072), Minsk, Republic of Belarus, Researcher, ORCID ID: 0000-0002-5436-2504, s_diana_s@mail.ru

The author has read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 616.995.122+616.34-008.87-06

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-177-184>

Особенности сочетанного течения описторхоза и лямблиоза

Татьяна Евгеньевна Помыткина¹, Оксана Ивановна Бибик²,
Ольга Ивановна Пивовар³

^{1, 2, 3} Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово, Россия

¹ docentpom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2086-483X>

² ok.bibik@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0915-3973>

³ kristi_sib@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8552-6102>

Аннотация

Цель исследований – выявить и определить клинико-лабораторные особенности сочетанной глистно-протозойной инвазии – описторхоза с лямблиозом.

Материалы и методы. Описана клиническая картина и лабораторные отклонения у 50 пациентов с инвазией *Opisthorchis felineus*, из которых у 25 выявлен лямблиоз. Терапия включала три последовательных этапа: подготовительный, антипротозойное и антигельминтное лечение, и реабилитационный. Подготовительный этап был направлен на улучшение функции желчевыводящих путей, уменьшение явлений интоксикации, купирования острых аллергических реакций. Пациенты принимали желчегонные препараты, спазмолитики, антибактериальные, антигистаминные препараты, ферменты, адсорбенты в течение 2–4 недель. В конце подготовительного этапа пациентам второй группы был назначен албендазол из расчета 800 мг в сутки в два приема по 400 мг per os во время приема пищи в течение 5 сут. Во второй этап лечения больным с описторхозом была применена стандартная схема лечения празиквантелом в дозе 75 мг/кг массы тела per os в течение одного дня в три приема. Реабилитационный этап продолжался в течение четырех месяцев. Следующим этапом была оценка эрадикации лямблий при контрольной копропротозооскопии и/или билипротозооскопии на наличие цист и/или вегетативных форм *Lamblia intestinalis* через 7 сут, 1 и 6 мес. после лечения албендазолом. Контрольную копроовоскопию и/или билиовоскопию на наличие яиц *O. felineus* проводили через 6 месяцев после антигельминтного лечения празиквантелом.

Результаты и обсуждение. Изучено влияние *L. intestinalis* на характер и выраженность клинических и лабораторных симптомов описторхоза. Выявлено, что клинические симптомы (абдоминальная боль, тошнота, субфебрилитет, дерматоз) и лабораторные синдромы (цитолита и холестаза) более выражены при сочетанной глистно-протозойной инвазии. Лямблиоз труднее поддается терапии при сочетанном течении с описторхозом.

Ключевые слова: описторхоз, лямблиоз, инвазия, кошачья двуустка, сочетанная патология

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Помыткина Т. Е., Бибик О. И., Пивовар О. И. Особенности сочетанного течения описторхоза и лямблиоза // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 177–184.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-177-184>

© Помыткина Т. Е., Бибик О. И., Пивовар О. И., 2022



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

Original article

Features of the combined course of opisthorchosis and lambliosis

Tatiana E. Pomytkina¹, Oksana I. Bibik², Olga I. Pivovar³

^{1,2,3} Kemerovo State Medical University of the Russian Ministry of Health, Kemerovo, Russia

¹ docentpom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2086-483X>

² ok.bibik@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0915-3973>

³ kristi_sib@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8552-6102>

Abstract

The purpose of the research is identifying and determining clinical and laboratory features of coinfection caused by *Opisthorchis felinus* and *Lamblia intestinalis*.

Materials and methods. We described a clinical picture and laboratory abnormalities in 50 patients with *O. felinus* infection. Of these cases, 25 people were diagnosed with lambliosis. The therapy included three consecutive stages: preparatory stage, antiprotozoal and anthelmintic treatments, and rehabilitation stage. The preparatory stage was aimed to improve the biliary tract function, to reduce intoxication symptoms, and to stop acute allergic reactions. The patients received cholagogues, antispasmodics, antibacterial drugs, antihistamines, enzymes, and adsorbents for 2–4 weeks. At the end of the preparatory stage, the patients from the second group were prescribed albendazole of 800 mg per day in two doses of 400 mg per os during meals for 5 days. In the second treatment stage, the patients with opisthorchosis received praziquantel at a dose of 75 mg/kg of body weight per os for one day in three doses. The rehabilitation phase lasted for four months. The next step was to assess lamblia eradication results by the control coproprotozooscopy and/or biliprotozooscopy for cysts and/or vegetative forms of *L. intestinalis* at 7 days, 1 month and 6 months after treatment with albendazole. The control coproovoscopy for *O. felinus* eggs was performed at 6 months after praziquantel treatment.

Results and discussion. We studied the influence of *L. intestinalis* on the nature and severity of clinical and laboratory symptoms of opisthorchosis. It was revealed that clinical symptoms (abdominal pain, nausea, low-grade fever or dermatosis) and laboratory syndromes (cytolysis and cholestasis) were more pronounced in case of concomitant helminth and protozoan infections. Lambliosis is more difficult to treat when combined with opisthorchosis.

Keywords: opisthorchosis, lambliosis, cat liver fluke, coinfection

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

There is no conflict of interests

For citation: Pomytkina T. E., Bibik O. I., Pivovar O. I. Features of the combined course of opisthorchosis and lambliosis. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 177–184. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-177-184>

© Pomytkina T. E., Bibik O. I., Pivovar O. I., 2022

Введение

Паразитозы с поражением гепатобилиарной системы являются одной из наиболее значимых проблем здравоохранения и недооцениваемых групп болезней [1, 2, 11, 12, 17]. Они часто имеют скрытое течение и трудно диагностируемы, особенно, если в организме одновременно сочетаются возбудители паразитозов из разных систематических групп.

Высокий риск заражения паразитами, поражающими гепатобилиарную систему, обу-

словлен их высокой плодовитостью и чрезвычайно широкой распространённостью среди людей. Человек в жизненном цикле паразита может являться важным источником – поставщиком инвазионного материала во внешнюю среду.

В медицинской литературе вопросу о сочетаемости паразитозов уделяется мало внимания. Но по данным имеющихся публикаций, гельминтозы успешно сочетаются как между собой, так и с вирусными и бактериальными

инфекциями, протозоозами, а также с микозами [3, 6]. Наиболее часто сочетаются паразитозы, которые имеют общий механизм передачи.

Одной из важных проблем здравоохранения является лямблиоз, распространенность которого в Российской Федерации на 2018 г. составила 41300 человек, а в 2019 г. – 37 500 человек. В 2020 г. показатель заболеваемости лямблиозом в стране – 13,06 на 100 тыс. населения [9].

В Кемеровской области – Кузбассе, также как и в стране, отмечается высокий уровень заболеваемости лямблиозом и в 2020 г. показатель заболеваемости соответствовал 58,82 на 100 тыс. населения (рис. 1) [10]. Высокий уровень заболеваемости зарегистрирован в гг. Кемерово, Осинники, Таштагол, Тайга, Юрга, а также в некоторых районах и составляет 58,2–332,8 на 100 тыс. населения, что в 1,2–6,3 раза выше, чем средний показатель по Кемеровской области – Кузбассу. Структура больных лямблиозом по сравнению с 2019 г. не изменилась, около 50% составляют дети до 14 лет.

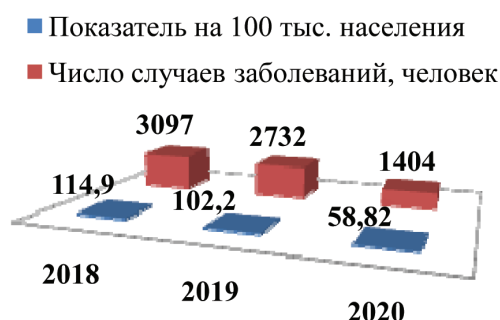


Рис. 1. Число случаев заболеваний и показатель заболеваемости лямблиозом на 100 тыс. населения по Кемеровской области – Кузбассу

[Fig. 1. The number of cases and the incidence rate of giardiasis per 100 thousand population in the Kemerovo region – Kuzbass]

Еще одним актуальным заболеванием является описторхоз, показатель заболеваемости которым в 2020 г. в 13 субъектах страны варьировал от 0,04 до 112,15 на 100 тыс. населения [9]. В последние годы по данным Роспотребнадзора существует стойкий рост заболеваемости описторхозом в Сибирском регионе. Намечился некоторый рост показателей заболеваемости среди городских жителей, кото-

рые составляют 76,3%, а у сельского населения – 23,7%, что свидетельствует об урбанизации заболевания и делает его еще актуальнее для жителей городов [14]. По данным отчетной формы № 2 Федерального статистического наблюдения «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» в Кемеровской области – Кузбассе в 2020 г. выявлено 1086 больных описторхозом; показатель заболеваемости составил 40,86 на 100 тыс. населения (рис. 2) [10]. Вот уже несколько лет стабильно на территории 12 муниципальных образований уровень заболеваемости описторхозом превышает среднеобластной показатель, а в 2020 г. – в 1,2–8,1 раза. На указанные территории приходится более 60% от всех зарегистрированных случаев описторхоза. Наиболее высокие показатели заболеваемости описторхозом регистрируют среди населения районов, расположенных вдоль рек на севере Кемеровской области – Кузбасса, расположенных ближе к Обь-Иртышскому бассейну [8].

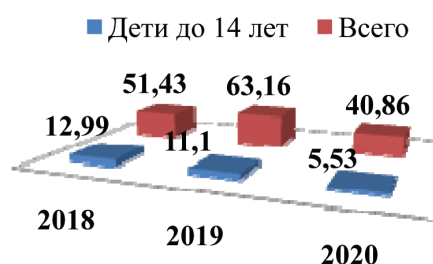


Рис. 2. Заболеваемость описторхозом населения Кемеровской области – Кузбасса в 2018–2020 гг. на 100 тыс. населения

[Fig. 2. The incidence of opisthorchosis in the population of the Kemerovo region – Kuzbass in 2018–2020 per 100 thousand population]

Лямблиоз является наиболее массовым из числа учитываемых официальной статистикой в России протозойных инфекций и очень часто сочетается с гельминтозами. Он изучен достаточно хорошо и не вызывает сомнений патогенное воздействие данного возбудителя на течение уже имеющихся хронических заболеваний, таких как гастрит, язва желудка [12]. Однако, паразитарная патология билиарного тракта чаще бывает сочетанной и может встречаться микст-инвазия [3].

Сочетание лямблиоза и описторхоза [5] – достаточно актуальная проблема для Ке-

меровской области, которая эндемична по этим паразитозам. Наличие «паразитарных ассоциаций» предполагает, что один паразит, подавляя гуморальный ответ, оказывает «взаимопомощь» проникновению других возбудителей и стимулирует совместное их «проживание» в одном хозяине с соответствующей ответной клинической реакцией [15].

Установлено, что при длительном паразитировании в организме лямблии вызывают специфические и неспецифические изменения воспалительного и дегенеративного характера. Доказано влияние присутствия гельминтов на иммунную систему человека [18], что создает условия для возникновения микст-инфекций [19, 20]. Именно поэтому, большой интерес представляет изучение паразитоценозов, в частности, сочетанной инвазии, вызванной *O. felineus* и *L. intestinalis*.

Цель исследований – выявить и определить клинико-лабораторные особенности сочетанной глистно-протозойной инвазии – описторхоза с лямблиозом у больных в гастроэнтерологическом отделении одного из медицинских учреждений Министерства Здравоохранения Кузбасса и в кабинете инфекционных заболеваний городской клинической поликлиники.

Материалы и методы

В исследовании приняло участие 50 пациентов (28 мужчин и 22 женщины, средний возраст больных составил $39,4 \pm 3,5$ года) с выявленным описторхозом, у которых присутствие *O. felineus* в 100% случаев было подтверждено копроовоскопически и/или билиовоскопически. Антитела класса IgG к антигенам *O. felineus* в крови выявлены в 76% случаев. Наличие у пациентов лямблиоза подтверждали методами дуоденального зондирования и/или копроовоскопического исследования кала, являющегося «золотым стандартом» диагностики лямблиоза. Иммуноглобулины класса IgG к антигенам *L. intestinalis* в крови выявлены в 24% случаев.

Пациентов разделили на две равные группы по 25 человек: в группу 1 включены пациенты с описторхозом без сочетанной патологии, в группу 2 – пациенты, которые имели глистно-протозойную инвазию *O. felineus* и *L. intestinalis*. Изначально оценивали общий клинический анализ крови, уровни трансаминаз

и билирубина с использованием биохимического анализа крови на аппарате MIURA 200. Проявление таких клинических симптомов, как боли в животе оценивали по визуально-аналоговой шкале ВАШ.

Терапия включала три последовательных этапа: подготовительный, антипротозойное и антигельминтное лечение, и реабилитационный. Подготовительный этап был направлен на улучшение функции желчевыводящих путей, уменьшение явлений интоксикации, купирования острых аллергических реакций. Пациенты принимали желчегонные препараты, спазмолитики, антибактериальные, антигистаминные препараты, ферменты, адсорбенты в течение 2–4 недель. В конце подготовительного этапа пациентам второй группы был назначен албендазол из расчета 800 мг в сутки в два приема по 400 мг per os во время приема пищи в течение 5 сут [13].

Во второй этап лечения больным с описторхозом была применена стандартная схема лечения празиквантелом в дозе 75 мг/кг массы тела per os в течение одного дня в три приема [4].

Реабилитационный этап продолжался в течение четырех месяцев.

Следующим этапом была оценка эрадикации лямблий при контрольной копропротозооскопии и/или билипротозооскопии на наличие цист и/или вегетативных стадий *L. intestinalis* через 7 сут, 1 и 6 мес. после лечения албендазолом. Контрольную копроовоскопию и/или билиовоскопию на наличие яиц *O. felineus* проводили через 6 мес. после антигельминтного лечения празиквантелом.

Результаты и обсуждение

Паразиты пагубно действуют на все системы организма, нарушая его гомеостаз. Поэтому общепринятая позиция в терапии паразитозов заключается в стремлении освободить организм больного от паразита в короткий срок путём применения эффективных антипаразитарных средств.

Лечение сочетанных паразитарных болезней – сложная задача, решение которой связано с поиском менее токсичных средств и грамотно продуманных методов лечения. По результатам наших исследований сравнение клинических признаков по частоте встречаемости в группах показало преобладание в

группе 2 по боли в правом подреберье и/или в эпигастрии, периодическому подъему температуры до субфебрильных цифр, кожному зуду и дерматозу. Аллергический синдром был более выражен и клинически проявлялся пятнисто-папулезной, мелкоточечной сыпью у 18 (72%) и кожным зудом у 16 пациентов (64%) второй группы против соответственно 12 (48%) и 7 (28%) пациентов первой группы. Желудок и кишечник, как органы на путях миграции, вовлекались в патологический процесс чаще у пациентов второй группы в сравнении с первой (соответственно у 17 (68%) пациентов и 12 (48%) пациентов). Было выявлено, что во 2-й группе у 20 человек (80%) интенсивность болевого синдрома оценивалась на 4–5 балла, тогда как в 1-й группе у 25 человек (100%) – на 2–3 балла. Субъективное описание выраженности тошноты было также выше во второй группе у 100%.

Лабораторные показатели такие, как гипербилирубинемия до двух норм, гиперэозинофилия, повышение активности АЛТ до 1,5–2 норм, увеличение IgE регистрировали достоверно чаще у пациентов второй группы в сравнении с первой (соответственно 23 человека (92%) и 17 человек (68%)).

При оценке эрадикации лямблий в наших исследованиях выявлено отсутствие эффективности антипаразитарной терапии при рекомендованной длительности в течение 5 сут у 12 (48%) пациентов второй группы. Хотя, по данным некоторых литературных источников, албендазол хорошо зарекомендовал себя как антилямблиозный препарат [17].

Антигельминтное лечение описторхоза в наших исследованиях было успешным в обеих группах с паразитологическим ответом в 100% случаев. Имеется мнение о том, что включение албендазола наряду с празиквантелом в комбинированную терапию любых форм описторхозной инвазии, сочетающейся с инвазией *L. intestinalis*, приводит к стойкой клинической и паразитологической ремиссии как лямблиоза, так и описторхоза [16].

Доступные источники литературы по тематике сочетанных паразитозов подтверждают, что лямблиоз широко распространен и регистрируется круглый год в сочетании с разными гельминтозами: лямблиоз + энтеробиоз (22%); лямблиоз + токсокароз (11%); лямбли-

оз + аскаридоз (7%); лямблиоз + описторхоз (3,5%); лямблиоз + трихинеллез (3,5%); лямблиоз + энтеробиоз + аскаридоз (9%); лямблиоз + токсокароз + аскаридоз (5%) [7, 15]. Присутствие лямблиозной инвазии у больных с гельминтозами исследователи рассматривают как индикатор на прогрессирование хронической глистной инвазии [16].

Вопрос совершенствования терапии паразитозов остаётся актуальным и направлен на поиск эффективных схем с применением новых модификаций препаратов. А перспективы предложенного нами алгоритма поэтапного лечения лямблиоза албендазолом в сочетании с описторхозом требуют дальнейшего наблюдения и изучения.

Заключение

Сочетанная глистно-протозойная инвазия – описторхоз и лямблиоз влияет на клиническое течение и эффективность антипротозойной терапии. Присутствие лямблиозной инвазии у больных с описторхозом оказывает влияние на характер и выраженность основных клинических и лабораторных симптомов. При сочетанной инвазии присутствие лямблиоза на эффективность антигельминтной терапии описторхоза воздействия не оказывает.

Список источников

1. Бирик О. И. Описторхоз – актуальная проблема здравоохранения (обзор и анализ проблемы) // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 4. С. 38–49. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-4-38-49>
2. Бирик О. И., Кирсанова Д. В., Барсукова В. И. Гельминтозы встречаются гораздо чаще чем принято об этом думать // «Организм и среда жизни»: материалы 2 межрегиональной научно-практической конференции, посвящённой 205 со дня рождения К. Ф. Рулье. Кемерово, 2019. С. 9–17.
3. Бирик О. И., Помяткина Т. Е., Пивовар О. И. Изучение особенностей сочетанного течения описторхоза и хеликобактериоза // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 15. № 1. С. 79–84. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-79-84>
4. Инструкция по применению к препарату «Бильтрицид». Доступно по: https://www.vidal.ru/drugs/biltricid__118. Ссылка активна на 7 июля 2021.

5. *Кривошеев А. Б., Хван Л. А.* Хронический описторхоз и билиарная дисфункция // Гастроэнтерология. 2017. Спецвыпуск № 4. С. 28-30. https://cloud.mail.ru/public/AsJt/D8nCTHyGG/elibrary_29364101_35548379.pdf.
6. *Кучера Т. В.* Гельминтозы у детей – возможные варианты симбиоза // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2010. № 1. С. 76-79.
7. *Миропольская Н. Ю., Иванова И. Б., Молочный В. П., Троценко О. Е.* Этиология и распространенность гельминтозов у детей Хабаровского края // Дальневосточный международный журнал. 2014. № 4. С. 26-30.
8. *Начева Л. В., Бибик О. И., Старченкова Т. Е., Додонов М. В.* Гельминтозы населения Кузбасса // Медицина в Кузбассе. Кемерово, 2007. № 1. С. 22-29.
9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. С. 179-182. https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18266
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кемеровской области – Кузбассе в 2020 году: Государственный доклад. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области – Кузбассу, 2021. С. 220-225. <http://42.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/a39/a39adb0e269a4432441da7361b5650ff.pdf>
11. *Райн В. Ю., Персидский М. А., Малахова Е. В., Кашибулин З. А., Ионин В. П.* Описторхоз и пренеопластические изменения протокового эпителия поджелудочной железы // Университетская медицина Урала. 2021. Т. 7. № 1(24). С. 36.
12. *Соколова Т. С., Федорова О. С., Салтыкова И. В., Петров В. А., Федотова М. М., Ковширина Ю. В., Деев И. А., Огородова Л. М.* Взаимодействие гельминтов и микробиоты кишечника: значение в развитии и профилактике хронических неинфекционных заболеваний // Бюллетень сибирской медицины. 2019. № 3. С. 214-225. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-214-225>.
13. *Солодовник А. Г., Ласточкина Л. А., Помяткина Т. Е., Полтавцева О. В., Мозес К. Б.* Диагностика, лечение и реабилитация заболеваний внутренних органов в амбулаторной практике: методические рекомендации для врачей. Кемерово, 2017. 128 с.
14. *Старостина О. Ю., Панюшника И. И., Емцова Т. Б., Тишкова Е. Л.* Распространение эндемичных гельминтозов и протозоозов на юге Западной Сибири (Омская область) // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2010. № 1 (50). С. 33-38.
15. *Тарасова Л. А., Денисова Т. Н., Кабанова Н. П.* Заболеваемость паразитарными инвазиями детского населения Самарской области // Детские инфекции. 2012. № 2. С. 61-64.
16. *Удилов В. С., Борзунов В. М., Солдатов Д. А.* Суперинвазия *Opisthorchis felinus* ассоциированная с лямблиозом // Уральский медицинский журнал. 2013. № 6 (111). С. 76-80.
17. *Шкарин В. В., Благоданова А. С., Чубукова О. А.* Особенности эпидемиологии гельминтозов как сочетанной патологии. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2017. № 3. С. 123-130.
18. *Maizels R. M.* Infections and allergy – helminths, hygiene and host immune regulation. Current Opinion in Immunology. 2005; 17 (6): 656-661. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2005.09.001>.
19. *Maslowski K. M., Mackay C. R.* Diet, gut microbiota and immune responses. Nature Immunology. 2011; 12 (1): 5-9. <https://doi.org/10.1038/ni0111-5>.
20. *Zeissig S., Blumberg R. S.* Commensal microbial regulation of natural killer T cells at the frontiers of the mucosal immune system. FEBS Letters. 2014; 588 (22): 4188-4194. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2014.06.042>.

Статья поступила в редакцию 31.08.2021; принята к публикации 15.03.2022

Об авторах:

Помяткина Татьяна Евгеньевна, Кемеровский государственный медицинский университет (650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22 А), Кемерово, Россия, доктор медицинских наук, доцент, ORCID ID: 0000-0002-2086-483X, docentpotm@mail.ru

Бибик Оксана Ивановна, Кемеровский государственный медицинский университет (650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22 А), Кемерово, Россия, доктор биологических наук, доцент, ORCID ID: 0000-0002-0915-3973, ok.bibik@yandex.ru

Пивовар Ольга Ивановна, Кемеровский государственный медицинский университет (650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22 А), Кемерово, Россия, кандидат медицинских наук, доцент, ORCID ID: 0000-0002-8552-6102, kristi_sib@mail.ru

Вклад соавторов:

Помыткина Татьяна Евгеньевна – курация пациентов, обработка материала, работа с литературными источниками, написание статьи и формирование выводов.

Бибик Оксана Ивановна – идея, анализ источников литературы, написание и оформление статьи, окончательная правка.

Пивовар Ольга Ивановна – критический анализ материалов, формирование выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Bibik O. I. Opisthorchosis is a topical health problem (problem review and analysis). *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (4): 38-49. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-4-38-49>
2. Bibik O. I., Kirsanova D. V., Barsukova V. I. Helminthoses are much more common than is considered to. "Organizm i sreda zhizni": materialy 2 mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 205 so dnya rozhdeniya K. E. Rul'ye = "Organism and the life environment": materials of the 2nd Interregional Scientific and Practical Conference dedicated to the K. F. Rulier 205th birthday. Kemerovo, 2019; 9-17. (In Russ.).
3. Bibik O. I., Pomytkina T. E., Pivovarov O. I. Study of the course of combined opisthorchosis and helicobacteriosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (1): 79-84. (In Russ.). <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-79-84>
4. Instructions for use Biltricid. https://www.vidal.ru/drugs/biltricid__118.
5. Krivosheev A. B., Khvan L. A. Chronic opisthorchosis and biliary dysfunction. *Gastroenterologiya = Gastroenterology*. 2017; 4: 28-30. (In Russ.). https://cloud.mail.ru/public/AsJt/D8nCThyGG/elibrary_29364101_35548379.pdf.
6. Kucherya T. V. Helminthosis in children - possible variants of symbiosis. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya = Experimental and clinical gastroenterology*. 2010; 1: 76-79. (In Russ.).
7. Miropolskaya N. Yu., Ivanova I. B., Molochny V. P., Trotsenko O. E. Etiology and prevalence of helminthiasis in children of the Khabarovsk Territory. *Dal'nevostochnyy mezhdunarodnyy zhurnal = Far Eastern International Journal*. 2014; 4: 26-30. (In Russ.).
8. Nacheva L. V., Bibik O. I., Starchenkova T. E., Dodonov M. V. Helminthosis among the population of the Kuzbass. *Meditina v Kuzbasse = Medicine in the Kuzbass*. Kemerovo, 2007; 1: 22-29. (In Russ.).
9. On the state of sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Russian Federation in 2020: State report. Moscow, Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 2021. 179-182. (In Russ.). https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18266
10. On the state of sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Kemerovo region – Kuzbass in 2020: State report. – Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Kemerovo Region – Kuzbass, 2021. 220-225. (In Russ.). <http://42.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/a39/a39adb0e269a4432441da7361b5650ff.pdf>
11. Rain V. Yu., Persidsky M. A., Malakhova E. V., Kashbulin Z. A., Ionin V. P. Opisthorchiasis and preneoplastic changes in the ductal epithelium of the pancreas. *Universitetskaya meditsina Urala = University medicine of the Urals*. 2021; 7 (1 (24)): 36. (In Russ.).
12. Sokolova T. S., Fedorova O. S., Saltykova I. V., Petrov V. A., Fedotova M. M., Kovshirina Yu. V., Deev I. A., Ogorodova L. M. Helminths and intestinal microbiota interaction: role in the development of noncommunicable diseases. *Byulleten' sibirskoy meditsiny = Bulletin of Siberian Medicine*. 2019; 18 (3): 214-225. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-3-214-225>.
13. Solodovnik A. G., Lastochkina L. A., Pomytkina T. E., Poltavtseva O. V., Moses K. B. Diagnostics, treatment and rehabilitation of diseases of internal organs in outpatient practice: guidelines for doctors, 2nd ed., supplemented and revised. Kemerovo, 2017; 128. (In Russ.).
14. Starostina O. Yu., Panyushnika I. I., Emtsova T. B., Tishkova E. L. The spread of endemic helminthiasis and protozoan diseases in the south of Western Siberia (Omsk region). *Epidemiologiya i vaksino profilaktika = Epidemiology and vaccine prevention*. 2010; 1 (50): 33-38. (In Russ.).

15. Tarasova L. A., Denisova T. N., Kabanova N. P. The incidence of parasitic infestations in the child population of the Samara region. *Detskiye infektsii = Children's infections*. 2012; 2: 61–64. (In Russ.).
16. Udilov V. S., Borzunov V. M., Soldatov D. A. Superinvasion *Opisthorchis felinus* was associated with giardiasis. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal = Ural Medical Journal*. 2013; 6 (111): 76–80. (In Russ.).
17. Shkarin V. V., Blagonravova A. S., Chubukova O. A. Features of the epidemiology of helminthiasis as a combined pathology. *Infektsionnyye bolezni: novosti, mneniya, obucheniye = Infectious Diseases: News, Opinions, Education*. 2017; 3: 123–130. (In Russ.).
18. Maizels R. M. Infections and allergy – helminths, hygiene and host immune regulation. *Current Opinion in Immunology*. 2005; 17 (6): 656–661. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2005.09.001>.
19. Maslowski K. M., Mackay C. R. Diet, gut microbiota and immune responses. *Nature Immunology*. 2011; 12 (1): 5–9. <https://doi.org/10.1038/ni0111-5>.
20. Zeissig S., Blumberg R. S. Commensal microbial regulation of natural killer T cells at the frontiers of the mucosal immune system. *FEBS Letters*. 2014; 588 (22): 4188–4194. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2014.06.042>.

The article was submitted 31.08.2021; accepted for printing 15.03.2022

About the authors:

Pomytkina Tatiana E., Kemerovo State Medical University (22 A, Voroshilova st., Kemerovo, 650056), Kemerovo, Russia, Doctor of Medical Sciences, Assistant Professor, ORCID ID: 0000-0002-2086-483X, docentpom@mail.ru

Bibik Oksana I., Kemerovo State Medical University (22 A, Voroshilova st., Kemerovo, 650056), Kemerovo, Russia, Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor, ORCID ID: 0000-0002-0915-3973, ok.bibik@yandex.ru

Pivovarov Olga I., Kemerovo State Medical University (22 A, Voroshilova st., Kemerovo, 650056), Kemerovo, Russia, Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor, ORCID ID: 0000-0002-8552-6102, kristi_sib@mail.ru

Contribution of co-authors:

Pomytkina Tatiana E. – curation of patients, processing of material, work with literary sources, writing an article and drawing conclusions.

Bibik Oksana I. – idea, analysis of literature sources, writing and design of the article, final editing.

Pivovarov Olga I. – critical analysis of materials, formation of conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.32/38.084:577:543.9

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-185-192>

Показатели крови при дерматитах различной этиологии у крупного рогатого скота

Денис Александрович Тарануха¹, Багама Манапович Багамаев²,
Эдуард Владимирович Горчаков³

¹ Управление Ветеринарии Ставропольского края, Ставрополь, Россия

^{2,3} Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

Автор, ответственный за переписку: Багама Манапович Багамаев, Bagamaev60@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2604-5189>

Аннотация

Цель исследований – выявление общей закономерности в изменении гематологических и биохимических показателей при любых поражениях кожного покрова крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Работа проведена в октября-ноябре 2021 г. в условиях хозяйств Ипатовского района Ставропольского края на крупном рогатом скоте в возрасте 9–12 мес. массой тела 90–120 кг. В ходе ветеринарно-клинического обследования были сформированы четыре группы по пять голов в каждой, одна из групп была контрольной. Животные контрольной группы не имели клинических признаков дерматитов. Опытные группы животных были разделены в зависимости степени интенсивности поражения кожи на слабую, среднюю и генерализованную формы проявления дерматитов. Полученные результаты обработаны статистически.

Результаты и обсуждение. Ветеринарно-клинический осмотр данного поголовья позволил установить зависимость при поражении кожного покрова не только в изменениях показателей температуры, частоты дыхания и пульса, но и показателей крови. Температура тела у телят с генерализованной формой дерматита повышалась в среднем на 0,5 градуса, дыхание учащалось на шесть единиц в минуту, частота пульса возрастала на 15–18 ударов в минуту. У телят со слабым и средним проявлением дерматита данные показатели не имели значимых изменений и находились в пределах нормы. Из гематологических показателей, гемоглобин имел общую тенденцию к снижению с ростом интенсивности поражения или усугубления патологического процесса. Такие показатели как СОЭ, лейкоциты, нейтрофилы, эозинофилы, наоборот, имели тенденцию к увеличению, особенно при генерализованной форме. Замедление эритропоэза и тромбоцитопении при генерализованной форме дерматита предположительно связаны с интоксикацией организма телят. Повышение СОЭ, числа эозинофилов свидетельствует о воспалительном процессе, происходящем в организме животного. Из биохимических показателей, повышение уровня билирубина, АСТ и АЛТ, креатинина, щелочной фосфатазы свидетельствует о токсическом поражении печени вследствие интоксикации организма телят за счет воспалительных факторов и продуктов распада пораженных клеток кожи.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, саркоптоидозы, малофагозы, сифункулятозы, моноинвазии, клинико-гематологические и биохимические показатели

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Тарануха Д. А., Багамаев Б. М., Горчаков Э. В. Показатели крови при дерматитах различной этиологии у крупного рогатого скота // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 185–192.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-185-192>

© Тарануха Д. А., Багамаев Б. М., Горчаков Э. В., 2022



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

Original article

Blood parameters in dermatitis of various etiologies in cattle

Denis A. Taranukha¹, Bagama M. Bagamaev², Eduard V. Gorchakov³

¹ Department of Veterinary Medicine of the Stavropol Territory, Stavropol, Russia

^{2,3} Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Corresponding author: Bagama M. Bagamaev, Bagamaev60@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2604-5189>

Abstract

The purpose of the research is to identify a general pattern in the change in hematological and biochemical parameters in any lesions of cattle skin.

Materials and methods. The work was carried out in October–November 2021 in the conditions of farms in the Ipatovsky district of the Stavropol Territory on cattle aged 9–12 months and 90–120 kg of body weight. During the veterinary clinical examination, four groups of five heads each were formed, one of the groups was a control. Animals of the control group had no clinical signs of dermatitis. The experimental groups of animals were divided depending on the degree of intensity of skin lesions into mild, moderate and generalized forms of manifestation of dermatitis. The results obtained were processed statistically.

Results and discussion. A veterinary clinical examination of this livestock made it possible to establish the dependence in case of damage to the skin not only in changes in temperature, respiratory rate and pulse, but also in blood parameters. The body temperature of calves with a generalized form of dermatitis increased by an average of 0.5 degrees, breathing increased by six units per minute, the pulse rate increased by 15–18 beats per minute. In calves with mild and moderate manifestation of dermatitis, these parameters did not have significant changes and were within the normal range. From hematological indicators, hemoglobin had a general tendency to decrease with increasing intensity of the lesion or aggravation of the pathological process. Such indicators as ESR, leukocytes, neutrophils, eosinophils, on the contrary, tended to increase, especially in the generalized form. The slowdown of erythropoiesis and thrombocytopenia in the generalized form of dermatitis is presumably associated with intoxication of the body of calves. An increase in ESR, the number of eosinophils indicates an inflammatory process occurring in the animal's body. From biochemical indicators, an increase in the level of bilirubin, AST and ALT, creatinine, alkaline phosphatase indicates toxic liver damage due to intoxication of the body of calves due to inflammatory factors and decay products of affected skin cells.

Keywords: cattle, sarcoptoidosis, mallophagosis, syfunculosis, monoinfection, clinical, hematological and biochemical parameters

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

There is no conflict of interests

For citation: Taranukha D. A., Bagamaev B. M., Gorchakov E. V. Blood parameters in dermatitis of various etiologies in cattle. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 185–192. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-185-192>

© Taranukha D. A., Bagamaev B. M., Gorchakov E. V., 2022

Введение

На территории Южного Федерального Округа Российской Федерации широко развито скотоводство [5, 15], которое на 40–45% обеспечивает население мясом и мясными продуктами [10, 15]. Активному развитию скотоводства препятствует частое проявление массовых болезней паразитарной этиологии [8, 9], а также изменения, связанные с

климатическими и природно-ландшафтными особенностями [7, 12, 18].

