ПАРАЗИТОЛОГИЯ
PARASITOLOGY

УДК 576.895.132:616.995.132
https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-3-7-13

Оригинальное эмпирическое исследование

Трихинеллез у барсука в Ростовской области (юг России)

А.П. Евсюков[1] ✉, **И.О. Потапенко**[1], **А.П. Зеленков**[1,2], **Г.А. Зеленкова**[1,2]
[1] Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
[2] Федеральный центр по изучению и воспроизводству охотничьих ресурсов, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
✉ aevsukov@mail.ru

EDN: VQIJZO

Аннотация
Введение. Нематоды рода *Trichinella* — возбудители трихинеллеза, поражающего людей и животных и наносящего значительный экономический ущерб сельскому хозяйству и пищевой промышленности, особенно в сфере безопасности продуктов питания. В настоящее время род *Trichinella* включает 10 видов и 3 генотипа, которые разделяются на 2 клады: капсулообразующие и бескапсульные. Циркуляция трихинелл в дикой природе происходит при участии обширного круга животных-трихинеллоносителей, и барсук является одним из основных природных резервуаров заболевания. В статье приводятся сведения о первом случае обнаружения личинок трихинелл у барсука в Ростовской области.
Материалы и методы. Объектом исследования послужила туша барсука, добытая охотниками в Шолоховском районе Ростовской области в августе 2024 г. Выявление и изучение личинок и капсул в образцах проводили методом компрессорной трихинеллоскопии. В дальнейшем из отдельных мышц были изготовлены гистологические срезы, которые окрашивались гематоксилином и эозином по стандартной методике.
Результаты исследования. Капсулы трихинелл были обнаружены во всех исследованных мышцах животного. Наибольшее их количество найдено в диафрагме и ее ножках. Обнаруженные личинки относились к инкапсулирующим и располагались в капсулах группами или по одной. На гистологических срезах капсулы имели толстые коллагеновые стенки, окруженные снаружи тонкими соединительнотканными оболочками. Результаты морфометрии капсул показали, что они не отличаются по размерам в зависимости от локализации в теле барсука, форма капсул во всех мышцах была почти круглой.
Обсуждение и заключение. Индексы формы капсул, рассчитанные по результатам морфометрии, более близки к соответствующим показателям *T. nativa*, чем *T. spiralis*, однако это не позволяет делать точные выводы относительно видовой принадлежности трихинелл, поскольку для точной диагностики необходимы молекулярно-генетические исследования или использование вестерн-блота. Таким образом, изучение распространения и видового состава трихинелл по-прежнему остается крайне актуальной задачей, требующей дальнейших исследований как в нашем регионе, так и по всему миру.

Ключевые слова: *Trichinella*, *Meles meles*, трихинеллез, морфометрия, личинки, капсулы

Благодарности. Авторы статьи выражают благодарность охотникам, предоставившим для исследования тушу барсука. Также авторы признательны М.С. Капле (ДГТУ) за изготовление гистологических срезов.

Для цитирования. Евсюков А.П., Потапенко И.О., Зеленков А.П., Зеленкова Г.А. Трихинеллез у барсука в Ростовской области (юг России). *Ветеринарная патология*. 2025;24(3):7–13. https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-3-7-13

© *Евсюков А.П., Потапенко И.О., Зеленков А.П., Зеленкова Г.А., 2025*

Original Empirical Research

Trichinellosis in Badgers in the Rostov Region (Southern Russia)

Aleksandr P. Evsyukov[1] ✉, **Igor O. Potapenko**[1], **Alexey P. Zelenkov**[1,2], **Galina A. Zelenkova**[1,2]

[1] Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

[2] Federal Center for the Study and Reproduction of Hunting Resources, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ aevsukov@mail.ru

Abstract

Introduction. Nematodes of the genus *Trichinella* are the causative agents of trichinellosis, which affects humans and animals and causes significant economic damage to agricultural and food industries, especially with regard to food safety. Currently, the genus *Trichinella* includes 10 species and 3 genotypes, which are divided into 2 clades: encapsulated and non-encapsulated. In the wildlife, a wide range of animals participate as carriers in circulation of Trichinella, and badgers are one of the main natural reservoirs for this disease. The article provides the information on detection of the first case of Trichinella larvae in a badger in the Rostov region.

