

Научная статья

УДК 619: 616.995.132: 636.1; 619:616.995.1-085

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-151-162>

Опыт освобождения лабораторных крыс от возбудителей паразитарных болезней в виварии открытого типа содержания

Дарья Николаевна Полухина¹, Ольга Александровна Панова²,
Ольга Петровна Курносова³, Надежда Борисовна Емельянова⁴,
Наталья Юрьевна Сысоева⁵, Александр Валерьевич Хрусталеv⁶,
Лидия Ивановна Качурина⁷

^{1-4, 6, 7} Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук», Москва, Россия

^{1, 5} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» (ФГБОУ ВО «МГУПП»), Москва, Россия

¹ polukhina@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9106-7427>

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

³ kurnosova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3248-8931>

⁴ emelyanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1920-0363>

⁵ 864365@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0792-1086>

⁶ hrustalev@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

⁷ kachurina@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0660-7087>

Аннотация

Цель исследований – испытать разные схемы дегельминтизации лабораторных крыс при заражении цестодами *Rodentolepis nana* и нематодами *Syphacia muris* и оценить значение мероприятий комплексной дезинвазии среды содержания. Описан практический опыт освобождения животных (эрадикация гельминтов) в виварии открытого типа содержания.

Материалы и методы. Проведены опыты по изучению эффективности антигельминтиков и схем их применения при цестодозной и нематодозной инвазиях у лабораторных крыс. В первом опыте для лечения крыс, зараженных *R. nana*, использовали празиквантел в дозе 10 мг/кг. Во втором опыте оценивали сравнительную эффективность фенбендазола, албендазола и пирантела при сифациозе в рекомендованных дозировках 20, 10 и 12,5 мг/кг соответственно. Каждый препарат задавали перорально, индивидуально, дважды с интервалом 7 сут. В третьем опыте испытывали разные схемы лечения сифациоза фенбендазолом. Одним группам крыс препарат задавали перорально индивидуально через пищеводный зонд в дозе 20 мг/кг один раз в день 7 сут подряд. Другим группам фенбендазол задавали ежедневно с кормом в течение 7 сут (150 мг фенбендазола на 1 кг корма). Во всех трех опытах все животные были разделены на группы, в клетках которых проводили комплекс дополнительных дезинвазионных мероприятий, и содержащихся в клетках без дезинвазии.

Результаты и обсуждение. Празиквантел показал 100%-ную эффективность при однократной даче в дозе 10 мг/кг при терапии *R. nana*. У животных без дополнительных дезинвазионных процедур, начиная с 14-х суток после дачи препарата, были снова зарегистрированы яйца цестод. В группе животных с дезинвазионными мероприятиями на протяжении опыта возбудители выявлены не были. Двукратное применение фенбендазола, альбендазола и пирантела в рекомендуемых дозировках при сифациозе крыс не привело к освобождению животных от нематод. Дезинвазия не повлияла на полученные результаты. Фенбендазол при ежедневном применении в течение 7 сут обеспечил освобождение животных от гельминтов. Однако, на 7-е сутки после окончания терапии яйца сифаций снова обнаруживали в группах, получавших препарат индивидуально внутрижелудочно через зонд, независимо от того,



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

проводилась ли в их клетках дезинвазия. Животные, получавшие фенбендазол с кормом и у которых проводили регулярно дезинвазию, оставались свободными от нематод на протяжении всего опыта вплоть до отмены дополнительных дезинвазионных мероприятий. При отсутствии дезинвазии выделение яиц гельминтов зарегистрировано на 14-е сутки после окончания терапии.

Ключевые слова: антигельминтики, терапия, дезинвазия, эрадикация, эффективность, *Rodentolepis nana*, *Syphacia muris*, крысы

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.), составляющей основу государственного задания № FGUG-2022-0012.

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

Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Полухина Д. Н., Панова О. А., Курносова О. П., Емельянова Н. Б., Сысоева Н. Ю., Хрусталева А. В., Качурина Л. И. Опыт освобождения лабораторных крыс от возбудителей паразитарных болезней в виварии открытого типа содержания // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 1. С. 151–162.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-151-162>

© Полухина Д. Н., Панова О. А., Курносова О. П., Емельянова Н. Б., Сысоева Н. Ю., Хрусталева А. В., Качурина Л. И., 2023

Original article

Experience of eradicating parasites of laboratory rats in conventional vivarium

Daria N. Polukhina¹, Olga A. Panova², Olga P. Kurnosova³, Nadezhda B. Emelyanova⁴, Natalya Yu. Sysoeva⁵, Alexander V. Khrustalev⁶, Lidia I. Kachurina⁷

^{1-4,6,7} All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV” (VNIIP – FSC VIEV), Moscow, Russia

^{1,5} Department of Veterinary Medicine, Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

¹ polukhina@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9106-7427>

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

³ kurnosova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3248-8931>

⁴ emelyanova@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1920-0363>

⁵ 864365@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0792-1086>

⁶ hrustalev@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4526-8719>

⁷ kachurina@vniigis.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0660-7087>

Abstract

The purpose of the research is to test different dehelminthization schemes of laboratory rats infected with cestodes *Rodentolepis nana* and nematodes *Syphacia muris* and evaluate the significance of combined environment disinfection measures. The practical experience of eradication (helminth eradication) in animals in a conventional vivarium was described.

Materials and methods. Experiments were conducted to study the efficacy of anthelmintics and administration schemes against cestode and nematode infections in laboratory rats. In the first experiment, praziquantel was used at a dose of 10 mg/kg to treat rats infected with *R. nana*. In the second experiment, the comparative efficacy of fenbendazole, albendazole, and pyrantel was evaluated against syphaciosis at the recommended dosages of 20, 10, and 12.5 mg/kg, respectively. Each drug was given orally, individually, twice with an interval of 7 days. The third experiment tested different schemes for treating syphaciosis with fenbendazole. One group of rats was given the drug orally individually using an esophageal tube at a dose of 20 mg/kg once a day for 7 consecutive days. Other groups were given fenbendazole daily with food for 7

days (150 mg fenbendazole per 1 kg of food). In all three experiments, all animals were divided into groups, and their cells underwent a complex of additional disinfection measures, and those kept in cages without disinfection.