Одними из наиболее распространенных заболеваний относятся дерматиты различной этиологии, характеризующиеся экссудативно-некротическим изменением кожного покрова, потерей живой массы и снижением продуктивности, а в тяжелых случаях – даже гибелью животных [6].

Многофакторность внешних воздействий влияет по-разному на организм животного. При незначительных воздействиях организм способен выработать определенную резистентность, тогда как большая многофакторная нагрузка может приводить к разрушению клеточных структур и вызывать серьезные заболевания с повреждением органов при проникновении патогенов [16, 17, 19].

Главными факторами, приводящими к значительному снижению продуктивности крупного рогатого скота, относятся болезни, вызванные поражением кожного покрова различной этиологии. Это болезни кожи с инвазионным поражением (саркоптоидозы, малофагозы, сифункулятозы), болезни незаразного и реже инфекционного происхождения. Вспышки инвазионного происхождения происходят в осенне-зимний период и чаще не в виде моноинвазии, а в ассоциативной форме, что затрудняет проведение как диагностических, так и лечебно-профилактических мероприятий.

Смешанные поражения при ассоциативной форме дерматитов сложны; развитие заболевания приводит к наложению клинических проявлений, типичных для моноинвазии. Ассоциативная форма приводит к существенным изменениям в морфофункциональных характеристиках, а распространение патогена вглубь организма влечет изменения во внутренних органах животного. Эти поражения, в конечном счете, приводят к резкому падению мясной и молочной продуктивности, а в тяжелых случаях – к снижению репродуктивной способности [4, 13, 14].

Поэтому, для предотвращения влияния дерматитов инвазионного характера необходимо проводить профилактические мероприятия для снижения многофакторной нагрузки на организм животных.

Целью наших исследований было выявление общей закономерности в изменениях гематологических и биохимических показателей при поражениях кожного покрова крупного рогатого скота.

Материалы и методы

Исследования проводили на телятах в возрасте 9–12 мес. Все поражения кожного покрова фиксировали и исследовали с последующим отнесением к одному из видов дерматита с лабораторным подтверждением и распределени-

ем по группам с различной интенсивностью. Перед определением телят в соответствующую группу проводили ветеринарно-клиническое обследование с забором крови для гематологического и биохимического анализа. В качестве контрольной группы служили клинически здоровые животные. Животные, которые отобраны в группы больных, были аналогами по возрасту, полу, породе и массе здоровым телятам. Всего было сформировано 4 группы по 5 гол. в каждой, включая группу здоровых животных: первая группа – телята с начальными проявлениями дерматита (первичные признаки, легкое течение), вторая – телята со средней степенью проявления дерматита, третья – животные с генерализованной формой дерматита (интенсивное поражение и тяжелое течение), четвертая группа – контроль (без проявления дерматита).

У телят определяли температуру тела, число пульсовых толчков в минуту, частоту дыхания в минуту, сокращений рубца и другие показатели.

Для проведения лабораторных исследований кровь на гематологические и биохимические показатели отбирали в утренние часы натошак из яремной вены телят, больных дерматитами с различной степенью поражения. Для сравнительного исследования также проводили забор крови у животных контрольной группы.

Результаты и обсуждение

Установлена определенная зависимость при поражении кожного покрова, выражающаяся не только в изменениях показателей температуры, частоты дыхания и пульса, но и в гематологических и биохимических показателях. Температура тела у животных с генерализованной формой дерматита повышалась, в среднем, на 0,5 градуса, дыхание учащалось на шесть движений в минуту, частота пульса возрастала на 15–18 ударов в минуту. У телят со слабым и средним проявлением дерматита данные изменения не были существенными и находились в пределах средних и близких к верхним значениям нормы.

В таблице 1 приведены результаты гематологических исследований подопытных животных с различной степенью поражения кожного покрова при различной этиологии (кроме паразитарной).

Таблица 1 [Table 1]

**Гематологические показатели крупного рогатого скота при дерматитах различной этиологии
(кроме паразитарной)**

[Hematological parameters of cattle with dermatitis of various etiologies (except parasitic)]

Показатель [Indicator]	Значение показателя у животных при разной степени поражения кожи [The value of the indicator in animals with different degrees of skin damage]			
	контроль [control]	слабая [weak]	средняя [average]	генерализованная [generalized]
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	105±8,2	98,2±8,4	80,4±8,2	78,0±8,0
Эритроциты, ×1012/л [Erythrocytes, ×1012/l]	6,25±0,8	4,9±0,8	5,7±0,8	6,2±1,0
СОЭ, мм/ч [ESR, mm/h]	0,85±0,2	1,3±0,2	2,4±0,3*	4,0±0,5*
Лейкоциты, ×109/л [Leukocytes, ×109/l]	8,0±1,5	7,2±0,8	13,2±1,5*	16,7±1,9*
Палочкоядерные нейтрофилы, % [Stab neutrophils, %]	2,3±0,4	2,8±0,4	3,9±0,4*	4,6±0,6*
Сегментоядерные нейтрофилы, % [Segmented neutrophils, %]	35,0±3,1	30,5±3,7	34,0±3,7	39,0±4,1
Эозинофилы, % [Eosinophils, %]	3,0±0,4	2,0±0,3	5,0±0,7	8,0±0,9*
Лимфоциты, % [Lymphocytes, %]	55,2±5,8	60,0±6,6	50,9±6,0	40,0±5,1
Моноциты, % [Monocytes, %]	4,5±0,6	4,7±0,8	6,2±0,8	8,4±0,9*

Примечание [Note]. * – разница существенная [significant difference] ($P < 0,05$)

Из таблицы 1 видно, что гемоглобин имеют общую тенденцию к снижению показателей с ростом интенсивности поражения или усугубления патологического процесса. Такие показатели, как СОЭ, число лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, имели тенденцию к увеличению, особенно, при генерализованной форме.

Замедление эритропоэза и тромбоцитопении при генерализованной форме проявления

дерматита предположительно связано с интоксикацией организма телят. Повышение СОЭ, числа эозинофилов свидетельствует о воспалительном процессе, происходящем в организме.

В таблице 2 приведены результаты биохимических исследований при различной степени поражения кожного покрова дерматитами различной этиологии, не включающей паразитарную.

Таблица 2 [Table 2]

Биохимические показатели крови телят при дерматитах различной этиологии (кроме паразитарной)
[Biochemical parameters of the blood of calves with dermatitis of various etiologies (except parasitic)]

Показатель [Indicator]	Значение показателя у животных при разной степени поражения кожи [The value of the indicator in animals with different degrees of skin damage]			
	контроль [control]	слабая [weak]	средняя [average]	генерализованная [generalized]
Билирубин, мкмоль/л [Bilirubin, μmol/l]	2,9±0,4	3,6±0,6	4,9±0,7	9,1±1,1*
АСТ, Ед/л [AST, U/l]	75,0±8,1	57,6±5,9	119,5±9,3	168,5±9,7*
АЛТ, Ед/л [ALT, U/l]	40,0±4,5	40,7±4,7	57,2±6,6	72,4±8,6*
Мочевина, моль/л [Urea, mol/l]	5,2±0,7	5,28±0,8	7,0±0,9	9,2±1,1*
Креатинин, мк/л [Creatinine, mc/l]	97,5±9,6	138±9,6	196,8±9,9*	265,4±11,6*
Общий белок, г/л [Total protein, g/l]	67,5±7,1	74,0±8,3	79,5±8,3	90,5±9,8*
Альбумин, г/л [Albumin, g/l]	28,8±3,2	33,6±4,1	35,7±4,6	39,4±4,7*
Глобулины, г/л [Globulins, g/l]	39,7±4,4	40,4±5,3	43,8±5,2	51,1±6,0*
Щелочная фосфатаза, Ед/л [Alkaline phosphatase, U/l]	290±17,2	276,5±15,6	318,1±19,3	528,4±26,3*

Примечание [Note]. * – $P < 0,05$

Результаты, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о росте биохимических показателей крови у животных в зависимости от степени поражения. Повышение таких показателей, как билирубин, АСТ и АЛТ, креатинин, щелочная фосфатаза, указывает на токсическое поражение печени вследствие

интоксикации организма телят за счет воспалительных факторов и продуктов распада пораженных клеток кожи [2, 3].

Результаты исследования гематологических показателей животных с различной степенью поражения кожного покрова паразитарной этиологии приведены в таблице 3.

Таблица 3 [Table 3]

Гематологические показатели телят при дерматитах паразитарной этиологии
[Hematological parameters of calves with dermatitis of parasitic etiology]

Показатель [Indicator]	Значение показателя у животных при разной степени поражения кожи [The value of the indicator in animals with different degrees of skin damage]			
	контроль [control]	слабая [weak]	средняя [average]	генерализованная [generalized]
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	105±8,2	101,2±9,2	78,3±8,4	74,2±8,1
Эритроциты, ×1012/л [Erythrocytes, ×1012/l]	6,2±0,8	12,3±1,4	9,8±1,2	8,9±1,0
СОЭ, мм/ч [ESR, mm/h]	0,85±0,2	3,1±0,4	4,4±0,7*	6,1±0,8*
Лейкоциты, ×109/л [Leukocytes, ×109/l]	8,0±1,5	8,7±0,9	11,4±1,3	14,2±2,3*
Палочкоядерные нейтрофилы, % [Stab neutrophils, %]	2,3±0,4	2,4±0,5	3,6±0,4	5,3±0,8
Сегментоядерные нейтрофилы, % [Segmented neutrophils, %]	35,0±3,1	28,6±3,6	32,2±4,0	41,4±5,2
Эозинофилы, % [Eosinophils, %]	3,0±0,4	4,8±0,8	7,5±0,9	9,3±1,1*
Лимфоциты, % [Lymphocytes, %]	55,2±5,8	59,4±6,4	50,1±5,4	35,5±4,2
Моноциты, % [Monocytes, %]	4,5±0,6	4,8±0,8	6,6±0,8	8,5±0,9

Примечание [Note]. * – P < 0,05

Показатели при дерматитах паразитарной этиологии были аналогичны таковым и при дерматитах различной этиологии. Отмечена общая тенденция к снижению уровня гемокрита и гемоглобина с ростом интенсивности поражения или усугубления патологического процесса. Такие показатели как СОЭ, число лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, наоборот, имели тенденцию к увеличению, особенно, при генерализованной форме.

Замедление эритропоэза и тромбоцитопении при генерализованной форме проявления дерматита предположительно связаны с интоксикацией организма телят. Повышение СОЭ, числа эозинофилов свидетельствует о воспалительном процессе в организме.

Показатели крови при дерматитах различной этиологии были близки показателям при дерматитах паразитарной этиологии.

Результаты биохимических исследований крови животных с различной степенью поражения кожного покрова паразитарной этиологии приведены в таблице 4 [1, 2].

Установлена тенденция к росту биохимических показателей крови у животных в зависимости от степени поражения. Повышение таких показателей, как билирубин, АСТ и АЛТ, креатинин, щелочная фосфатаза, свидетельствует о токсическом поражении печени вследствие интоксикации организма телят за счет воспалительных факторов и продуктов распада пораженных клеток кожи [4, 11].

Исследованные биохимические показатели крови животных при дерматитах различной этиологии близки к таковым у животных при дерматитах паразитарной этиологии.

Заключение

При поражении кожного покрова установлены изменения показателей температуры тела, частоты дыхания и пульса. Температура тела у телят с генерализованной формой дерматита повышалась в среднем на 0,5 градуса, дыхание учащалось на шесть единиц в минуту, частота пульса возрастала на 15-18 ударов в минуту. У телят со слабым и средним проявлением дерма-

Таблица 4 [Table 4]

Биохимические показатели крови телят при дерматитах паразитарной этиологии
[Biochemical parameters of blood of calves with dermatitis of parasitic etiology]

Показатель [Indicator]	Значение показателя у животных при разной степени поражения кожи [The value of the indicator in animals with different degrees of skin damage]			
	контроль [control]	слабая [weak]	средняя [average]	генерализованная [generalized]
Билирубин, мкмоль/л [Bilirubin, $\mu\text{mol/l}$]	2,9 $\pm$ 0,4	3,6 $\pm$ 0,7	5,1 $\pm$ 0,8	8,8 $\pm$ 9,7*
АСТ, Ед/л [AST, U/l]	75,0 $\pm$ 8,1	61,3 $\pm$ 7,1	112,2 $\pm$ 9,7	146,9 $\pm$ 12,6*
АЛТ, Ед/л [ALT, U/l]	40,0 $\pm$ 4,5	42,5 $\pm$ 5,2	49,5 $\pm$ 5,6	61,8 $\pm$ 7,4*
Мочевина, моль/л [Urea, mol/l]	5,2 $\pm$ 0,7	5,2 $\pm$ 0,7	6,4 $\pm$ 0,8	7,5 $\pm$ 1,0*
Креатинин, мк/л [Creatinine, mc/l]	97,5 $\pm$ 9,6	136 $\pm$ 14,2	167,6 $\pm$ 17,1	219,4 $\pm$ 18,6*
Общий белок, г/л [Total protein, g/l]	67,5 $\pm$ 7,1	74,3 $\pm$ 8,3	76,6 $\pm$ 8,4	87,3 $\pm$ 9,3
Альбумин, г/л [Albumin, g/l]	28,8 $\pm$ 3,2	32,8 $\pm$ 4,6	35,1 $\pm$ 4,5	39,2 $\pm$ 4,5*
Глобулины, г/л [Globulins, g/l]	39,7 $\pm$ 4,4	41,0 $\pm$ 5,2	42,2 $\pm$ 5,7	49,0 $\pm$ 5,6
Щелочная фосфатаза, Ед/л [Alkaline phosphatase, U/l]	290 $\pm$ 17,2	280,1 $\pm$ 15,7	303,9 $\pm$ 16,2	505,2 $\pm$ 24,3*

Примечание [Note]. * – $P < 0,05$

тита эти показатели не имели значимых изменений и находились в пределах нормы.

Гематологические показатели незначительно изменялись при слабой и средней форме течения заболевания, тогда как генерализованная форма течения дерматитов различного происхождения приводила к значительным изменениям показателей.

Биохимические показатели при болезнях кожного покрова различной этиологии и паразитарного происхождения проявляют схожесть картины при генерализованной форме течения со значительными повышениями показателей.

Для успешного развития отрасли скотоводства необходимо, в первую очередь, проведение профилактических ветеринарных мероприятий с целью недопущения распространения дерматитов различной этиологии. Необходимо обеспечить поголовье соответствующими кормовыми угодьями и помещениями для стойлового периода, а также необходим контроль за перемещением и перегруппировкой поголовья крупного рогатого скота. Соблюдение данных правил позволит повысить экономические показатели животноводства.

Список источников

1. Агаркова Н. А., Чернобай Е. Н., Ефимова Н. И. и др. Клинические, морфологические и биохимические показатели у овец от внутри- и меж-линейного подбора // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 7. С. 130-134.
2. Агаркова Н. А., Чернобай Е. Н. Клинические, морфологические и биохимические показатели овец разных линий в зависимости от псижности при рождении // Зоотехния. 2021. № 8. С. 31-35.
3. Акбаев Р. М., Василевич Ф. И., Багамаев Б. М. Особенности эпизоотологического процесса при псороптозе, маллофагозе и сифункулятозе жвачных животных // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2015. № 3. С. 8-9.
4. Багамаев Б. М., Василевич Ф. И. Интегрированная система борьбы против эктопаразитов овец // Российский паразитологический журнал. 2011. № 4. С. 130-131.
5. Багамаев Б. М., Василевич Ф. И. Влияние условий кормления и содержания на развитие кожных заболеваний овец // Ветеринарный врач. 2012. № 1. С. 57-58.
6. Багамаев Б. М., Симонов А. Н., Скляр С. П. и др. Применение электрохимически активированной (ЭХА) воды при дерматитах паразитарной этиологии у овец // Вестник АПК Ставрополя. 2013. № 1 (9). С. 123-125.
7. Багамаев Б. М. Распространение дерматитов паразитарного происхождения у овец в хозяйствах Северного Кавказа // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3. С. 15-19.
8. Багамаев Б. М., Василевич Ф. И. Патогенез при дерматитах паразитарной этиологии овец // Ветеринария и кормление. 2017. № 6. С. 33-35.

9. Багамаев Б. М., Горчаков Э. В., Тарануха Н. И. и др. Взаимосвязь обменных процессов с нарушением поступления минеральных веществ в организм животных // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2018. № 2 (22). С. 8-13.
10. Голубенко П. Г., Чернобай Е. Н., Гузенко В. И. Рост и развитие овец различного происхождения // Зоотехния. 2013. № 9. С. 6-8.
11. Исмаилов И. С., Чернобай Е. Н., Трегубова Н. В. Корреляция обмена аминокислот и формирование продуктивности молодняка овец // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 4 (36). С. 21-25.
12. Пономаренко О. В., Чернобай Е. Н., Гузенко В. И. и др. Влияние стресс-фактора на физиолого-биохимические параметры суягных овец и продуктивные качества потомства // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 4 (16). С. 140-145.
13. Bagamaev B. M., Fedota N. V., Gorchakov E. V., et al. Justification of sheep dermatitis prevention in the stall period. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018; 9 (6): 1550-1555.
14. Bagamaev B. M., Zorina N. P., Krikun P. V., et al. Improving the diagnosing dermatitis parasitic etiology methods of carnivorous animals. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019; 10 (1): 1684-1688.
15. Bagamaev B. M., Gorchakov E. V., Fedota N. V., et al. The balanced diet during the stall period as sheep dermatitis preventing factor. E3S Web of Conferences. Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE-2019. 2020. 06036.
16. Barbara E. Watt, Alex T. Proudfoot, J. Allister Vale. Hydrogen Peroxide Poisoning. Toxicological Reviews. 2004; 23: 51-57. doi: 10.2165/00139709-200423010-00006.
17. Geiser T., Ishigaki M., Coretta van Leer, Matthay M. A., Broaddus V. C. H₂O₂ inhibits alveolar epithelial wound repair in vitro by induction of apoptosis. Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol. 2004; 287: 448-453. doi:10.1152/ajplung.00177.2003.
18. Glyzina T. S., Matugina E. G., Bagamaev B. M., et al. Environmental monitoring of natural waters in Krasnodar and Stavropol territories. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016; 012021.
19. Lopez-Lazaro M. Dual role of hydrogen peroxide in cancer: possible relevance to cancer chemoprevention and therapy. Cancer Letters. 2007; 252 (1): 1-8. doi: 10.1016/j.canlet.2006.10.029.

Статья поступила в редакцию 25.01.2022; принята к публикации 25.04.2022

Об авторах:

Тарануха Денис Александрович, Управление Ветеринарии Ставропольского края (355035, г. Ставрополь, ул. Мира, 337), Ставрополь, Россия

Багамаев Багама Манапович, Ставропольский государственный аграрный университет (355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), Ставрополь, Россия, доктор ветеринарных наук, доцент, ORCID ID: 0000-0003-2604-5189, Bagamaev60@mail.ru

Горчаков Эдуард Владимирович, Ставропольский государственный аграрный университет (355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12), Ставрополь, Россия

Вклад соавторов:

Тарануха Денис Александрович – обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Багамаев Багама Манапович – разработка методики проведения опыта, обзор литературы по проблеме.

Горчаков Эдуард Владимирович – анализ полученных результатов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Agarkova N. A., Chernobay E. N., Efimova N. I. et al. Clinical, morphological and biochemical parameters in sheep from intra- and interline selection. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2019; 7: 130-134. (In Russ.)
2. Agarkova N. A., Chernobay E. N. Clinical, morphological and biochemical parameters of sheep of different lines depending on breeding at birth. *Zootehniya = Zootechnics*. 2021; 8: 31-35. (In Russ.)
3. Akbaev R. M., Vasilevich F. I., Bagamaev B. M. Peculiarities of the epizootic process in psoroptosis, mallophagosis and syphunculosis in ruminants. *Russian veterinary journal. Agricultural animals = Russian Veterinary Journal. Farm animals*. 2015; 3: 8-9. (In Russ.)

4. Bagamaev B. M., Vasilevich F. I. Integrated system of struggle against ectoparasites of sheep. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2011; 4: 130-131. (In Russ.)
5. Bagamaev B. M., Vasilevich F. I. Influence of feeding and housing conditions on the development of skin diseases in sheep. *Veterinarnyy vrach = Veterinary doctor*. 2012; 1: 57-58. (In Russ.)
6. Bagamaev B. M., Simonov A. N., Sklyarov S. P. et al. The use of electrochemically activated (ECA) water for dermatitis of parasitic etiology in sheep. *Vestnik APK Stavropol'ya = Bulletin of the APK of Stavropol*. 2013; 1 (9): 123-125. (In Russ.)
7. Bagamaev B. M. Distribution of dermatitis of parasitic origin in sheep in the farms of the North Caucasus. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2014; 3: 15-19. (In Russ.)
8. Bagamaev B. M., Vasilevich F. I. Pathogenesis in dermatitis of parasitic etiology in sheep. *Veterinariya i kormleniye = Veterinary and feeding*. 2017; 6: 33-35. (In Russ.)
9. Bagamaev B. M., Gorchakov E. V., Taranukha N. I. et al. The relationship of metabolic processes with impaired intake of mineral substances in the body of animals. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya = Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products*. 2018; 2 (22): 8-13. (In Russ.)
10. Golubenko P. G., Chernobay E. N., Guzenko V. I. Growth and development of sheep of various origins. *Zootehniya = Zootechnics*. 2013; 9: 6-8. (In Russ.)
11. Ismailov I. S., Chernobay E. N., Tregubova N. V. Correlation of amino acid metabolism and the formation of the productivity of young sheep. *Vestnik APK Stavropol'ya = Bulletin of the APK of Stavropol*. 2019; 4 (36): 21-25. (In Russ.)
12. Ponomarenko O. V., Chernobay E. N., Guzenko V. I. et al. Influence of the stress factor on the physiological and biochemical parameters of pregnant sheep and the productive qualities of the offspring. *Vestnik APK Stavropol'ya = Bulletin of the APK of Stavropol*. 2014; 4 (16): 140-145. (In Russ.)
13. Bagamaev B. M., Fedota N. V., Gorchakov E. V. et al. Justification of sheep dermatitis prevention in the stall period. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018; 9 (6): 1550-1555.
14. Bagamaev B. M., Zorina N. P., Krikun P. V. et al. Improving the diagnosing dermatitis parasitic etiology methods of carnivorous animals. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019; 10 (1): 1684-1688.
15. Bagamaev B. M., Gorchakov E. V., Fedota N. V. et al. The balanced diet during the stall period as sheep dermatitis preventing factor. E3S Web of Conferences. *Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, TPACEE-2019*. 2020. 06036.
16. Barbara E. Watt, Alex T. Proudfoot, J. Allister Vale. Hydrogen Peroxide Poisoning. *Toxicological Reviews*. 2004; 23: 51-57. doi: 10.2165/00139709-200423010-00006.
17. Geiser T., Ishigaki M., Coretta van Leer, Matthay M. A., Broaddus V. C. H₂O₂ inhibits alveolar epithelial wound repair in vitro by induction of apoptosis. *Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol.* 2004; 287: 448-453. doi:10.1152/ajplung.00177.2003.
18. Glyzina T. S., Matugina E. G., Bagamaev B. M., et al. Environmental monitoring of natural waters in Krasnodar and Stavropol territories. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2016; 012021.
19. Lopez-Lazaro M. Dual role of hydrogen peroxide in cancer: possible relevance to cancer chemoprevention and therapy. *Cancer Letters*. 2007; 252 (1): 1-8. doi: 10.1016/j.canlet.2006.10.029.

The article was submitted 25.01.2022; accepted for publication 25.04.2022

About the authors:

Taranukha Denis A., Department of Veterinary Medicine of the Stavropol Territory (337, Mira st., Stavropol, 355035), Stavropol, Russia

Bagamaev Bagama M., Stavropol State Agrarian University (12, Zootekhichesky lane, Stavropol, 355017), Stavropol, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, ORCID ID: 0000-0003-2604-5189, Bagamaev60@mail.ru

Gorchakov Eduard V., Stavropol State Agrarian University (12, Zootekhichesky lane, Stavropol, 355017), Stavropol, Russia

Contribution of co-authors:

Taranukha Denis A. – review of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

Bagamaev Bagama M. – development of a methodology for conducting an experiment, a review of the literature on the problem.

Gorchakov Eduard V. – analysis of the obtained results.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:615.065

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-193-202>

Острая и субхроническая токсичность многокомпонентных противопаразитарных препаратов Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс

Надежда Владимировна Махватова¹

¹Всероссийский 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», Москва, Россия

¹nadya.mahvatova@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3078-9335>

Аннотация

Цель исследований: изучение острой пероральной токсичности на мышах, острой накожной и субхронической токсичности на крысах многокомпонентных противопаразитарных препаратов Инсакар Тотал С Плюс (для собак) и Инсакар Тотал К Плюс (для кошек).

Материалы и методы. Токсичность препаратов изучали в сентябре-апреле 2020–2021 гг. на базе вивария ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Для определения острой пероральной токсичности использовали 80 белых беспородных мышей живой массой 20 г, из которых сформировали 7 опытных и одну контрольную группы. Препараты вводили однократно в разведении 1 : 3 с полиэтиленгликолем в виде раствора через внутрижелудочный зонд и автоматический дозатор. Животные контрольной группы были интактны. После однократного введения в течение 14 сут проводили наблюдение за физическим состоянием подопытных мышей; оценивали прирост массы тела, предполагаемые клинические симптомы отравления и возможную гибель. До и на 1, 3, 7, 11 и 14-е сутки опыта оценивали прирост массы тела мышей опытных и контрольной групп. Параметры токсичности рассчитывали по методам Першина, Миллера и Тейнтнера. В субхроническом опыте исследуемые препараты изучали на 80 беспородных белых крысах, разделенных на 6 подопытных и 2 контрольные группы. Крысам также выбривали шерстный покров в области спины. Раствор наносили на выстриженный участок кожи ежедневно один раз в сутки в течение 7 сут в дозах 1000 мг/кг (0,1 мл/100 г), 500 (0,05 мл/100 г) и 200 мг/кг (0,02 мл/100 г) массы животного. На 8-е сутки опыта из каждой группы по 5 крыс были подвержены эвтаназии; у них брали пробы крови и исследовали внутренние органы. На 21-е сутки опыта подвергали эвтаназии вторую часть животных для анализа показателей обратимости вероятных патологоанатомических изменений после длительного неоднократного нанесения препарата. Полученные результаты обработаны статистически.

Результаты и обсуждение. Полулетальная доза (LD_{50}) при пероральном введении мышам препарата для собак по Першину составила 2475, по методу Миллера и Тейнтнера – 2500 ± 388 мг/кг. LD_{50} препарата для кошек при введении в желудок мышам по методу Першина составила 2713, по методу Миллера и Тейнтнера – 2650 ± 403 мг/кг (3-й класс опасности). LD_{50} при нанесении на кожу крыс составила более 10 000 мг/кг (4-й класс опасности). При однократном нанесении на кожу крыс препараты обладают слабо раздражающим действием. В субхроническом опыте на крысах при ежедневном накожном нанесении препаратов в дозах 1000 мг/кг, 500 и 200 мг/кг негативного действия на общее состояние и гибели животных не отмечали в течение всего периода исследования. В гематологических и биохимических показателях крыс на 8-е сутки опыта у собак опытной группы, которым наносили препарат в дозе 200 мг/кг, отмечено увеличение содержания лимфоцитов до 83,40%, у контрольной группы – до 74,20%; повышение уровня глюкозы до $6,08 \pm 1,23$ ммоль/л, у контрольной группы – до $4,82 \pm 0,70$ ммоль/л; ЛДГ – до $766,00 \pm 264,19$ Ед/л, в контроле – до $434,80 \pm 525,89$ Ед/л.

Ключевые слова: Инсакар Тотал С Плюс, Инсакар Тотал К Плюс, моксидектин, пирипроксифен, имидаклоприд, празиквантел, крысы, мыши, острая токсичность, острая накожная токсичность, раздражающее действие, субхроническая токсичность



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

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Махvatова Н. В. Острая и субхроническая токсичность многокомпонентных противопаразитарных препаратов Инсacar Total C Плюс и Инсacar Total K Плюс // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 193–202.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-193-202>

© Махvatова Н. В., 2022

Original article

Acute and subchronic toxicity of multicomponent antiparasitic drugs Insacar Total C Plus, Insacar Total K Plus

Nadezhda V. Makhvatova¹

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

¹ nadya.mahvatova@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3078-9335>

Abstract

The purpose of the research is to study acute oral toxicity in mice, and acute dermal and subchronic toxicity in rats of multicomponent antiparasitic Insacar Total C Plus (for dogs) and Insacar Total K Plus (for cats).

Materials and methods. The toxicity of the drugs was studied in September–April 2020–2021 at the premises of the VNIIP – FSC VIEV Vivarium. To determine acute oral toxicity, 80 outbred mice weighing 20 g were used, of which 7 test and one control group were formed. The drugs were administered once in a 1 : 3 dilution with polyethylene glycol as a solution through an intragastric tube and an automatic controller. The control animals were intact. After a single administration, the physical condition of the test mice was monitored within 14 days; weight gain, expected clinical toxicity symptoms and possible death were assessed. Before and on days 1, 3, 7, 11 and 14 of the experiment, the test and control mice's weight gain were evaluated. The toxicity parameters were calculated by the methods of Pershin, Miller and Taintner. In a subchronic experiment, the study drugs were tested on 80 outbred white rats divided into 6 test and 2 control groups. The rats' coat was also shaved on the back. The solution was applied to the shaved skin area once a day for 7 days at doses of 1,000 mg/kg (0.1 mL/100 g), 500 mg/kg (0.05 mL/100 g) and 200 mg/kg (0.02 mL/100 g) of the animal weight. On day 8 of the experiment, 5 rats from each group were euthanized; their blood samples were taken, and the internal organs were examined. On day 21 of the experiment, the second part of the animals was euthanized to analyze the reversibility of potential pathoanatomical changes after prolonged repeated application of the drug. The results were processed statistically.

Results and discussion. The half-lethal dose (LD_{50}) after oral administration of the drug for dogs to the mice was 2,475 by the Pershin method, and $2,500 \pm 388$ mg/kg by the Miller and Taintner method. LD_{50} of the drug for cats when administered into the mice's stomach was 2,713 by the Pershin method, and $2,650 \pm 403$ mg/kg by the Miller and Taintner method (hazard class 3). LD_{50} when applied to the rats' skin was more than 10,000 mg/kg (hazard class 4). When applied once to the rats' skin, the drugs had a slightly irritating effect. In subchronic experiment on the rats with daily drug application on their skin at doses of 1,000 mg/kg, 500 and 200 mg/kg, no negative effects on the general condition or death of the animals were observed during the entire study. Hematological and biochemical parameters of the test rats that were treated with the drug for dogs at a dose of 200 mg/kg, an increased content of lymphocytes up to 83.40% was observed on day 8 of the experiment, and up to 74.20 % in the control; and an increased glucose level up to 6.08 ± 1.23 mmol/L, and up to 4.82 ± 0.70 mmol/L in the control; LDH was up to 766.00 ± 264.19 U/L, and up to 434.80 ± 525.89 U/L in the control.

Keywords: Insacar Total C Plus, Insacar Total K Plus, moxidectin, pyriproxyfen, imidocloprid, praziquantel, rats, mice, acute toxicity, acute dermal toxicity, irritant effect, subchronic toxicity

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

There is no conflict of interests

For citation: Makhvatova N. V. Acute and subchronic toxicity of multicomponent antiparasitic drugs Insacar Total C Plus and Insacar Total K Plus. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 193–202. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-193-202>

© Makhvatova N. V., 2022

Введение

Паразитозы у плотоядных животных распространены повсеместно. В настоящее время паразитарные болезни являются существенной проблемой как для владельцев собак и кошек, так и для ветеринарных врачей.

Ветеринарные препараты, содержащие в комплексе несколько активных компонентов с разным механизмом действия, с каждым годом приобретают особую важность и большой интерес у потребителей и ветеринарных врачей. Это связано с тем, что комплексные препараты, содержащие разные действующие вещества, обеспечивают лучшую защиту против наружных и внутренних паразитов. Также, разработка новых комплексных препаратов объясняется тем, что у возбудителей паразитозов вырабатывается резистентность к ранее используемым препаратам с одним активным компонентом, в связи с этим снижаются защитные свойства при их длительном использовании.

Ветеринарные препараты должны обладать широким спектром действия на паразитов разных видов, как внутренних, так и внешних, обеспечивать длительный эффект, должны быть удобны в применении как для владельцев животных в домашних условиях, так и для ветеринарных врачей [3, 4].

Препараты Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс представляют собой многокомпонентные лекарственные средства, содержащие в своем составе активные действующие вещества — моксидектин, празиквантел, имидаклоприд и пирипроксифен.

Реакции и ответ организма животного, которые впоследствии могут возникать под воздействием и влиянием компонентов изучаемого лекарственного средства, необходимо учитывать при создании и изучении новых препаратов для ветеринарного применения. Только после анализа количественной и качественной оценки фармако-токсикологических свойств новых препаратов возможно их применение и внедрение в ветеринарную практику.

Цель наших исследований – провести доклинические исследования новых многокомпонентных препаратов для собак и кошек: изучить острую пероральную токсичность на мышах, острую кожную токсичность и субхроническую токсичность на крысах.

Материалы и методы

Токсичность препаратов для собак и для кошек Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс изучали в сентябре-апреле 2020-2021 гг. на базе вивария ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

Для определения острой пероральной токсичности использовали 80 белых беспородных мышей живой массой 20 г, из которых сформировали 7 опытных и одну контрольную группы ($n = 10$). Условия содержания у всех грызунов были аналогичными [6].

Субстанции входящих в комплекс препаратов вызывают летальный эффект у мышей после введения в желудок через 15 мин.; происходит ожог слизистой оболочки пищевода и желудка, гиперемия и изъязвление слизистой оболочки. В связи с этим, препараты вводили однократно в разведении 1 : 3 с полиэтиленгликолем (ПЭГ 400) в виде раствора через внутрижелудочный зонд и автоматический дозатор с переменными объемами дозирования 10–100 мкл [9, 12]. В таблице 1 приведены дозы препаратов.