Materials and Methods. The object of the study was a carcass of a badger hunted in the Sholokhov district of the Rostov region in August 2024. Detection with further study of larvae and capsules in the samples was carried out by the method of compressor trichinelloscopy. Afterwards, histological sections were made from the individual muscles, which were stained with hematoxylin and eosin according to the standard technique.

Results. Capsules of Trichinella were found in all the examined muscles of an animal. The largest number of them was found in the diaphragm and its crura. The larvae found belonged to the encapsulated ones and were located in capsules in groups or one at a time. Histological sections showed thick collagen shells of the capsules surrounded from the outside by thin membranes of connective tissue. The results of capsule morphometry showed that their size didn't differ depending on their location in the badger's body; the shape of the capsules in all muscles was almost round.

Discussion and Conclusion. The capsule shape indices calculated based on the morphometric results are closer to the corresponding indices of *T. nativa* than *T. spiralis*, however, this does not allow us to make fully accurate conclusions about the species membership of Trichinella, since the molecular genetic studies or the use of Western blot are required for precise diagnostics. Thus, the study of Trichinella species distribution and composition remains an extremely relevant objective that requires further research both in our region and worldwide.

Keywords: *Trichinella*, *Meles meles*, trichinellosis, morphometry, larvae, capsules

Acknowledgements. The authors are grateful to the hunters who provided the carcass of a badger for the study. The authors are also grateful to M.S. Kaple (DSTU) for preparing histological sections.

For Citation. Evsyukov AP, Potapenko IO, Zelenkov AP, Zelenkova GA. Trichinellosis in Badgers in the Rostov Region (Southern Russia). *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2025;24(3):7–13. https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-3-7-13

Введение. Нематоды рода *Trichinella*, относящегося к семейству Trichinellidae, являются возбудителями трихинеллеза — кишечного и тканевого гельминтоза, представляющего собой одну из наиболее серьезных и распространенных угроз для здоровья человека среди зоонозных инфекций [1]. У человека данное заболевание зарегистрировано в 55 странах мира [2]. Помимо негативного воздействия на общественное здоровье, трихинеллез наносит значительный экономический ущерб сельскому хозяйству и пищевой промышленности, особенно в сфере безопасности продуктов питания.

Трихинеллы имеют простой и при этом уникальный жизненный цикл. Энтеральная фаза начинается с момента употребления мяса, содержащего тканевые капсулы. Личинки высвобождаются из капсул под действием желудочного сока и в течение нескольких часов мигрируют в тонкий кишечник, где внедряются в столбчатый эпителий. Там они проходят 4 линьки до взрослой стадии и начинают спариваться через 30 часов после заражения. На 4-й день новорожденные личинки мигрируют через кровеносную систему к поперечнополосатой мускулатуре и проникают в мышечные клетки. Здесь капсулообразующие виды формируют коллагеновые капсулы и развиваются в инвазионную форму через 15–20 дней [3]. Личинки бескапсульных видов, вероятно, могут перемещаться между слоями мышц [4]. Таким образом, можно выделить характерную особенность жизненного цикла трихинелл — любое животное, у которого они паразитируют, является для них и окончательным и промежуточным хозяином.

В настоящее время род *Trichinella* включает 10 видов и 3 генотипа, не имеющих таксономического статуса. Все известные виды и генотипы явно разделяются на 2 клады. Одна клада включает трихинелл, которые инкапсулируются в мышечных тканях хозяина

и способны заражать млекопитающих. К ней относятся *T. spiralis*, *T. nativa*, *T. britovi*, *T. murrelli*, *T. nelsoni*, *T. patagoniensis*, *T. chanchalensis* и генотипы, обозначаемые как T6, T8 и T9. Вторая клада включает три вида трихинелл, которые не инкапсулируются: среди них один вид заражает млекопитающих и птиц (*T. pseudospiralis*); а два вида паразитируют на млекопитающих и рептилиях (*T. papuae* и *T. zimbabwensis*) [3, 5]. Все вышеперечисленные виды и генотипы трихинелл представляют опасность как для животных, так и для человека. В Ростовской области ранее отмечался в основном один вид — *T. spiralis* [например, 6]. В Краснодарском крае зарегистрированы случаи обнаружения у свиней некапсулирующего вида *T. pseudospiralis* [7].