Results and discussion. Praziquantel showed 100% efficacy at a single dose of 10 mg/kg in *R. nana* therapy. In animals without additional disinfection procedures, cestode eggs were again recorded starting from day 14 after the drug administration. In the group of animals with disinfection measures, pathogens were not detected during the experiment. Double administration of fenbendazole, albendazole and pyrantel in the recommended dosages against syphaciosis did not result in eradicated nematodes in the animals. The disinfection did not affect the obtained results. Fenbendazole administered daily for 7 days ensured helminth eradication in animals. However, on day 7 after the therapy, *Syphacia* sp. eggs were again found in the groups that received the drug individually intragastrically through a tube, regardless of whether their cells were disinfected. The animals that received fenbendazole with food and were regularly disinfected remained free from nematodes throughout the experiment until the additional disinfection measures were cancelled. In the absence of disinfection, released helminth eggs were recorded on day 14 after therapy.

Keywords: anthelmintics, therapy, disinfection, eradication, efficacy, *Rodentolepis nana*, *Syphacia muris*, rats

Acknowledgements. The work was carried out within the framework of the Program of Fundamental Scientific Research in the Russian Federation for a long-term period (2021–2030), which forms the basis of state task No. FGUG-2022-0012.

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

There is no conflict of interests.

For citation: Polukhina D. N., Panova O. A., Kurnosova O. P., Emelyanova N. B., Sysoeva N. Yu., Khrustalev A. V., Kachurina L. I. Experience of eradicating parasites of laboratory rats in conventional vivarium. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(1):151–162. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-1-151-162>

© Polukhina D. N., Panova O. A., Kurnosova O. P., Emelyanova N. B., Sysoeva N. Yu., Khrustalev A. V., Kachurina L. I., 2023

Введение

Крысы широко используются в качестве лабораторной модели в биологических, медицинских и ветеринарных исследованиях [7]. В настоящее время соблюдение строгих правил содержания лабораторных животных направлено на совершенствование ветеринарных и гигиенических требований с целью получения здорового поголовья, свободного от патогенов, в том числе и от паразитов, способных негативно влиять или исказить результаты опытов. Тем не менее, случаи выявления паразитарных инвазий у виварных животных далеко не редки.

У лабораторных крыс часто регистрируют оксиуридных нематод – *Syphacia muris* и *Aspicularis tetraptera*, реже цестод – *Hymenolepis diminuta* и *Rodentolepis nana*, а также простейших – *Giardia muris*, *Cryptosporidium muris* и др. [1, 3-5, 7, 11, 31, 33, 42]. Влияние паразитов на организм лабораторных животных, а, следовательно, и на результаты проводимых исследований, доказано в многочисленных работах [8, 32, 39, 42]. Негативные эффекты паразитарной, в частности гельминтозной, инвазии обычно остаются недооцененными. Напри-

мер, считается, что оксиуриды не оказывают воздействия на животных с нормальной иммунной системой. Однако, инвазия острицами вызывает нарушение кишечной абсорбции и модификацию иммунной системы [25, 28, 35, 39]. Более патогенные цестоды *R. nana* при интенсивной инвазии вызывают катаральный энтерит, хроническое паразитирование вызывает абсцессы и очаговый гранулематозный лимфаденит брыжеечных лимфатических узлов. У экспериментально заражённых *R. nana* крыс уровень сывороточного альбумина снижается в течение первых 20 сут после заражения. Это сопровождается повышенным уровнем глобулина. Другие изменения включают в себя снижение концентрации глюкозы и общих белков в сыворотке крови, повышение концентрации липидов в сыворотке крови, повышение уровня эозинофилов, гистамина или гистаминоподобного соединения в стенке кишечника [18, 19, 29, 34].

Освобождение лабораторных животных от возбудителей паразитозов является приоритетной задачей как питомников, так и вивариев. Нарушение санитарных правил внутри помещений вивария и приобретение уже инвазированных крыс из питомников несет

риск попадания возбудителей паразитозов в стационарную популяцию лабораторных животных. По данным T. Bazzano et al. (2002), это оказывает существенное влияние на работу с такими животными и приводит к серьезным негативным последствиям, поскольку не обнаруженные инвазии, циркулирующие в популяции лабораторных животных, даже в отсутствие клинических признаков, влияют на экспериментальные данные [10, 27].

При выявлении гельминтозной инвазии у лабораторных животных для обеспечения чистоты экспериментов возможны два подхода: либо выведение зараженных животных из опытов, либо терапия и дезинвазия с использованием эффективных антигельминтных средств.

Для терапии цестодозов (гименолепидоз, родентолепидоз) общепринятым препаратом является празиквантел. Для крыс его рекомендуемая доза составляет 5-10 мг/кг [8]. При сифациозе (*S. muris*) обычно применяют лечебный корм с фенбендазолом в дозе 150 мг/кг корма, либо ивермектин с питьевой водой в дозе 2,5 мг/кг массы тела крысы [12, 13, 26]. Фенбендазол считается более безопасным препаратом для мышей и крыс. Другим его преимуществом является его активность против всех стадий развития сифаций: яиц, личинок и половозрелых особей [16, 20].

Целью нашего исследования было испытать разные схемы дегельминтизации лабораторных крыс при заражении цестодами и нематодами и оценить значение мероприятий комплексной дезинвазии среды содержания. Описан практический опыт освобождения животных (эрадикация гельминтов) в виварии открытого типа содержания.

Материалы и методы

Паразитологическое обследование лабораторных крыс. Исследования проводили в лаборатории биологии и биологических основ профилактики ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Для диагностики оксиуридной инвазии применяли индивидуальный скотч-тест [41]. Для выявления других видов гельминтов использовали комбинированный флотационный метод с применением раствора нитрата натрия (NaNO_3) плотностью 1,38 г/см³ с центрифугированием. Для количественной характеристики полученных результатов проводили подсчет яиц в 1 г. Микроскопию

проводили на микроскопах Motic BA410T, Motic AE31T и микроскопе Zeiss AxioImager Z.1 с сопряженной цифровой камерой и прилагаемым программным обеспечением. Выявленных паразитов идентифицировали по морфологическим и морфометрическим показателям с помощью руководства по паразитологии лабораторных животных Флина под ред. D. G. Baker [8]. Всего исследовано 198 проб: 40 объединённых и 72 индивидуальных проб фекалий, 17 проб подстилки (опилок), 72 пробы скотч-тест.