На мышах были испытаны дозы в разведении 1 : 3 с ПЭГ 400. Животные контрольной группы были интактными.

После однократного введения в течение 14 сут оценивали результаты и проводили наблюдение за физическим состоянием всех мышей; оценивали прирост массы тела, предполагаемые клинические симптомы отравления и возможную гибель. До и на 1, 3, 7, 11 и 14-е сутки опыта проводили оценку прироста массы тела мышей опытных и контрольной групп. Параметры токсичности рассчитывали по методам Першина, Миллера и Тейнтнера [14].

Таблица 1 [Table 1]

**Дозы препаратов, вводимых мышам, в опыте
определения острой пероральной токсичности (n = 10)**

[Dosage of drugs administered to mice in the experiment
of determining acute oral toxicity (n = 10)]

Номер группы [Group number]	Доза Инсакара Тотал С Плюс [Dose of Insakar Total C Plus]	
	мг/кг [mg/kg]	мл/100 г [ml/100 g]
1	1750	17,5
2	2500	25
3	3500	30
Доза Инсакара Тотал К Плюс [Dose of Insakar Total K Plus]		
	мг/кг [mg/kg]	мл/100 г [ml/100 g]
4	1750	17,5
5	2500	25
6	3500	30
7	4000	40
8 Контроль интактный [The control is intact]	-	-

Для изучения свойств острой кожной токсичности были сформированы 4 опытные группы белых беспородных крыс-самцов средней массой тела 237 г по 6 гол. в каждой. Пятая группа из 6 крыс служила чистым контролем и на них препарат не применяли. Крысам машинкой для стрижки выбривали шерстный покров размером 5 x 5 см в области спины [5, 8]. Опытным крысам препараты на выстриженный участок кожи наносили однократно без разбавления в дозах 5000 мг/кг (0,5 мл/100 г) и 10000 мг/кг (1,0 мл/100 г) массы

животного (табл. 2). Чтобы не допустить слизывания другими крысами и самоотравления после аппликации средств, крыс изолировали в отдельные боксы на 15 мин., что обеспечивало полное впитывание препарата. В течение 14 сут вели мониторинг за клиническим состоянием животных, их массой тела, признаками местной кожной реакции, предполагаемой гибелью, а также появлением симптомов интоксикации [1, 13].

Острое токсическое действие и местно-раздражающий эффект препаратов определяли по специально отведенному временному интервалу и по первоначальной реакции эпидермиса. Клинические изменения кожи и наружных покровов отмечали непосредственно после аппликации препаратов и далее через 30 мин., 1 ч, 3, 24, 48 и 72 ч. При осмотре оценивали общее

состояние кожного покрова, его целостность, сухость/влажность, наличие чешуек, изъязвлений, корочкообразования, проявление признаков гиперемии, уплотнений и кровоизлияний. Оценку проводили в баллах [10].

В субхроническом опыте для установления токсичности исследуемые препараты изучали на 80 беспородных белых крысах массой тела 180 г, разделенных на 6 подопытных и 2 контрольные группы по 10 гол. в каждой [1]. Крысам также выбривали шерстный покров размером 5 x 5 см в области спины. Раствор наносили без разбав-

ления на выстриженный участок кожи ежедневно один раз в сутки в течение 7 сут с использованием медицинского шприца без иглы и механической пипетки в дозах 1000 мг/кг (0,1 мл/100 г), 500 (0,05 мл/100 г) и 200 мг/кг (0,02 мл/100 г) массы животного (табл. 3) и изолировали на 15 мин.

На 8-е сутки опыта из каждой группы по 5 крыс были подвержены эвтаназии; у них брали пробы крови и исследовали внутренние органы.

Через 14 сут после последнего нанесения препаратов (21-е сутки опыта) подвергали эвтаназии вторую часть животных для анализа показателей обратимости вероятных патологоанато-

Таблица 2 [Table 2]

**Дозы препаратов, вводимых крысам, при изучении
параметров острой кожной токсичности**
[Doses of drugs administered to rats in the study of parameters
of acute cutaneous toxicity]

Номер группы [Group number]	Доза Инсакара Тотал С Плюс [Dose of Insakar Total C Plus]	
	мг/кг [mg/kg]	мл/100 г [ml/100 g]
1	5000	0,5
2	10000	1,0
Доза Инсакара Тотал К Плюс [Dose of Insakar Total K Plus]		
	мг/кг [mg/kg]	мл/100 г [ml/100 g]
3	5000	0,5
4	10000	1,0
5 Контроль интактный [The control is intact]	-	-

Таблица 3 [Table 3]

**Дозы препаратов, вводимых крысам,
в субхроническом опыте**
[Dosage of drugs administered to rats in a subchronic
experiment]

Номер группы [Group number]	Доза Инсакар Тотал С Плюс [Dose of Insakar Total C Plus]	
	мг/кг [mg/kg]	мл/100 г [ml/100 g]
1	1000	0,1
2	500	0,05
3	200	0,02
	Доза Инсакар Тотал К Плюс [Dose of Insakar Total K Plus]	
	мг/кг [mg/kg]	мл/100 г [ml/100 g]
4	200	0,1
5	500	0,05
6	1000	0,02
7 Контроль интактный [The control is intact]	-	-

мических изменений после длительного неоднократного нанесения препарата [2, 11–13].

Выбранные дозы кратны 1/10; 1/20 и 1/50 от ЛД₅₀, установленной в опыте определения острой кожной токсичности.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием критерия Стьюдента (программа Microsoft Excel, «Student-200»).

Результаты и обсуждение

Острая пероральная токсичность. Доза 800 мг/кг вызвала гибель всех особей на этапах подбора доз. В чистом виде установлена ЛД₁₀₀ препаратов – 800 мг/кг, что соответствует 80 мкл/10 г. В таблице 4 приведены показатели острой пероральной токсичности препаратов.

ЛД₅₀ препаратов Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс, рассчитанная по мето-

ду Першина, составила соответственно 2475 и 2713 мг/кг.

ЛД₅₀ препаратов для собак и для кошек, вычисленная по методу Миллера и Тейнтнера, составила соответственно 2500 и 2650 мг/кг.

Таким образом, в соответствии с общепринятой гигиенической классификацией (ГОСТ 12.1.007-76), препараты для собак и для кошек относятся к 3 классу опасности (умеренно опасные вещества).

Острая токсичность при кожном нанесении. При кожном нанесении белым беспородным крысам ЛД₅₀ препаратов для собак и для кошек составила более 10000 мг/кг. В соответствии с общепринятой гигиенической классификацией (ГОСТ 12.1.007-76), препараты относятся к 4 классу опасности (малоопасные вещества) [7].

Раздражающее действие при однократном нанесении на кожу. На 7 и 9-е сутки опыта у некоторых крыс после применения препарата для собак в дозе 1 мл/100 г фиксировали выраженное раздражающее действие: зуд, гиперемия кожи в области головы, губ, брылей, переносицы (табл. 5) [10].

Как следует из приведенных в таблице данных, лекарственные препараты для собак и для кошек вызывают незначительные кожные изменения при однократном нанесении в первые часы их применения в тестируемых дозах. Согласно полученным результатам, данные препараты обладают слабо раздражающим действием с данными по шкале в 1 балл [10, 14].

Субхроническая токсичность. Масса тела подопытных крыс в течение опыта существенно не изменялась. При патологоанатомическом вскрытии на 8 и 21-е сутки опыта

Таблица 4 [Table 4]

**Параметры острой пероральной токсичности препаратов Инсакар Тотал С Плюс
и Инсакар Тотал К Плюс (мг/кг), рассчитанные методом Миллера и Тейнтнера**
[Parameters of acute oral toxicity of Insakar Total C Plus and Insakar Total K Plus (mg/kg),
calculated by the Miller and Teintner method]

Препарат [Drug]	ЛД0	ЛД16	ЛД50	ЛД84	ЛД100
Инсакар Тотал С Плюс [Insakar Total C Plus]	1750	2100	2500 (2112 ÷ 2888)	2950	3500
Инсакар Тотал К Плюс [Insakar Total K Plus]	1750	2000	2650 (2247 ÷ 3053)	3300	4000

Таблица 5 [Table 5]

Показатели местно-раздражающего действия препаратов Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс
[Indices of the local irritating action of Insakar Total S Plus and Insakar Total K Plus]

Принцип оценки раздражающего действия на кожу [Principle for evaluating the irritant effect on the skin]	Наличие или отсутствие симптомов (+/-) [Presence or absence of symptoms (+/-)]				
	Инсакар Тотал С Плюс [Insakar Total C Plus]		Инсакар Тотал К Плюс [Insakar Total K Plus]		Контроль [Control]
	5000 мг/кг	10000 мг/кг	5000 мг/кг	10000 мг/кг	
Эритема/гиперемия [Erythema/hyperemia]	+	+	+	+	-
Увеличение кожной складки [Enlargement of the skin fold]	-	-	-	-	-
Трещины, изъязвления [Cracks, ulceration]	-	-	-	+	-
Зуд [Itching]	+	+	+	+	-
Концентрированная моча, несформированный стул [Concentrated urine, unformed stool]	+	+	+	+	-
Температура кожи [Skin temperature]	-	-	-	-	-

не выявлено отличий в видимом строении внутренних органов крыс опытных групп в сравнении с контрольными.

Результаты гематологических и биохимических исследований грызунов в субхроническом опыте на 8-е сутки опыта приведены в таблицах 6-9.

Таблица 6 [Table 6]

Гематологические показатели крыс после 7 сут нанесения препарата Инсакар Тотал С Плюс
[Hematological parameters of rats after 7 days of application of Insakar Total C Plus]

Показатель [Indicator]	Контрольная группа [Control group]	Значение показателя после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator after the use of the drug in doses, mg/kg]		
		1000	500	200
Гематокрит, % [Hematocrit, %]	53,50±3,50	55,40±3,56	52,79±7,82	54,51±4,45
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g/l]	132,60±9,35	136,00±8,11	130,50±13,10	134,43±13,12
Эритроциты, 10 ¹² /л [Red blood cells, 10 ¹² /l]	7,50±0,37	7,59±0,48	7,68±0,83	7,57±0,41
Лейкоциты, 10 ⁹ /л [White blood cells, 10 ⁹ /l]	11,36±2,39	13,14±3,75	11,10±2,17	11,37±1,13
Тромбоциты, 10 ⁹ /л [Platelets, 10 ⁹ /l]	663,00± 212,51	593,00±139,04	664,00±108,08	645,70±93,37
Лейкограмма, % [Leukogram]				
Палочкоядерные нейтрофилы [Rod-shaped neutrophils]	1,20	0,20	0,40	0,20
Сегментоядерные нейтрофилы [Segmented neutrophils]	21,00	20,20	17,20	12,60
Эозинофилы [Eosinophils]	-	-	0,20	-
Моноциты [Monocytes]	4,20	3,60	4,00	3,40
Лимфоциты [Lymphocytes]	74,20	76,00	80,20	83,40

Как следует из таблицы 6, при ежедневном накожном нанесении препарата для собак в дозе 200 мг/кг отмечено увеличение содержания лимфоцитов до 83,40 % против 74,20% у крыс контрольной группы. Увеличение этого показателя может быть связано с тканевыми воспалительными процессами. Однако, ка-

ких-либо изменений в органах выявлено не было. У крыс, получавших препарат для собак в дозах 1000 и 500 мг/кг, изменений в показателях крови не наблюдали.

При ежедневном накожном нанесении препарата для собак в дозе 200 мг/кг отмечено единичное повышение уровня глюкозы до

Таблица 7 [Table 7]

Биохимические показатели сыворотки крови крыс после 7 сут нанесения препарата «Инсакар Тотал С Плюс»
[Biochemical parameters of blood serum of rats after 7 days of application of the drug «Insakar Total C Plus»]

Показатель [Indicator]	Контрольная группа [Control group]	Значение показателя после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator after the use of the drug in doses, mg/kg]		
		1000	500	200
Билирубин общий, мкмоль/л [Total bilirubin, mmol/l]	2,74±0,54	2,76±0,29	2,83±0,38	3,03±0,37
Билирубин прямой, мкмоль/л [Direct bilirubin, mmol/l]	0,98±0,50	1,43±1,04	1,12±0,32	0,72±0,20
АСТ, Ед/л [AST, Units/l]	131,00±24,70	124,0±15,80	131,80±9,94	128,80±16,54
АЛТ, Ед/л [ALT, Units/l]	38,40±6,42	35,80±11,36	37,20±6,36	39,20±5,99
Мочевина, ммоль/л [Urea, mmol/l]	5,54±1,53	5,32±0,46	5,46±1,01	5,44±1,25
Креатинин, мкмоль/л [Creatinine, mmol/l]	51,40±11,01	49,00±3,20	54,00±10,99	59,80±6,76
Общий белок, г/л [Total protein, g/l]	68,40±1,41	68,00±1,96	67,80±2,38	69,20±3,33
ЩФ, Ед/л [Alkaline phosphatase, Units/l]	173,80±17,25	169,00±44,37	156,30±44,18	168,40±42,17
Альфа-Амилаза, общая, Ед/л [Alpha-Amylase, total, Units/l]	860,20±174,43	903,00±68,71	711,20±92,03	992,20±275,31
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	4,82±0,70	4,48±0,69	4,78±0,75	6,08±1,23
ЛДГ, Ед/л [LDG, Units/l]	832,00±318,01	749,00±239,92	926,20 ± 632,45	586,00±615,41

6,08±1,23 ммоль/л против 4,82±0,70 ммоль/л у крыс контрольной группы, что может быть связано с наличием стресса во время взятия крови. Повышение уровня глюкозы и лимфоцитов подтверждает наличие воспалительного процесса в организме этих животных. В сыворотке крови крыс, получавших препарат

в дозах 1000 и 500 мг/кг, изменений в показателях крови не отмечали.

Отклонений в гематологических показателях и лейкограмме у крыс, получавших препарат для кошек в дозах 1000 мг/кг, 500 и 200 мг/кг, не установлено.

Таблица 8 [Table 8]

Гематологические показатели крыс после 7 сут нанесения препарата Инсакар Тотал К Плюс
[Hematological parameters of rats after 7 days of application of Insakar Total K Plus]

Показатель [Indicator]	Контрольная группа [Control group]	Значение показателя после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator after the use of the drug in doses, mg/kg]		
		1000	500	200
Гематокрит, % [Hematocrit, %]	57,44±3,33	57,42±0,49	53,14±4,53	57,18±2,65
Гемоглобин, г/л [Hemoglobin, g / l]	131,40±8,26	130,00±3,49	121,20±7,66	126,00±4,57
Эритроциты, 10 ¹² /л [Red blood cells, 10 ¹² /l]	7,92±0,41	7,82±0,13	7,39±0,48	7,90±0,37
Лейкоциты, 10 ⁹ /л [White blood cells, 10 ⁹ /l]	13,50±4,76	12,30±0,73	13,88±3,84	12,78±2,90
Тромбоциты, 10 ⁹ /л [Platelets, 10 ⁹ /l]	570,20±101,97	556,60±46,70	532,60±129,29	599,88±47,54
Лейкограмма, % [Leukogram]				
Палочкоядерные нейтрофилы [Rod-shaped neutrophils]	0,80	0,80	1,40	0,40
Сегментоядерные нейтрофилы [Segmented neutrophils]	16,80	19,70	15,50	14,80
Эозинофилы [Eosinophils]	-	-	0,20	-
Моноциты [Monocytes]	3,60	3,00	4,00	1,80
Лимфоциты [Lymphocytes]	81,00	76,20	79,30	81,80

Таблица 9 [Table 9]

Биохимические показатели сыворотки крови крыс после 7 сут нанесения препарата «Инсакар Тотал К Плюс»
 Biochemical parameters of rat blood serum after 7 days of application of the drug «Insakar Total K Plus»

Показатель [Indicator]	Контрольная группа [Control group]	Значение показателя после применения препарата в дозах, мг/кг [The value of the indicator after the use of the drug in doses, mg/kg]		
		1000	500	200
Билирубин общий, мкмоль/л [Total bilirubin, mmol/l]	3,02±0,57	3,03±0,32	2,80±0,57	3,10±0,47
Билирубин прямой, мкмоль/л [Direct bilirubin, mmol/l]	1,02±0,18	1,00±0,22	0,82±0,18	1,04±0,20
АСТ, Ед/л [AST, Units/l]	139,00±46,34	128,00±25,23	110,60±22,74	145,00±28,53
АЛТ, Ед/л [ALT, Units/l]	57,40±16,60	62,80±11,32	54,20±8,75	60,20±18,01
Мочевина, ммоль/л [Urea, mmol/l]	6,44±1,59	5,84±1,67	5,60±2,62	6,02±0,85
Креатинин, мкмоль/л [Creatinine, mmol/l]	59,60±3,46	65,20±13,10	59,80±7,82	60,60±7,47
Общий белок, г/л [Total protein, g/l]	71,80±3,96	73,60±3,68	68,80±4,24	70,20±3,55
ЩФ, Ед/л [Alkaline phosphatase, Units/l]	193,80±57,96	223,60±45,79	208,60±40,42	183,20±54,69
Альфа-Амилаза, общая, Ед/л [Alpha-Amylase, total, Units/l]	972,60±29,68	866,84±106,78	918,78±107,51	871,00±187,30
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	7,28±0,98	7,54±0,59	7,88±0,84	7,13±0,95
ЛДГ, Ед/л [LDG, Units/l]	434,80±525,89	255,30±227,48	451,70±261,33	766,00±264,19

Как следует из таблицы 9, при ежедневном нахожном нанесении препарата для кошек в дозе 200 мг/кг у крыс повышен уровень ЛДГ до 766,00±264,19 против 434,80±525,89 Ед/л в контроле. Выраженных достоверных изменений в показателях крови и макроскопическом анализе тканей в сравнении с контрольными крысами выявлено не было.

Таким образом, дозы препаратов Инсакар Тотал С Плюс (для собак) и Инсакар Тотал К Плюс (для кошек) не оказывают существенно-го влияния на организм грызунов и являются не действующими.

Заключение

В результате проведенных нами исследований были изучены токсикологические свойства препаратов Инсакар Тотал С Плюс (для собак) и Инсакар Тотал К Плюс (для кошек) на лабораторных беспородных белых крысах и мышах и сделаны выводы:

1. ЛД₅₀ препаратов Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс, рассчитанная по методу Першина, составила соответственно 2475 и 2713 мг/кг.
2. ЛД₅₀ препаратов Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс, рассчитанная по

методу Миллера и Тейнтера, составила соответственно 2500 и 2650 мг/кг.

3. В соответствии с общепринятой гигиенической классификацией (ГОСТ 12.1.007-76), препараты для собак и для кошек относятся к 3 классу опасности (умеренно опасные вещества).
4. При нахожном нанесении белым беспородным крысам ЛД₅₀ препаратов для собак и для кошек составила более 10000 мг/кг. В соответствии с общепринятой гигиенической классификацией (ГОСТ 12.1.007-76), препараты относятся к 4 классу опасности (малоопасные вещества).
5. Инсакар Тотал С Плюс и Инсакар Тотал К Плюс обладают слабо раздражающим действием с данными по шкале в 1 балл.
6. В субхроническом опыте на крысах дозы препаратов Инсакар Тотал С Плюс (для собак) и Инсакар Тотал К Плюс (для кошек) 200 мг/кг, 500 и 1000 мг/кг не оказывали существенного влияния на организм грызунов (гематологические и биохимические показатели).

Список источников

1. Абрашова Т. В., Гушчин Я. А., Ковалева М. А., Рыбакова А. В., Селезнева А. И., Соколова А. П., Ходько С. В. Справочник. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных. СПб.: ЛЕМА, 2013.
2. Ананич И. В., Дерхо М. А., Концевая С. Ю. Биохимические характеристики крови крыс // Ветеринарная клиника. 2008. № 10. С. 18-19.
3. Арисов М. В., Степанов В. А., Смирнова Е. С. Фармако-токсикологическая оценка комплексного противопаразитарного препарата для собак и кошек // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2014. № 4. С. 36-39.
4. Арисов М. В., Степанов А. А. Токсикологическая оценка инсектоакарицидного препарата Инсакар при арахноэнтомозах плотоядных животных // Российский паразитологический журнал. 2012. № 1. С. 98-103
5. Арисов М. В., Степанов А. А. Местное и кожно-резорбтивное действие препаратов Инсакар и Инсакар Плюс // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2012. Вып. 13. С. 17-21.
6. Арисов М. В., Степанов А. А. Определение острой токсичности препаратов Инсакар и Инсакар Плюс // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2011. Вып. 12. С. 28-30.
7. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Введ. 01.01.77. М., 1976.
8. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А. Лабораторные животные. Разведение. Содержание, использование в эксперименте. Киев: Вища школа, 1983. 383 с.
9. Методы лабораторных исследований и испытаний медико-профилактических дезинфекционных средств, для оценки их эффективности и безопасности. Руководство. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 615 с.
10. Методические указания к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны. М., 1980. 18 с.
11. Методические рекомендации по изучению общетоксического действия фармакологических средств, утвержденные Минздравом РФ 29 декабря 1997 г. // Ведомости Фармакоп. Комитета. 1998. № 1. С. 27-32.
12. Приказ «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных»: МЗ СССР № 755, действует с 12 августа 1977 г. / Министерство здравоохранения СССР. М., 1977.
13. СП. 2.2.1.3218-14. «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)».
14. Хабриев Р. У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. М.: Медицина, 2005. 832 с.

Статья поступила в редакцию 13.10.2021; принята к публикации 28.03.2022

Об авторе:

Махvatова Надежда Владимировна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-3078-9335, nadya.mahvatova@ya.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. Abrashova T. V., Gushchin Ya. A., Kovaleva M. A., Rybakova A. V., Selezneva A. I., Sokolova A. P., Khodko S. V. Reference Book. Normal physiological, biochemical and biometric parameters of experimental animals. St. Petersburg, LEMA, 2013. (In Russ.)
2. Ananich I. V., Derkho M. A., Kontsevaya S. Yu. Biochemical characteristics of the rat blood. *Veterinarnaya klinika = Veterinary Clinic*. 2008; 10: 18-19. (In Russ.)
3. Arisov M. V., Stepanov V. A., Smirnova E. S. Pharmacotoxicological evaluation of a combined antiparasitic drug for dogs and cats. *Russian veterinary journal. Small domestic and wild animals*

- = *Russian Veterinary Journal. Small domestic and wild animals*. 2014; 4: 36-39. (In Russ.)
4. Arisov M. V., Stepanov A. A., Toxicological evaluation of Insakar insectoacaricide against arachnoentomosis of carnivores. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2012; 1: 98-103. (In Russ.)
 5. Arisov M. V., Stepanov A. A. Local and percutaneous action of Insakar and Insakar Plus drugs. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": materials of the reports of the Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*». 2012; 13: 17-21. (In Russ.)
 6. Arisov M. V., Stepanov A. A. Determination of Insakar and Insakar Plus acute toxicity. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of parasitic disease control": materials of the reports of the Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*». 2011; 12: 28-30. (In Russ.)
 7. GOST 12.1.007-76. Harmful substances. Classification and general safety requirements. Introduced on 01/01/1977. M., 1976.
 8. Zapadnyuk I. P., Zapadnyuk V. I., Zakharia E. A. Laboratory animals. Breeding. Keeping and use in the experiment. Kiev, Vishcha shkola, 1983; 383.
 9. Laboratory research and testing methods for medical and prophylactic disinfectants to assess their efficacy and safety. Guidelines. Moscow, Federal Center of Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2010; 615. (In Russ.)
 10. Guidelines for studies to investigate irritating properties and justify occupational exposure limit of selective air-born irritants in the working area. Moscow, 1980; 18. (In Russ.)
 11. Guidelines for the study of general toxic effect of pharmacological agents approved by the Russian Federation Ministry of Health on December 29, 1997. *Bulletin of the Pharmacopoeia Committee*. 1998; 1: 27-32. (In Russ.)
 12. Order "Rules for studies using experimental animals": the USSR Ministry of Health No. 755, effective from August 12, 1977 / The USSR Ministry of Health. M., 1977. (In Russ.)
 13. SP. 2.2.1.3218-14. "Sanitary and epidemiological requirements for the arrangement, equipment and maintenance of experimental biological clinics (vivariums)".
 14. Khabriev R. U. Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. Moscow, Medicine, 2005; 832. (In Russ.)

The article was submitted 13.10.2021; accepted for publication 28.03.2022

About the author:

Makhvatova Nadezhda V., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, Postgraduate Student, ORCID ID: 0000-0002-3078-9335, nadya.mahvatova@ya.ru

The author has read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:615.015.4

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-203-212>

Влияние супрамолекулярного комплекса ивермектина 2%-ного в повышенных дозах на организм лошадей

Маулди Баудинович Мусаев¹, Виктория Владимировна Защепкина²,
Салават Самадович Халиков³, Айшат Зеудыевна Джамалова⁴

^{1,2} Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

³ Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, Москва, Россия

⁴ Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН, Грозный, Россия

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

² vigis-patent@yandex.ru

³ khalikov_ss@ineos.ac.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

⁴ kniiran@mail.ru

Аннотация

Цель исследований – изучение влияния супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в повышенных дозах на клиническое состояние лошадей.

Материалы и методы. Опыт проводили в октябре 2020 г. в Северокавказском Федеральном Округе Чеченской Республики в конноспортивном комплексе «Серадин» на 20 лошадях разных пород. Лошадей разделили по принципу аналогов на 3 подопытные и одну контрольную группы по 5 животных в каждой. Лошадям 1-й группы супрамолекулярный комплекс ивермектина 2%-ный назначали в терапевтической дозе 0,2 мг/кг, 2-й – в три раза увеличенной дозе 0,6 мг/кг и 3-й – в 5 раз увеличенной дозе 1,0 мг/кг по ДВ. Препарат задавали однократно индивидуально в смеси с комбикормом. Температуру тела измеряли бесконтактным термометром, частоту пульса и число дыхательных движений за 1 мин. Мочу лошадей исследовали на 1, 7 и 14-е сутки после дачи препарата. Определяли цвет, прозрачность и консистенцию мочи. Для изучения pH, белка, глюкозы, кетоновых тел, нитритов, билирубина, уробилиногена использовали универсальную индикаторную бумагу. Кровь брали утром из яремной вены лошадей на 1, 7 и 14-е сутки после дачи препарата. Исследования гематологических и биохимических показателей проводили на анализаторах.

Результаты и обсуждение. Клинические признаки лошадей (температура тела, пульс и дыхание) после назначения супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в терапевтической, 3 и 5 раз увеличенной дозах на 1, 7 и 14-е сутки не отличались от показателей животных контрольной группы. В моче отмечено небольшое повышение кетоновых тел на 1-е сутки, что может свидетельствовать о воздействии препарата в 5 раз повышенной дозе на центральную нервную систему; на 7 и 14-е сутки все показатели находились в пределах нормы. Супрамолекулярный комплекс ивермектина 2,0%-ный в повышенных дозах (0,6; 1,0 мг/кг по ДВ) не оказывал отрицательного влияния на гематологические и биохимические показатели крови лошадей.

Ключевые слова: супрамолекулярный комплекс, ивермектин, клиническое состояние, гематология, биохимия, лошади

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

Конфликт интересов отсутствует

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.



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

Для цитирования: Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Халиков С. С., Джамалова А. З. Влияние супрамолекулярного комплекса ивермектина 2%-ного в повышенных дозах на организм лошадей // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 203–212.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-203-212>

© Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Халиков С. С., Джамалова А. З., 2022

Original article

Effects of the 2% supramolecular complex of ivermectin in overdoses on horses

Mauldi B. Musaev¹, Viktoriya V. Zashchepkina², Salavat S. Khalikov³, Aishat Z. Dzhamalova⁴

^{1,2} All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”, Moscow, Russia

³ A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

⁴ Kh. I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, Russia

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

² vigis-patent@yandex.ru

³ khalikov_ss@ineos.ac.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

⁴ kniiran@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to study effects of the 2.0% supramolecular complex of ivermectin in overdoses on the clinical condition of horses.

Materials and methods. The experiment was conducted on 20 horses of different breeds in the Seradin Equestrian Center, the North Caucasus Federal District, the Chechen Republic, in October 2020. The horses were divided according to the principle of analogues into 3 test groups and one control group of 5 animals each. The 2.0% supramolecular complex of ivermectin was administered to the horses from group 1 at a therapeutic dose of 0.2 mg/kg; group 2 received a tripled dose of 0.6 mg/kg, and the group 3, a 5-fold increased dose of 1.0 mg/kg for the active substance. The drug was administered once individually in a mixture with compound feed. The body temperature was measured with a non-contact thermometer, and the pulse rate and the respiratory rate were measured per 1 min. Urine of the horses was examined on days 1, 7 and 14 after the drug. The urine color, transparency and consistency were determined. Multifunctional test paper was used to study pH, protein, glucose, ketone bodies, nitrites, bilirubin, and urobilinogen. Blood was taken in the morning from the horses' jugular vein on days 1, 7 and 14 after the drug. Hematological and biochemical parameters were studied on analyzers.

Results and discussion. Clinical findings of the horses (body temperature, pulse and respiration) did not differ from those of the control animals after the 2.0% supramolecular complex of ivermectin was administered in a therapeutic, tripled and 5-fold increased doses on days 1, 7 and 14. A slight increase in ketone bodies was observed in the urine on day 1, which may indicate the drug effect on the central nervous system at a 5-fold increased dose; all parameters were within the normal range on days 7 and 14. The 2.0% supramolecular complex of ivermectin in overdoses (0.6; 1.0 mg/kg for the active substance) did not adversely affect the horses' hematological or biochemical blood parameters.

Keywords: supramolecular complex, ivermectin, clinical condition, hematology, biochemistry, horses

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

There is no conflict of interests

Acknowledgements: The study had financial support of the Ministry of Science and Higher Education RF.

For citation: Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Khalikov S. S., Dzhamalova A. Z. Effects of the 2% supramolecular complex of ivermectin in overdoses on horses. *Rossiyskiy parazitologicheskij zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 203–212. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-203-212>

© Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Khalikov S. S., Dzhamalova A. Z., 2022

Введение

У лошадей наиболее широко распространены нематоды пищеварительного тракта: параскариды, трихонематиды, оксиуриды, стронгиляты – личиночные стадии которых вызывают тяжёлые заболевания, такие как альфортиоз, делафондиоз и стронгилёз с летальным исходом, наносящие коневодству большой экономический ущерб [3].

В борьбе с паразитарными болезнями животных часто используют препараты из группы макроциклических лактонов (авермектины), которые обладают широким спектром действия и в небольших дозах высоко активны против эндо- и эктопаразитов [1].

Нами были разработана паста на основе ивермектина – эквиверм-2,0%, которая показала высокую противопаразитарную и экономическую эффективность при дегельминтизации лошадей [9].

Практика показала, что дегельминтизация не прирученных животных препаратами в форме инъекций и паст проблематична. Поэтому нами был разработан 2,0%-ный противопаразитарный супрамолекулярный комплексный препарат на основе субстанции ивермектина и двух водорастворимых полимеров (арабиногалактана и низкомолекулярного поливинилпирролидона) в форме мелкодисперсного порошка с применением нанотехнологии для дегельминтизации животных вольного скормливания [2].

Супрамолекулярный комплекс ивермектина показал высокую активность при гельминтозах пищеварительного тракта лошадей в терапевтической дозе 0,2 мг/кг и удобство в применении; трудоёмкость работы снижается, исключаются стрессы и травмирование животных и операторов при дегельминтизации. Включение в состав препарата арабиногалактана, являющегося иммуномодулятором и обладающего антимикутной, митогенной, гепатопротекторной, гастропротекторной активностью, обеспечивающей адресную доставку препарата и нивелированию токсичности, расширение спектра действия на тканевых гельминтов и личинок и взаимодействие на уровне выведения [9-11].

Доклиническое тестирование препарата показало, что по параметрам острой пероральной и накожной токсичности супрамо-

лекулярный комплекс ивермектина 2,0%-ный относится к 4 классу в отличие от субстанции 3 класса опасности. Препарат обладает слабо-выраженными кумулятивными свойствами ($K_{\text{кум}} = 6,05$). В отсутствии местно-раздражающего действия, при нанесении на кожу крыс и после интраконъюнктивального введения препарата отмечено умеренное раздражающее действие на конъюнктиву, оцениваемое в 1 балл [4-7]. Супрамолекулярный комплекс ивермектина 2,0%-ный не проявил иммуно-токсических свойств [8].

Целью наших исследований было изучение влияния супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в повышенных дозах на клиническое состояние лошадей.

Материалы и методы

Изучение влияния супрамолекулярного комплекса ивермектина на организм лошадей проводили в октябре 2020 г. в Северокавказском Федеральном Округе Чеченской Республики в конноспортивном комплексе «Серадин» на 20 лошадях разных пород: донской, кабардинской, русской рысистой, английской чистокровной и помесных пород. Лошадей разделили по принципу аналогов на 3 подопытные и одну контрольную группы по 5 животных в каждой. Лошадям 1-й группы супрамолекулярный комплекс ивермектина 2%-ный назначали в терапевтической дозе 0,2 мг/кг, 2-й – в три раза увеличенной дозе 0,6 мг/кг и 3-й – в 5 раз увеличенной дозе 1,0 мг/кг по ДВ. Препарат задавали однократно индивидуально в смеси с комбикормом. Четвёртая группа животных препарат не получала и служила контролем. Животные днём содержались в денниках, вечером – выпасались.

Изучение клинического состояния. После применения супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного у подопытных лошадей определяли температуру тела бесконтактным термометром, частоту пульса и число дыхательных движений за 1 минуту.

Изучение общего анализа мочи. На 1, 7 и 14-е сутки после дачи препарата мочу для исследования собирали утром в специальные стаканы с определением визуально цвета, прозрачности и консистенции. Для изучения pH, белка, глюкозы, кетоновых тел, нитритов, билирубина, уробилиногена использовали универсальную индикаторную бумагу.