Циркуляция трихинелл в дикой природе происходит при участии обширного круга животных-трихинеллоносителей, насчитывающего около 100 разнообразных видов, включая хищников и всеядных животных [8]. Барсук (*Meles meles*) является одним из основных природных резервуаров трихинеллеза [9]. В Ростовской области, как и в целом по стране, барсуки часто становятся главной добычей охотников. Согласно данным, опубликованным на сайте Министерства природных ресурсов и экологии в июле 2024 г.[1], численность популяции барсуков в Ростовской области составляет 2556 особей, а лимит добычи — 3,91 % от численности. Это достаточно высокий уровень, однако несмотря на это происходит и браконьерская охота, в результате чего мясо животных не проверяется и, в случае употребления человеком или животными, может привести к заражению трихинеллезом.

В данной статье мы приводим сведения о первом случае нахождения личинок трихинелл у барсука в Ростовской области.

Материалы и методы. Объектом исследования послужила туша барсука, добытая охотниками на территории Вешенского производственного опытно-охотничьего участка (Шолоховский район, север Ростовской области) в августе 2024 г. Для исследования были взяты различные группы мышц: ножки диафрагмы, диафрагма, межреберные мышцы, мышцы шеи, мышцы бедра. Выявление и изучение личинок и капсул в указанных образцах проводили методом компрессорной трихинеллоскопии. В дальнейшем из отдельных мышц были изготовлены гистологические срезы, которые окрашивались гематоксилином и эозином по стандартной методике. Измерение капсул на нативных образцах и фотографирование проводилось с использованием микроскопа Levenhuk MED D45 (Levenhuk Inc., КНР) и программного обеспечения LevenhukLite. Индекс формы капсулы (V) рассчитывался как отношение длины капсулы (L) к ее диаметру (D). Данный индекс используется для оценки формы округлых объектов, в т. ч. капсул трихинелл [10, 11].

Результаты исследования. Капсулы трихинелл были обнаружены во всех исследованных мышцах животного. Наибольшее их количество найдено в диафрагме и ее ножках. Ранее отмечалось, что у барсука наиболее инвазированы мышцы головы, в частности, челюстно-подъязычная мышца [12], которые мы при подготовке данной работы не исследовали.

Обнаруженные нами личинки относятся к инкапсулирующим. Личинки располагаются в капсулах группами или по одной (рис. 1 *а, б*). Гистологические срезы показали, что капсулы имеют толстые коллагеновые стенки, окруженные снаружи тонкими соединительнотканными оболочками, сформированными организмом хозяина (рис. 1 *в, г*).