При исследовании фекалий, опилок и скотч-тестов крыс вивария открытого типа содержания были обнаружены нематоды *Syphacia muris* в 39,4% проб и *Trichosomoides crassicauda* в 2% проб, цестода *Rodentolepis nana* в 6,7% проб, простейшие *Eimeria* sp. в 1,7% проб и *Giardia muris* в 1,2% проб. С учетом выявленной фауны была проведена серия опытов с применением различных антигельминтных препаратов и схем их применения. В опытах использованы белые беспородные крысы средней массой тела 243 г.

Опыт лечения крыс при инвазии *R. nana*. В опыте использовали 13 лабораторных крыс, естественно зараженных *R. nana* при интенсивности инвазии, в среднем, 36,9 яйца на 1 г фекалий. Крыс разделили на три группы. По 5 гол. двух опытных групп получали празиквантел в дозе 10 мг/кг, смешанный с крахмальным гелем. Препарат задавали индивидуально перорально через пищеводный зонд однократно. После введения препарата крыс первой группы содержали в клетках без каких-либо дезинвазионных процедур. Клетки с животными второй группы были подвергнуты комплексу дополнительных дезинвазионных мероприятий. Животные третьей контрольной группы (3 крысы) антигельминтик не получали и содержались в клетке без дезинвазии. Все крысы содержались в общем зале вивария на стеллаже с другими крысами без дополнительной изоляции. Пробы фекалий исследовали методом флотации на 7-е, 14 и 28-е сутки после дачи препарата.

Опыт применения различных препаратов в рекомендуемых дозах при сифациозе крыс. Опыт проводили на 42 лабораторных крысах, зараженных *S. muris*. Крыс разделили на 6 опытных и одну контрольную группы по 6 голов в каждой для оценки эффективности

фенбендазола, албендазола и пирантела. Каждый препарат задавали двум группам крыс перорально, индивидуально, дважды с интервалом 7 сут. Препараты применяли в дозах согласно рекомендациям [8, 13, 33]. Крыс нечетных групп после лечения содержали в клетках

без дезинвазии; клетки с крысами четных групп подвергали комплексу дополнительных дезинвазионных мероприятий. Всех крыс содержали в общем зале вивария на стеллаже с другими крысами без дополнительной изоляции (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

Схема опыта по дегельминтизации крыс при сифациозе с применением различных препаратов
[Scheme of the experiment on dehelminthization of rats at syphacyosis using various drugs]

Группа [Group]	Препарат [Drug]	Доза, мг/кг [Dose, mg/kg]	Дезинвазия [Disinfection]
1	Фенбендазол [Fenbendazole]	20	-
2			+
3	Альбендазол [Albendazole]	10	-
4			+
5	Пирантел [Pirantel]	12,5	-
6			+
7	-	-	-

Дезинвазию клеток крыс 2, 4 и 6-й групп проводили, начиная со следующих суток после дачи препарата и далее один раз каждые 5 сут согласно регламенту ухода за лабораторными крысами. Пробы фекалий исследовали на 7-е, 14 и 28-е сутки после второй дачи препаратов методами флотации и скотч-теста. Крыс контрольной группы, зараженных *S. muris*, не дегельминтизировали. Клетки чистили ежедневно и дезинвазию не проводили. Крыс кормили и поили по мере необходимости.

Выбор оптимальной схемы применения фенбендазола при сифациозе крыс. С целью оптимизации схемы лечения сифациоза крыс фенбендазолом с применением комплекса дополнительных дезинвазионных мероприятий было отобрано 40 белых лабораторных беспородных крыс, инвазированных *S. muris*. Из них сформировали 4 опытные группы по 8 голов в каждой. Крысам первой и второй групп фенбендазол задавали перорально индивидуально через пищеводный зонд в дозе 20 мг/кг с крахмальным гелем один раз в день в течение 7 сут. Крысам третьей и четвертой групп фенбендазол задавали групповым методом ежедневно с кормом в течение 7 сут. Для этого корм измельчали и смешивали с препаратом из расчета 150 мг фенбендазола на 1 кг корма. Смесь давали из расчета по 40 г (6 мг фенбендазола) на животное в сутки. Поедаемость лечебного корма была хорошей.

Клетки с крысами первой и третьей групп находились в общем зале содержания без до-

полнительных дезинвазионных мероприятий. Клетки с животными 2 и 4-й групп проходили ежедневную парообработку и обработку клеток дезсредством; персонал перед проведением манипуляций проводил смену перчаток. Ежедневные обработки осуществляли на протяжении периода терапии (7 сут), далее каждые 5 сут с применением тех же дезинвазионных мероприятий. Контрольные диагностические исследования проводили на 7-е сутки от начала терапии (в последний день дачи препаратов), на 7, 14, 21, 28 и 35-е сутки после окончания терапии. Использовали скотч-тест и флотационную копроовоскопию объединенных проб фекалий из клеток. Через 21 сут после окончания терапии все дополнительные дезинвазионные мероприятия по уходу за крысами были прекращены; животные всех групп содержались в общем зале вивария на стеллаже с другими крысами и получали стандартный уход.

Клетка 8 крыс контрольной группы в период опыта располагалась в общем помещении вивария на стеллаже с другими клетками, не получала терапии и дополнительных дезинвазионных мероприятий (табл. 2).