Изучение гематологических и биохимических показателей крови лошадей. Кровь отбирали утром из ярёмной вены лошадей на 1, 7 и 14-е сутки опыта и исследовали в Комплексном научно-исследовательском институте им. Х. И. Ибрагимов РАН, используя анализаторы «Гематоскрин» (Италия) и «Клима МС» (Испания).

Результаты и обсуждение

Клинические признаки лошадей (температура тела, пульс и дыхание) после назначения супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в терапевтической, 3 и 5 раз увеличенной дозах на 1, 7 и 14-е сутки не отличались от показателей животных контрольной группы (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

Показатели клинического состояния лошадей после введения супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в повышенных дозах

[Indicators of the clinical condition of horses after the introduction of the supramolecular complex of ivermectin 2.0% in high doses]

Показатель [Indicator]	Доза, мг/кг, по ДВ [Dose, mg/kg, according to the AS]	Значение показателя, сутки после дачи препарата [The value of the indicator, days after giving the drug]			Контроль [Control]
		1	7	14	
Температура, °C [Temperature, °C]	0,2	37,70±7,54	37,76±7,55	37,80±7,56	37,75±7,55
	0,6	37,72±7,54	37,74±7,55	37,86±7,57	38,00±7,60
	1,0	37,80±7,56	37,66±7,53	37,92±7,58	37,79±7,56
Пульс, ударов в 1 мин. [Pulse, beats per 1 min.]	0,2	33,7±3,2	32,4±3,1	34,2±3,2	37,0±3,8
	0,6	32,2±3,4	36,0±3,4	29,4±2,6	38,2±3,2
	1,0	34,2±3,8	35,3±3,2	30,0±3,0	27,8±2,4
Дыхание, дых. движ. в 1 мин. [Breath, breath. movement in 1 min.]	0,2	12,0±1,1	12,8±1,5	11,3±1,1	12,0±1,0
	0,6	11,0±1,2	11,2±1,1	10,8±1,0	11,8±1,2
	1,0	10,0±0,4	11,6±1,3	10,2±1,0	11,2±1,1

При анализе мочи лошадей было отмечено небольшое повышение кетоновых тел на 1-е сутки (до 5/52) в отличие от контрольных жи-

вотных (1,5/16), что может свидетельствовать о воздействии препарата в 5 раз повышенной дозе на центральную нервную систему (табл. 2).

Таблица 2 [Table 2]

Показатели мочи лошадей после дачи супрамолекулярного комплекса ивермектина

[Urine parameters of horses after giving the supramolecular complex of ivermectin]

Показатель [Indicator]	Доза, мг/кг, по ДВ [Dose, mg/kg, according to the AS]	Значение показателя, сутки после дачи препарата [The value of the indicator, days after giving the drug]			Контроль [Control]
		1	7	14	
1	2	3	4	5	6
Удельный вес, г/л [Specific gravity, g/l]	0,2	1,030	1,030	1,030	1,030
	0,6	1,030			
	1,0	1,034			
рН	0,2	8,0	0,80	0,80	0,80
	0,6	8,0			
	1,0	7,0			
Белок, г/л [Protein, g/l]	0,2	-	-	-	-
	0,6	-			
	1,0	-			
Глюкоза, ммоль/л [Glucose, mmol/l]	0,2	Normal	Normal	Normal	Normal
	0,6	Следы [Traces]			
	1,0	Следы [Traces]			
Кетоновые тела, ммоль/л [Ketone bodies, mmol/l]	0,2	1,5/16 5/52	1,5/16	1,5/16	1,5/16
	0,6				
	1,0				
Нитриты, мг/г [Nitrites, mg/g]	0,2	Pos.	Pos.	Pos.	Pos.
	0,6				
	1,0				

Окончание таблицы 2 [End of table 2]

Показатель [Indicator]	Доза, мг/кг, по ДВ [Dose, mg/kg, according to the AS]	Значение показателя, сутки после дачи препарата [The value of the indicator, days after giving the drug]			Контроль [Control]
		1	7	14	
1	2	3	4	5	6
Билирубин, ммоль/л [Bilirubin, mmol/l]	0,2	-	-	-	-
	0,6	+	+	+	+
	1,0	Следы [Traces]	Следы [Traces]	Следы [Traces]	Следы [Traces]
Уробилиноген, ммоль/л [Urobilinogen, mmol/l]	0,2	Normal	Normal	Normal	Normal
	0,6	Normal	Normal	Normal	Normal
	1,0	Normal	Normal	Normal	Normal
Кровь [Blood]	0,2	-	-	-	-
	0,6	-	-	-	-
	1,0	-	-	-	-

(тест полоски (nopa PHAN SG))

Супрамолекулярный комплекс ивермектина 2,0%-ный в повышенных дозах не оказывает отрицательного влияния на гематологические показатели: они находятся в пределах нормы (табл. 3).

Результаты изучения влияния супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного на биохимические показатели крови лошадей в повышенных дозах сведены в таблицу 4. Установлено, что препарат в 5 раз увеличенной дозе 1,0 мг/кг на первые сутки показал незначительное увеличение общего белка (90,2 г/л), альбуминов (8,0 г/л) и щелочной фосфатазы (403,0 Ед/л). Эти показатели на 7 и 14-е сутки находились в пределах нормы (соответственно, 87,6-73,2 г/л, 7,1-7,3 г/л, 390,7-388,0 Ед/л), т. е. препарат в повышенных дозах не оказывает отрицательного влияния на биохимические показатели крови лошадей.

Заключение

Клинические признаки лошадей (температура тела, пульс и дыхание) после назначения супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в терапевтической, 3 и 5 раз увеличенной дозах на 1, 7 и 14-е сутки не отличались от показателей животных контрольной группы. В моче отмечено небольшое повышение кетонных тел на 1-е сутки, что может свидетельствовать о воздействии препарата в 5 раз повышенной дозе на центральную нервную систему; на 7 и 14-е сутки все показатели находились в пределах нормы. Супрамолекулярный комплекс ивермектина 2,0%-ный в повышенных дозах (0,6; 1,0 мг/кг по ДВ) не оказывал отрицательного влияния на гематологические и биохимические показатели крови лошадей.

Список источников

1. Архипов И. А. Антигельминтики: фармакология и применение. М.: Россельхозакадемия, 2009. 405 с.
2. Архипов И. А., Халиков С. С., Душкин А. В., Поляков Н. Э., Мусаев М. Б. Применение нано- и механохимической технологии и адресной доставки для разработки инновационных антигельминтных препаратов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов Международной научной конференции Всероссийского общества гельминтологов. М., 2016. Вып. 17. С. 30-36.
3. Двойнос Г. М. Стронгилиды (Nematoda: Stronygidae) домашних и диких лошадей: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Киев, 1993. 39 с.
4. Зацепкина В. В., Мусаев М. Б. Доклинические исследования твердой дисперсии ивермектина // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов Международной научной конференции. М., 2019. Вып. 20. С. 231-237. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.231-237>
5. Зацепкина В. В. Острая пероральная токсичность супрамолекулярного комплекса ивермектина // Российский паразитологический журнал М., 2020. Т. 14. № 1. С. 59-63. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-1-59-63>
6. Зацепкина В. В., Мусаев М. Б. Изучение кумулятивных свойств супрамолекулярного комплекса ивермектина // Российский паразитологический журнал. М., 2019. Т. 13. № 4. С. 72-76. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-72-76>
7. Зацепкина В. В., Курочкина К. Г., Мусаев М. Б., Халиков С. С. Иммунотоксические свойства супрамолекулярного комплекса ивермектина // Биофармацевтический журнал. 2021. Т. 13 № 4. С. 29-33. <https://doi.org/10.30906/2073-8099-2021-13-4-29-33>

Таблица 3 [Table 3]

Гематологические показатели лошадей после введения супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного в повышенных дозах
[Hematological parameters of horses after the introduction of the supramolecular complex of ivermectin 2.0% in high doses]

Показатель [Indicator]	Единица измерения [Unit of measurement]	Значение показателя после дачи препарата в дозах по ДВ (мг/кг) [The value of the indicator after giving the drug in doses according to AS (mg/kg)]				Контроль [Control]
		0,2	0,6	1,0		
1	2	3	4	5	6	
Сутки после дачи препарата						
Эритроциты	× 10 ¹² /л	8,6±0,84	9,2±0,99	8,9±0,87	9,7±0,62	
Лейкоциты	× 10 ⁹ /л	8,43±0,31	8,94±0,24	9,04±0,22	9,16±0,36	
Гемоглобин	г/л	139,0±3,12	144,5±2,34	142,0±3,07	148,0±2,65	
Лейкограмма	Базофилы	0,14±0,02	0,11±0,04	0,15±0,02	0,11±0,04	
	Эозинофилы	2,58±0,63	3,01±0,39	3,65±0,42	3,01±0,51	
	Нейтрофилы сегментоядерные	53,14±0,91	53,09±0,84	52,5±1,18	52,89±1,01	
	Нейтрофилы палочкоядерные	4,26±0,37	3,27±0,31	3,98±0,24	3,89±0,23	
	Лимфоциты	35,67±1,92	37,15±1,76	37,38±1,39	36,50±1,43	
	Моноциты	3,6±0,44	3,4±0,32	2,50±0,29	3,3±0,39	
7-е сутки после дачи препарата						
Эритроциты	× 10 ¹² /л	7,21±0,73	7,5±0,65	8,7±0,61	8,9±0,56	
Лейкоциты	× 10 ⁹ /л	9,8±0,86	9,7±0,91	8,3±0,75	9,12±0,79	
Гемоглобин	г/л	146,0±4,01	144,0±3,46	142,0±3,61	151,0±2,12	
Лейкограмма	Базофилы	0,14±0,02	0,11±0,04	0,15±0,02	0,11±0,04	
	Эозинофилы	2,58±0,63	3,01±0,39	3,65±0,42	3,01±0,51	
	Нейтрофилы сегментоядерные	53,14±0,91	53,09±0,84	52,5±1,18	52,89±1,01	
	Нейтрофилы палочкоядерные	4,26±0,37	3,27±0,31	3,98±0,24	3,89±0,23	
	Лимфоциты	36,8±1,43	37,20±1,49	36,51±1,52	36,78±1,71	
	Моноциты	3,08±0,44	3,32±0,35	3,21±0,39	3,32±0,41	
14-е сутки после дачи препарата						
Эритроциты	× 10 ¹² /л	8,91±0,85	8,56±0,91	9,25±0,63	10,6±0,54	
Лейкоциты	× 10 ⁹ /л	9,2±0,59	8,6±0,70	9,3±0,83	9,5±0,75	
Гемоглобин	г/л	155,0±3,73	149,0±3,98	151,0±4,32	159,0±3,65	

Окончание таблицы 3 [End of table 3]

Показатель [Indicator]	Единица измерения [Unit of measurement]	Значение показателя после дачи препарата в дозах по ДВ (мг/кг) [The value of the indicator after giving the drug in doses according to AS (mg/kg)]				Контроль [Control]
		0,2	0,6	1,0		
1	2	3	4	5	6	
Лейкограмма	Базофилы					
	Эозинофилы		0	0,1	0,1	
	Нейтрофилы сегментоядерные	3,17±0,63	3,41±0,59	2,76±0,65	2,7±0,59	
	Нейтрофилы палочкоядерные	59,67±1,01	57,8±1,13	61,79±0,82	60,4±0,89	
	Лимфоциты	3,01±0,76	3,35±0,58	2,36±0,84	2,04±0,91	
	Моноциты	31,12±1,54	31,75±1,47	30,09±1,69	31,56±1,29	
	%	3,03±0,49	3,69±0,52	2,9±0,65	3,2±0,44	

Таблица 4 [Table 4]

Влияние супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного на биохимические показатели крови лошадей
[The influence of the supramolecular complex of ivermectin 2.0 % on the biochemical parameters of the blood of horses]

Показатель [Indicator]	Доза, мг/кг, по ДВ [Dose, mg/kg, according to the AS]	Значение показателя, сутки после дачи препарата [The value of the indicator, days after giving the drug]			Контроль [Control]
		1	7	14	
АСТ, Ед/л	0,2	374,2±17,6	372,6±17,4	372,4±17,2	372,2±17,6
	0,6	384,2±22,4	382,4±22,0	376,8±17,0	
	1,0	414,4±26,4	390,2±25,7	380,0±18,0	
АЛТ, Ед/л	0,2	28,4±3,2	28,2±2,6	27,8±2,5	26,2±3,2
	0,6	29,8±2,9	29,2±2,8	28,4±2,9	
	1,0	32,2±3,0	30,0±2,9	29,6±2,7	
Щелочная фосфатаза, ЕД/л	0,2	342,6±39,1	342,2±32,2	340,4±34,0	340,0±26,2
	0,6	390,6±9,1	390,2±34,0	383,1±36,2	
	1,0	403,0±28,2*	390,7±34,4	388,0±38,4	
Креатининкиназа, ЕД/л	0,2	121,2±10,2	120,8±11,8	120,5±12,1	120,2±10,2
	0,6	127,1±12,7	126,7±12,5	125,8±12,3	
	1,0	130,4±12,8	129,2±12,7	130,2±12,4	
Холестерол, ммоль/л	0,2	2,5±0,3	2,5±0,4	2,4±0,2	2,5±0,3
	0,6	2,6±0,3	2,5±0,4	2,4±0,2	
	1,0	2,6±0,3	2,6±0,5	2,5±0,3	
Триглицериды, мг%	0,2	0,1±0,9	0,1±0,6	0,1±0,6	0,1±0,9
	0,6	9,5±0,9	9,7±0,5	0,1±0,6	
	1,0	9,4±0,8	9,5±0,3	9,7±0,5	

Окончание таблицы 4 [End of table 4]

Влияние супрамолекулярного комплекса ивермектина 2,0%-ного на биохимические показатели крови лошадей
 [The influence of the supramolecular complex of ivermectin 2.0 % on the biochemical parameters of the blood of horses]

Показатель [Indicator]	Доза, мг/кг, по ДВ [Dose, mg/kg, according to the AS]	Значение показателя, сутки после дачи препарата [The value of the indicator, days after giving the drug]			Контроль [Control]
		1	7	14	
Билирубин, мкмоль/л	0,2	10,4±1,1	10,5±0,9	10,6±1,2	10,6±1,1
	0,6	12,0±1,1	11,8±1,2	10,8±1,3	
	1,0	12,4±1,1	12,0±1,1	10,9±1,3	
Мочевина, ммоль/л	0,2	5,2±0,5	5,3±0,5	5,4±0,3	5,4±0,5
	0,6	5,5±0,5	5,5±0,6	5,4±0,3	
	1,0	5,6±0,6	5,5±0,6	5,4±0,4	
Глюкоза, ммоль/л	0,2	4,4±0,4	4,5±0,4	4,7±0,5	4,8±0,5
	0,6	4,5±0,4	4,6±0,5	4,8±0,5	
	1,0	4,6±0,5	4,7±0,5	4,8±0,5	
Урокиназа, моль/л	0,2	76,0±6,9	76,2±7,4	76,6±7,2	76,6±6,8
	0,6	75,7±7,6	75,9±7,6	76,2±7,1	
	1,0	74,2±7,4	75,3±7,3	76,0±7,2	
Железо, мкмоль/л	0,2	17,6±1,8	17,9±1,7	18,0±1,7	18,0±1,7
	0,6	17,4±1,7	17,4±1,6	17,8±1,6	
	1,0	17,2±1,6	17,4±1,6	17,7±1,6	
Белок общий, г/л	0,2	60,6±6,1	60,7±6,1	60,8±6,1	60,8±6,1
	0,6	82,0±8,0	81,5±8,2	72,7±7,3	
	1,0	90,2±8,8	87,6±7,9	73,2±7,1	
Альбумин, г/л	0,2	7,2±0,6	7,2±0,7	7,3±0,6	7,4±0,6
	0,6	7,6±0,7	7,3±0,7	7,4±0,6	
	1,0	8,0±0,7	7,1±0,6	7,3±0,6	

8. Мусаев М. Б., Шумакович И. Е., Архипов И. А., Абрамов В. Е., Емельянова Н. Б., Кочетков П. П., Защепкина В. В. Способ получения средства для лечения однокопытных при паразитозах. Патент № 2681214, 05.03. 2019 г., Бюл. № 7.
9. Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Халиков С. С. Противопаразитарный комплекс ивермектина для лечения лошадей табунного содержания при нематодозах пищеварительного тракта // Российский паразитологический журнал. М., 2020. Т. 14. № 2. С. 114-119. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-114-119>
10. Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Гадаев Х. Х., Шахбиев Х. Х. Комиссионное испытание эффективности супрамолекулярного комплекса ивермектина при стронгилятозах пищеварительного тракта лошадей // Российский паразитологический журнал. М., 2021. Т. 15. № 2. С. 101-106. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-101-106>
11. Мусаев М. Б., Защепкина В. В., Вацаев Ш. В., Джамалова А. З., Халиков С. С. Эффективность супрамолекулярного комплекса ивермектина в условиях производства при нематодозах пищеварительного тракта лошадей табунного содержания // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов Международной научной конференции. М., 2020. Вып. 21. С. 255-260. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.255-260>

Статья поступила в редакцию 07.02.2022; принята к публикации 28.03.2022

Об авторах:

Мусаев Маулди Баудинович, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-0523-2308, vigis-patent@yandex.ru

Зашчепкина Виктория Владимировна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, аспирант, kniiran@mail.ru

Халиков Салават Самадович, Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН (Москва, ул. Вавилова, 28), Москва, Россия, доктор технических наук, ORCID ID: 0000-0002-4736-5934, salavatkhalikov@mail.ru

Джамалова Айшат Зеудиевна, Комплексный научно-исследовательский институт им. Х. И. Ибрагимова РАН (364051, г. Грозный, Старопромысловское шоссе, 21а), Чеченская Республика, Россия, кандидат биологических наук, kniiran@mail.ru

Вклад соавторов:

Мусаев Маулди Баудинович – научное руководство, критический анализ полученных результатов и формирование выводов.

Зашчепкина Виктория Владимировна – анализ полученных результатов, написание текста рукописи.

Халиков Салават Самадович – критический анализ полученных результатов.

Джамалова Айшат Зеудиевна – обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных результатов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Arkhipov I. A. Anthelmintics: pharmacology and application. Moscow, Russian Agricultural Academy, 2009; 405. (In Russ.)
2. Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Dushkin A. V., Polyakov N. E., Musaev M. B. Application of nano- and mechanochemical technology and targeted delivery for the development of innovative anthelmintics. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = «Theory and practice of parasitic disease control»: materials of reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of RAS. Moscow, 2016; 17: 30-36. (In Russ.)
3. Dvoynov G. M. Strongylids (Nematoda: Strongylidae) of domestic and wild horses: avtoref. dis. ... Dr. Sc. Biol. Kiev, 1993; 39.
4. Zashchepkina V. V., Musaev M. B. Preclinical studies of ivermectin solid dispersion. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = «Theory and practice of parasitic disease control»: materials of reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of RAS. Moscow, 2019; 20: 231-237. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902340-8-6.2019.20.231-237>

5. Zashchepkina V. V. Acute oral toxicity of the supramolecular complex of ivermectin. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (1): 59–63. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-1-59-63>
6. Zashchepkina V. V. Study of the cumulative properties of the supramolecular complex of ivermectin. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (4): 72–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-4-72-76>
7. Zashchepkina V. V., Kurochkina K. G., Musaev M. B., Khalikov S. S., Immunotoxic properties of the supramolecular complex of ivermectin. *Biofarmatsevticheskiy zhurnal = Biopharmaceutical Journal*. 2021; 13 (4): 29–33. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/2073-8099-2021-13-4-29-33>
8. Musaev M. B., Shumakov I. E., Arkhipov I. A., Abramov V. E., Emelyanova N. B., Kochetkov P. P., Zashchepkina V. V. Method for obtaining an agent to treat the one-hoofed against parasitosis. Patent No. 2681214 dated 05/03/2019; Bulletin No. 7.
9. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Khalikov S. S. Antiparasitic Complex of Ivermectin for Treatment of Herd Horses at Gastrointestinal Nematodosis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (2): 114–119. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-2-114-119>
10. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Gadayev Kh. Kh., Shakhbiyev Kh. Kh. Commission test of the efficacy of the supramolecular complex of ivermectin against gastrointestinal strongylatosis of horses. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (2): 101–106. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-2-101-106>
11. Musaev M. B., Zashchepkina V. V., Vatsaev Sh. V., Dzhamalova A. Z., Khalikov S. S. Efficacy of the supramolecular complex of ivermectin in production conditions against gastrointestinal nematode infections in herd horses. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = «Theory and practice of parasitic disease control»: materials of reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of RAS. Moscow, 2020; 21: 255–260. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.255-260>

The article was submitted 07.02.2022; accepted for publication 28.03.2022

About the authors:

Musaev Mauldi B., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, Dr. Sc. Vet., ORCID ID: 0000-0002-0523-2308, vigis-patent@yandex.ru

Zashchepkina Viktoriya V., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, graduate student, kniiran@mail.ru

Khalikov Salavat S., A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds, RAS (28 Vavilova Str., Moscow), Moscow, Russia, D. Sc. Eng., ORCID ID: 0000-0002-4736-5934, salavatkhalikov@mail.ru

Dzhamalova Aishat Z., Kh. I. Ibragimov Complex Research Institute, RAS, (21a Staropromyslovskoe shosse, Grozny, 364051), Chechen Republic, Russia, Cand. Sc. Biol., ORCID ID: , kniiran@mail.ru

Contribution of co-authors:

Musaev Mauldi B. – scientific advising, critical analysis of the results, and conclusions.

Zashchepkina Viktoriya V. – analysis of the results, writing of the manuscript text.

Khalikov Salavat S. – critical analysis of the results.

Dzhamalova Aishat Z. – review of publications on the article subject, analysis of the results.

All authors have read and approved the final manuscript.

Обзорная статья

УДК 619:616.995.0-85

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-213-229>

Модификация антигельминтных препаратов методами нанотехнологии (обзор)

Анастасия Ивановна Варламова¹, Иван Алексеевич Архипов²,
Салават Самадович Халиков³, Михаил Владимирович Арисов⁴

^{1,2,4} 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», Москва, Россия

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

¹ arsphoeb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

² arkhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

³ salavatkhaliakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

⁴ director@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

Аннотация

Цель исследований – анализ и обобщение данных литературы и результатов ранее проведенных собственных исследований по использованию средств адресной доставки, способов и методов повышения растворимости и эффективности антигельминтных препаратов.

Гельминтозы являются одной из важнейших проблем в ветеринарии и животноводстве не только в связи с патологическим воздействием на организм, но и с распространением антигельминтной устойчивости. Поскольку на разработку новых антигельминтных субстанций требуется много лет и инвестиций, некоторые стратегии в настоящее время сосредоточены на модификации уже имеющихся лекарственных средств с целью повышения их эффективности, уменьшения числа побочных эффектов и преодоления антигельминтной резистентности.

Проведен анализ литературных данных по различным методам и средствам повышения растворимости и эффективности антигельминтных препаратов и перспективам их применения, в том числе с использованием современных нанотехнологических методов доставки лекарственных веществ.

Ключевые слова: антигельминтики, адресная доставка, наночастицы, полимеры, липосомы, дендримеры, твердая дисперсия, гельминтозы, растворимость, эффективность

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

Конфликт интересов отсутствует

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

Для цитирования: 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>

© Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С., Арисов М. В., 2022



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

Review article

Modification of anthelmintic drugs by nanotechnology (review)

Anastasiya I. Varlamova¹, Ivan A. Arkhipov², Salavat S. Khalikov³, Mikhail V. Arisov⁴

^{1,2,4} All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”, Moscow, Russia

³ A. N. Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

¹ arspheob@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5055>

² arhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

³ salavatkhalikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-5934>

⁴ director@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

Abstract

The purpose of the research is to analyze and summarize the literature data and the results of our own studies on the use of drug delivery systems and methods for increasing the solubility and efficacy of anthelmintic drugs.

Helminthoses are one of the most important problems in veterinary medicine and animal husbandry, not only due to the pathological effects, but also due to the spread of anthelmintic resistance. Since the development of new anthelmintic substances takes many years and investment, some strategies are currently focused on modifying existing drugs to increase their efficacy, reduce side effects and overcome anthelmintic resistance. Literature data analysis on various methods and means of increasing the solubility and efficacy of anthelmintic drugs was carried out and the prospects for their use, including using modern nanotechnological methods of drug delivery were given.

Keywords: anthelmintics, targeted delivery, nanoparticles, polymers, liposomes, dendrimers, solid dispersion, helminthoses, solubility, efficacy

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

There is no conflict of interests

Acknowledgements: the work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation: 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>

© Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Arisov M. V., 2022

Паразитарные болезни являются одной из важнейших проблем в ветеринарии и представляют опасность для сельских жителей, особенно в развивающихся странах. При этом большое значение имеет не только вред, оказываемый ими для здоровья животных и человека, но и широкое формирование антигельминтной резистентности.

В связи с тем, что на разработку принципиально новых антигельминтных субстанций требуются десятилетия и большие материальные затраты, в настоящее время основное внимание уделяется модификации уже имеющихся лекарственных средств с целью улучшения

их эффективности, уменьшения побочных эффектов и снижения применяемых терапевтических дозировок. Это стало возможным в том числе благодаря использованию нанотехнологических методов, направленных на повышение биодоступности, целенаправленную доставку к месту действия и изменение кинетики лекарственных средств.

В обзоре представлены данные по использованию нанотехнологических методов по усовершенствованию антигельминтных средств на территории нашей страны и в мире, на решение наиболее важных проблем современной антигельминтной терапии.

Состояние вопроса. Основные проблемы в терапии гельминтозов. Большие потери в животноводстве обусловлены массовым распространением гельминтозов и их скрытым течением. Это затрудняет своевременную диагностику, а, следовательно, и лечение инвазированных животных. Трудности в диагностике ранних форм гельминтозов приводят к тому, что многие из них диагностируют как незаразные болезни. Кроме того, при гельминтозах ослабевает иммунитет против многих инфекционных болезней. Стоит отметить, что многие паразитарные болезни животных являются антропоознозами и представляют большую опасность и для человека, например, такие как: трихинеллез, цистицеркоз свиней и крупного рогатого скота, описторхоз, дифиллоботриоз, аскаридоз и многие другие (порядка 67 болезней).

Выпас скота в условиях высокой влажности в низменностях и на заболоченных территориях создает угрозу постоянного риска заражения гельминтами. Так, около 350 млн. голов крупного рогатого скота и 250 млн. голов овец, выпасающихся на пастбище, инвазированы фасциолезом, который представляет угрозу более чем для 27 млн. человек [20, 23, 34]. Ожидается, что в ближайшие 30 лет потребление мяса вырастет с 32 до 44 кг и от 83 до 94 кг на душу населения в развивающихся и развитых странах соответственно [71]. В результате роста производства продукции животноводства также ожидается прирост паразитарных болезней. Кроме того, изменение климата способствует тому, что новые регионы, которые в настоящее время являются неблагоприятными для развития паразитов, станут пригодными для заражения [37].

Одной из важных задач является ликвидация и резкое снижение числа паразитарных заболеваний, что позволит увеличить продуктивность животных и предотвратить их падеж. Меры, направленные на борьбу с гельминтозами животных, должны быть комплексными и состоять из мероприятий общего характера: улучшение и осушение пастбищ, обезвреживание навоза, организация гигиенических водоемов, улучшение кормления и содержания животных и пр., и ветеринарно-санитарных мероприятий, таких как: лечение и дегельминтизация животных в рациональные сроки, дегельминтизация объектов внешней среды, химиопрофилактика гельминтозов и т. д.

За последние сорок лет основной мерой борьбы с гельминтозами животных стала фармакотерапия [42]. Это обусловлено невысокой стоимостью антигельминтных средств, отсутствием специальных практических навыков для введения препаратов и получением результатов в кратчайшие сроки. Однако, у каждого из применяемых препаратов есть свои преимущества и недостатки. Например, группа бензимидазолкарбаматов – относительно безопасных соединений широкого спектра действия, имеет недостаточную растворимость и требует в некоторых случаях повышения применяемых дозировок и кратности введения [51]. Ивермектин – препарат из класса макроциклических лактонов, появившийся на ветеринарном рынке в начале 80-х годов, был революционным из-за его широкого спектра действия в отношении не только нематод, но и эктопаразитов. Фактически, ивермектин стал одним из самых успешных ветеринарных препаратов за всю историю; позже появилось много дженериков ивермектина. С годами широкое применение ивермектина содержащих препаратов привело к формированию резистентности у некоторых видов нематод и клещей, что создает определенные трудности с его применением [54, 59].

В настоящее время одной из наиболее важных проблем в антигельминтной терапии является формирование резистентности ко многим антигельминтным средствам, применяемым во всем мире [25, 51]. Такие паразитарные болезни как эхинококкоз, аскаридоз, трихинеллез, цистицеркоз и фасциолез требуют особого внимания при терапии у человека и домашних животных из-за случаев антигельминтной резистентности [40, 45].

На разработку принципиально нового антигельминтного средства уходят годы и десятилетия [31]. Однако, резистентность к антигельминтным препаратам может возникать спустя несколько лет после их применения, в том числе и к новым разработанным субстанциям. Примером может служить лекарственный препарат монепантел, который ввели в ветеринарную практику в 2009 г., как совершенно новый препарат против нематодозов овец [19]. Однако, уже через три года к этому препарату у овец и коз в Новой Зеландии сформировалась резистентность [66].

Учитывая огромные усилия, затрачиваемые на создание и разработку новых препаратов и то, как быстро препараты могут терять свою эффективность, возрастает потребность в модификации уже существующих лекарственных средств. Модификации возможны за счет использования современных методов наномедицины, электроники, использования биоматериалов, оказывающих влияние на доставку и кинетику препарата, способствуя снижению терапевтических доз и сокращению числа побочных эффектов [18, 79]. Современные нанотехнологические методы приносят все больший вклад в улучшение фармакологической промышленности, но недостаточно исследований, связанных с применением этих методов относительно противопаразитарных препаратов и еще меньше – в отношении ветеринарных лекарственных средств.

Способы повышения эффективности антигельминтных препаратов методами нанотехнологии. В связи с тем, что большинство из применяемых антигельминтных препаратов имеют низкую растворимость в воде и, как следствие, низкую проницаемость через биологические мембраны и биодоступность, то возникает необходимость в использовании ряда физических, химических, физико-химических методов, а также технологических приемов и введения вспомогательных веществ. К химическому методу относят модификацию структуры лекарственных веществ, например, за счет получения эфиров или солевой формы лекарственных веществ, к физическим – получение твердых дисперсных систем (за счет отгонки растворителя, экструзии и совместной микронизации); к физико-химическим – использование (со)растворителей, введение в рецептуру веществ липидной природы, комплексообразование (с использованием циклодекстринов и др.). Применяемые технологические приемы включают в себя процессы эмульгирования (получение нано-, микроэмульсий, самоэмульгирующихся систем), получение лекарственных форм с модифицированным высвобождением, использование дезинтегрантов, гастроретентивных систем, получение липосом, нано- и микрочастиц и др. [2]. Использование этих методов, а иногда и их комбинаций способствует повышению растворимости и проницаемости лекарственных веществ через естественные барьеры, в том числе и через покровы гельминтов.

Иммобилизация противопаразитарных препаратов на наночастицах или в них является достаточно эффективным способом повышения эффективности и снижения побочных эффектов за счет улучшенной доставки препарата к месту действия. Хотя существует большое разнообразие наночастиц, отличающихся по химической структуре, физическим свойствам и применению, для переноса антигельминтных молекул используют лишь некоторые из них, такие как: липосомы, твердые липидные наночастицы, наносуспензии, полимерные наночастицы, дендримеры, неорганические наночастицы и др. [65, 69].

Полимеры. Это вещества, состоящие из длинных повторяющихся цепочек молекул, синтетического (полиэтиленгликоль и другие сложные полиэфиры, полиангидриды и т. д.) или природного происхождения (на основе полисахаридов и пр.), некоторые из которых можно использовать для доставки лекарственных веществ [1, 8, 69].

Широкое распространение получило использование специфических средств (антигельминтиков) в сочетании с иммуностимуляторами, антиоксидантами, пробиотиками и другими средствами патогенетической терапии животных. Биополимерная технология создания новых лекарственных форм антигельминтиков успешно развивалась в ГНУ ВИГИС. В 1992–1999 гг. разработан ряд антигельминтиков (феналидон, фенапэг, полифен) на основе фенасала и полимеров, что позволило в 2–10 раз снизить терапевтическую дозу действующего вещества и тем самым уменьшить объем применяемого препарата, загрязняющего окружающую среду [3].

Ali et al. [16] изучили действие комплексного нано-ивермектина на основе молочной и гликолевой кислот против бругиоза на мышинной модели. Авторы обнаружили, что состав нано-ивермектина в сочетании с диэтилкарбамазином обладает синергическим действием, приводящим к усилению филлярицидной активности по сравнению с действием каждого из этих препаратов по отдельности. Комбинация препаратов и нанопрепарат позволили снизить дозу ивермектина до 50% от обычной терапевтической дозы.

Целью Gastro et al. [26] было повышение растворимости альбендазола. В связи с этим, проведены фармакокинетические исследова-

ния альбендазола в сочетании с полоксамером и полиэтиленгликолем на мышах в сравнении с базовым препаратом альбендазолом. Полоксамерный носитель Р-188 значительно повышал растворимость альбендазола и пиковую концентрацию его основного метаболита – сульфоксида. Эта же комбинация также усиливала деструктивное действие *in vivo* на цисты *Echinococcus granulosus* [60]. Комбинация флубендазола с метоксиполиэтиленгликоль поликапролактоном показала многообещающие результаты против того же возбудителя [35].

Ribeiro et al. [63] использовали хитозан для инкапсулирования эфирного масла *Eucalyptus staigeriana* с потенциальным антигельминтным действием против *Haemonchus contortus* *in vitro*. Однако, комбинация полимер-масло не улучшила эффективность в сравнении с эфирным маслом. В исследовании de Aquino Mesquita et al. [29] *in vivo* было установлено, что использование эфирного масла *Eu. staigeriana*, инкапсулированного в хитозан, привело к снижению на 83,75% числа гельминтов в сычуге по сравнению с контрольной группой.

Abulaihaiti et al. [14] изучали эффективность альбендазол-хитозановых микросфер при экспериментальном внутрибрюшинном заражении белых мышей *E. multilocularis*. Альбендазол-хитозановые микросферы в качестве нового носителя показали улучшенную абсорбцию и повышенную биодоступность альбендазола при лечении альвеолярного эхинококкоза у мышей.

Другим плохо растворимым в воде бензимидазолом является триклабендазол. Несмотря на меньший спектр действия, это единственный антигельминтик, эффективный против неполовозрелых фасциол [24]. Это обстоятельство привело к его массовому применению и формированию резистентности к нему во всем мире, в том числе и у людей [47, 56]. Нанокапсулы и наноэмульсии хитозана, содержащие триклабендазол, обладали повышенной растворимостью, и концентрация лекарственного вещества *in vitro* была в 9–16 раз выше в сравнении с субстанцией триклабендазола [61].

В России сотрудниками ИХТТМ СО РАН, ИНЭОС РАН и ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН разработан и испытан супрамолекулярный комплекс на основе субстан-

ции триклабендазола и водорастворимого полисахарида арабиногалактана, выделяемого из лиственницы сибирской и представляющий собой тонкодисперсный сыпучий, растворимый в воде порошок с размером частиц до 1–10 микрон, полученный методом механохимической обработки. При фасциолезе овец и крупного рогатого этот комплекс показал в 5 раз большую эффективность против половозрелых, и в 10 раз – против неполовозрелых фасциол в сравнении с субстанцией базового препарата триклабендазола [9].

Была подтверждена эффективность механохимической технологии для получения твердых дисперсий некоторых антигельминтных препаратов (никлозамида, альбендазола, фенбендазола, триклабендазола, празиквантела и др.) с вспомогательными веществами (арабиногалактаном, поливинилпирролидоном, глицерризиновой кислотой, диоктилсульфосукцинатом натрия и пр.) [4, 5, 9]. Другие носители имеют меньший интерес из-за физической нестабильности, плохой воспроизводимости и потенциальной токсичности.

С целью повышения водорастворимости и биологической активности антигельминтиков (медамина, альбендазола, фенбендазола) методом совместной механообработки их субстанций с полимерами (ПВП, арабиногалактан) получены твердые дисперсии, представляющие собой легкосыпучие порошки. Анализ твердых дисперсий систем «ЛВ: полимер» на растворимость показал, что этот показатель зависит как от природы лекарственного вещества, так и от полимера. Показана возможность увеличения водорастворимости медамина более чем в 50 раз, альбендазола – в 27 и фенбендазола – в 24 раза при варьировании времени их совместной механообработки с полимерами. ИК-спектральные исследования и сравнение их с литературными данными позволили предположить образование межмолекулярных комплексов за счет формирования водородной связи между характеристичными группами субстанций антигельминтиков и полимеров [11]. После растворения в воде они формируют супрамолекулярные наноразмерные образования, включая комплексы, мицеллы, которые содержат молекулы в системе «гость – хозяин» [13].

Твердые дисперсии этих же субстанций с ПВП можно получить и альтернативным

методом – путем растворения компонентов в этаноле с последующим удалением растворителя [46]. Эти твердые дисперсии представляли собой слюдообразные твердые пленки, обладающие большей растворимостью, чем твердые дисперсии, полученные твердофазно. Сравнение нематодоцидной активности твердых дисперсий (альбендазола с ПВП и фенбендазола с ПВП), полученных альтернативными методами, показали, что они обладают одинаковой активностью в дозе 2,0 мг/кг по ДВ при испытаниях на лабораторной модели трихинеллеза на белых мышах, экспериментально инвазированных *Trichinella spiralis*. Твердые дисперсии альбендазола с ПВП и арабиногалактаном показали высокую эффективность при трихинеллезе и гименолепидозе белых мышей. Эти результаты были подтверждены при нематодирозе и других желудочно-кишечных стронгилятозах овец. Твердая дисперсия фенбендазола с арабиногалактаном показала 100%-ную эффективность при диктиокаулезе, стронгилоидозе и стронгилятозах пищеварительного тракта и 98,3%-ную активность при трихоцефалезе овец [7].

Для адресной доставки лекарственных средств используют различные полимеры, в том числе арабиногалактан из лиственницы, который способен вступать в реакции с моно- и бифункциональными реагентами [6], и обладает высокой мембранотропностью [21]. Вследствие этого, свойства арабиногалактана можно использовать для повышения всасываемости других лекарственных препаратов с низкой биодоступностью [21, 27]. Способность арабиногалактана к избирательному проникновению через мембраны обусловлена наличием в его структуре звеньев галактозы. Арабиногалактан может служить целенаправленным носителем для доставки диагностических и терапевтических средств к определенным клеткам, в частности, к гепатоцитам печени [10]. При этом, образуется комплекс между доставляемым агентом и арабиногалактаном, способный взаимодействовать с рецепторами клетки из-за высокой разветвленности структуры макромолекул арабиногалактана и наличия в них галактозных и арабинозных групп. Арабиногалактан выгодно отличается от других полисахаридов за счет низкой токсичности (доза 5000 мг/кг не вызывает токсичности), быстрого метаболизма и мембранотропной активности, что

обеспечивает ему значительный потенциал в процессах формирования наноструктур [10]. Спектральными, структурными и аналитическими методами исследованы водорастворимые межмолекулярные комплексы арабиногалактана и малорастворимых лекарственных веществ, а также проведено сравнение различных способов получения растворов таких комплексов – жидкофазным и механохимическим твердофазным путем. Показано, что последний способ позволяет получить устойчивые межмолекулярные комплексы с повышенной растворимостью [48].

Широкое применение в фармацевтической технологии нашел ПВП из-за хорошей растворимости в воде, отсутствия токсичности и высокой способности к комплексообразованию. Одним из способов повышения биодоступности лекарственных веществ является повышение растворимости путем механического смешивания, комплексообразования или получения твердых дисперсий с ПВП [1, 5].

В настоящее время, наносистемы на основе полимерных носителей вызывают интерес в фармации, так как они представляют терапевтическую систему и способны транспортировать лекарственные вещества внутрь клеток. Такие системы быстро воспроизводятся в больших количествах, в них можно включать плохо растворимые в воде лекарственные вещества и регулировать накопление препарата в органах и тканях организма [2, 5, 69].

Липосомы и другие липидные наночастицы. Липосомы представляют собой фосфолипидные везикулы, содержащие фосфолипидный бислой. Благодаря своей двухфазной характеристике и разнообразию дизайна и состава, липосомная технология позволяет повысить растворимость лекарственных веществ за счет инкапсуляции липосомой. Липосомы использовали для улучшения биодоступности таких препаратов, как ибупрофен, амфотерицин В, циклоспорин, гризеофульвин [22].

Дополнительное преимущество липосом и липидных наночастиц заключается в том, что многие из них уже одобрены Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) и Европейским агентством по лекарственным средствам (EMA) [73].

Wen et al. [75] использовали липосомы с альбендазолом для улучшения его всасывания

после совместного введения с циметидином перорально крысам. В этом опыте испытуемый препарат на 94% снижал биомассу цист, а в плазме крови отмечали повышение концентрации альбендазола и его метаболитов.

В другом исследовании изучено действие липосом с празиквантелом у мышей, инвазированных *Schistosoma mansoni* [50]. Установлено 69, 79 и 98%-ное уменьшение числа половозрелых гельминтов, яиц и печеночных цист соответственно по сравнению с базовым празиквантелом.

Твердые липидные наночастицы (ТЛН) представляют собой альтернативные носители лекарственных веществ по сравнению с традиционными коллоидными носителями (эмульсии, липосомы, полимерные микро- и наночастицы) для усиления пероральной биодоступности малорастворимых веществ. Эти системы содержат твердые липиды в качестве матричного материала, который обладает адгезивными свойствами. При этом, отмечают повышенную биодоступность таких лекарственных веществ, как празиквантел, кверцетин, ловастатин, нитредипин, винпоцетин и циклоспорин [58].

Xie et al. повысили показатель растворимости и изменили период полувыведения празиквантела в форме ТЛН, разработанных специально для лечения эхинококкоза с целью сокращения длительности терапии и возникновения побочных эффектов [76].

Установлена более высокая эффективность ТЛН ивермектина *in vitro* против протосколексов *E. granulosus* в сравнении с базовым ивермектином [15].

Имеются сообщения об изменении фармакокинетических свойств ивермектина в липидных нанокапсулах [41]. Отмечено повышение концентрации действующего вещества в плазме, увеличение площади под кривой и среднее время удержания в системном кровотоке по сравнению с базовым препаратом. Содержание остаточных количеств ивермектина в органах и тканях выше в два раза после применения ТЛН.

Eid et al. изучали антигельминтное действие альбендазола на наноструктурированных липидных носителях (НЛН), покрытых хитозаном при экспериментальном трихинеллезе. НЛН включали прецирол и олеиновую кислоту с твин и спан-80. НЛН способствова-

ли повышению эффективности альбендазола против *T. spiralis* по сравнению с суспензией альбендазола. НЛН, покрытые хитозаном, показали в 3–7 раз большую эффективность независимо от стадии заболевания. Хитозановое покрытие наноструктурированных липидных носителей усиливает эффективность, вероятно, за счет усиления биоадгезии [33].

Дендримеры. Это гиперразветвленные молекулы, состоящие из ядра, внутреннего слоя повторяющихся единиц и периферических функциональных групп. Периферические функциональные группы взаимодействуют с окружением, в котором они содержатся [70]. Есть несколько примеров использования дендримеров с антигельминтными средствами. Объединенная структура полиамидоamina с альбендазолом способствовала повышению растворимости препарата *in vitro*, свидетельствуя о том, что полиамидоамин может улучшить абсорбцию альбендазола *in vivo* [36]. Аналогично Mansuri et al. [81] разработали лекарственную форму альбендазола для перорального введения, покрытую дендримером пятого поколения – полипропиленимином, связанным с хитозаном. Этот состав увеличивал период полувыведения и время пребывания альбендазола в мышечной модели.

Полиамидоамин применяли для повышения растворимости никлозамида в воде. Исследования Devarakonda et al. свидетельствуют о прочном связывании никлозамида с аминными функциональными группами полиамидоamina, что приводит к пролонгированному высвобождению действующего вещества [30].

Другие антигельминтные нанопрепараты. Одной из основных проблем в лечении некоторых гельминтозов при использовании празиквантела является его низкая растворимость и, как следствие, биодоступность, что приводит к назначению высоких доз препарата в течение нескольких суток и возможному развитию побочных эффектов как у животных, так и у людей, связанных с неврологическими нарушениями и нарушениями в работе пищеварительного тракта [28]. Чтобы преодолеть эти нежелательные эффекты, разработана мицеллярная наноформа празиквантела на основе глицирризиновой кислоты [55]. Эта комбинация значительно увеличивала растворимость препарата (до 3,5

раз), а также привела к изменению некоторых фармакокинетических параметров, таких как максимальная концентрация, время достижения максимальной концентрации и площадь под кривой. В результате исследований было установлено, что производные ГК способны встраиваться в биологические мембраны клеток, обеспечивая подвижность липидов [43]. Так как в составе ГК присутствуют гидрофильные и гидрофобные составляющие, она способна формировать комплексы с органическими молекулами [50] и образовывать самоассоциаты в водно-спиртовых и водных растворах [64]. За счет увеличения подвижности липидов биологических мембран производные ГК способствуют проникновению молекул лекарственных веществ внутрь клетки [12, 67]. Включение молекул празиквантела в мицеллы Na_2GK обеспечивает повышенную концентрацию молекул празиквантела в предмембранном слое, то есть доставка препарата происходит быстрее, способствуя ускорению абсорбции лекарственного средства в кровотоки [55]. Взаимодействие ГК с липидным бислоем клеток также может способствовать повышению биодоступности, в том числе благодаря взаимодействию с кишечным эпителием [67].

Vinarov et al. модифицировали плохо растворимый альбендазол с использованием 17 различных мицеллярных поверхностно-активных веществ в качестве носителей [74]. При этом лучшая растворимость была обнаружена в растворах анионных ПАВ при $\text{pH} = 3$.

В Германии [57] и Голландии [72] занимаются разработкой нанокристаллов лекарственных препаратов, используя технологию в жидкой среде. Ученые из университета Гуанжоу (КНР) разрабатывают нанокристаллы антигельминтика никлозамида в форме инъекций [78].

В настоящее время для ивермектина [68], альбендазола [39], празиквантела [69] создана такая лекарственная форма, как наносuspension.

Khan et al. синтезировали и проверили действие частиц оксида цинка [49], Rehman et al. – фитохимического экстракта *Tribulus terrestris* с наночастицами серебра [62] против амфистомы *Gigantocotyle explanatum* у буйволов. В обоих опытах установлено деструктивное действие, снижение подвижности гельминтов наряду с приростом активных форм кисло-

рода и снижением активности супероксиддисмутазы и глутатиона, подвергшихся воздействию соответствующих наночастиц, что может говорить об окислительном повреждении трематод. Dorostkar et al. инкубировали *Toxocara vitulorum* вместе с наночастицами оксида цинка и железа с достижением аналогичных результатов [32].

Перспективы применения нанотехнологий при создании антигельминтных препаратов. Недостатки антигельминтных средств можно потенциально изменить к лучшему за счет применения нанотехнологических методов. Благодаря использованию средств адресной доставки антигельминтных препаратов, возможно высвобождение лекарственного средства в целевых органах или тканях без системного распространения лекарственного средства и нежелательных побочных эффектов и накопления остаточных количеств действующих веществ в тканях и органах животных. Также возможно получение обратного эффекта в зависимости от носителя и тех целей, которые преследует ветеринарный врач в терапии гельминтозов.

Известно, что повышенная концентрация препарата увеличивает его эффективность [52, 53], поэтому накопление препарата в таких местах локализации гельминтов, как кишечник, печень, легкие, кожа и т. д., может улучшить терапию гельминтозов, трудно поддающихся лечению. Поскольку некоторые наночастицы могут быть «закрыты» другими, два действующих вещества могут нести наногибридную структуру [44, 80]. Это позволит использовать различные комбинации антигельминтных средств, обладающих синергическим действием, с помощью наносителей или использовать лекарственно-фитохимические ассоциации для преодоления антигельминтной резистентности и пролонгации действия препаратов.

Стоит отметить, что наряду с положительными эффектами использования нанотехнологий, есть и побочные. В некоторых случаях вызывает озабоченность наложение терапевтических и токсических эффектов, особенно у тех наночастиц, которые стимулируют окислительные реакции. Предполагается, что токсичность обратно пропорциональна размеру частиц для одного и того же вещества [17]. Поскольку некоторые из этих частиц еще

не изучены в качестве антигельминтных наноносителей, то следует проводить стандартные исследования токсикологических свойств. Кроме того, наночастицы могут оказывать специфическое воздействие на воду, почву и т. д. и представлять угрозу животным, растениям и даже людям. Поэтому экологическая безопасность использования наночастиц должна привлекать больше внимания.

Заключение

За последние несколько лет нанотехнологии чрезвычайно способствовали развитию фармакотерапии как в медицине, так и ветеринарии. Однако, применение нанотехнологий в антигельминтной терапии только начинается. С экономической точки зрения любая модификация препарата приводит к повышению стоимости конечного продукта. Однако, необходимо учитывать неявную экономию в результате сохранения или даже повышения эффективности антигельминтных препаратов.

Антигельминтная резистентность является главной проблемой, которую необходимо решить с помощью новых улучшенных антигельминтных составов.

Список источников

1. Алексеев К. В., Грицкова И. А., Кедик С. А. Полимеры для фармацевтической технологии. М., 2011. 512 с.
2. Алексеев К. В., Тихонова Н. В., Блинская Е. В., Карбушева Е. Ю., Турчинская К. Г., Михеева А. С., Алексеев В. К., Уваров Н. А. Технологии повышения биологической и фармацевтической доступности лекарственных веществ // Вестник новых медицинских технологий. 2012. № 4. С. 43-47.
3. Архипов И. А. Биополимерные технологии создания противопаразитарных препаратов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: матер. докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН. 2001. Вып. 1. С. 14-16.
4. Архипов И. А., Халиков С. С., Душкин А. В., Варламова А. И., Мусаев М. Б., Поляков Н. Э., Чистяченко Ю. С., Садов К. М., Халиков М. С. Супрамолекулярные комплексы антигельминтных бензимидазольных препаратов. Получение и свойства. Монография. М.: Новые авторы, 2017. 90 с.
5. Архипов И. А., Халиков С. С., Душкин А. В., Поляков Н. Э., Мусаев М. Б., Варламова А. И. и др. Применение нано- и механохимической технологии и адресной доставки для разработки инновационных антигельминтных препаратов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: матер. докл. Междунар. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН. 2016. Вып. 17. С. 30-36.
6. Бабкин В. А. Биомасса лиственницы от химического состава до инновационных продуктов. Монография. М.: Изд-во СО РАН, 2011. 231 с.
7. Варламова А. И., Архипов И. А., Халиков С. С. Новые направления в создании инновационных противопаразитарных препаратов // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: матер. докл. Междунар. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН. 2020. Вып. 21. С. 72-80.
8. Грицкова И. А., Кедок С. А., Януль Н. А. Полимеры в технологии лекарственных препаратов. Монография. М., 2002. 167 с.
9. Лагерева Е. В., Абрамов В. Е., Мусаев М. Б., Халиков С. С. Эффективность супрамолекулярного комплекса на основе албендазола и триклабендазола при фасциолёзе и нематодозах пищеварительного тракта овец // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13, № 2. С. 82-88.
10. Медведева Е. Н., Бабкин В. А., Макаренко О. А. и др. Получение высокоочищенного арабиногалактана лиственницы и исследование его иммуномодулирующих свойств // Химия растительного сырья. 2004. № 4. С. 17-23.
11. Метелева Е. С., Душкин А. В., Толстикова Т. Г. и др. Механохимическое получение и фармакологическая активность водорастворимых межмолекулярных комплексов арабиногалактана и лекарственных веществ // Химия и медицина: VI Всерос. науч. сем. Уфа, 2007. С. 189-190.
12. Селютин О. Ю., Апанасенко И. Е., Поляков Н. Э. Исследование мембраномодифицирующей активности глицирризиновой кислоты // Известия Академии наук. Серия химическая. 2015. № 7. С. 1555-1559.
13. Халиков С. С., Чистяченко Ю. С., Душкин А. В., Метелева Е. С., Поляков Н. Э., Архипов И. А., Варламова А. И., Гламаздин И. И., Данилевская Н. В. Создание антигельминтных препаратов повышенной эффективности на основе межмолекулярных комплексов действующих веществ с водорастворимыми полимерами, в том числе полисахаридами // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. Т. 23, № 5. С. 567-577.
14. Abulaihaiti M., Wu X.-W., Qiao L., et al. Efficacy of albendazole-chitosan microsphere-based treatment for alveolar echinococcosis in mice. PLoS Negl. Trop. Dis. 2015; 9(9): e0003950.

15. Ahmadpour E., Godrati-Azar Z., Spotin A., et al. Nanostructured lipid carriers of ivermectin as a novel drug delivery system in hydatidosis. *Parasit. Vectors* 2019; 12(1): 469.
16. Ali M., Afzal M., Verma M., et al. Therapeutic efficacy of poly (lactic-co-glycolic acid) nanoparticles encapsulated ivermectin (nano-ivermectin) against *Brugian filariasis* in experimental rodent model. *Parasitol. Res.* 2014; 113(2): 681-691.
17. Bahadar H., Maqbool F., Niaz K., Abdollahi M. Toxicity of nanoparticles and an overview of current experimental models. *Iran. Biomed. J.* 2016; 20(1): 1-11.
18. Bai D. P., Lin X. Y., Huang Y. F., Zhang X. F. Theranostics aspects of various nanoparticles in veterinary medicine. *Int. J. Mol. Sci.* 2018; 19(11): 3299.
19. Bartley D. J., Devin L., Nath M., Morrison A. A. Selection and characterisation of monepantel resistance in *Teladorsagia circumcincta* isolates. *Int. J. Parasitol. Drugs. Drug Resist.* 2015; 5(2): 69-76.
20. Beesley N. J., Williams D. J., Paterson S., Hodgkinson J. *Fasciola hepatica* demonstrates high levels of genetic diversity, a lack of population structure and high gene flow: Possible implications for drug resistance. *Int. J. Parasitol.* 2017; 47(1): 11-20.
21. Belicova A., Ebringer L., Krajcovic J., et al. Antimutagenic effect of heteroxilans, arabinogalactans, pectins and mannans in the euglena assay. *World J. of Microbiol. and Biotechnology.* 2001; 17 (3): 293-299.
22. Biju S. S., Talegaonkar S., Misra P. R., Khar R. K. Vesicular systems: An overview. *Indian J. Pharm. Sci.* 2006; 68 (2): 141-153.
23. Boray J. C. Liver fluke disease in sheep and cattle. Australia: Agfact - NSW Agriculture. 1993; p. 16.
24. Boray J. C., Jackson R., Strong M. B. Chemoprophylaxis of fascioliasis with triclabendazole. *NZ Vet. J.* 1985; 33(11): 182-185.
25. Buss Baiak B., Lehnen C., Abdallah da Rocha R. Anthelmintic resistance in cattle: A systematic review and meta-analysis. *Livest. Sci.* 2018; 217: 127-135.
26. Castro S. G., Sanchez Bruni S. F., Urbizu L. P., et al. Enhanced dissolution and systemic availability of albendazole formulated as solid dispersions. *Pharm. Dev. Technol.* 2013; 18(2): 434-442.
27. Chintalwar G., Jain A., Sipahimalani A., et al. An immunologically active arabinogalactan from *Tinospora cordifolia*. *Phytochemistry.* 1999; 52 (6): 1089-1093.
28. Cioli D., Pica-Mattoccia L. Praziquantel. *Parasitol Res* 2003; 90(Suppl. 1): S3-9.
29. de Aquino Mesquita M., E. Silva Júnior J. B., Panassol A. M., et al. Anthelmintic activity of *Eucalyptus staigeriana* encapsulated oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Parasitol. Res.* 2013; 112(9): 3161-3165.
30. Devarakonda B., Hill R. A., Liebenberg W., Brits M., de Villiers M. M. Comparison of the aqueous solubilization of practically insoluble niclosamide by polyamidoamine (PAMAM) dendrimers and cyclodextrins. *Int. J. Pharm.* 2005; 304(1-2): 193-209.
31. DiMasi J. A., Grabowski H. G., Hansen R. W. Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs. *J Health Econ* 2016; 47: 20-33.
32. Dorostkar R., Ghalavand M., Nazarizadeh A., Tat M., Hasemzadeh M. Anthelmintic effects of zinc oxide and iron oxide nanoparticles against *Toxocara vitulorum*. *Int. Nano Lett.* 2017; 7: 157.
33. Eid R. K., Ashour D. S., Essa E. A., et al. Chitosan coated nanostructured lipid carriers for enhanced in vivo efficacy of albendazole against *Trichinella spiralis*. *Carbohydr. Polym.* 2020; 232: 115826.
34. Esteban J. G., González C., Bargues M. D., et al. High fascioliasis infection in children linked to a man-made irrigation zone in Peru. *Trop. Med. Int. Health* 2002; 7(4): 339-348.
35. Farhadi M., Haniloo A., Rostamizadeh K., Faghihzadeh S. Efficiency of flubendazole-loaded mPEG-PCL nanoparticles: A promising formulation against the protozoa and cysts of *Echinococcus granulosus*. *Acta. Trop.* 2018; 187: 190-200.
36. Fernández L., Sigal E., Otero L., Silber J., Santo M. Solubility improvement of an anthelmintic benzimidazole carbamate by association with dendrimers. *Braz. J. Chem. Eng.* 2011; 28: 679-689.
37. Fox N. J., Marion G., Davidson R. S., White P. C., Hutchings M. R. Live stock helminths in a changing climate: Approaches and restrictions to meaningful predictions. *Animals (Basel)* 2012; 2(1): 93-107.
38. Frezza T. F., Gremião M. P., Zanotti-Magalhães E. M., Magalhães L. A., de Souza A. L., Allegretti S. M. Liposomal-praziquantel: Efficacy against *Schistosoma mansoni* in a preclinical assay. *Acta Trop.* 2013; 128(1): 70-75.
39. Fulop V., Jakab G., Bozo T., et al. Study on the dissolution improvement of albendazole using reconstitutable dry nanosuspension formulation. *Eur. J. Pharm. Sci.* 2018; 123: 70-78.

40. Furtado L. F. V., Medeiros C. D. S., Zuccherato L. W., et al. First identification of the benzimidazole resistance-associated F200Y SNP in the beta-tubulin gene in *Ascaris lumbricoides*. PLoS One. 2019; 14(10): e0224108.
41. Gamboa G. V., Palma S. D., Lifschitz A., et al. Ivermectin-loaded lipid nanocapsules: toward the development of a new antiparasitic delivery system for veterinary applications. Parasitol. Res. 2016; 115(5): 1945-1953.
42. Geurden T., Chartier C., Fanke J., et al. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. Int J Parasitol Drugs Drug Resist 2015; 5(3): 163-171.
43. Graebin C. S. The pharmacological activities of glycyrrhizinic acid ("Glycyrrhizin") and glycyrrhetic acid. In: J. M. Merillon, K. Ramawat. Sweeteners. Reference series in Phytochemistry. Springer, Cham, 2016.
44. Huang F., You M., Chen T., Zhu G., Liang H., Tan W. Self-assembled hybrid nanoparticles for targeted co-delivery of two drugs into cancer cells. Chem. Commun. (Camb.) 2014; 50(23): 3103-3105.
45. Jimenez Castro P. D., Howell S. B., Schaefer J. J., Avramenko R. W., Gilleard J. S., Kaplan R. M. Multiple drug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*: an emerging threat? Parasit. Vectors. 2019; 12(1): 576.
46. Kalaiselvan R., Mohanta G. P., Manna P. K., Manavalan R. Studies on mechanism of enhanced dissolution of albendazole solid dispersions with crystalline carriers. Ind. J. of Pharm. Sci. 2006; 9: 599-607.
47. Kelley J. M., Elliott T. P., Beddoe T., Anderson G., Skuce P., Spithill T. W. Current threat of triclabendazole resistance in *Fasciola hepatica*. Trends Parasitol. 2016; 32(6): 458-469.
48. Khalikov S. S., Lokshin B. V., Ilyin M. M., Varlamova A. I., Musaev M. B., Arkhipov I. A. Methods for obtaining solid dispersions of drugs and their properties. Russian Chemical Bulletin. 2019; 68 (10): 1924-1932.
49. Khan Y. A., Singh B. R., Ullah R., Shoeb M., Naqvi A. H., Abidi S. M. Anthelmintic effect of biocompatible zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) on *Gigantocotyle explanatum*, a neglected parasite of indian water buffalo. PLoS One. 2015; 10(7): e0133086.
50. Kornievskaya V. S., Kruppa A. I., Leshina T. V. NMR and photo-CIDNP investigations of the glycyrrhizinic acid micelles influence on solubilized molecules. J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem. 2008; 60: 123-130.
51. Lanusse C., Canton C., Virkel G., Alvarez L., Costa-Junior L., Lifschitz A. Strategies to optimize the efficacy of anthelmintic drugs in ruminants. Trends. Parasitol. 2018; 34(8): 664-682.
52. Leathwick D. M., Miller C. M. Efficacy of oral, injectable and pour-on formulations of moxidectin against gastrointestinal nematodes in cattle in New Zealand. Vet. Parasitol. 2013; 191(3-4): 293-300.
53. Leathwick D. M., Miller C. M., Sauermaann C. W., et al. The efficacy and plasma profiles of abamectin plus levamisole combination anthelmintics administered as oral and pour-on formulations to cattle. Vet. Parasitol. 2016; 227: 85-92.
54. Lifschitz A., Sallovitz J., Imperiale F., et al. Pharmacokinetic evaluation of four ivermectin generic formulations in calves. Vet. Parasitol. 2004; 119(2-3): 247-257.
55. Meteleva E., Chistyachenko Y., Suntsova L., et al. Disodium salt of glycyrrhizic acid – A novel supramolecular delivery system for anthelmintic drug praziquantel. J. Drug Deliv. Sci. Tec. 2019; 50: 66-77.
56. Moll L., Gaasenbeek C. P., Vellema P., Borgsteede F. H. Resistance of *Fasciola hepatica* against triclabendazole in cattle and sheep in The Netherlands. Vet. Parasitol. 2000; 91(1-2): 153-158.
57. Muller R. H., Gohla S., Keck C. M. State of the art of nanocrystals-special features, production, nanotoxicology aspects and intracellular delivery. Europ. J. Pharm. Biopharm. 2011; 78: 1-9.
58. Muller R. H., Mader K., Gohla S. Solid lipid nanoparticles (SLN) for controlled drug delivery – are view of the state of the art. Europ. J. Pharm. Biopharm. 2000; 50 (1): 161-167.
59. Ōmura S., Crump A. The life and times of ivermectin – A success story. Nat. Rev. Microbiol. 2004; 2(12): 984-989.
60. Pensel P. E., Castro S., Allemandi D., Bruni S. S., Palma S. D., Elisondo M. C. Enhanced chemoprophylactic and clinical efficacy of albendazole formulated as solid dispersions in experimental cystic echinococcosis. Vet. Parasitol. 2014; 203(1-2): 80-86.
61. Real D., Hoffmann S., Leonardi D., Salomon C., Goycoolea F. M. Chitosan-based nanodelivery systems applied to the development of novel triclabendazole formulations. PLoS One 2018; 13(12): e0207625.
62. Rehman A., Ullah R., Uddin I., Zia I., Rehman L., Abidi S. M. A. In vitro anthelmintic effect of biologically synthesized silver nanoparticles on liver amphistome, *Gigantocotyle explanatum*. Exp. Parasitol. 2019; 198: 95-104.

63. Ribeiro W. L., Macedo I. T., dos Santos J. M., et al. Activity of chitosan encapsulated Eucalyptus staigeriana essential oil on Haemonchus contortus. Exp. Parasitol. 2013; 135(1): 24-29.
64. Sakamoto S., Nakahara H., Uto T., Shoyama Y. Investigation of interfacial behavior of glycyrrhizin with a lipid raft model via a Langmuir monolayer study. Biochimica et Biophysica Acta. 2013; 1828: 1271-1283.
65. Sanabria R. Nanotechnological improvement of veterinary anthelmintics. Pharm. Nanotech. 2021; 9: 5-14.
66. Scott I., Pomroy W. E., Kenyon P. R., Smith G., Adlington B., Moss A. Lack of efficacy of monepantel against Teladorsagia circumcincta and Trichostrongylus colubriformis. Vet Parasitol 2013; 198(1-2): 166-171.
67. Selutina O. Yu., Polyakov N. E., Korneev D. V., Zaitsev B. N. Influence of glycyrrhizin on permeability and elasticity of cell membrane: perspectives for drugs delivery. Drug Delivery. 2016; 23 (3): 848-855.
68. Starkloff W. J., Bucala V., Palma S. D., Gonzalez N. L. Vidal. Design and in vitro characterization of ivermectin nanocrystals liquid formulation based on a top-down approach. Pharm. Dev. Technol. 2016; 22 (6): 809-817.
69. Sun Y., Chen D., Pan Y., et al. Nanoparticles for antiparasitic drug delivery. 2019; 26(1): 1206-1221.
70. Szymanski P., Markowicz M., Mikiciuk-Olasik E. Nanotechnology in pharmaceutical and biomedical applications: Dendrimers. Nano. 2011; 06: 509-539.
71. Thornton P. K. Livestock production: Recent trends, future prospects. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 2010; 365(1554): 2853-2867.
72. Van Eerdenbrugh B., Van den Mooter G., Augustijns P. Top-down production of drug nanocrystals: nanosuspension stabilization, miniaturization and transformation into solid products. Int. J. Pharm. 2008; 364. 64-75.
73. Vemuri S., Rhodes C. T. Preparation and characterization of liposomes as therapeutic delivery systems: A review. Pharm Acta Helv. 1995; 70(2): 95-111.
74. Vinarov Z., Gancheva G., Katev V., Tcholakova S. S. Albendazole solution formulation via vesicle-to-micelle transition of phospholipid-surfactant aggregates. Drug Dev. Ind. Pharm. 2018; 44(7): 1130-1138.
75. Wen H., New R. R., Muhmut M., et al. Pharmacology and efficacy of liposome-entrapped albendazole in experimental secondary alveolar echinococcosis and effect of co-administration with cimetidine. Parasitology. 1996; 113(Pt 2): 111-121.
76. Xie S., Pan B., Shi B., et al. Solid lipid nanoparticle suspension enhanced the therapeutic efficacy of praziquantel against tapeworm. Int. J. Nanomedicine. 2011; 6: 2367-2374.
77. Yadav H., Almokdad A., Shaluf S., Debe M. Polymer-based nanomaterials for drug-delivery carriers. In: Shyam S. Mohapatra, S. R., Thomas S., eds. Nanocarriers for drug delivery. Amsterdam: Elsevier 2018; pp. 531-556.
78. Yanghuan Y., Zhang X., Zhang T., Wang H., Wu B. Design and evaluation of injectable niclosamide nanocrystals prepared by wet media milling technique. J. Drug Del. Ind. Pharm. 2014; 41 (9): 1416-1424.
79. Youssef F. S., El-Banna H. A., Elzorba H. Y., Galal A. M. Application of some nanoparticles in the field of veterinary medicine. Int. J. Vet. Sci. Med. 2019; 7(1): 78-93.
80. Zhang L., Radovic-Moreno A. F., Alexis F., et al. Co-delivery of hydrophobic and hydrophilic drugs from nanoparticle-aptamer bio conjugates. Chem. Med. Chem 2007; 2(9): 1268-1271.
81. Zmansuri S., Kesharwani P., Tekade R. K., Jain N. K. Lyophilized mucoadhesive-dendrimer enclosed matrix tablet for extended oral delivery of albendazole. Eur. J. Pharm. Biopharm. 2016; 102: 202-213.