Дезинвазионные процедуры. Дезинвазионные мероприятия включали смену и чистку клеток, смену воды в поилках и смену корма. Клетки, поилки и инвентарь после механической очистки и первичной мойки водой обрабатывали паром (отпариватель напольный

Терапевтическая схема третьей серии опытов
[Therapeutic scheme of the third series of experiments]

Группа [Groupe]	Доза и способ применения [Dose and route of administration]	Дезинвазия [Disinfection]
1	Индивидуально перорально, 20 мг/кг, один раз в сутки, ежедневно 7 сут [Individually orally, 20 mg/kg, once a day, daily for 7 days]	-
2		+
3	Групповым методом с кормом, ~6 мг на голову в сутки, на протяжении 7 сут [Group method with food, ~6 mg per head per day, for 7 days]	-
4		+
5	-	-

Polaris PGS 1820VA, экспозиция 3–5 мин.), далее дезинфицирующим раствором Ника-Экстра М Профи 6% согласно инструкции с экспозицией 30 мин. Для работы с каждой клеткой персонал менял инвентарь и перчатки для предотвращения переноса возбудителей между ними.

Результаты и обсуждение

После лечения крыс против *R. nana* празиквантелом яйца оксиуриды в фекалиях на 7-е сутки у всех животных обеих опытных групп не находили. Празиквантел показал 100%-ную эффективность при однократной даче в дозе 10 мг/кг. Однако, в фекалиях животных из группы, где дезинвазионных мероприятий не проводили, на 14 и на 28-е сутки после дачи препарата были снова зарегистрированы яйца цестод. У крыс, содержащихся после лечения в условиях с выполнением мер профилактики в течение всего периода опыта, 28 сут, возбудители выявлены не были. У животных контрольной группы обнаруживали яйца цестод в фекалиях в течение всего опыта.

Таким образом, без сопутствующих мер дезинвазии и профилактики происходит перезаражение крыс в общем зале содержания при условии поддержания данного возбудителя в помещении вивария. Это связано с особенностью цикла развития *R. nana*, который может проходить прямым путем. Выделенные с фекалиями яйца являются инвазионными для окончательного хозяина (этой же или другой крысы). В тонком кишечнике личинки проникают в кишечные ворсинки и развиваются до цистицеркоида, а затем вновь попадают в просвет кишечника и прикрепляются к слизистой оболочке. Жизненный цикл при прямой передаче возбудителя завершается через 14–16 сут [8]. Еще одной

особенностью в жизненном цикле *R. nana* является способность к аутоинфекции – вылупление из яиц сразу в кишечнике того же животного, в котором их продуцирует половозрелая цестода; тогда развитие происходит без смены хозяина [18].

При сифациозе двукратное применение фенбендазола, альбендазола и пирантела не привело к освобождению крыс от нематод *S. muris*: во всех группах на 7-е, 14 и 28-е сутки после терапии в фекалиях были обнаружены яйца и личинки сифаций. Комплекс дезинвазионных мероприятий не повлиял на полученные результаты; крысы всех групп оставались зараженными оксиуридами весь период исследования.

Через 7 сут ежедневного применения фенбендазола у крыс всех опытных групп яйца сифаций в фекалиях отсутствовали (табл. 3). Однако, начиная с 7-х суток после окончания терапии яйца сифаций обнаруживали в группах крыс, получавших препарат индивидуально внутрижелудочно через зонд один раз в сутки, независимо от того, проводилась ли в их клетках дезинвазия (группы 1 и 2). Животные, получавшие фенбендазол с кормом и, в клетках которых проводили регулярную дезинвазию (группа 4), были свободны от инвазии на протяжении всего опыта вплоть до отмены дополнительных профилактических мер. При отсутствии дезинвазионных мероприятий (в группе 3) выделение яиц гельминтов наблюдали, начиная с 14-х суток после окончания терапии.

Применение фенбендазола групповым методом с кормом оказалось более эффективным, чем при индивидуальном внутрижелудочном введении. Отложенное проявление инвазии в группах, получавших препарат внутрижелудочно, очевидно, объясняется его

Таблица 3 [Table 3]

Динамика обнаружения яиц и личинок *Syphacia muris* в фекалиях крыс при терапии фенбендазолом
 [Dynamics of detection of *Syphacia muris* eggs and larvae in rat's faeces during fenbendazole therapy]

Номер группы [Group number]	Способ применения препарата [Method of the drug administration]	Дезинвазия [Disinfection]	Число яиц <i>S. muris</i> в пробе скотч-теста, в среднем, сутки [The number of <i>S. muris</i> eggs in a sample of adhesive tape, on average, days]					
			7	14	21	28	35	
			после начала терапии [after starting therapy]	после окончания терапии [after graduation therapy]	после окончания терапии [after graduation therapy]	после окончания терапии [after graduation therapy]	после окончания терапии [after graduation therapy]	
1	Индивидуально через зонд [Individually via probe]	Нет	0	2,25	4	18,3	24,1	27,1
2		Да	0	3,6	16,2	20,1	18,5	18
3	Групповым методом с кормом [Group method with food]	Нет	0	0	5,3	12,6	21,8	22,5
4		Да	0	0	0	0	0	2,3

недостаточной эффективностью при таком способе применения против молодых стадий сифаций, которые через некоторое время начинают яйцепродукцию.

Важным, на наш взгляд, результатом опыта является свидетельство того, что дезинвазионные мероприятия при сифациозе эффективны лишь при полном освобождении животных от гельминтов. Это связано с особенностью данного гельминтоза, при котором перезаражение происходит не только (а, возможно, и не столько) инвазионными яйцами из подстилки, но и яйцами с шерсти из преанальной области. Дезинфекционные мероприятия в данном случае предотвращают лишь занос инвазии извне.

О сложности эрадикации животных и помещения вивария от оксиурид сообщают многие исследователи [8, 26, 33]. Эти трудности связаны с особенностями цикла развития возбудителя. Яйца *S. muris* становятся инвазионными в течение нескольких часов после выделения их в окружающую среду. Продолжительность полного цикла развития составляет всего 7–8 сут [14, 24, 25, 37]. Яйца оксиурид могут оставаться инвазионными в лабораторных условиях не менее четырех недель [7, 15].

Фенбендазол – относительно безопасный препарат. Токсичность проявляется у крыс при пероральной дозе 500 мг/кг в день. При даче препарата в терапевтических дозах в течение длительного периода (более 70 сут подряд, включая до- и послеродовой период) фенбендазол оказывал минимальное воздействие на поведение животных [9]. При пероральном приеме фенбендазола в дозе более 10 г/кг у мышей и крыс не отмечали тератогенного эффекта. Опыт по применению фенбендазола, смешанного с питьевой водой в дозе 70 мг/л, вызывает сомнения в эффективности в связи с плохой растворимостью препарата [6].