Статья поступила в редакцию 04.12.2021; принята к публикации 15.04.2022

Об авторах:

Варламова Анастасия Ивановна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-8364-5055, arspheob@mail.ru

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

Халиков Салават Самадович, Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН (Москва, ул. Вавилова, 28), Москва, Россия, доктор технических наук, ORCID ID: 0000-0002-4736-5934, salavatkhaliykov@mail.ru

Арисов Михаил Владимирович, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, ORCID ID: 0000-0002-2103-8468, director@vniigis.ru

Вклад соавторов:

Варламова Анастасия Ивановна – обзор публикаций по проблеме, перевод иностранных источников литературы.

Архипов Иван Алексеевич – критический анализ публикаций по проблеме, формирование выводов.

Халиков Салават Самадович – обзор и критический анализ публикаций по проблеме.

Арисов Михаил Владимирович – обзор, анализ и интерпретация полученных данных, формирование выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Alekseev K. V., Gritskova I. A., Kedik S. A. Polymers for pharmaceutical technology. Moscow, 2011; 512. (In Russ.)
2. Alekseev K. V., Tikhonova N. V., Blynskaya E. V., Karbusheva E. Yu., Turchinskaya K. G., Mikheeva A. S., Alekseev V. K., Uvarov N. A. Technologies increasing the biological and pharmaceutical availability of medicinal substances. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy = Bulletin of new medical technologies*. 2012; 4: 43-47. (In Russ.)
3. Arkhipov I. A. Biopolymer technologies for the creation of antiparasitic drugs. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = «Theory and practice of parasitic disease control»: materials of reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of RAS. 2001; 2: 14-16. (In Russ.)
4. Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Dushkin A. V., Varlamova A. I., Musaev M. B., Polyakov N. E., Chistyachenko Yu. S., Sadov K. M., Khalikov M. S. Supramolecular complexes of anthelmintic benzimidazole preparations. Getting and properties. Monograph. Moscow, New authors, 2017; 90. (In Russ.)
5. Arkhipov I. A., Khalikov S. S., Dushkin A. V., Polyakov N. E., Musaev M. B., Varlamova A. I., et al. Application of nano- and mechanochemical technology and targeted delivery for development of innovative anthelmintic drugs. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = «Theory and practice of parasitic disease control»: materials of reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of RAS. 2016; 17: 30-36. (In Russ.)
6. Babkin V. A. Larch biomass from chemical composition to innovative products. Monograph. Moscow, Izd-vo SO RAN, 2011; 231. (In Russ.)
7. Varlamova A. I., Arkhipov I. A., Khalikov S. S. New directions in the creation of innovative antiparasitic drugs. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = «Theory and practice of parasitic disease control»: materials of reports of the International Scientific Conference of the All-Russian Society of Helminthologists of RAS. 2020; 21: 72-80. (In Russ.)
8. Gritskova I. A., Kedok S. A., Yanul N. A. Polymers in drug technology. Monograph. Moscow, 2002; 167. (In Russ.)
9. Lagereva E. V., Abramov V. E., Musaev M. B., Khalikov S. S. Efficacy of supramolecular complex based on albendazole and triclabendazole against fasciolosis and gastro-intestinal nematodosis of sheep. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (2): 82-88. (In Russ.) DOI: 10.31016/1998-8435-2019-13-2-82-88.
10. Medvedeva E. N., Babkin V. A., Makarenko O. A., et al. Obtaining high-purity larch arabinogalactan and studying its immunomodulatory properties. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of Plant Materials*. 2004; 4: 17-23. (In Russ.)
11. Meteleva E. S., Dushkin A. V., Tolstikova T. G., et al. Mechanochemical preparation and pharmacological activity of water-soluble intermolecular complexes of arabinogalactan and medicinal substances. *Khimiya i meditsina: VI Vserossiyskiy nauchnyy seminar = Chemistry and Medicine: VI All-Russian Scientific Seminar*. Ufa, 2007; 189-190. (In Russ.)
12. Selyutina O. Yu., Apanasenko I. E., Polyakov N. E. Study of the membrane-modifying activity of glycyrrhizic acid. *Izvestiya Akademii nauk. Seriya khimicheskaya = Proceedings of the Academy of Sciences. Chemical series*. 2015; 7: 1555-1559. (In Russ.)
13. Khalikov S. S., Chistyachenko Yu. S., Dushkin A. V., Meteleva E. S., Polyakov N. E., Arkhipov I. A., Varlamova A. I., Glamazdin I. I., Danilevskaya N. V. Creation of anthelmintic preparations of increased effectiveness based on intermolecular complexes of active substances with water-soluble polymers, including polysaccharides. *Chemistry for*

- Sustainable Development*. 2015; 23 (5): 567-577. (In Russ.)
14. Abulaihaiti M., Wu X.-W., Qiao L., et al. Efficacy of albendazole-chitosan microsphere-based treatment for alveolar echinococcosis in mice. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2015; 9 (9): e0003950.
 15. Ahmadpour E., Godrati-Azar Z., Spotin A., et al. Nanostructured lipid carriers of ivermectin as a novel drug delivery system in hydatidosis. *Parasit. Vectors*. 2019; 12 (1): 469.
 16. Ali M., Afzal M., Verma M., et al. Therapeutic efficacy of poly (lactic-co-glycolic acid) nanoparticles encapsulated ivermectin (nano-ivermectin) against *Brugian filariasis* in experimental rodent model. *Parasitol. Res.* 2014; 113 (2): 681-691.
 17. Bahadar H., Maqbool F., Niaz K., Abdollahi M. Toxicity of nanoparticles and an overview of current experimental models. *Iran. Biomed. J.* 2016; 20 (1): 1-11.
 18. Bai D. P., Lin X. Y., Huang Y. F., Zhang X. F. Theranostics aspects of various nanoparticles in veterinary medicine. *Int. J. Mol. Sci.* 2018; 19 (11): 3299.
 19. Bartley D. J., Devin L., Nath M., Morrison A. A. Selection and characterisation of monepantel resistance in *Teladorsagia circumcincta* isolates. *Int. J. Parasitol. Drugs. Drug Resist.* 2015; 5 (2): 69-76.
 20. Beesley N. J., Williams D. J., Paterson S., Hodgkinson J. *Fasciola hepatica* demonstrates high levels of genetic diversity, a lack of population structure and high gene flow: Possible implications for drug resistance. *Int. J. Parasitol.* 2017; 47 (1): 11-20.
 21. Belicova A., Ebringer L., Krajcovic J., et al. Antimutagenic effect of heteroxilans, arabinogalactans, pectins and mannans in the euglena assay. *World J. of Microbiol. and Biotechnology*. 2001; 17 (3): 293-299.
 22. Biju S. S., Talegaonkar S., Misra P. R., Khar R. K. Vesicular systems: An overview. *Indian J. Pharm. Sci.* 2006; 68 (2): 141-153.
 23. Boray J. C. Liver fluke disease in sheep and cattle. Australia, Agfact – NSW Agriculture. 1993; p. 16.
 24. Boray J. C., Jackson R., Strong M. B. Chemoprophylaxis of fascioliasis with triclabendazole. *NZ Vet. J.* 1985; 33(11): 182-185.
 25. Buss Baiak B., Lehnen C., Abdallah da Rocha R. Anthelmintic resistance in cattle: A systematic review and meta-analysis. *Livest. Sci.* 2018; 217: 127-135.
 26. Castro S. G., Sanchez Bruni S. F., Urbizu L. P., et al. Enhanced dissolution and systemic availability of albendazole formulated as solid dispersions. *Pharm. Dev. Technol.* 2013; 18(2): 434-442.
 27. Chintalwar G., Jain A., Sipahimalani A., et al. An immunologically active arabinogalactan from *Tinospora cordifolia*. *Phytochemistry*. 1999; 52 (6): 1089-1093.
 28. Cioli D., Pica-Mattoccia L. Praziquantel. *Parasitol Res.* 2003; 90(Suppl. 1): S3-9.
 29. de Aquino Mesquita M., E. Silva Júnior J. B., Panassol A. M., et al. Anthelmintic activity of *Eucalyptus staigeriana* encapsulated oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Parasitol. Res.* 2013; 112(9): 3161-3165.
 30. Devarakonda B., Hill R. A., Liebenberg W., Brits M., de Villiers M. M. Comparison of the aqueous solubilization of practically insoluble niclosamide by polyamidoamine (PAMAM) dendrimers and cyclodextrins. *Int. J. Pharm.* 2005; 304(1-2): 193-209.
 31. DiMasi J. A., Grabowski H. G., Hansen R. W. Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs. *J. Health Econ.* 2016; 47: 20-33.
 32. Dorostkar R., Ghalavand M., Nazarizadeh A., Tat M., Hasemzadeh M. Anthelmintic effects of zinc oxide and iron oxide nanoparticles against *Toxocara vitulorum*. *Int. Nano Lett.* 2017; 7: 157.
 33. Eid R. K., Ashour D. S., Essa E. A., et al. Chitosan coated nanostructured lipid carriers for enhanced in vivo efficacy of albendazole against *Trichinella spiralis*. *Carbohydr. Polym.* 2020; 232: 115826.
 34. Esteban J. G., González C., Bargues M. D., et al. High fascioliasis infection in children linked to a man-made irrigation zone in Peru. *Trop. Med. Int. Health.* 2002; 7(4): 339-348.
 35. Farhadi M., Haniloo A., Rostamizadeh K., Faghihzadeh S. Efficiency of flubendazole-loaded mPEG-PCL nanoparticles: A promising formulation against the protozoa and cysts of *Echinococcus granulosus*. *Acta. Trop.* 2018; 187: 190-200.
 36. Fernández L., Sigal E., Otero L., Silber J., Santo M. Solubility improvement of an anthelmintic benzimidazole carbamate by association with dendrimers. *Braz. J. Chem. Eng.* 2011; 28: 679-689.
 37. Fox N. J., Marion G., Davidson R. S., White P. C., Hutchings M. R. Live stock helminths in a changing climate: Approaches and restrictions to meaningful predictions. *Animals (Basel)*. 2012; 2(1): 93-107.

38. Frezza T. F., Gremião M. P., Zanotti-Magalhães E. M., Magalhães L. A., de Souza A. L., Allegretti S. M. Liposomal-praziquantel: Efficacy against *Schistosoma mansoni* in a preclinical assay. *Acta Trop.* 2013; 128(1): 70-75.
39. Fulop V., Jakab G., Bozo T., et al. Study on the dissolution improvement of albendazole using reconstitutable dry nanosuspension formulation. *Eur. J. Pharm. Sci.* 2018; 123: 70-78.
40. Furtado L. F. V., Medeiros C. D. S., Zuccherato L. W., et al. First identification of the benzimidazole resistance-associated F200Y SNP in the beta-tubulin gene in *Ascaris lumbricoides*. *PLoS One.* 2019; 14(10): e0224108.
41. Gamboa G. V., Palma S. D., Lifschitz A., et al. Ivermectin-loaded lipid nanocapsules: toward the development of a new antiparasitic delivery system for veterinary applications. *Parasitol. Res.* 2016; 115(5): 1945-1953.
42. Geurden T., Chartier C., Fanke J., et al. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist.* 2015; 5(3): 163-171.
43. Graebin C. S. The pharmacological activities of glycyrrhizinic acid ("Glycyrrhizin") and glycyrrhetic acid. In: J. M. Merillon, K. Ramawat. Sweeteners. Reference series in Phytochemistry. Springer, Cham, 2016.
44. Huang F., You M., Chen T., Zhu G., Liang H., Tan W. Self-assembled hybrid nanoparticles for targeted co-delivery of two drugs into cancer cells. *Chem. Commun. (Camb.)*. 2014; 50(23): 3103-3105.
45. Jimenez Castro P. D., Howell S. B., Schaefer J. J., Avramenko R. W., Gilleard J. S., Kaplan R. M. Multiple drug resistance in the canine hookworm *Ancylostoma caninum*: an emerging threat? *Parasit. Vectors.* 2019; 12(1): 576.
46. Kalaiselvan R., Mohanta G. P., Manna P. K., Manavalan R. Studies on mechanism of enhanced dissolution of albendazole solid dispersions with crystalline carriers. *Ind. J. of Pharm. Sci.* 2006; 9: 599-607.
47. Kelley J. M., Elliott T. P., Beddoe T., Anderson G., Skuce P., Spithill T. W. Current threat of triclabendazole resistance in *Fasciola hepatica*. *Trends Parasitol.* 2016; 32(6): 458-469.
48. Khalikov S. S., Lokshin B. V., Ilyin M. M., Varlamova A. I., Musaev M. B., Arkhipov I. A. Methods for obtaining solid dispersions of drugs and their properties. *Russian Chemical Bulletin.* 2019; 68 (10): 1924-1932.
49. Khan Y. A., Singh B. R., Ullah R., Shoeb M., Naqvi A. H., Abidi S. M. Anthelmintic effect of biocompatible zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) on *Gigantocotyle explanatum*, a neglected parasite of indian water buffalo. *PLoS One.* 2015; 10(7): e0133086.
50. Kornievskaya V. S., Kruppa A. I., Leshina T. V. NMR and photo-CIDNP investigations of the glycyrrhizinic acid micelles influence on solubilized molecules. *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* 2008; 60: 123-130.
51. Lanusse C., Canton C., Virkel G., Alvarez L., Costa-Junior L., Lifschitz A. Strategies to optimize the efficacy of anthelmintic drugs in ruminants. *Trends. Parasitol.* 2018; 34(8): 664-682.
52. Leathwick D. M., Miller C. M. Efficacy of oral, injectable and pour-on formulations of moxidectin against gastrointestinal nematodes in cattle in New Zealand. *Vet. Parasitol.* 2013; 191(3-4): 293-300.
53. Leathwick D. M., Miller C. M., Sauermann C. W., et al. The efficacy and plasma profiles of abamectin plus levamisole combination anthelmintics administered as oral and pour-on formulations to cattle. *Vet. Parasitol.* 2016; 227: 85-92.
54. Lifschitz A., Sallovitz J., Imperiale F., et al. Pharmacokinetic evaluation of four ivermectin generic formulations in calves. *Vet. Parasitol.* 2004; 119(2-3): 247-257.
55. Meteleva E., Chistyachenko Y., Suntsova L., et al. Disodium salt of glycyrrhizic acid - A novel supramolecular delivery system for anthelmintic drug praziquantel. *J. Drug Deliv. Sci. Tec.* 2019; 50: 66-77.
56. Moll L., Gaasenbeek C. P., Vellema P., Borgsteede F. H. Resistance of *Fasciola hepatica* against triclabendazole in cattle and sheep in The Netherlands. *Vet. Parasitol.* 2000; 91(1-2): 153-158.
57. Muller R. H., Gohla S., Keck C. M. State of the art of nanocrystals-special features, production, nanotoxicology aspects and intracellular delivery. *Europ. J. Pharm. Biopharm.* 2011; 78: 1-9.
58. Muller R. H., Mader K., Gohla S. Solid lipid nanoparticles (SLN) for controlled drug delivery – are view of the state of the art. *Europ. J. Pharm. Biopharm.* 2000; 50 (1): 161-167.
59. Ōmura S., Crump A. The life and times of ivermectin – A success story. *Nat. Rev. Microbiol.* 2004; 2(12): 984-989.
60. Pensel P. E., Castro S., Allemandi D., Bruni S. S., Palma S. D., Elisondo M. C. Enhanced chemoprophylactic and clinical efficacy of

- albendazole formulated as solid dispersions in experimental cystic echinococcosis. *Vet. Parasitol.* 2014; 203(1-2): 80-86.
61. Real D., Hoffmann S., Leonardi D., Salomon C., Goycoolea F. M. Chitosan-based nanodelivery systems applied to the development of novel triclabendazole formulations. *PLoS One.* 2018; 13(12): e0207625.
 62. Rehman A., Ullah R., Uddin I., Zia I., Rehman L., Abidi S. M. A. In vitro anthelmintic effect of biologically synthesized silver nanoparticles on liver amphistome, *Gigantocotyle explanatum*. *Exp. Parasitol.* 2019; 198: 95-104.
 63. Ribeiro W. L., Macedo I. T., dos Santos J. M., et al. Activity of chitosan encapsulated *Eucalyptus staigeriana* essential oil on *Haemonchus contortus*. *Exp. Parasitol.* 2013; 135(1): 24-29.
 64. Sakamoto S., Nakahara H., Uto T., Shoyama Y. Investigation of interfacial behavior of glycyrrhizin with a lipid raft model via a Langmuir monolayer study. *Biochimica et Biophysica Acta.* 2013; 1828: 1271-1283.
 65. Sanabria R. Nanotechnological improvement of veterinary anthelmintics. *Pharm. Nanotech.* 2021; 9: 5-14.
 66. Scott I., Pomroy W. E., Kenyon P. R., Smith G., Adlington B., Moss A. Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Vet Parasitol.* 2013; 198(1-2): 166-171.
 67. Selutina O. Yu., Polyakov N. E., Korneev D. V., Zaitsev B. N. Influence of glycyrrhizin on permeability and elasticity of cell membrane: perspectives for drugs delivery. *Drug Delivery.* 2016; 23 (3): 848-855.
 68. Starkloff W. J., Bucala V., Palma S. D., Gonzalez N. L. Vidal. Design and in vitro characterization of ivermectin nanocrystals liquid formulation based on a top-down approach. *Pharm. Dev. Technol.* 2016; 22 (6): 809-817.
 69. Sun Y., Chen D., Pan Y., et al. Nanoparticles for antiparasitic drug delivery. 2019; 26(1): 1206-1221.
 70. Szymanski P., Markowicz M., Mikiciuk-Olasik E. Nanotechnology in pharmaceutical and biomedical applications: Dendrimers. *Nano.* 2011; 06: 509-539.
 71. Thornton PK. Livestock production: Recent trends, future prospects. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 2010; 365(1554): 2853-2867.
 72. Van Eerdenbrugh B., Van den Mooter G., Augustijns P. Top-down production of drug nanocrystals: nanosuspension stabilization, miniaturization and transformation into solid products. *Int. J. Pharm.* 2008; 364. 64-75.
 73. Vemuri S., Rhodes C. T. Preparation and characterization of liposomes as therapeutic delivery systems: A review. *Pharm Acta Helv.* 1995; 70(2): 95-111.
 74. Vinarov Z., Gancheva G., Katev V., Tcholakova S. S. Albendazole solution formulation via vesicle-to-micelle transition of phospholipid-surfactant aggregates. *Drug Dev. Ind. Pharm.* 2018; 44(7): 1130-1138.
 75. Wen H., New R. R., Muhmut M., et al. Pharmacology and efficacy of liposome-entrapped albendazole in experimental secondary alveolar echinococcosis and effect of co-administration with cimetidine. *Parasitology.* 1996; 113(Pt 2): 111-121.
 76. Xie S., Pan B., Shi B., et al. Solid lipid nanoparticle suspension enhanced the therapeutic efficacy of praziquantel against tapeworm. *Int. J. Nanomedicine.* 2011; 6: 2367-2374.
 77. Yadav H., Almokdad A., Shaluf S., Debe M. Polymer-based nanomaterials for drug-delivery carriers. In: Shyam S. Mohapatra, S. R., Thomas S., eds. *Nanocarriers for drug delivery*. Amsterdam, Elsevier, 2018; pp. 531-556.
 78. Yanghuan Y., Zhang X., Zhang T., Wang H., Wu B. Design and evaluation of injectable niclosamide nanocrystals prepared by wet media milling technique. *J. Drug Del. Ind. Pharm.* 2014; 41 (9): 1416-1424.
 79. Youssef F. S., El-Banna H. A., Elzorba H. Y., Galal A. M. Application of some nanoparticles in the field of veterinary medicine. *Int. J. Vet. Sci. Med.* 2019; 7(1): 78-93.
 80. Zhang L., Radovic-Moreno A. F., Alexis F., et al. Co-delivery of hydrophobic and hydrophilic drugs from nanoparticle-aptamer bio conjugates. *Chem. Med. Chem.* 2007; 2(9): 1268-1271.
 81. Zmansuri S., Kesharwani P., Tekade R. K., Jain N. K. Lyophilized mucoadhesive-dendrimer enclosed matrix tablet for extended oral delivery of albendazole. *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 2016; 102: 202-213.

The article was submitted 04.12.2021; accepted for publication 15.04.2022

About the authors:

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

Arkhipov Ivan A., Dr. Vet. Sc., Professor, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), ORCID ID: 0000-0001-5165-0706, arkipovhelm@mail.ru

Khalikov Salavat S., Dr. Tech. Sc., INEOS RAS (28, Vavilova st., Moscow, Russia, 119991), ORCID ID: 0000-0002-4736-5934, salavatkhalikov@mail.ru

Arisov Mikhail V., Dr. Vet. Sc., Professor, VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), ORCID ID: 0000-0002-2103-8468, director@vniigis.ru

Contribution of co-authors:

Varlamova Anastasiya I. – review of literature data and publications, translation.

Arkhipov Ivan A. – critical analysis of publications, formation of conclusions.

Khalikov Salavat S. – review and critical analysis of publications.

Arisov Mikhail V. – review, analysis and interpretation of the data obtained, the formation of conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.

Обзорная статья

УДК 619:616.995.132: 636.1; 619:616.995.1-085

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242>

Проблема антигельминтной резистентности в коневодстве

Ольга Александровна Панова¹, Иван Алексеевич Архипов²,
Мария Вячеславовна Баранова³, Александр Валерьевич Хрусталеv⁴

¹⁻⁴Всероссийский 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», Москва, Россия

¹apanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9254-0167>

²arkhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

⁴akhrustalev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

Аннотация

Цель исследований – обозначить нарастающую проблему антигельминтной резистентности нематод у лошадей в мире, описать методы, применяемые в настоящее время для ее детекции, и предлагаемые пути преодоления.

Материалы и методы. Проведен обзор мировой литературы по вопросам устойчивости нематод у лошадей к антигельминтным препаратам.

Результаты и обсуждение. В настоящее время ветеринарная паразитология столкнулась с нарастающей проблемой появления резистентных рас гельминтов, против которых испытанные ранее антигельминтные препараты в рекомендованных дозах оказываются неэффективными. Это явление отмечено у многих видов животных и проявляется по отношению практически ко всем основным группам антигельминтиков, о чем свидетельствуют многочисленные сообщения, главным образом, зарубежных авторов. В коневодстве для борьбы с гельминтозами более 40 лет используют бензимидазолы, что привело к широко распространенной резистентности к ним у кишечных нематод. В последние годы наблюдается потеря или ослабление эффективности лечения нематодозов лошадей антигельминтными препаратами: тиабендазолом, пирантелом памоатом, препаратами из групп бензимидазолов и макроциклических лактонов. Не вызывает сомнений, что подобная картина распространения резистентных рас гельминтов характерна и для России, поскольку здесь применяются для лечения те же самые антигельминтные препараты, что и за рубежом. Однако, данная проблема в нашей стране остается практически не исследованной. В этой ситуации бесконтрольное применение антигельминтиков, не учитывающее возможности возникновения резистентности к ним, неизбежно ведет (а возможно в ряде случаев уже привело) к появлению и распространению устойчивых популяций гельминтов, против которых существующие препараты окажутся неэффективными.

Ключевые слова: антигельминтная резистентность, нематоды, лошади, методы выявления антигельминтной резистентности, циаостомины, *Parascaris equorum*

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

Конфликт интересов отсутствует

Благодарности: Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-76-00035).

Для цитирования: Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталеv А. В. Проблема антигельминтной резистентности в коневодстве // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 230–242.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242>

© Панова О. А., Архипов И. А., Баранова М. В., Хрусталеv А. В., 2022



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

Review article

The problem of anthelmintic resistance in horse breeding

Olga A. Panova¹, Ivan A. Arkhipov², Maria V. Baranova³, Alexander V. Khrustalev⁴

^{1–4}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

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

²arkhipovhelm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5165-0706>

⁴akhrustalev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

Abstract

The purpose of the research is to outline the growing problem of anthelmintic resistance of horse nematodes in the world, to describe the methods currently used to detect it, and the proposed ways to overcome it.

Materials and methods. A review of the world literature on the resistance of horse nematodes to anthelmintic drugs is carried out.

Results and discussion. Currently, veterinary parasitology is faced with the growing problem of the emergence of resistant races of helminths, against which previously tested anthelmintic drugs in recommended doses are ineffective. This phenomenon has been noted in many animal species and manifests itself in relation to many drugs of the main groups of anthelmintics. This is evidenced by numerous reports. In horse breeding, benzimidazoles have been used for over 40 years, leading to widespread resistance to them in intestinal nematodes. There is a loss or weakening of the effectiveness of treatment of nematodes of horses with anthelmintic drugs: thiabendazole, pyrantel pamoate, drugs from the benzimidazole groups and macrocyclic lactones. There is no doubt that a similar situation of the spread of resistant races of helminths is also typical for Russia, since here the same anthelmintic drugs are used for treatment as abroad. However, this problem in our country remains practically unexplored. In this situation, the uncontrolled use of anthelmintics, which does not take into account the possibility of resistance to them, inevitably leads (and possibly in some cases has already led) to the emergence and spread of resistant populations of helminths, against which existing drugs will be ineffective.

Keywords: anthelmintic resistance, nematodes, horses, methods for detecting anthelmintic resistance, cyatostomines, *Parascaris equorum*

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

There is no conflict of interests

Acknowledgements: The study was supported by RSF project №20-76-00035.

For citation: Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V. The problem of anthelmintic resistance in horse breeding. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 230–242. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-230-242>

© Panova O. A., Arkhipov I. A., Baranova M. V., Khrustalev A. V., 2022

Введение

Желудочно-кишечные нематодозы остаются одной из существенных проблем в коневодстве во всем мире, являясь причиной значительных экономических потерь. Эти потери связаны со снижением привесов молодняка из-за плохой оплаты корма, потерей работоспособности и снижением воспроизводительной функции у племенных лошадей, повышенной восприимчи-

востью к инфекционным заболеваниям и в отдельных случаях гибелью животных [5–8].

Стронгилиды, включающие два подсемейства: Cyathostominae (также известные как Trichonematidae) и Strongylidae, а также аскариды *Parascaris equorum* являются наиболее частыми паразитами, способными вызывать клиническое заболевание у лошадей [5, 6, 8, 11, 14, 39].

Практически, все табунные лошади инвазированы циаатостоминами, которых описано более 50 видов, и они считаются наиболее значимыми паразитами в коневодстве [13, 18, 34, 35, 44, 46]. При высокой интенсивности инвазии лошади могут быть заражены сотнями тысяч нематод, большая часть которых находится в толстом кишечнике. Клинические признаки циаатостоминоза включают понижение работоспособности, снижение темпов роста, потерю веса, истощение, диарею и различные типы колики [46, 52].

Патогенное влияние при циаатостоминозе оказывают как половозрелые гельминты в просвете кишечника, так и их личинки, локализующиеся в стенке толстой кишки. При этом ни в том, ни в другом случае паразитирование нематод не вызывает развития специфического иммунного ответа [28], что влечет за собой возможность реинвазии и заражения животных любого возраста. Личиночные стадии гельминтов потенциально опасны для жизни лошади; они связаны с развитием большого числа незрелых нематод в стенке толстой кишки, что вызывает клинически выраженную слабость животного, острую или хроническую диарею, подкожный отек, гипертермию, колики [47, 54]. Однако, многие исследователи делают заключение, что пока циаатостомины широко распространены у пастбищных лошадей, инвазии носят субклинический характер и не причиняют значительного ущерба здоровью животных [28].

Стронгилиды *Strongylus (Delafondia) vulgaris* в личиночной стадии становятся причиной образования тромбов и аневризм брыжеечных артерий и аорты с нередким летальным исходом [23].

P. equorum является наиболее крупной нематодой в кишечнике лошади; зрелые самки достигают в длину 50 см [51]. Патогенное воздействие зависит от числа паразитирующих паразитов. При интенсивной инвазии могут развиваться клинические признаки: кашель, выделения из носа, вялость, отсутствие аппетита, взъерошенная шерсть, снижение веса, диарея и колики [16, 26]. Большое число аскарид приводит к обструкции тонкого кишечника, иногда с последующей перфорацией или инвагинацией [26, 43]. Но чаще эти клинические признаки встречаются у жеребят в возрасте до 6 мес. В действительности, большинство

лошадей, инвазированных *P. equorum*, при содержании в оптимальных условиях имеют субклиническую форму переболевания даже при высокой интенсивности инвазии [54].

Благодаря тому, что практически все вышеупомянутые клинические признаки, связанные с кишечными нематодами, неспецифичны, данным гельминтозам во многих случаях не уделяется должного внимания [54]. Между тем, экономический ущерб от кишечных нематодозов в коневодстве по данным литературных источников может составлять несколько миллионов долларов [55].

Применяемые в коневодстве антигельминтики

В последние десятилетия борьба с желудочно-кишечными нематодами, являясь важнейшей задачей в ветеринарии, основывалась, главным образом, на применении антигельминтных средств [24].

Контроль нематодозов желудочно-кишечного тракта лошадей в течение долгого времени опирался на применение таких препаратов как фенотиазин, пиперазин, пирантел тартрат, пирантел памоат, альбендазол, фебтал, фенбендазол, тиабендазол, оксфендазол, авермектины и ивермектины [1–3, 15, 17]. Наиболее широко применяемые препараты относятся к классам: бензимидазолов, тетрагидропиримидинов и макроциклических лактонов [1, 34, 57]. Выбор препарата диктуется его эффективностью, низкой токсичностью для организма животных и экономической целесообразностью применения [3, 4, 11].

Нередко практические ветеринарные специалисты испытывают затруднения в выборе эффективного и безопасного антигельминтика и в итоге руководствуются принципом экономической выгоды.

Определение антигельминтной резистентности

Устойчивость к гельминтам обычно определяется как «когда ранее эффективный препарат не способен убить популяцию паразита при воздействии терапевтических доз» [33] или «потеря чувствительности к препарату в популяции паразитов, которая считается генетически передана» [39].

Длительное применение одних и тех же препаратов приводит к развитию резистентности к ним паразитов, что сопровождается

снижением эффективности лечебных мероприятий [1, 34, 57].

Распространение антигельминтной резистентности

Антигельминтная резистентность (АР) стала основной проблемой в ветеринарной медицине и представляет угрозу для благополучия и продуктивности животных [35].

В мировой литературе имеется довольно много данных о распространенности антигельминтной резистентности у крупного рогатого скота [29], овец и коз [22, 27], животных-компаньонов [41]. В коневодстве эта проблема была выявлена и начала исследоваться с середины 20-го века, когда была обнаружена резистентность к фенотиазину у циаатостомин лошадей [31].

АР у *циаатостомин*. Полевые исследования показывают, что у *циаатостомин* широко распространена резистентность к бензимидазолу и пирантелу [36, 54, 57, 60].

Наиболее часто встречается устойчивость к бензимидазолу [35, 54, 55]. В 2014 г. в обзорной работе A. S. Peregrine с соавторами собраны сообщения об АР *циаатостомин* к бензимидазолу в 13 странах: Австралии (2002), Бразилии (2008), Канаде (1977), Дании (1991, 1998), Франции (2012, 2013), Германии (2004, 2009), Италии (2007, 2009), Норвегии (1995), Словацкой Республике (2000, 2009), Швеции (1989, 2007), Украине (2008), Великобритании (1992, 2006, 2009, 2013, 2014), США (8 сообщений с 1981 по 2013) [54]. В обзорной работе 2019 г. A. Raza с соавторами уже включены сообщения из Эфиопии (Seyoum et al., 2017), Нигерии (Mayaki et al., 2018), Индии (Kumar et al. 2016), Шотландии (Stratford et al. 2014) и Швейцарии (Meier and Hertzberg 2005) [55].

АР *циаатостомин* к пирантелу считается менее распространенной. Она была зарегистрирована в 1996 г. [20]. Устойчивость к пирантелу регистрировали в Северной Америке. Предполагалось, что это связано с использованием в США и в Канаде пирантела тартрата, который задавали ежедневно с кормом в низких дозировках [34, 60]. Однако, на настоящий момент имеется много сообщений об устойчивости к пирантелу в Европе, хотя здесь практики ежедневной дачи пирантела никогда не было. В связи с этим появилось сомнение – имело ли значение ежедневное применение пирантела для развития устойчивости в Северной Аме-

рике [54, 55].

На данный момент получены данные об устойчивости *циаатостомин* к пирантелу в Бразилии (2008, 2013), Канаде (2006), Дании (1998, 2013), Финляндии (2011), Франции (2012), Италии (серия работ 2007 и 2009 гг.), Германии (2009), Швеции (2007), Швейцарии (2005), Великобритании (2006, 2009, 2014), США (1996, 1998, 2001, 2004, 2007) [54, 55].

Устойчивость у *циаатостомин* к тиабендазолу была зарегистрирована уже через несколько лет после его открытия (Drudge et al., 1964), а также в Норвегии (1996), Словакии (2000) и Германии (2004) [55].

Неоднозначны мнения по распространению АР *циаатостомин* к макроциклическим лактонам (МЛ). Это связано с трудностями интерпретации полученных результатов: в какой срок после дачи антигельминтика оценивать результаты эффективности, можно ли применить к МЛ те же пороговые значения для определения устойчивости, зависят ли эти показатели от формы введения препарата (инъекционная, пероральная). И для ивермектина, и для моксидектина, многие исследования были выполнены на малом числе животных [54].

В 2012 г. Kaplan and Vidyashankar пришли к заключению, что нет убедительных доказательств устойчивости *циаатостомин* к МЛ [38]. Однако, позже, Geurden с соавторами (2014) и Кооутан с соавт. (2016) отметили неэффективность лечения МЛ *циаатостоминоза* [30, 40].

Описаны случаи снижения эффективности ивермектина у *циаатостомин* в Бразилии, Финляндии, Италии и Великобритании [49, 55, 57]. Эти данные получены на основании теста на снижение числа яиц в фекалиях (the faecal egg count reduction test – FECRT). Также, в Бразилии, Германии, Великобритании и США зарегистрировано сокращение периода повторного появления яиц после лечения лошадей, что считается предвестником развития АР [45, 48–50, 61]. Сокращение периода повторного появления яиц после лечения моксидектином в Бразилии, Великобритании и США также говорит о возможном развитии устойчивости [48, 50, 56, 58].

АР у *P. equorum*. В отличие от *циаатостомин*, развитие АР у *P. equorum*, по-видимому, началось недавно. Однако, в настоящее время проявление устойчивости, например, к МЛ

у параскарид отмечается чаще, чем у циаостомин. Резистентность к МЛ впервые была описана в Нидерландах в 2002 г.; вслед за этим появились данные о резистентности к МЛ у параскарид лошадей в Канаде (2003, 2007), Дании (2007), США (2007), Финляндии (2011), Франции (2012, 2013), Германии (2007), Италии (2009, 2010), Швеции (2008, 2009), Великобритании (2007, 2008) [19, 25, 54, 55].

Появляется все больше сообщений, описывающих пониженную эффективность терапии моксидектином *P. equorum* [55, 61]. Имеется подтверждение наличия устойчивости также к ивермектину у канадского изолята *P. equorum* [37].

В ряде исследований установлено сокращение периода повторного появления яиц после лечения МЛ [19, 50]. При выявлении АР к МЛ лечение лошадей пирантел памоатом, фенбендазолом и оксбендазолом было успешным [49, 59].

Устойчивость *P. equorum* к пирантелу была описана только в США в ограниченном числе хозяйств и может быть также связана с ежедневной дачей пирантела в низких дозировках с кормом [59]. В одном исследовании сообщалось о явном отсутствии эффективности пирантела в отношении *P. equorum* [49].

Устойчивость к фенбендазолу у *P. equorum* описана во Франции (2013), Великобритании (2014), Саудовской Аравии (2017) и в других странах [55].

В целом, АР у циаостомин отмечается гораздо чаще, чем у *P. equorum* [54]. Возможно, это связано с более широким распространением циаостомин среди лошадей и большим числом исследований этих гельминтов.

Данных о резистентности к антигельминтикам паразитов животных на территории России недостаточно, чтобы составить общее представление об этой проблеме в стране. В отечественной литературе вопрос о возможности возникновения резистентности к антигельминтикам был впервые поднят в 1970 г. На практике проблемой резистентности гельминтов к препаратам начал заниматься Малахов (1982). Им выявлены резистентные к пиперазину штаммы *Ascaridia galli* у кур [12]. Позднее, в Калмыкии установлены резистентные штаммы нематодиров у овец к действию бензимидазолкарбаматов. На территории бывшего СССР в Казахстане у овец

выявлены резистентные к фенотиазину штаммы *Haemonchus contortus* [10]. Данные о понижении эффективности фенбендазола при стронгилятозах пищеварительного тракта молодняка крупного рогатого скота в хозяйствах Западного Казахстана, где препарат ранее длительное время применялся, получены Кармалиевым с соавт (2013) [9].

Информация по устойчивости нематод лошадей к действию антигельминтных препаратов на территории России на настоящий момент отсутствует. Но не вызывает сомнений, что распространение резистентных рас гельминтов характерно и для России, поскольку здесь применяются для лечения те же самые антигельминтные препараты.

Методы детекции антигельминтной резистентности у лошадей

Для выявления устойчивости к антигельминтным средствам в лабораториях в разных частях мира разработаны стандартизированные методы детекции АР. Всемирной ассоциацией по развитию ветеринарной паразитологии (WAAVP) в 2006 г. были представлены пересмотренные и новые методы выявления устойчивости к антигельминтным средствам у нематод жвачных, лошадей и свиней в качестве основы для работы в этой области [22].

На сегодняшний день наиболее часто используемым индикатором антигельминтной резистентности является тест на снижение числа яиц в фекалиях (the faecal egg count reduction test – FECRT). Эффективность антигельминтного препарата в этом тесте оценивают, сравнивая число яиц гельминтов в фекалиях до и после лечения животных в опытных группах. Оценку эффективности препаратов проводят через 10–14 сут после их применения [22, 55].

FECRT является надежным только в том случае, если уровень устойчивости превышает 25% от общей популяции гельминтов. Однократная доза антигельминтного препарата должна устранять более 95% паразитических нематод, а эффективность ниже уровня 90% расценивается как свидетельство лекарственной устойчивости [21]. Этот пороговый предел применим не для всех классов антигельминтных средств, используемых в ветеринарии для лошадей [32]. Недостатком теста на снижение числа яиц в фекалиях, помимо сравнительно низкой чувствительности, является то, что с его помощью можно оценить результаты уже

после проведенной дегельминтизации. Хотя, очевидно, что большую ценность представляют методы предварительной оценки АР, позволяющие выбрать эффективный препарат для лечения.

Для этих целей предложен ряд личиночных тестов *in vitro*, в их числе: анализ вылупления личинок из яиц гельминтов (the egg hatch test – ЕНА), анализ развития личинок (LDA), анализ ингибирования миграции личинок (LMIA), анализ подвижности личинок, анализ ингибирования питания личинок и тест паралича личинок. Данные тесты первоначально были разработаны применительно к нематодам жвачных животных [22]. По поводу надежности их использования для определения резистентности нематод лошадей (в частности, циагостомин) мнения разных исследователей в настоящее время расходятся [21, 32].

В последние годы предпринимаются попытки использовать молекулярные методы для выявления резистентных популяций нематод, основанные на детектировании специфических мутаций. На данный момент исследования связаны с АР у циагостомин. Эти методы были использованы для выявления устойчивости к бензимидазолам, связанной с наличием специфических однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) в гене β -тубулина [42]. В популяциях циагостомин SNP в кодонах 167 и 200 в изоформе-1 β -тубулина были связаны с бензимидазол-устойчивостью [55]. Необходимы дальнейшие исследования для оценки значимости этих и других возможных специфических однонуклеотидных полиморфизмов, связанных с бензимидазол-устойчивостью для разработки надежного молекулярного теста для рутинной диагностики резистентности [60].

В случае циагостомин, существование более 50 морфологически дискретных видов вносит существенные сложности в молекулярный подход для выявления АР [44, 60].

Молекулярные маркеры устойчивости к другим классам антигельминтиков у нематод лошадей все еще плохо изучены; также недостаточно отработаны личиночные *in vitro* тесты, поэтому в настоящее время FECRT пока остается единственным достаточно надежным тестом для оценки АР у нематод лошадей [60].

Меры по предупреждению развития

антигельминтной резистентности

Поскольку контроль гельминтозов желудочно-кишечного тракта остается в зависимости от антигельминтных средств, особое значение приобретает разумная стратегия их применения с учетом возможности возникновения устойчивых рас гельминтов.

В системе мер борьбы с гельминтозами наряду с разработкой новых антигельминтных препаратов, также очень важна ранняя диагностика резистентности к ним [55].

Одной из стратегий ограничения роста популяций, устойчивых к антигельминтикам, является проведение адресной дегельминтизации – только тех животных, которые нуждаются в лечении, определенных предварительными диагностическими исследованиями [1, 53]. Такая стратегия в значительной степени опирается на использование диагностических методов, надежно выявляющих наличие: а) инвазии и б) антигельминтной резистентности к определенному, конкретному классу препаратов.

Категорически нельзя понижать дозировки применяемых препаратов ниже рекомендуемых, увеличивать частоту дачи антигельминтных средств. Желательно препараты задавать индивидуально и с предварительным контролем массы тела каждой лошади [1].

В ряде исследований было предложено альтернативное использование различных антигельминтиков – ротационная дегельминтизация, которую можно представить, как перемежающееся медленное и быстрое чередование препаратов. Ротационная дегельминтизация является на данный момент спорным методом, поскольку существует расхождение между типами ротационных стратегий для лошадей. Имеются как положительные результаты в преодолении устойчивости при использовании данного подхода, так и отсутствие результата [55].

Следует отметить, что ротация антигельминтных средств без мониторинга эффективности действующего вещества с помощью FECRT может привести к неконтролируемому распространению резистентных видов, поскольку устойчивые гельминты могут доминировать в популяции [54].

Программа борьбы с кишечными нематодами лошадей должна быть направлена и на традиционные методы профилактики: контроль окружающей среды (смена пастбищ,

выпас на культурных пастбищах), раздельное содержание молодняка и взрослого поголовья; следует избегать скученного содержания животных, проводить регулярный диагностический мониторинг гельминтозов.

Заключение

Информация по устойчивости нематод лошадей к действию антигельминтных препаратов на территории России на настоящий момент отсутствует. Актуальной задачей является исследование эпизоотической ситуации в стране, направленное на выявление резистентных популяций гельминтов.

Слабо изученным остается вопрос о природе возникновения резистентности к антигельминтным средствам, её генетических и популяционно-генетических механизмах.

Возможно, молекулярные подходы станут приоритетными для диагностики АР к различным классам антигельминтных препаратов, поскольку они дают возможность своевременно выявлять резистентные расы паразитов и избегать затрат на проведение неэффективных терапевтических мероприятий.

Требуется разработать стратегии для контроля нематодозов лошадей, подходов выбора антигельминтных средств и режимов их применения, выполнения диагностических исследований.

Список источников

- Архипов И. А. Антигельминтики: фармакология и применение. Москва, 2009. 409 с.
- Архипов И. А., Кармалиев Р. С., Смирнов А. Н. К профилактике развития резистентности паразитов к химиотерапевтическим препаратам // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2006. Вып. 17. С. 34.
- Бундина Л. А., Гришин Д. В., Мальцев К. Л. Лечение однокопытных при стронгилятозах // Ветеринарная патология. 2005. Т. 13, № 2. С. 73.
- Бундина Л. А., Евстафьева Е. Е. Сравнительная эффективность некоторых препаратов ивермектинового ряда при нематодозах лошадей // Российский паразитологический журнал. 2014. № 4. С. 74-78.
- Бундина Л. А., Енгашев С. В. Распространение кишечных нематод и эффективность дегельминтизации лошадей в спортивных клубах Московской области // Ветеринария. 2015. № 5. С. 32-35.
- Гаврилова Н. А., Белова Л. М., Логинова О. А., Роберман М. Г., Ситникова Р. С. Эпизоотическая ситуация по гельминтозам лошадей в частных хозяйствах Ленинградской области // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 2. С. 37-41.
- Дашинимаев Б. Ц. Нематодозы пищеварительного тракта у лошадей Забайкальского края и вызываемый ими ущерб // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2018. Т. 77, № 11-1. С. 187-190.
- Динченко О. И. К вопросу о проблемах профилактики и лечения паразитозов лошадей // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2017. Вып. 18. С. 138-142.
- Кармалиев Р. С., Байтуганов Б. А. Антигельминтная резистентность возбудителей стронгилятозов пищеварительного тракта жвачных в регионе Западного Казахстана // Российский паразитологический журнал. 2013. № 1. С. 85-88.
- Кармалиев Р. С., Черепанов А. А. Методические рекомендации по выявлению антигельминтной резистентности у стронгилят пищеварительного тракта жвачных. М.: ВАСХНИЛ, 1991. 20 с.
- Коколова Л. М., Гаврильева Л. Ю., Степанова С. М., Дулова С. В., Слепцова С. С., Нифонтов К. Р. Организация профилактической подкормки и лечение паразитарных болезней лошадей табунного содержания в условиях Якутии // Ветеринария и кормление. 2020. № 3. С. 17-20.
- Малахов А. В. Выявление устойчивости у *Ascaridia galli* Schrank и испытание новых препаратов при аскаридозе и гетеракидозе кур: дис. ... канд. вет. наук: 03.00.20. М., 1982. 131 с.
- Синяков М. П., Ятусевич А. И., Стогначева Г. А. Противопаразитарные препараты для лечения и профилактики болезней лошадей // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 1 (53). С. 28-32.
- Смертина М. А., Ефремова Е. А., Марченко В. А. Некоторые аспекты эпизоотологии стронгилятозов лошадей в Новосибирской области // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2020. Вып. 21. С. 397-402. DOI: 10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.397-402.
- Чеботарев Р. С. Материалы по изучению паразитологической ситуации в Дымерском районе Киевской области // Доклады института зооло-

- гии АН УССР. 1959. № 15. С. 2-37.
16. Austin S. M., Di Pietro J. A., Foreman J. H. Parascaris equorum infections in horses. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 1990; 12: 1110-1119.
 17. Bellaw J. L., Krebs K., Reinemeyer C. R., Norris J. K., Scare J. A., Pagano S., Nielsen M. K. Anthelmintic therapy of equine cyathostomin nematodes – larvicidal efficacy, egg reappearance period, and drug resistance. *International Journal for Parasitology.* 2018; 48: 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.08.009>.
 18. Bello T. R., Allen T. M. Comparison of two fecal egg recovery techniques and larval culture for cyathostomins in horses. *Am. J. Vet. Res.* 2009; 70: 571-573. DOI: 10.2460/ajvr.70.5.571.
 19. Boersema J. H., Eysker M., Nas J. W. M. Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. *Vet. Rec.* 2002; 150: 279-281. doi: 10.1136/vr.150.9.279.
 20. Chapman M. R., French D. D., Monahan C. M., Klei T. R. Identification and characterization of a pyrantel pamoate resistant cyathostome population. *Vet. Parasitol.* 1996; 66: 205-212. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(96\)01014-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(96)01014-X).
 21. Coles G. C., Bauer C., Borgsteede F. H., Geerts S., Klei T. R., Taylor M. A., Waller P. J. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology.* 1992; 44: 35-44. doi: 10.1016/0304-4017(92)90141-u.
 22. Coles G. C., Jackson F., Pomroy W. E., Prichard R. K., von Samson-Himmelstjerna G., Silvestre A., Taylor M. A., Vercruysse J. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology.* 2006; 136: 167-185. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.11.019.
 23. Coop R. L., Holmes P. H. Nutrition and parasite interaction. *International Journal for Parasitology.* 1996; 26: 951-962. DOI: 10.1016/s0020-7519(96)80070-1.
 24. Craig T. M. Anthelmintic resistance and alternative control methods. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 2006; 22: 567-581. DOI: 10.1016/j.cvfa.2006.07.003.
 25. Craig T. M., Diamond P. L., Ferwerda N. S., Thompson J. A. Evidence of ivermectin resistance by *Parascaris equorum* on a Texas horse farm. *Journal of Equine Veterinary Science.* 2007; 27: 67-71. doi:10.1016/j.jevs.2006.12.002.
 26. Cribb N. C., Cote N. M., Boure L. P., Peregrine A. S. Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985-2004). *N. Z. Vet. J.* 2006; 54: 338-343. doi: 10.1080/00480169.2006.36721.
 27. Domke A. V., Chartier C., Gjerde B., Hoglund J., Leine N., Vatn S., Stuen S. Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep and goats in Norway. *Parasitology Research.* 2012; 111: 185-193. doi: 10.1007/s00436-012-2817-x.
 28. Fritzen B., Rohn K., Schnieder T., von Samson-Himmelstjerna G. Endoparasite control management on horse farms – lessons from worm prevalence and questionnaire data. *Equine Vet. J.* 2010; 42: 79-83. doi: 10.2746/042516409X471485.
 29. Geurden T., Chartier C., Fanke J., di Regalbono A. F., Traversa D., von Samson-Himmelstjerna G., Demeler J., Vanimisetti H. B., Bartram D. J., Denwood M. J. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.* 2015; 5: 163-171. doi: 10.1016/j.ijpddr.2015.08.001.
 30. Geurden T., van Doorn D., Claerebout E., Kooyman F., De Keersmaecker S., Vercruysse J., Besonet B., Vanimisetti B., di Regalbono A. F., Beraldo P., Di Cesare A., Traversa D. Decreased strongyle egg re-appearance period after treatment with ivermectin and moxidectin in horses in Belgium, Italy and The Netherlands. *Veterinary Parasitology.* 2014; 204: 291-296. 10.1016/j.vetpar.2014.04.013.
 31. Gibson T. E. Some experiences with small daily doses of phenothiazine as a means of control of strongylid worms in the horse. *Veterinary Record.* 1960; 72: 37-41.
 32. Ihler C. F. A field survey on anthelmintic resistance in equine small strongyles in Norway. *Acta Vet. Scand.* 1995; 36: 135-143.
 33. Jabbar A., Iqbal Z., Kerboeuf D., Muhammad G., Khan M. N., Afaq M. Anthelmintic resistance: the state of play revisited. *Life Sciences.* 2006; 79: 2413-2431. doi: 10.1016/j.lfs.2006.08.010.
 34. Kaplan R. M. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Vet. Res.* 2002; 33: 491-507. doi: 10.1051/vetres:2002035.
 35. Kaplan R. M. Drug resistance in nematodes of veterinary importance. A status report. *Trend. Parasitol.* 2004; 20: 477-481. doi: 10.1016/j.pt.2004.08.001.
 36. Kaplan R. M., Klei T. R., Lyons E. T., Lester G., Courtney C. H., French D. D., Tolliver S. C., Vidyasankar A. N., Zhao Y. Prevalence of anthelmintic resistant cyathostomes on horse farms. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2004; 225: 903-910. doi: 10.2460/javma.2004.225.903.
 37. Kaplan R. M., Reinemeyer C. R., Slocombe O.,

- Murray M. J. Confirmation of ivermectin resistance in a purportedly resistant Canadian isolate of *Parascaris equorum* in foals. Proceedings of the American Association of Veterinary Parasitologists, 51st Annual Meeting, 2006; 69–70.
38. Kaplan R. M., Vidyashankar A. N. An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.* 2012; 186: 70–78. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.048.
 39. Kohler P. The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology.* 2001; 31: 336–345. doi: 10.1016/s0020-7519(01)00131-x.
 40. Kooyman F. N. J., van Doorn D. C. K., Geurden T., Mughini-Gras L., Ploeger H. W., Wagenaar J. A. Species composition of larvae cultured after anthelmintic treatment indicates reduced moxidectin susceptibility of immature *Cylicocyclus* species in horses. *Veterinary Parasitology.* 2016; 227: 77–84. DOI: 10.1016/j.vetpar.2016.07.029.
 41. Kopp S. R., Coleman G. T., McCarthy J. S., Kotze A. C. Application of in vitro anthelmintic sensitivity assays to canine parasitology: Detecting resistance to pyrantel in *Ancylostoma caninum*. *Veterinary Parasitology.* 2008; 152: 284–293. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.12.020.
 42. Kotze A. C., Cowling K., Bagnall N. H., Hines B. M., Ruffell A. P., Hunt P. W., Coleman G. T. Relative level of thiabendazole resistance associated with the E198A and F200Y SNPs in larvae of a multi-drug resistant isolate of *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance.* 2012; 2: 92–97. doi: 10.1016/j.ijpddr.2012.02.003.
 43. Laugier C., Sevin C., Menard S., Maillard K. Prevalence of *Parascaris equorum* infection in foals on French stud farms and first report of ivermectin-resistant *P. equorum* populations in France. *Vet. Parasitol.* 2012; 188: 185–189. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.02.022.
 44. Lichtenfels J. R., McDonnell A., Love S., Matthews J. B. Nematodes of the tribe cyathostominae (Strongylidae) collected from horses in Scotland. *Comp. Parasitol.* 2001; 68: 265–269.
 45. Little D., Flowers J. R., Hammerberg B. H., Gardner S. Y. Management of drug-resistant cyathostomiasis on a breeding farm in central North Carolina. *Equine Vet. J.* 2003; 35: 246–251. doi: 10.2746/042516403776148264.
 46. Love S., Murphy D., Mellor D. Pathogenicity of cyathostome infection. *Vet. Parasitol.* 1999; 85: 113–122. doi: 10.1016/s0304-4017(99)00092-8.
 47. Lyons E. T., Drudge J. H., Tolliver S. C. Larval cyathostomiasis. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 2000; 16: 501–513. doi: 10.1016/s0749-0739(17)30092-5.
 48. Lyons E. T., Tolliver S. C., Collins S. S., Ionita M., Kuzmina T. A., Rossano M. Field tests demonstrating reduced activity of ivermectin and moxidectin against small strongyles in horses on 14 farms in Central Kentucky in 2007–2009. *Parasitol. Res.* 2011; 108: 355–360. DOI: 10.1007/s00436-010-2068-7.
 49. Lyons E. T., Tolliver S. C., Ionita M., Lewellen A., Collins S. S. Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res.* 2008; 103: 209–215. doi: 10.1007/s00436-008-0959-7.
 50. Molento M. B., Antunes J., Bentes R. N., Coles G. C. Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. *Vet. Rec.* 2008; 162: 384–385. doi: 10.1136/vr.162.12.384.
 51. Morsy K., Fahmy S., Mohamed A., Ali S., El-Garhy M., Shazly M. Optimizing and evaluating the antihelminthic activity of the biocompatible zinc oxide nanoparticles against the ascaridid nematode, *Parascaris equorum* in vitro. *Acta Parasitol.* 2019; 64 (4): 873–886. doi: 10.2478/s11686-019-00111-2.
 52. Murphy D., Love S. The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Vet. Parasitol.* 1997; 70: 99–110. doi: 10.1016/s0304-4017(96)01153-3.
 53. Nielsen M. K., Pfister K., von Samson-Himmelstjerna G. Selective therapy in equine parasite control – application and limitations. *Vet. Parasitol.* 2014; 28 (202), 3-4: 95–103. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.03.020.
 54. Peregrine A. S., Molento M. B., Kaplan R. M., Nielsen M. K. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: does it really matter? *Vet. Parasitol.* 2014; 201: 1–8. doi:10.1016/j.vetpar.2014.01.004.
 55. Raza A., Qamar A. G., Hayat K. Anthelmintic resistance and novel control options in equine gastrointestinal nematodes. *Parasitology.* 2019; 146 (4): 425–437. doi: 10.1017/S0031182018001786.
 56. Rossano M. G., Smith A. R., Lyons E. T. Shortened strongyle-type egg reappearance periods in naturally infected horses treated with moxidectin and failure of a larvicidal dose of fenbendazole to reduce fecal egg counts. *Vet. Parasitol.* 2010; 173: 349–352. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.07.001.
 57. Traversa D., von Samson-Himmelstjerna G., Demeler J., Milillo P., Schurmann S., Barnes H., Otranto D., Perrucci S., di Regalbono A. F., Beraldo P., Boeckh A., Cobb R. Anthelmintic resistance in cyathostominae.

- populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasit. Vectors*. 2009; 2 (2): 2. doi: 10.1186/1756-3305-2-S2-S2.
58. Trawford A. F., Burden F., Hodgkinson J. E. Suspected moxidectin resistance in cyathostomes in two donkey herds at the Donkey Sanctuary, UK. *Proc 20th Int. Conf. World Assoc. Adv. Vet. Parasitol.*, Christchurch. 2005; 196.
 59. Tydén E., Engström A., Morrison D. A., Höglund J. Sequencing of the β -tubulin genes in the ascarid nematodes *Parascaris equorum* and *Ascaridia galli*. *Mol. Biochem. Parasitol.* 2013; 190: 38-43. 10.1016/j.molbiopara.2013.05.003.
 60. von Samson-Himmelstjerna G. Anthelmintic resistance in equine parasites – detection, potential clinical relevance and implications for control. *Vet. Parasitol.* 2012; 185: 2–8. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.10.010.
 61. von Samson-Himmelstjerna G., Fritzen B., Demeler J., Schurmann S., Rohn K., Schnieder T., Epe C. Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Vet. Parasitol.* 2007; 144: 74–80. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.036.

Статья поступила в редакцию 23.12.21; принята к публикации 28.03.2022

Об авторах:

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

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

Баранова Мария Вячеславовна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия

Хрусталева Валерьяна Валерьевна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, ORCID ID: 0000-0002-4526-8719, akhrustaleva@yandex.ru

Вклад соавторов:

Панова Ольга Александровна – обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Архипов Иван Алексеевич – анализ полученных результатов.

Баранова Мария Вячеславовна – обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Хрусталева Валерьяна Валерьевна – анализ рукописи статьи, разработка дизайна рукописи, написание текста рукописи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Arkhipov I. A. Anthelmintics: pharmacology and application. Moscow, 2009; 409. (In Russ.)
2. Arkhipov I. A., Karmaliev R. S., Smirnov A. N. To the prevention of the development of resistance of parasites to chemotherapeutic drugs. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of combating parasitic diseases": materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences. 2006; 7: 34. (In Russ.)
3. Bundina L. A., Grishin D.V., Maltsev K.L. Treatment of one-hoofed animals with strongylatosis. *Veterinarnaya patologiya = Veterinary pathology*. 2005; 13 (2): 73. (In Russ.)
4. Bundina L. A., Evstafieva E. E. Comparative efficacy of some drugs of the ivermectin series in equine nematodes. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal* = Russian Journal of Parasitology. 2014; 4: 74-78. (In Russ.)
5. Bundina L. A., Engashev S. V. Distribution of intestinal nematodes and the effectiveness of horse deworming in sports clubs of the Moscow region. *Veterinariya = Veterinary medicine*. 2015; 5: 32-35. (In Russ.)
6. Gavrilova N. A., Belova L. M., Loginova O. A., Roberman M. G., Sitnikova R. S. Epizootic situation on horse helminthiasis in private farms in the Leningrad region. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International Veterinary Bulletin*. 2020; 2: 37-41. (In Russ.)
7. Dashinimaev B. Ts. Nematodes of the digestive tract in horses of the Trans-Baikal Territory and the damage caused by them. *Aktual'nyye voprosy veterinarnoy biologii = Topical issues of veterinary biology*. 2018; 77 (11-1): 187-190. (In Russ.)
8. Dinchenko O. I. On the problem of prevention and treatment of parasitosis in horses. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy

- dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of combating parasitic diseases": materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences. 2017; 18: 138-142. (In Russ.)
9. Karmaliev R. S., Baytuganov B. A. Anthelmintic resistance of the causative agents of strongylatoses of the digestive tract of ruminants in the region of Western Kazakhstan. Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology. 2013; 1: 85-88. (In Russ.)
 10. Karmaliev R. S., Cherepanov A. A. Methodical recommendations for the detection of anthelmintic resistance in strongylates of the digestive tract of ruminants. M.: VASKHNIL, 1991; 20. (In Russ.)
 11. Kokolova L. M., Gavril'yeva L. Yu., Stepanova S. M., Dulova S. V., Sleptsova S. S., Nifontov K. R. Organization of preventive feeding and treatment of parasitic diseases of herd horses in Yakutia. Veterinariya i kormleniye = Veterinary medicine and feeding. 2020; 3: 17-20. (In Russ.)
 12. Malakhov A. V. Revealing of stability in *Ascaridia galli* Schrank and testing of new preparations for ascariasis and heterokidosis of chickens: diss. ... cand. vet. sci.: 03.00.20. Moscow, 1982; 131. (In Russ.)
 13. Sinyakov M. P., Yatushevich A. I., Stognacheva G. A. Antiparasitic drugs for the treatment and prevention of equine diseases. Vestnik APK Verkhnevolzh'ya = Bulletin of the agro-industrial complex of the Upper Volga region. 2021; 1 (53): 28-32. (In Russ.)
 14. Smertina M. A., Efremova E. A., Marchenko V. A. Some aspects of epizootology of equine strongylatoses in the Novosibirsk region. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN = "Theory and practice of combating parasitic diseases": materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences. 2020; 21: 397-402. DOI: 10.31016 / 978-5-9902341-5-4.2020.21.397-402. (In Russ.)
 15. Chebotarev R. S. Materials for the study of the parasitological situation in the Dymyri district of the Kiev region. Reports inst. zool. Doklady instituta zoologii AN USSR = Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. 1959; 15: 2-37. (In Russ.)
 16. Austin S. M., Di Pietro J. A., Foreman J. H. *Parascaris equorum* infections in horses. Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. 1990; 12: 1110-1119.
 17. Bellaw J. L., Krebs K., Reinemeyer C. R., Norris J. K., Scare J. A., Pagano S., Nielsen M. K. Anthelmintic therapy of equine cyathostomin nematodes – larvicidal efficacy, egg reappearance period, and drug resistance. International Journal for Parasitology. 2018; 48: 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.08.009>.
 18. Bello T. R., Allen T. M. Comparison of two fecal egg recovery techniques and larval culture for cyathostomins in horses. Am. J. Vet. Res. 2009; 70: 571-573. DOI: 10.2460/ajvr.70.5.571.
 19. Boersema J. H., Eysker M., Nas J. W. M. Apparent resistance of *Parascaris equorum* to macrocyclic lactones. Vet. Rec. 2002; 150: 279-281. doi: 10.1136/vr.150.9.279.
 20. Chapman M. R., French D. D., Monahan C. M., Klei T. R. Identification and characterization of a pyrantel pamoate resistant cyathostome population. Vet. Parasitol. 1996; 66: 205-212. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(96\)01014-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(96)01014-X).
 21. Coles G. C., Bauer C., Borgsteede F. H., Geerts S., Klei T. R., Taylor M. A., Waller P. J. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. Veterinary Parasitology. 1992; 44: 35-44. doi: 10.1016/0304-4017(92)90141-u.
 22. Coles G. C., Jackson F., Pomroy W. E., Prichard R. K., von Samson-Himmelstjerna G., Silvestre A., Taylor M. A., Vercruysse J. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. Veterinary Parasitology. 2006; 136: 167-185. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.11.019.
 23. Coop R. L., Holmes P. H. Nutrition and parasite interaction. International Journal for Parasitology. 1996; 26: 951-962. DOI: 10.1016/S0020-7519(96)80070-1.
 24. Craig T. M. Anthelmintic resistance and alternative control methods. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2006; 22: 567-581. DOI: 10.1016/j.cvfa.2006.07.003.
 25. Craig T. M., Diamond P. L., Ferwerda N. S., Thompson J. A. Evidence of ivermectin resistance by *Parascaris equorum* on a Texas horse farm. Journal of Equine Veterinary Science. 2007; 27: 67-71. doi:10.1016/j.jevs.2006.12.002.
 26. Cribb N. C., Cote N. M., Boure L. P., Peregrine A. S. Acute small intestinal obstruction associated with *Parascaris equorum* infection in young horses: 25 cases (1985-2004). N. Z. Vet. J. 2006; 54: 338-343. doi: 10.1080/00480169.2006.36721.
 27. Domke A. V., Chartier C., Gjerde B., Hoglund J., Leine N., Vatn S., Stuenkel S. Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep and goats in Norway. Parasitology Research. 2012; 111: 185-193. doi: 10.1007/s00436-012-2817-x.
 28. Fritzen B., Rohn K., Schnieder T., von Samson-Himmelstjerna G. Endoparasite control management on horse farms – lessons from worm prevalence and questionnaire data. Equine Vet. J. 2010; 42: 79-83. doi: 10.2746/042516409X471485.
 29. Geurden T., Chartier C., Fanke J., di Regalbono A. F., Traversa D., von Samson-Himmelstjerna G.,

- Demeler J., Vanimisetti H. B., Bartram D. J., Denwood M. J. Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 2015; 5: 163–171. doi: 10.1016/j.ijpddr.2015.08.001.
30. Geurden T., van Doorn D., Claerebout E., Kooyman F., De Keersmaecker S., Vercruysse J., Besognet B., Vanimisetti B., di Regalbono A. F., Beraldo P., Di Cesare A., Traversa D. Decreased strongyle egg re-appearance period after treatment with ivermectin and moxidectin in horses in Belgium, Italy and The Netherlands. *Veterinary Parasitology*. 2014; 204: 291–296. 10.1016/j.vetpar.2014.04.013.
31. Gibson T. E. Some experiences with small daily doses of phenothiazine as a means of control of strongylid worms in the horse. *Veterinary Record*. 1960; 72: 37–41.
32. Ihler C. F. A field survey on anthelmintic resistance in equine small strongyles in Norway. *Acta Vet. Scand*. 1995; 36: 135–143.
33. Jabbar A., Iqbal Z., Kerboeuf D., Muhammad G., Khan M. N., Afaq M. Anthelmintic resistance: the state of play revisited. *Life Sciences*. 2006; 79: 2413–2431. doi: 10.1016/j.lfs.2006.08.010.
34. Kaplan R. M. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Vet. Res*. 2002; 33: 491–507. doi: 10.1051/vetres:2002035.
35. Kaplan R. M. Drug resistance in nematodes of veterinary importance. A status report. *Trend. Parasitol*. 2004; 20: 477–481. doi: 10.1016/j.pt.2004.08.001.
36. Kaplan R. M., Klei T. R., Lyons E. T., Lester G., Courtney C. H., French D. D., Tolliver S. C., Vidyashankar A. N., Zhao Y. Prevalence of anthelmintic resistant cyathostomes on horse farms. *J. Am. Vet. Med. Assoc*. 2004; 225: 903–910. doi: 10.2460/javma.2004.225.903.
37. Kaplan R. M., Reinemeyer C. R., Slocombe O., Murray M. J. Confirmation of ivermectin resistance in a purportedly resistant Canadian isolate of *Parascaris equorum* in foals. *Proceedings of the American Association of Veterinary Parasitologists, 51st Annual Meeting*, 2006; 69–70.
38. Kaplan R. M., Vidyashankar A. N. An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol*. 2012; 186: 70–78. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.11.048.
39. Kohler P. The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology*. 2001; 31: 336–345. doi: 10.1016/s0020-7519(01)00131-x.
40. Kooyman F. N. J., van Doorn D. C. K., Geurden T., Mughini-Gras L., Ploeger H. W., Wagenaar J. A. Species composition of larvae cultured after anthelmintic treatment indicates reduced moxidectin susceptibility of immature *Cylicocyclus* species in horses. *Veterinary Parasitology*. 2016; 227: 77–84. DOI: 10.1016/j.vetpar.2016.07.029.
41. Kopp S. R., Coleman G. T., McCarthy J. S., Kotze A. C. Application of in vitro anthelmintic sensitivity assays to canine parasitology: Detecting resistance to pyrantel in *Ancylostoma caninum*. *Veterinary Parasitology*. 2008; 152: 284–293. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.12.020.
42. Kotze A. C., Cowling K., Bagnall N. H., Hines B. M., Ruffell A. P., Hunt P. W., Coleman G. T. Relative level of thiabendazole resistance associated with the E198A and F200Y SNPs in larvae of a multi-drug resistant isolate of *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2012; 2: 92–97. doi: 10.1016/j.ijpddr.2012.02.003.
43. Laugier C., Sevin C., Menard S., Maillard K. Prevalence of *Parascaris equorum* infection in foals on French stud farms and first report of ivermectin-resistant *P. equorum* populations in France. *Vet. Parasitol*. 2012; 188: 185–189. doi: 10.1016/j.vetpar.2012.02.022.
44. Lichtenfels J. R., McDonnell A., Love S., Matthews J. B. Nematodes of the tribe cyathostominae (Strongylidae) collected from horses in Scotland. *Comp. Parasitol*. 2001; 68: 265–269.
45. Little D., Flowers J. R., Hammerberg B. H., Gardner S. Y. Management of drug-resistant cyathostomiasis on a breeding farm in central North Carolina. *Equine Vet. J*. 2003; 35: 246–251. doi: 10.2746/042516403776148264.
46. Love S., Murphy D., Mellor D. Pathogenicity of cyathostome infection. *Vet. Parasitol*. 1999; 85: 113–122. doi: 10.1016/s0304-4017(99)00092-8.
47. Lyons E. T., Drudge J. H., Tolliver S. C. Larval cyathostomiasis. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract*. 2000; 16: 501–513. doi: 10.1016/s0749-0739(17)30092-5.
48. Lyons E. T., Tolliver S. C., Collins S. S., Ionita M., Kuzmina T. A., Rossano M. Field tests demonstrating reduced activity of ivermectin and moxidectin against small strongyles in horses on 14 farms in Central Kentucky in 2007–2009. *Parasitol. Res*. 2011; 108: 355–360. DOI: 10.1007/s00436-010-2068-7.
49. Lyons E. T., Tolliver S. C., Ionita M., Lewellen A., Collins S. S. Field studies indicating reduced activity of ivermectin on small strongyles in horses on a farm in Central Kentucky. *Parasitol. Res*. 2008; 103: 209–215. doi: 10.1007/s00436-008-0959-7.
50. Molento M. B., Antunes J., Bentes R. N., Coles G. C. Anthelmintic resistant nematodes in Brazilian horses. *Vet. Rec*. 2008; 162: 384–385. doi: 10.1136/vr.162.12.384.
51. Morsy K., Fahmy S., Mohamed A., Ali S., El-Garhy M., Shazly M. Optimizing and evaluating the antihelminthic activity of the biocompatible zinc

- oxide nanoparticles against the ascaridid nematode, *Parascaris equorum* in vitro. *Acta Parasitol.* 2019; 64 (4): 873-886. doi: 10.2478/s11686-019-00111-2.
52. Murphy D., Love S. The pathogenic effects of experimental cyathostome infections in ponies. *Vet. Parasitol.* 1997; 70: 99-110. doi: 10.1016/s0304-4017(96)01153-3.
 53. Nielsen M. K., Pfister K., von Samson-Himmelstjerna G. Selective therapy in equine parasite control – application and limitations. *Vet. Parasitol.* 2014; 28 (202), 3-4: 95-103. doi: 10.1016/j.vetpar.2014.03.020.
 54. Peregrine A. S., Molento M. B., Kaplan R. M., Nielsen M. K. Anthelmintic resistance in important parasites of horses: does it really matter? *Vet. Parasitol.* 2014; 201: 1-8. doi:10.1016/j.vetpar.2014.01.004.
 55. Raza A., Qamar A. G., Hayat K. Anthelmintic resistance and novel control options in equine gastrointestinal nematodes. *Parasitology.* 2019; 146 (4): 425-437. doi: 10.1017/S0031182018001786.
 56. Rossano M. G., Smith A. R., Lyons E. T. Shortened strongyle-type egg reappearance periods in naturally infected horses treated with moxidectin and failure of a larvicidal dose of fenbendazole to reduce fecal egg counts. *Vet. Parasitol.* 2010; 173: 349-352. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.07.001.
 57. Traversa D., von Samson-Himmelstjerna G., Demeler J., Milillo P., Schurmann S., Barnes H., Otranto D., Perrucci S., di Regalbono A. F., Beraldo P., Boeckh A., Cobb R. Anthelmintic resistance in cyathostomin populations from horse yards in Italy, United Kingdom and Germany. *Parasit. Vectors.* 2009; 2 (2): 2. doi: 10.1186/1756-3305-2-S2-S2.
 58. Trawford A. F., Burden F., Hodgkinson J. E. Suspected moxidectin resistance in cyathostomes in two donkey herds at the Donkey Sanctuary, UK. *Proc 20th Int. Conf. World Assoc. Adv. Vet. Parasitol., Christchurch.* 2005; 196.
 59. Tydén E., Engström A., Morrison D. A., Höglund J. Sequencing of the β -tubulin genes in the ascarid nematodes *Parascaris equorum* and *Ascaridia galli*. *Mol. Biochem. Parasitol.* 2013; 190: 38-43. doi: 10.1016/j.molbiopara.2013.05.003.
 60. von Samson-Himmelstjerna G. Anthelmintic resistance in equine parasites – detection, potential clinical relevance and implications for control. *Vet. Parasitol.* 2012; 185: 2-8. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.10.010.
 61. von Samson-Himmelstjerna G., Fritzen B., Demeler J., Schurmann S., Rohn K., Schnieder T., Epe C. Cases of reduced cyathostomin egg-reappearance period and failure of *Parascaris equorum* egg count reduction following ivermectin treatment as well as survey on pyrantel efficacy on German horse farms. *Vet. Parasitol.* 2007; 144: 74-80. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.09.036.