Существует мнение, что бензимидазолы проявляют активность против всех стадий развития нематод (яиц, личинок и половозрелых особей) [20]. Поэтому, при терапии фенбендазолом не все авторы рекомендуют проведение дополнительной дезинвазии. Однако, полученные нами результаты свидетельствуют о том, что фенбендазол при сифациозе не всегда гарантированно освобождает животных от молодых стадий гельминтов, а отказ от дезинвазии повышает риск повторного проявления гельминтоза. При проведении комплексных мероприятий в помещениях вивариев можно сократить срок применения лекарственного препарата и тем самым ускорить и удешевить процесс освобождения вивария от возбудителя.

Вредные эффекты перорального приема ивермектина и его влияние на результаты исследований хорошо известны. Они включают снижение фертильности и появление врожденных дефектов у новорожденных, токсические эффекты у молодых мышей и крыс, связанные с тем, что его концентрация в молоке в 3–4 раза превышает концентрацию в плазме крови [17, 21, 22, 30, 33, 36]. Поэтому пероральное использование ивермектина, хотя и считается эффективным, не желательно в экспериментальных исследованиях [33]. Описанные в литературе способы применения ивермектина в форме капель на холку, аэрозолей, подкожных инъекций, более трудоемки и мало приемлемы, особенно в масштабах крупного вивария [2, 23, 33, 38, 40].

Таким образом, проведенное исследование показало необходимость проведения регулярного паразитологического обследования всего поступающего поголовья лабораторных крыс для предупреждения распространения возбудителей в вивариях. При обнаружении возбудителей в зале вивария требуется обеспечить чистоту помещений: провести соответствующую терапию с дополнительными дезинвазионными мероприятиями или вывести зараженных животных из опытов и предотвратить распространение возбудителей.

Заключение

Для лечения крыс вивария от инвазии *Rodentolepis nana* рекомендована однократная дача празиквантела в дозе 10 мг/кг с обязательными дезинвазионными процедурами.

При выявлении у крыс *Syphacia muris* рекомендуется скормливание лечебного корма в течение 7 сут с добавлением 150 мг фенбендазола на 1 кг корма. Во время лечения необходима ежедневная дезинвазия клеток, поилок и предметов ухода со сменой подстилки и воды.

В последующем, для профилактики заноса и распространения возбудителей, дезинвазионные процедуры должны проводиться регулярно во время стандартной смены подстилки и воды у животных.

Список источников

1. Адениль Д. А. Гельминтофауна лабораторных и синантропных грызунов, меры борьбы с основными гельминтозами в условиях города Москвы и Московской области: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Москва, 2001. 17 с.

2. Василевич Ф. И., Малахова Н. А. Поиск эффективных средств и способов лечения оксигурозов лабораторных животных // Вестник ОрелГАУ. 2011. № 1. С. 34-36.
3. Климова Е. С., Бабинцева Т. В. Паразитофауна лабораторных грызунов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 240, № 4. С. 105-108.
4. Масленникова О. В., Ерофеева В. В., Пухляк В. П. Сифациоз грызунов и его эколого-эпидемиологическое значение // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-7. С. 1542-1544.
5. Панова О. А., Курносоева О. П., Сысоева Н. Ю., Полухина Д. Н., Сергеева Н. А., Корчагина А. Ю. Паразитологическое обследование лабораторных крыс // Вестник Вятской ГСХА. 2020. № 4 (6).
6. Arias J. L., Lopez-Viota M., Clares B., Ruiz M. A. Stability of fenbendazole suspensions for veterinary use correlation between zeta potential and sedimentation. Eur. J. Pharm. Sci. 2008; 45: 257-262. doi: 10.1016/j.ejps.2008.04.008.
7. Baker D. G. Natural pathogens of laboratory mice, rats, and rabbits and their effects on research. Clin. Microbiol. Rev. 1998; 11: 231-266. doi: 10.1128/CMR.11.2.231.
8. Baker D. G. Flynn's parasites of laboratory animals. 2nd ed. / David G. Baker (editor-in-chief). Blackwell Publishing. 2007; 814.
9. Barron S., Baseheart B. J., Segar T. M., Deveraux T., Willford J. A. The behavioral teratogenic potential of fenbendazole: a medication for pinworm infestation. Neurotoxicol. Teratol. 2000; 22: 871-877. doi: 10.1016/s0892-0362(00)00102-1.
10. Bazzano T., Restel T. I., Pinto R. M., Gomes D. C. Patterns of infection with the nematodes *Syphacia obvelata* and *Aspiculuris tetraptera* in conventionally maintained laboratory mice. Mem. Inst. Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro. 2002; 97 (6): 847-853. doi: 10.1590/S0074-02762002000600017
11. Beyhan Y., Gurler T., Bolukbas C., Acici M., Umur S. Helminths of some laboratory animals detected by necropsy and fecal examination. Turkish Society for Parasitology. 2010; 34: 98-101.
12. Boivin G. P., Ormsby I., Hall J. E. Eradication of *Aspiculuris tetraptera* using fenbendazole-medicated food. Contemp. Top. Lab. Anim. Sci. 1996; 35: 69-70.
13. Coghlan L. G., Lee D. R., Psencik B., Weiss D. Practical and effective eradication of pinworms (*Syphacia muris*) in rats by use of fenbendazole. Lab. Anim. Sci. 1993; 43: 481-487.

14. Dix J., Astill J., Whelan G. Assessment of methods of destruction of *Syphacia muris* eggs. *Lab. Anim.* 2004; 38: 11–16. doi: 10.1258/00236770460734344.
15. Hoag W. G. Oxyuriasis in laboratory mouse colonies. *Am. J. Vet. Res.* 1961; 22: 150–153.
16. Huerkamp M. J., Benjamin K. A., Zitzow L. A. Fenbendazole treatment without environmental decontamination eradicates *Syphacia muris* from rats in a large, complex research institution. *Contemporary topics in laboratory animal science. Am. Assoc. for Lab. Animal Sci.* 2000; 39 (3): 9–12.
17. Jackson T. A., Hall J. E., Boivin G. P. Ivermectin toxicity in multiple transgenic mouse lines. *Lab. Anim. Pract.* 1998; 31: 37–41.
18. Katiyar J. C., Sen A. B. Occurrence of histamine in the intestine of rats harboring cysticercoids of *Hymenolepis nana*. *Indian J. Exp. Biol.* 1970; 8: 191–193.
19. Katiyar J. C., Tangri A. N., Ghatak S., Sen A. B. Serum protein pattern of rats during infection with *Hymenolepis nana*. *Indian J. Exp. Biol.* 1973; 11: 188–190.
20. Lacey E., Brady R. L., Prichard R. K., Watson T. R. Comparison of inhibition of polymerisation of mammalian tubulin and helminth ovicidal activity by benzimidazole carbamates. *Vet. Parasitol.* 1987; 23: 105–119. doi: 10.1016/0304-4017(87)90029-X
21. Lankas G. R., Cartwright M. E., Umbenhauer D. P-glycoprotein deficiency in a subpopulation of CF-1 mice enhances avermectin-induced neurotoxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1997; 143: 357–365.
22. Lankas G. R., Minsker D. H., Robertson R. T. Effects of ivermectin on reproduction and neonatal toxicity in rats. *Food Chem. Toxicol.* 1989; 27: 523–529.
23. Le Blanc S. A., Faith R. E., Montgomery C. A. Use of topical ivermectin treatment for *Syphacia obvelata* in mice. *Lab. Anim. Sci.* 1993; 43: 526–528.
24. Lewis J. W., D'Silva J. The life-cycle of *Syphacia muris* Yamaguti (Nematoda: Oxyuroidea) in the laboratory rat. *J. Helminthol.* 1986; 60: 39–46.
25. Lübcke R., Hutcheson F. A. R., Barbezat G. O. Impaired intestinal electrolyte transport in rats infested with the common parasite *Syphacia muris*. *Dig. Dis. Sci.* 1992; 37: 60–64. doi: 10.1007/BF01308343
26. Lytvynets A., Langrová I., Lachout J., Vadlejch J., Fučíková A., Jankovská I. Drinking water ivermectin treatment for eradication of pinworm infections from laboratory rat colonies. *Helminthologia.* 2010; 47: 233–237. <https://doi.org/10.2478/s11687-010-0036-5>
27. Najafi F., Rezaie S., Kia E., Mobedi I., Mahmoudi M., Salimi M., Hasanpour H., Makki M., Mowlavi G. Intestinal helminths in laboratory mice and rats in four research centers, Tehran, Iran. *J. Med. Microbiol. Infec. Dis.* 2014; 2 (4): 130–132.
28. Neto de Sousa J., Carvalho E., Levenhagen, Marcelo L., Chaves, L., Costa-Cruz J. Diagnosis of the pinworm *Syphacia muris* in the Wistar rat *Rattus norvegicus*. *J. Helminthol.* 2014; 1: 1–4. doi: 10.1017/S0022149X14000753.
29. Niwa A., Miyazato T. Enhancement of intestinal eosinophilia during *Hymenolepis nana* infection in mice. *J. Helminthol.* 1996; 70: 33–41.
30. Paul A. J., Tranquilli W. J., Seward R. L., Todd K. S., Di Pietro J. A. Clinical observations in collies given ivermectin orally. *Am. J. Vet. Res.* 1987; 48: 684–685.
31. Perek-Matysiak A., Okulewicz A., Hildebrand J., Zalesny G. Helminth parasites of laboratory mice and rats. *Wiad Parazytol.* 2006; 52 (2): 99–102.
32. Plachý V., Litvinec A., Langrová I., Horáková B., Sloup V., Jankovská I., Vadlejch J., Čadková Z., Borkovcová M. The effect of *Syphacia muris* on nutrient digestibility in laboratory rats. *Lab. Anim.* 2016; 50(1): 39–44. doi: 10.1177/0023677215577038.
33. Pritchett K. R., Johnston N. A. A review of treatments for the eradication of pinworm infections from laboratory rodent colonies. *Contemp. Top. Lab. Anim. Sci.* 2002; 41 (2): 36–46.
34. Sanad M. M. Effect of *Hymenolepis nana* on the protein and lipid in the intestinal mucosal cells of mice. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 1991; 21: 75–80.
35. Sato Y., Ooi H. K., Nonaka N., Oku Y., Kamiya M. Antibody production in *Syphacia obvelata* infected mice. *J. Parasitol.* 1995; 81: 559–562.
36. Skopets B., Wilson R. P., Griffith J. W., Lang C. M. Ivermectin toxicity in young mice. *Lab. Anim. Sci.* 1996; 46: 111–112.
37. Stone W. B., Manwell R. D. Potential helminth infections in humans from pet or laboratory mice and hamsters. *Public Health Rep.* 1966; 81 (7): 647–653.
38. Sueta T., Miyoshi I., Okamura T., Kasa N. Experimental eradication of pinworms (*Syphacia obvelata* and *Aspiculuris tetraptera*) from mice colonies using ivermectin. *Exp. Anim.* 2002; 51: 367–373. doi: 10.1538/expanim.51.367
39. Taffs L. E. Pinworm infections in laboratory rodents: a review. *Lab. Anim.* 1976; 10: 1–13.
40. West W. L., Schofield J. C., Bennett B. T. Efficacy of the "micro-dot" technique for administering topical 1% ivermectin for the control of pinworms and fur

- mites in mice. *Contemp. Top. Lab. Anim. Sci.* 1992; 31: 7-10.
41. Zajac A. M., Conboy G. A., Little S. E., Reichard M. V. *Veterinary clinical parasitology*. 9th edn. Wiley-Blackwell, Chichester, 2021; 432.
42. Zenner L., Regnault J. R. Ten-year long monitoring of laboratory mouse and rat colonies in French facilities: a retrospective study. *Lab. Anim.* 2000; 34: 76-83. <https://doi.org/10.1258/002367700780577957>.

Статья поступила в редакцию 12.09.2022; принята к публикации 10.02.2023

Об авторах:

Полухина Дарья Николаевна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0001-9106-7427, polukhina@vniigis.ru

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

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

Емельянова Надежда Борисовна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-1920-0363, emelyanova@vniigis.ru

Сысоева Наталья Юрьевна, ФГБОУ ВО «МГУПП» (109029, Москва, ул. Талалихина, 33), Москва, Россия, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-0792-1086, 864365@mail.ru

Хрусталеv Александр Валерьевич, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, ORCID ID: 0000-0002-4526-8719, hrustalev@vniigis.ru

Качурина Лидия Ивановна, ВНИИП – фил. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, ORCID ID: 0000-0002-0660-7087, kachurina@vniigis.ru

Вклад соавторов:

Полухина Дарья Николаевна – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

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

Курносова Ольга Петровна – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна опытов, написание текста рукописи.

Емельянова Надежда Борисовна – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Сысоева Наталья Юрьевна – разработка дизайна опытов.

Хрусталеv Александр Валерьевич – определение возбудителей, анализ полученных данных, разработка дизайна рукописи.

Качурина Лидия Ивановна – исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- Adenil D. A. Helminth fauna in laboratory and synanthropic rodents, and measures to control the main helminth infections in Moscow and the Moscow Region: autoref. dis. ... *Cand. Vet. Sci.* Moscow, 2001; 17. (In Russ.)
- Vasilevich F. I., Malakhova N. A. Search for effective means and methods for treatment of oxyurosis in laboratory animals. *Vestnik OrelGAU = Bulletin of the Orel State Agrarian University*. 2011; 1: 34-36. (In Russ.)
- Klimova E. S., Babintseva T. V. Parasite fauna in laboratory rodents. *Uchenyye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman* = *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2019; 240 (4): 105-108. (In Russ.)
- Maslennikova O. V., Erofeeva V. V., Pukhlyanko V. P. Syphaciosis of rodents and its ecological and epidemiological significance. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental Research*. 2014; 9-7: 1542-1544. (In Russ.)
- Panova O. A., Kurnosova O. P., Sysoeva N. Yu., Polukhina D. N., Sergeeva N. A., Korchagina A. Yu. Parasitological examination of laboratory rats. *Vestnik Vyatskoy GSKHA = Bulletin of the Vyatka State Agricultural Academy*. 2020; 4 (6). (In Russ.)
- Arias J. L., Lopez-Viota M., Clares B., Ruiz M.A. Stability of fenbendazole suspensions for veterinary use correlation between zeta potential and

- sedimentation. *Eur. J. Pharm. Sci.* 2008; 45: 257-262. doi: 10.1016/j.ejps.2008.04.008.
7. Baker D. G. Natural pathogens of laboratory mice, rats, and rabbits and their effects on research. *Clin. Microbiol. Rev.* 1998; 11: 231-266. doi: 10.1128/CMR.11.2.231.
 8. Baker D. G. Flynn's parasites of laboratory animals. 2nd ed. / David G. Baker (editor-in-chief). Blackwell Publishing. 2007; 814.
 9. Barron S., Baseheart B. J., Segar T. M., Deveraux T., Willford J. A. The behavioral teratogenic potential of fenbendazole: a medication for pinworm infestation. *Neurotoxicol. Teratol.* 2000; 22: 871-877. doi: 10.1016/S0892-0362(00)00102-1.
 10. Bazzano T., Restel T. I., Pinto R. M., Gomes D. C. Patterns of infection with the nematodes *Syphacia obvelata* and *Aspiculuris tetraptera* in conventionally maintained laboratory mice. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz - Rio de Janeiro.* 2002; 97 (6): 847-853. doi: 10.1590/S0074-02762002000600017
 11. Beyhan Y., Gurler T., Bolukbas C., Acici M., Umur S. Helminths of some laboratory animals detected by necropsy and fecal examination. *Turkish Society for Parasitology.* 2010; 34: 98-101.
 12. Boivin G. P., Ormsby I., Hall J. E. Eradication of *Aspiculuris tetraptera* using fenbendazole-medicated food. *Contemp. Top. Lab. Anim. Sci.* 1996; 35: 69-70.
 13. Coghlan L. G., Lee D. R., Psencik B., Weiss D. Practical and effective eradication of pinworms (*Syphacia muris*) in rats by use of fenbendazole. *Lab. Anim. Sci.* 1993; 43: 481-487.
 14. Dix J., Astill J., Whelan G. Assessment of methods of destruction of *Syphacia muris* eggs. *Lab. Anim.* 2004; 38: 11-16. doi: 10.1258/00236770460734344.
 15. Hoag W. G. Oxyuriasis in laboratory mouse colonies. *Am. J. Vet. Res.* 1961; 22: 150-153.
 16. Huerkamp M. J., Benjamin K. A., Zitzow L. A. Fenbendazole treatment without environmental decontamination eradicates *Syphacia muris* from rats in a large, complex research institution. Contemporary topics in laboratory animal science. *Am. Assoc. for Lab. Animal Sci.* 2000; 39 (3): 9-12.
 17. Jackson T. A., Hall J. E., Boivin G. P. Ivermectin toxicity in multiple transgenic mouse lines. *Lab. Anim. Pract.* 1998; 31: 37-41.
 18. Katiyar J. C., Sen A. B. Occurrence of histamine in the intestine of rats harboring cysticercoids of *Hymenolepis nana*. *Indian J. Exp. Biol.* 1970; 8: 191-193.
 19. Katiyar J. C., Tangri A. N., Ghatak S., Sen A. B. Serum protein pattern of rats during infection with *Hymenolepis nana*. *Indian J. Exp. Biol.* 1973; 11: 188-190.
 20. Lacey E., Brady R. L., Prichard R. K., Watson T. R. Comparison of inhibition of polymerisation of mammalian tubulin and helminth ovicidal activity by benzimidazole carbamates. *Vet. Parasitol.* 1987; 23: 105-119. doi: 10.1016/0304-4017(87)90029-X
 21. Lankas G. R., Cartwright M. E., Umbenhauer D. P-glycoprotein deficiency in a subpopulation of CF-1 mice enhances avermectin-induced neurotoxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1997; 143: 357-365.
 22. Lankas G. R., Minsker D. H., Robertson R. T. Effects of ivermectin on reproduction and neonatal toxicity in rats. *Food Chem. Toxicol.* 1989; 27: 523-529.
 23. Le Blanc S. A., Faith R. E., Montgomery C. A. Use of topical ivermectin treatment for *Syphacia obvelata* in mice. *Lab. Anim. Sci.* 1993; 43: 526-528.
 24. Lewis J. W., D'Silva J. The life-cycle of *Syphacia muris* Yamaguti (Nematoda: Oxyuroidea) in the laboratory rat. *J. Helminthol.* 1986; 60: 39-46.
 25. Lübcke R., Hutcheson F. A. R., Barbezat G. O. Impaired intestinal electrolyte transport in rats infested with the common parasite *Syphacia muris*. *Dig. Dis. Sci.* 1992; 37: 60-64. doi: 10.1007/BF01308343
 26. Lytvynets A., Langrová I., Lachout J., Vadlejch J., Fučíková A., Jankovská I. Drinking water ivermectin treatment for eradication of pinworm infections from laboratory rat colonies. *Helminthologia.* 2010; 47: 233-237. doi: 10.2478/s11687-010-0036-5
 27. Najafi F., Rezaie S., Kia E., Mobedi I., Mahmoudi M., Salimi M., Hasanpour H., Makki M., Mowlavi G. Intestinal helminths in laboratory mice and rats in four research centers, Tehran, Iran. *J. Med. Microbiol. Infec. Dis.* 2014; 2 (4): 130-132.
 28. Neto de Sousa J., Carvalho E., Levenhagen, Marcelo L., Chaves, L., Costa-Cruz J. Diagnosis of the pinworm *Syphacia muris* in the Wistar rat *Rattus norvegicus*. *J. Helminthol.* 2014; 1: 1-4. doi: 10.1017/S0022149X14000753.
 29. Niwa A., Miyazato T. Enhancement of intestinal eosinophilia during *Hymenolepis nana* infection in mice. *J. Helminthol.* 1996; 70: 33-41.
 30. Paul A. J., Tranquilli W. J., Seward R. L., Todd K. S., Di Pietro J. A. Clinical observations in collies given ivermectin orally. *Am. J. Vet. Res.* 1987; 48: 684-685.
 31. Perek-Matysiak A., Okulewicz A., Hildebrand J., Zalesny G. Helminth parasites of laboratory mice and rats. *Wiad Parazytol.* 2006; 52 (2): 99-102.
 32. Plachý V., Litvinec A., Langrová I., Horáková B., Sloup V., Jankovská I., Vadlejch J., Čadková Z.,

- Borkovcová M. The effect of *Syphacia muris* on nutrient digestibility in laboratory rats. *Lab. Anim.* 2016;50(1):39-44. doi:10.1177/0023677215577038.
33. Pritchett K. R., Johnston N. A. A review of treatments for the eradication of pinworm infections from laboratory rodent colonies. *Contemp. Top. Lab. Anim. Sci.* 2002; 41 (2): 36–46.
34. Sanad M. M. Effect of *Hymenolepis nana* on the protein and lipid in the intestinal mucosal cells of mice. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 1991; 21: 75–80.
35. Sato Y., Ooi H. K., Nonaka N., Oku Y., Kamiya M. Antibody production in *Syphacia obvelata* infected mice. *J. Parasitol.* 1995; 81: 559-562.
36. Skopets B., Wilson R. P., Griffith J. W., Lang C. M. Ivermectin toxicity in young mice. *Lab. Anim. Sci.* 1996; 46: 111- 112.
37. Stone W. B., Manwell R. D. Potential helminth infections in humans from pet or laboratory mice and hamsters. *Public Health Rep.* 1966; 81 (7): 647-653.
38. Sueta T., Miyoshi I., Okamura T., Kasa N. Experimental eradication of pinworms (*Syphacia obvelata* and *Aspiculuris tetraptera*) from mice colonies using ivermectin. *Exp. Anim.* 2002; 51: 367–373. doi: 10.1538/expanim.51.367
39. Taffs L. E. Pinworm infections in laboratory rodents: a review. *Lab. Anim.* 1976; 10: 1–13.
40. West W. L., Schofield J. C., Bennett B. T. Efficacy of the "micro-dot" technique for administering topical 1% ivermectin for the control of pinworms and fur mites in mice. *Contemp. Top. Lab. Anim. Sci.* 1992; 31: 7-10.
41. Zajac A. M., Conboy G. A., Little S. E., Reichard M. V. *Veterinary clinical parasitology*. 9rd edn. Wiley-Blackwell, Chichester, 2021; 432.
42. Zenner L., Regnault J. R. Ten-year long monitoring of laboratory mouse and rat colonies in French facilities: a retrospective study. *Lab. Anim.* 2000; 34: 76-83. doi: 10.1258/002367700780577957.

The article was submitted 12.09.2022; accepted for publication 10.02.2023

About the authors:

Polukhina Daria N., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0001-9106-7427, polukhina@vniigis.ru

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

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

Emelyanova Nadezhda B., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0003-1920-0363, emelyanova@vniigis.ru

Sysoeva Natalya Yu., Department of Veterinary Medicine, Moscow State University of Food Production (33, Talalikhina st., Moscow, 109029), Moscow, Russian Federation, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0002-0792-1086, 864365@mail.ru

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

Kachurina Lidia I., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-0660-7087, kachurina@vniigis.ru

Contribution of co-authors:

Polukhina Daria N. – material research, review of publications on the topic of the article, writing of the manuscript text.

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

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

Emelyanova Nadezhda B. – material research, review of publications on the topic of the article, writing of the manuscript text.

Sysoeva Natalya Yu. – experiment design development.

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

Kachurina Lidia I. – material research, review of publications on the topic of the article, writing of the manuscript text.

All authors have read and approved the final manuscript.