The article was submitted 23.12.2021; accepted for publication 28.03.2022

About the authors:

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

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

Baranova Maria V., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia

Khrustalev Alexander V., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia), Moscow, Russia, ORCID ID: 0000-0002-4526-8719, akhrustalev@yandex.ru

Contribution of co-authors:

Panova Olga A. – review of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

Arkhipov Ivan A. – analysis of the obtained results.

Baranova Maria V. – review of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

Khrustalev Alexander V. – analysis of the manuscript of the article, development of the design of the manuscript, writing the text of the manuscript.

All authors have read and approved the final manuscript.

Научная статья

УДК 619:616.995.1-085

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-243-251>

Терапевтическая эффективность препаратов в форме раствора для наружного применения на основе имидаклоприда, пирипроксифена и моксидектина при нематодозах собак и кошек

Оксана Николаевна Точиева¹, Михаил Владимирович Арисов²

¹Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ»), Москва, Россия

²Всероссийский 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», Москва, Россия

¹tochieva@vgnki.ru

²director@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

Аннотация

Цель исследований – изучение терапевтической эффективности лекарственных препаратов в форме раствора для наружного применения на основе имидаклоприда, пирипроксифена и моксидектина при нематодозах желудочно-кишечного тракта и микрофиляриозе у собак и кошек.

Материалы и методы. Исследования проводили на базе ВНИИП (фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН) на спонтанно зараженных паразитами собаках и кошках разного пола и возраста, массы тела. Диагноз, а также эффективность препаратов подтверждали комплексно исходя из анамнестических и эпизоотологических данных, клинической картины и лабораторных методов исследований (обнаружение яиц гельминтов в фекалиях животного по методу Фюллеборна с последующей дифференцировкой, микроскопия мазков крови животных для выявления микрофилярий). Для исключения заражения животных (собак) бабезиями брали пробы крови и проводили лабораторный анализ на обнаружение паразитов (*Babesia canis*).

Результаты и обсуждение. Установлена 100%-ная эффективность Инсакара Тотал С (для собак) и Инсакара Тотал К (для кошек) при нематодозах желудочно-кишечного тракта (токсокароз, токсаскаридоз, унцинариоз, анкилостомоз, трихоцефалез) и дирофиляриозе (начальная стадии заболевания). Побочных явлений и осложнений после обработки животных препаратами не выявлено.

Ключевые слова: имидаклоприд, пирипроксифен, моксидектин, Инсакар Тотал С, Инсакар Тотал К, эффективность, собаки, кошки, токсокароз, токсаскаридоз, унцинариоз, анкилостомоз, трихоцефалез, дирофиляриоз, микрофиляриоз

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

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Точиева О. Н., Арисов М. В. Терапевтическая эффективность препаратов в форме раствора для наружного применения на основе имидаклоприда, пирипроксифена и моксидектина при нематодозах собак и кошек // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 2. С. 243–251.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-243-251>

© Точиева О. Н., Арисов М. В., 2022



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

Original article

Therapeutic efficacy of preparations in the form of a solution for external use based on imidacloprid, pyriproxyfen and moxidectin at nematodosis of dogs and cats

Oksana N. Tochieva¹, Mikhail V. Arisov²

¹ All-Russian State Center for Quality and Standardization of Medicinal Products for Animals and Feed (VGNI), Moscow, Russia

² All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV”, Moscow, Russia

¹ tochieva@vgnki.ru

² director@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8468>

Abstract

The purpose of the research is to study the therapeutic efficacy of drugs in the form of a solution for external use based on imidacloprid, pyriproxyfen and moxidectin against gastrointestinal nematodes and *Dirofilaria* spp. microfilaria in dogs and cats.

Materials and methods. The studies were carried out on the basis of VNIIP (fil. Federal State Budgetary Scientific Institution FNTs VIEV RAS) on dogs and cats of different sex and age, body weight spontaneously infected with parasites. The diagnosis, as well as the effectiveness of the drugs, was confirmed in a complex manner based on the anamnestic and epizootological data, the clinical picture and laboratory research methods (detection of helminth eggs in the animal's feces using the Fülleborn method with subsequent differentiation, microscopy of animal blood smears to detect microfilariae). To rule out infection of animals (dogs) with babesia, blood samples were taken and a laboratory analysis was performed to detect parasites (*Babesia canis*).

Results and discussion. 100% effectiveness of Insacar Total C (for dogs) and Insacar Total K (for cats) has been established for nematodes of the gastrointestinal tract (toxocarosis, toxascariosis, uncinariasis, hookworm, trichuriasis) and dirofilariosis (the initial stage of the disease). Side effects and complications after treatment of animals with drugs were not revealed.

Keywords: imidacloprid, pyriproxyfen, moxidectin, Insacar Total C, Insacar Total K, efficacy, dogs, cats, toxocarosis, toxascariosis, uncinariasis, hookworm, trichuriasis, dirofilariosis, microfilaria

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

There is no conflict of interests

For citation: Tochieva O. N., Arisov M. V. Therapeutic efficacy of drugs in the form of solution for external use based on imidacloprid, pyriproxyfen and moxidectin at nematodosis of dogs and cats. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(2): 243–251. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-2-243-251>

© Tochieva O. N., Arisov M. V., 2022

Введение

Среди эндопаразитозов у плотоядных животных во многих странах мира, в том числе и в России, наиболее распространены нематодозы желудочно-кишечного тракта [1, 5]. В частности, токсокароз представляет эпидемическую опасность, что определяет не только эпизоо-

тическую, но и социальную значимость [7]. На территории Москвы у собак выделено 4 вида гельминтов из класса Nematoda: *Toxocara canis*, *T. leonina*, *T. vulpis*, *Uncinaria stenocephala*, у кошек 3 вида: *T. canis*, *T. vulpis*, *U. stenocephala* [6].

При изучении эпизоотической ситуации по диروفилариозу собак в Москве и Москов-

ской области на 2008 г. микрофилярии были обнаружены у 4% животных. Дирофиляриоз зарегистрирован в 33 районах Московской области, а также в 5 областях, граничащих с ней. Кошки более устойчивы к инвазированию дирофиляриями; показатели зараженности личинками ниже, чем у собак. Большинство гельминтов не достигают половой зрелости; микрофиляриемиию отмечают только у 20% кошек с половозрелыми дирофиляриями [9, 11, 12].

Для лечения и профилактики гельминтозов у плотоядных животных в ветеринарной практике есть много препаратов с разным спектром действия. Однако, несмотря на большой арсенал противопаразитарных препаратов, одни препараты не обеспечивают должной эффективности, другие имеют низкий спектр действия и являются токсичными для животных. В связи с этим, всегда актуальной задачей является разработка новых препаратов, обеспечивающих широкий спектр противопаразитарного действия, пролонгированную профилактическую эффективность, безвредность при применении и экономичность.

Для достижения таких свойств при разработке новых лекарственных противопаразитарных препаратов применяют комбинацию активнордействующих веществ с разным механизмом действия, что позволяет достичь не только высокую терапевтическую эффективность, но и обеспечить широкий спектр и пролонгированное действие, а также избежать выработку резистентных популяций возбудителей к таким препаратам. Поэтому, актуальным является разработка и производство лекарственных препаратов широкого спектра действия, содержащих несколько действующих веществ. Такие препараты должны иметь минимальную кратность обработок, высокую терапевтическую и профилактическую эффективность, низкие затраты и безопасность воздействия на животных.

На базе Всероссийского научно-исследовательского института фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН) были разработаны два препарата в форме раствора для наружного применения на основе имидакло-

прида, пирипроксифена и моксидектина для собак и для кошек – Инсакар Тотал С и Инсакар Тотал К. Отличием препаратов является содержание моксидектина – в препарате для кошек 1%, в препарате для собак 2,5%.

Целью нашей работы стало изучение терапевтической эффективности лекарственных препаратов в форме раствора для наружного применения на основе имидаклоприда, пирипроксифена и моксидектина при нематодозах желудочно-кишечного тракта и микрофиляриозе у собак и кошек.

Материалы и методы

Исследования проведены с марта по декабрь 2021 г. в условиях Подольской опытно-производственной базы ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН и ветеринарных клиник Москвы на спонтанно зараженных нематодами собаках и кошках разного пола, возраста, массы тела (кошки с 7-недельного возраста до двух лет массой тела от 0,7 до 5 кг; собаки с 7-недельного возраста до четырех лет массой тела от 6 до 21 кг) и разных пород.

Животных разделили по принципу аналогов на опытную и контрольную группы. Диагноз, а также эффективность препаратов подтверждали комплексно, исходя из клинической картины и лабораторных методов исследований (обнаружение яиц гельминтов в фекалиях по методу Фюллеборна с последующей дифференцировкой, микроскопия мазков крови животных на выявление микрофилярий) [12].

Нематодозы желудочно-кишечного тракта выявлены у 112 собак и 88 кошек. У 16 кошек и 22 собак диагностирован токсокароз (*T. canis*, *T. mystax*), у 12 кошек и 22 собак – токскариндоз (*Toxascaris leonina*), у 12 кошек и 12 собак – унцинариоз (*U. stenocephala*), 28 собак и 36 кошек – анкилостомоз (*Ancylostoma caninum*), 16 собак – трихоцефалез (*Trichocephalus vulpis*), 12 собак и 12 кошек – дирофиляриоз (*Dirofilaria immitis* и *D. repens*). При клиническом осмотре у большинства больных гельминтозами животных наблюдали потерю в массе тела, отсутствие аппетита, вялость, взъерошенность шерсти, бледность слизистых оболочек, зуд в области ануса, а также поносы и запоры.

Для исключения заражения животных бабезиями брали пробы крови и исследовали на наличие *Babesia canis*. Все результаты были

отрицательными; температура тела животных была в пределах физиологической нормы.

Кровь брали из подкожной локтевой вены в вакуумные стерильные пробирки с антикоагулянтом ЭДТА К2. Идентификацию микрофилярий проводили методом «раздавленной» капли крови и концентрационным методом В. Б. Ястреба (2004). У большинства зараженных животных клиническая картина при дирофиляриозе была практически не выражена. У

некоторых животных наблюдали потерю аппетита, быструю утомляемость, цианоз видимых слизистых оболочек. При иммунохроматографическом анализе (ИХА) соматические антигены в крови животных обнаружены не были.

Препараты для дегельминтизации применяли путем капельного нанесения на сухую неповрежденную кожу животных однократно в места, недоступные для слизывания в дозах, указанных в таблице 1.

Таблица 1 [Table 1]

Дозы препаратов Инсакар Тотал С и Инсакар Тотал К в зависимости от массы тела животных
[Doses of Insacar Total C and Insacar Total K depending on the body weight of the animals]

Вид животного [Kind of animal]	Масса тела, кг [Body weight, kg]	Доза препарата, мл (мг по моксидектину) [Dose of the drug, ml, (mg for moxidectin)]
<i>Инсакар Тотал С</i>		
Собаки [Dogs]	1–4	0,4 (10,60)
	4–10	1,0 (26,50)
	10–25	2,5 (66,25)
	25–40	4,0 (106,0)
	40–60	6,0 (159,0)
<i>Инсакар Тотал К</i>		
Кошки [Cats]	1–4	0,4 (4,24)
	4–8	0,8 (8,48)
	8–15	1,5 (15,90)

При обработке животных массой менее 1 кг препарат применяли из расчета одна капля раствора (0,05 мл) на 0,5 кг массы тела животного.

Кроме этого, применяли патогенетические и симптоматические лекарственные средства до клинического выздоровления животного.

Контрольную группу животных обрабатывали «препаратами сравнения» Инспектор Квадро С и Инспектор Квадро К согласно инструкциям по применению.

При нематодозах желудочно-кишечного тракта эффективность препаратов учитывали через 10 сут после обработки. При дирофиляриозе за животными вели наблюдение в течение 60 сут. Эффективность учитывали через 30 и 60 сут после однократной обработки препаратами по типу «критический тест» с расчетом среднего числа обнаруженных гельминтов.

Результаты и обсуждение

После дегельминтизации животных препаратами Инсакар Тотал С и Инсакар Тотал К при нематодозах пищеварительного тракта

через 10 сут после обработки в пробах фекалий яиц нематод не обнаружено; клинические признаки заболевания отсутствовали (табл. 2).

Установлена 100%-ная эффективность Инсакара Тотал С (для собак) и Инсакара Тотал К (для кошек) при нематодозах пищеварительного тракта (токсокароз, токскардиоз, унцинариоз, анкилостомоз, трихоцефалез).

Результаты исследования в контрольной группе животных с применением «препаратов сравнения» при эндопаразитах приведены в таблице 3.

Согласно таблице 3, через 10 сут исследования так же, как и в опытной группе, в контроле не отмечали зараженных животных после обработки «препаратами сравнения».

Результаты изучения зараженности животных микрофиляриями приведены в таблице 4.

У собак и кошек опытной и контрольной групп на 30-е сутки исследования наблюдали снижение числа микрофилярий; клиниче-

Таблица 2 [Table 2]

**Терапевтическая эффективность препаратов Инсакар Тотал С и Инсакар Тотал К
при нематодозах пищеварительного тракта собак и кошек**

[Therapeutic efficacy of Insacar Total C and Insacar Total K at gastrointestinal nematodoses in dogs and cats]

Время исследования [Study Time]	Число зараженных животных [Number of infected animals]		Среднее число яиц нематод в 1 г фекалий до и после лечения [Average number of nematode eggs per 1 g of faeces before and after treatment]	
	Собака [Dog]	Кошка [Cat]	Собака [Dog]	Кошка [Cat]
<i>Toxocara canis/Toxocara mystax</i>				
До опыта [Before experience]	11	8	118,7±3,5	117,1±4,3
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
Эффективность, % [Efficiency, %]	100	100	-	-
<i>Toxascaris leonina</i>				
До опыта [Before experience]	11	6	83,3±7,1	78,3±18,7
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
Эффективность, % [Efficiency, %]	100	100	-	-
<i>Uncinaria stenocephala</i>				
До опыта [Before experience]	6	6	34,3±3,6	34,5±4,6
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
Эффективность, % [Efficiency, %]	100	100	-	-
<i>Trichocephalus vulpis</i>				
До опыта [Before experience]	8	-	72,5±6,9	-
Через 10 сут [After 10 days]	0	-	0	-
Эффективность, % [Efficiency, %]	100	-	-	-
<i>Ancylostoma caninum</i>				
До опыта [Before experience]	14	15	99,9±4,4	94,7±3,0
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
Эффективность, % [Efficiency, %]	100	100	-	-

Примечание [Note]. P > 0,05.

ские признаки заболевания отсутствовали. На 60-е сутки исследования животные были свободны от личинок *D. immitis* и *D. repens* в крови. Согласно литературным данным, концентрационный метод по В. Б. Ястребу (2004) вдвое эффективнее метода «раздавленной» капли, а тест-система ImmunoRun CANINE HEARTWORM актуальна при амикрофиляриемии. Наилучшим вариантом является обнаружение дирофиляриоза на ранних этапах

развития инвазии [8]. Плотоядные животные должны подвергаться ежегодным диагностическим обследованиям [10].

При применении опытных образцов препаратов Инсакар Тотал С и Инсакар Тотал К подопытным животным не отмечали каких-либо побочных явлений и осложнений.

Испытанные в качестве «препаратов сравнения» Инспектор Квадро С и Инспектор

Таблица 3 [Table 3]

Эффективность «препаратов сравнения» (фипронил – 10 %, пирипроксифен – 2 %, празиквантел – 4 %, моксидектин – 1 % / фипронил – 10 %, пирипроксифен – 2 %, празиквантел – 4 %, моксидектин – 2,5 %) в контрольной группе животных при эндопаразитазах

[Efficiency of “comparator drugs” (fipronil – 10%, pyriproxyfen – 2%, praziquantel – 4%, moxidectin – 1% / fipronil – 10%, pyriproxyfen – 2%, praziquantel – 4%, moxidectin – 2.5%) in the control group of animals at endoparasitosis]

Время исследования [Study Time]	Число зараженных животных [Number of infected animals]		Среднее число яиц нематод в 1 г фекалий до и после лечения [Average number of nematode eggs per 1 g of faeces before and after treatment]	
	Собака [Dog]	Кошка [Cat]	Собака [Dog]	Кошка [Cat]
<i>Toxocara canis/Toxocara mystax</i>				
До опыта [Before experience]	11	8	120,3±4,4	118,9±5,9
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
<i>Toxascaris leonina</i>				
До опыта [Before experience]	11	4	82,4±7,9	79,5±18,5
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
<i>Uncinaria stenocephala</i>				
До опыта [Before experience]	6	4	35,3±4,0	35,2±8,0
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
<i>Trichocephalus vulpis</i>				
До опыта [Before experience]	8	-	81,1±8,2	-
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0
<i>Ancylostoma caninum</i>				
До опыта [Before experience]	14	18	101,7±4,7	99,7±3,5
Через 10 сут [After 10 days]	0	0	0	0

Таблица 4 [Table 4]

Терапевтическая эффективность препаратов Инсакар Тотал С и Инсакар Тотал К при диروفилариозе собак и кошек

[Therapeutic efficacy of Insacar Total C and Insacar Total K at dirofilariosis of dogs and cats]

Время исследования [Study time]	Номер животного [Number of animals]		Число микрофилярий <i>Dirofilaria</i> spp. в 1 мм ³ крови [The number of <i>Dirofilaria</i> spp. microfilariae in 1 mm ³ of blood]	
1	2		3	
Собаки [Dogs]				
До опыта [Before experience]	опыт	контроль	опыт	контроль
	1	7	19	16
	2	8	18	16
	3	9	20	19
	4	10	20	17
	5	11	14	16
	6	12	12	14
Число зараженных животных [Number of infected animals]	6	6	-	-
В среднем [Average]	-	-	17,2±3,5	16,3±1,7

Окончание таблицы 4 [End of table 4]

Время исследования [Study time]	Номер животного [Number of animals]		Число микрофилярий <i>Dirofilaria</i> spp. в 1 мм ³ крови [The number of <i>Dirofilaria</i> spp. microfilariae in 1 mm ³ of blood]	
1	2		3	
Через 30 сут [After 30 days]	опыт	контроль	опыт	контроль
	1	7	12	9
	2	8	10	8
	3	9	13	10
	4	10	10	10
	5	11	7	6
	6	12	6	8
В среднем [Average]	-	-	9,7±2,9	8,5±1,6
Число зараженных животных [Number of infected animals]	6	6	-	-
Через 60 сут [After 60 days]	опыт	контроль	опыт	контроль
	1	7	0	0
	2	8	0	0
	3	9	0	0
	4	10	0	0
	5	11	0	0
	6	12	0	0
В среднем [Average]	-	-	0	0
Число зараженных животных [Number of infected animals]	0	6	-	-
Эффективность [Efficiency], %	100	-	-	-
Кошки [Cats]				
До опыта [Before experience]	опыт	контроль	опыт	контроль
	1	7	10	12
	2	8	11	10
	3	9	10	9
	4	10	9	10
	5	11	8	9
	6	12	9	9
В среднем [Average]	-	-	9,5±1,1	9,8±1,2
Число зараженных животных [Number of infected animals]	6	6	-	-
Через 30 сут [After 30 days]	опыт	контроль	опыт	контроль
	1	7	4	7
	2	8	3	6
	3	9	5	4
	4	10	4	5
	5	11	3	3
	6	12	3	4
В среднем [Average]	-	-	3,7±0,9	4,8±1,5
Число зараженных животных [Number of infected animals]	6	6	-	-
Через 60 сут [After 60 days]	опыт	контроль	опыт	контроль
	1	7	0	0
	2	8	0	0
	3	9	0	0
	4	10	0	0
	5	11	0	0
	6	12	0	0
В среднем [Average]	-	-	0	0
Число зараженных животных [Number of infected animals]	0	0	-	-
Эффективность [Efficiency], %	100	-	-	-

Примечание [Note]. P > 0,05.

Квадро К (фипронил, пирипроксифен, празиквантел и моксидектин) также имели высокие показатели терапевтической эффективности при эндопаразитах собак и кошек [2, 4].

Заключение

Установлена 100%-ная эффективность Инсакара Тотал С (для собак) и Инсакара Тотал К (для кошек) при нематодозах желудочно-кишечного тракта (токсокароз, токсаскаридоз, унцинариоз, анкилостомоз, трихоцефалез) и дирофиляриозе (начальная стадия заболевания). Побочных явлений и осложнений после обработки животных препаратами не выявлено.

Список источников

1. Арисов М. В., Индюхова Е. Н., Кузнецова Е. А., Арисова Г. Б., Смирнова Е. С. Гельминтал таблетки – новый комплексный препарат на основе моксидектина и празиквантела для лечения эндопаразитозов собак // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2015. Т. 223 (3). С. 12-15.
2. Арисов М. В., Белых И. П., Артемов В. В. Инспектор Квадро – комплексный препарат для лечения экто- и эндопаразитозов у собак и кошек // Российский паразитологический журнал. 2018. Т. 12. № 2. С. 75–84. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-75-84>
3. Арисова Г. Б. Эффективность препарата пролонгированного действия на основе моксидектина «Неотерика Протекто сироп» при экто- и эндопаразитах плотоядных животных // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам Международной научной конференции. 2021. Вып. 22. С. 74-79. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.74-79>
4. Белых И. П., Арисова Г. Б. Лечение дирофиляриоза собак и кошек комплексными противопаразитарными препаратами // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 1. С. 52–55. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-1-52-55>
5. Беспалова Н. С. Эпизоотология ряда гельминтозов собак в условиях города // Ветеринария. 2003. № 1. С. 31-32.
6. Воличев А. Н., Горохов В. В. Гельминты и простейшие плотоядных в мегаполисе Москвы // Ветеринария. 1999. № 11. С. 7-9.
7. Горин М. А., Карелкин Д. В., Пашкин А. В. и др. Эпизоотологический мониторинг за развитием эпизоотической ситуации в условиях Нижегородской области // Вестник НГСХА: тезисы мат. междунар. научно-практич. конф. Н. Новгород: НГСХА, 2013. С. 402.
8. Золотых Т. А. Современные методы лабораторной диагностики дирофиляриоза плотоядных // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. Вып. 82. С. 62-66.
9. Ястреб В. Б. Дирофиляриоз кошек в Москве // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: материалы докладов научной конференции Всероссийского общества гельминтологов РАН. 2005. Вып. 6. С. 415-417.
10. Ястреб В. Б., Архипов И. А. Рекомендации по диагностике, лечению и профилактике дирофиляриоза собак в Московском регионе // Российский паразитологический журнал. 2008. № 4. С. 109-114.
11. Litster A. L., Atwell R. B. Feline heartworm disease: a clinical review. Journal of Feline Medicine and Surgery. 2008; 10 (2): 137-144.
12. McCall J. W., Genchi C., Kramer L. H., et al. Heartworm disease in animals and humans. Advances in parasitology. 2008; 66. 193-285.

Статья поступила в редакцию 05.04.2022; принята к публикации 25.04.2022

Об авторах:

Точиева Оксана Николаевна, Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ «ВГНКИ») (123022, Москва, Звенигородское шоссе, 5), Москва, Россия, соискатель, tochieva@vgnki.ru

Арисов Михаил Владимирович, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор ветеринарных наук, профессор РАН, ORCID ID: 0000-0002-2103-8468, director@vniigis.ru

Вклад соавторов:

Точиева Оксана Николаевна – развитие методологии, критический анализ материалов и формирование выводов.

Арисов Михаил Владимирович – научное руководство, обзор исследований по проблеме, критический анализ материалов и формирование выводов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Arisov M. V., Indyukhova E. N., Kuznetsova E. A., Arisova G. B., Smirnova E. S. Helmintal tablets – a new complex drug based on moxidectin and praziquantel for the treatment of endoparasitosis in dogs. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny imeni N. E. Bauman* = *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2015; 223 (3): 12-15. (In Russ.)
2. Arisov M. V., Belykh I. P., Artemov V. V. Inspector Quadro – the complex of preparation for the treatment of ectoand endoparasitoses in cats and dogs. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2018; 12 (2): 75–84. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-75-84>
3. Arisova G. B. Efficiency of the preparation of the prolonged action on the basis of moxidectin "Neoterica Protecto Syrup" in ecto- and endoparasitosis of carnivore animals. «*Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*»: *sbornik nauchnykh statey po materialam Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of combating parasitic diseases": a collection of scientific articles based on the materials of the International Scientific Conference*. 2021; 22: 74-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3>
4. Belykh I. P., Arisova G. B. Treatment of dogs' and cats' dirofilariosis with complex antiparasitic drugs. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2019; 13 (1): 52–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2019-13-1-52-55>
5. Beshpalova N. S. Epizootology of a number of helminthoses in dogs in the city. *Veterinary medicine*. 2003; 1: 31-32. (In Russ.)
6. Volichev A. N., Gorokhov V. V. Helminths and protozoa of carnivores in the metropolis of Moscow. *Veterinary medicine*. 1999; 11: 7-9. (In Russ.)
7. Gorin M. A., Karelkin D. V., Pashkin A. V. et al. Epizootological monitoring of the development of the epizootic situation in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Intl. scientific and practical. conf. N. Novgorod, NGSKhA*, 2013; 402.
8. Zolotykh T. A. Modern methods of laboratory diagnostics of carnivorous dirofilariosis. *Proceedings of the Kostroma State Agricultural Academy*. 2015; 82: 62-66.
9. Yastreba V. B. Cat dirofilariosis in Moscow. "Theory and practice of combating parasitic diseases": *materials of the reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences*. 2005; 6: 415-417.
10. Yastreba V. B., Arkhipov I. A. Recommendations for the diagnosis, treatment and prevention of dirofilariosis in dogs in the Moscow region. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2008; 4: 109-114.
11. Litster A. L., Atwell R. B. Feline heartworm disease: a clinical review. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2008; 10(2): 137-144.
12. McCall J. W., Genchi C., Kramer L. H. et al. Heartworm disease in animals and humans. *Advances in parasitology*. 2008; 66: 193-285.

The article was submitted 05.04.2022; accepted for publication 25.04.2022

About the authors:

Tochieva Oksana N., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, applicant, tochieva@vgnki.ru

Arisov Mikhail V., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, ORCID ID: 0000-0002-2103-8468, director@vniigis.ru

Contribution of co-authors:

Tochieva Oksana N. – development of methodology, critical analysis of materials and formation of conclusions.

Arisov Mikhail V. – scientific guidance, review of research on the problem, critical analysis of materials and the formation of conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.

80 лет Александр Александровичу Шестеперову

27 марта 2022 года исполнилось 80 лет со дня рождения и 60 лет производственной, научной и общественной деятельности доктора биологических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории фитогельминтологии ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН Александра Александровича Шестеперова.

Свою научную деятельность А. А. Шестеперов начал во Всесоюзном институте гельминтологии имени К. И. Скрябина с 1966 года в должности старшего лаборанта, а затем младшего, старшего, ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией и главного научного сотрудника.

Под руководством выдающегося гельминтолога, профессора Т. С. Скарбилович он выполнил и успешно защитил в 1973 году диссертационную работу на тему: «Нематоды красного клевера Московской области», а в 1996 году – докторскую диссертацию.

Профессор А. А. Шестеперов – известный ученый в области защиты растений, фитопаразитологии, фитогельминтологии и эпифитотиологии. Объектами его исследований являются фитогельминты – возбудители глободероза картофеля и томата; мелойдогиноза овощных культур открытого и защищенного грунта; дитиленхоза лука, чеснока, картофеля; афеленхоидоза риса; паратилленхоза клевера. Его научная деятельность направлена на изучение фауны, биологии, экологии, вредоносности паразитических нематод, разработку методов диагностики, учета фитогельминтозов и мер борьбы с ними, а также на решение теоретических вопросов фитогельминтологии, касающихся взаимоотношений популяций фитогельминтов и растений – хозяев. Им обоснован самостоятельный раздел паразитологии – фитопаразитология. В защите растений и эпидемиологии он выделил эпифитотиологию фитогельминтозов, рассмотрел ее теорию и методологию, учение об эпифитотическом процессе. На базе эпифитотической классификации и эпифитотиологии вредоносных фитогельминтозов разработаны интегрированные системы защиты отдельных с.-х. культур от фитогельминтозов.



Шестеперов А. А.,
доктор биологических наук, профессор

Разработанный им алгоритм компьютерного моделирования эпифитотического процесса при фитогельминтозах позволил создать 14 диалоговых прогностических компьютерных моделей с высоким уровнем надежности и удобства в использовании. На первые модели получены Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Приоритет других разработок подтвержден 12 авторскими свидетельствами на изобретения и патентами.

А. А. Шестеперов один из первых разработал и внедрил дистанционные методы диагностики фитогельминтозов сельскохозяйственных культур, с помощью которых впервые обнаружены новые очаги глободероза картофеля – карантинного заболевания в двух областях России.

А. А. Шестеперов является автором и соавтором 12 книг, им опубликовано более 370 научных работ, создана научная школа по фитопаразитологии, под его руководством подготовлено 3 магистра, 10 кандидатов наук и один доктор.

А. А. Шестеперов награжден юбилейной медалью академика К. И. Скрябина, медалями «Ветеран труда» и «850-летия Москвы», Почетной грамотой МСХ РФ, Почетными грамотами Россельхозакадемии и Почетной грамотой Россельхознадзора МСХ РФ.

Коллектив
ВНИИП – филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН