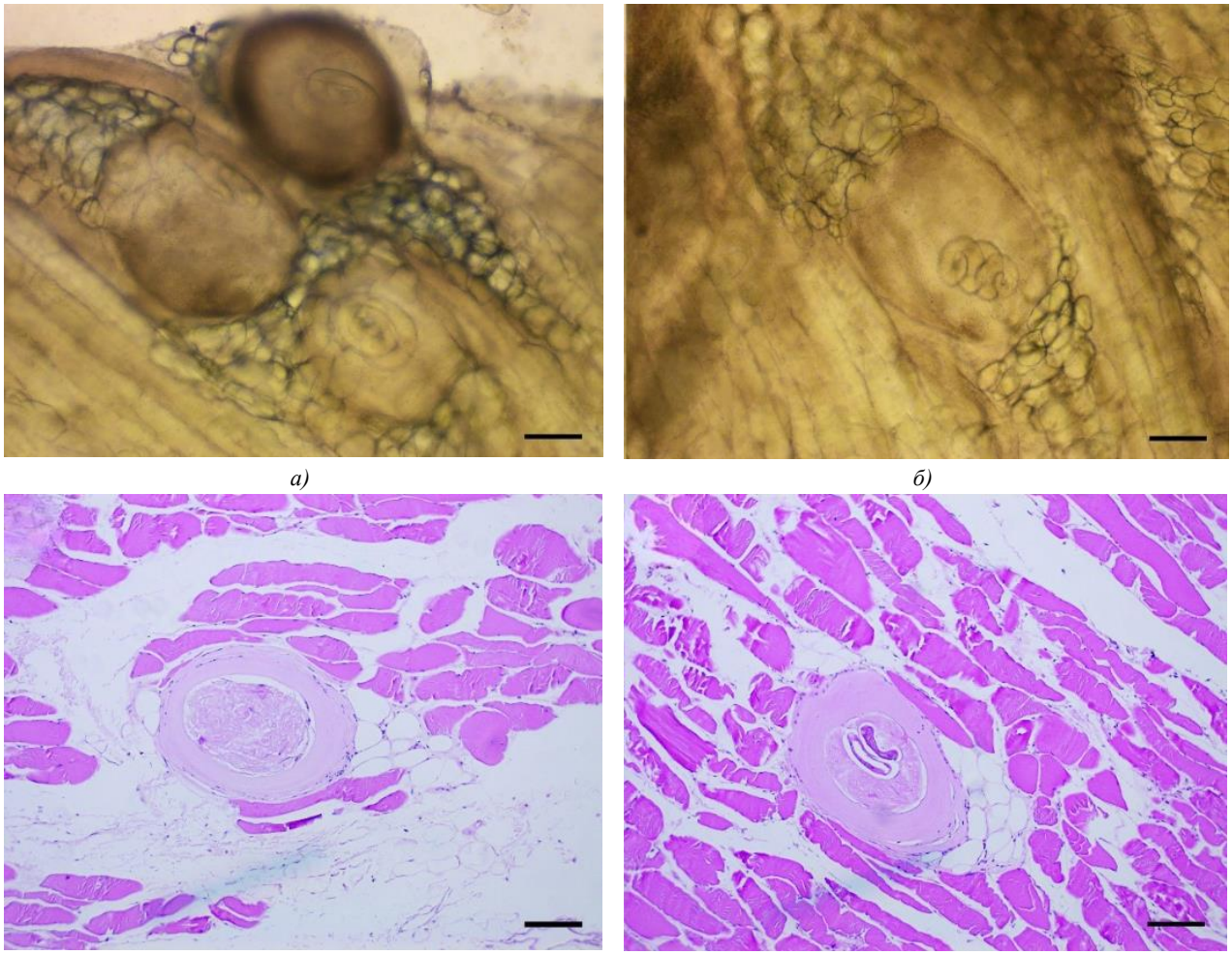
По полученным данным морфометрии капсул (таблица 1) можно заметить, что они практически не отличаются по размерам в зависимости от локализации в теле барсука. Форма капсул во всех мышцах была почти круглой (V≈0,79).

Таблица 1

Морфометрические показатели капсул трихинелл в различных мышцах барсука

Исследованные мышцы	Количество капсул	Диаметр капсул (D), мм	Длина капсул (L), мм	Индекс формы (V)
Ножки диафрагмы	20	0,441±0,010	0,349±0,008	0,797±0,020
Диафрагма	20	0,438±0,007	0,342±0,020	0,791±0,010
Межреберные	20	0,440±0,009	0,348±0,010	0,790±0,008
Шеи	20	0,438±0,011	0,349±0,015	0,798±0,012
Бедренные	10	0,437±0,020	0,350±0,011	0,801±0,020

[1] Распоряжение губернатора Ростовской области от 17.07.2024 №175 «Об утверждении лимитов добычи охотничьих ресурсов на территории Ростовской области на период с 1 августа 2024 г. до 1 августа 2025 г.» URL: https://минприродыро.рф/upload/uf/5b8/n4ub6dzirqjhmt4tivn963j39r4zpdks/limity.pdf (дата обращения: 05.08.2025).



а) *б)*

в) *г)*

Рис. 1. Капсулы трихинелл с личинками в мышцах барсука: *а, б* — нативный препарат; *в, г* — гистологические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином. Масштаб: 0,1 мм

Обсуждение и заключение. Индексы формы капсул, рассчитанные по результатам морфометрии, более близки к соответствующим показателям *T. nativa*, чем *T. spiralis* [11]. Первый вид регистрировался в Центральной России, но на юге страны и на Кавказе ранее не отмечался [13]. Вероятно, южной границей этого вида является изотерма –4 °С в январе [4], что делает его обнаружение в Ростовской области маловероятным. Однако делать точные выводы относительно видовой принадлежности, обнаруженной нами у барсука трихинеллы, не представляется возможным, так как для достоверной диагностики необходимы молекулярно-генетические исследования [14] или использование метода вестерн-блота [15]. Кроме того, стоит отметить, что большая часть видов трихинелл имеет симпатрическое распространение [3]. Так, на территории Ростовской области потенциально могут быть обнаружены два инкапсулирующих вида (*T. spiralis*, отмечавшийся здесь ранее и распространенный во всем мире, и *T. britovi*, распространенный от Пиренейского полуострова до Казахстана, Турции и Ирана [4]) и один бескапсульный — *T. pseudospiralis*, регистрировавшийся в Северной Америке, Евразии и Тасмании [16]. Явной привязанности разных видов трихинелл к животным-хозяевам не выявлено [17], однако отмечена различная интенсивность инвазии разными видами трихинелл при экспериментальном заражении [18]. Все это делает видовую идентификацию трихинелл крайне затруднительной.

Таким образом, изучение распространения и видового состава трихинелл по-прежнему остается крайне актуальной задачей, требующей дальнейших исследований как на Юге России, так и по всему миру. Необходимо в обязательном порядке подвергать трихинеллоскопии мясо барсуков для предотвращения возможного заражения людей. Неиспользованные туши и их остатки необходимо утилизировать для недопущения заражения домашних и диких животных.

Список литературы/References

1. Dubinsky P, Antolova D, Reiterova K. Human *Trichinella* Infection Outbreaks in Slovakia, 1980–2008. *Acta Parasitologica*. 2016;61:205–211. https://doi.org/10.1515/ap-2016-0029

https://www.vetpat.ru

2. Pozio E. World Distribution of *Trichinella* Spp. Infections in Animals and Humans. *Veterinary Parasitology*. 2007;149(1–2):3–21. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.002

3. Zarlenga D, Thompsona P, Pozio E. *Trichinella* Species and Genotypes. *Research in Veterinary Science*. 2020;133:289–296. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.012

4. Pozio E, Zarlenga DS. Recent advances on the taxonomy, systematics and epidemiology of *Trichinella*. *International Journal for Parasitology*. 2005; 35(11–12):1191–1204. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.012

5. Pozio E. *Trichinella* and Trichinellosis in Europe. *Veterinarski Glasnik*. 2019;73(2):65–84. https://doi.org/10.2298/VETGL190411017P

6. Твердохлебова Т.И., Думбадзе О.С., Ермакова Л.А., Ковалев Е.В., Ненадская С.А., Гузеева Т.М. и др. Эпидемиологические аспекты трихинеллеза на юге России. В: *Сборник статей научно-практической конференции «Актуальные вопросы изучения особо опасных и природно-очаговых болезней».* Новосибирск: «Типография Продвижение»; 2019. С. 125–130.

Tverdokhlebova TI, Dumbadze OS, Ermakova LA, Kovalev EV, Nenadskaya SA, Guzeeva TM, et al. Epidemiological Aspects of Trichinellosis in the South of Russia. In: *Proceedings of the Scientific and Practical Conference "Topical Issues in the Study of Especially Dangerous and Natural Focal Diseases"*. Novosibirsk: "Prodvizhenie" Publ.; 2019. P. 125–130. (In Russ.)

7. Сапунов А.Я. *Совершенствование мер борьбы с трихинеллезом в Северо-Западном регионе Кавказа.* Автореферат диссертации на соискание степени доктора ветеринарных наук. Москва; 2000. 48 с.

Sapunov AYa. *Improving Measures of Combating Trichinellosis in the North-West Region of the Caucasus.* Extended Abstract of Dr.Sci. (Veterinary Sciences) Dissertation. Moscow; 2000. 48 p. (In Russ.)

8. Твердохлебова Т.И., Хуторянина И.В., Черникова М.П. Эпидемиологические аспекты трихинеллеза. *Национальные приоритеты России*. 2021;(3(42)):279–282.

Tverdokhlebova TI, Khutoryanina IV, Chernikova MP. Epidemiological Aspects of Trichinellosis. *Natsional'nye Prioritety Rossii (National priorities of Russia).* 2021;(3(42)):279–282. (In Russ.)

9. Городович Н.М., Городович С.Н. *Борьба с трихинеллезом в дикой природе: методические рекомендации*. Благовещенск: Дальневосточный зональный НИВИ; 2009. 7 с.

Gorodovich NM, Gorodovich SN. *Fighting against Trichinellosis in the Wildlife: Methodological Guidelines.* Blagoveshchensk: Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute; 2009. 7 p. (In Russ.)

10. Ромашов Б.В., Василенко В.В., Рогов М.В. *Трихинеллез в Центральном Черноземье (Воронежская область): экология и биология трихинелл, эпизоотология, профилактика и мониторинг трихинеллеза*. Воронеж: Воронежский государственный университет; 2006. 181 с.

Romashov BV, Vasilenko VV, Rogov MV. *Trichinellosis in the Central Black Earth Region (Voronezh Region): Ecology and Biology of Trichinella, Epizootology, Prevention and Monitoring of Trichinellosis.* Voronezh: Voronezh State University; 2006. 181 p. (In Russ.)

11. Андреянов О.Н. Сравнительная морфология капсул личинок трихинелл от разных видов хозяев. *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2014;(2(22)):27–29.

Andreyanov ON. Comparative Morphology of Capsules of Larvae Trichinella from Different Types of Hosts. *Actual Questions of Veterinary Biology*. 2014;(2(22)):27–29. (In Russ.)

12. Трухина Т.И., Соловьева И.А., Бондаренко Г.А., Иванов Д.А. Особенности распределения личинок трихинелл в мышцах барсуков, обитающих на территории Амурской области. *Вестник НГАУ*. 2019;1(50):171–176. https://doi.org/10.31677/2072-6724-2019-50-1-171-176

Trukhina TI, Solovieva IA, Bondarenko GA, Ivanov DA. Peculiarities of Trichinella Larvae Distribution in Badgers' Muscles that Inhabit in Amur Region. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University).* 2019;1(50):171–176. (In Russ.) https://doi.org/10.31677/2072-6724-2019-50-1-171-176

13. Андреянов О.Н., Коняев С.В. Возбудители трихинеллёза в Центральном регионе России. В: *Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Современные проблемы паразитологии и экологии. Чтения, посвященные памяти С.С. Шульмана».* Тольятти: Издательство «Анна»; 2018. С. 28–31.

Andreyanov ON, Konyaev SV. Causative Agents of Trichinosis in the Central Region of Russia. In: *Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation "Modern Problems of Parasitology and Ecology. Readings Dedicated to the Memory of S.S. Shulman"*. Tolyatti: "Anna" Publ.; 2018. P. 28–31. (In Russ.)

14. Коняев С.В., Кривопалов А.В., Янагида Т., Накао М., Сако Я., Ито А. и др. Молекулярно-генетические исследования *Trichinella spp*. в России: первые результаты. В: *материалы Международной научной конференции «Современные проблемы общей паразитологии».* Москва: ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН; 2012. С. 171–174.

Konyaev SV, Krivopalov AV, Yanagida T, Nakao M, Sako Ya, Ito A, et al. The Molecular Genetic Investigation of Trichinella Spp. in Russia: First Results. In: *Proceedings of the International Scientific Conference "Modern Problems of General Parasitology".* Moscow: A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of RAS Publ.; 2012. P. 171–174. (In Russ.)

15. Gómez-Morales MA, Ludovisi A, Amati M, Cherchi S, Tonanzi D, Pozoi E. Differentiation of *Trichinella* Species (*Trichinella Spiralis*/*Trichinella Britovi* versus *Trichinella Pseudospiralis*) Using Western Blot. *Parasites & Vectors*. 2018;11:631. https://doi.org/10.1186/s13071-018-3244-3

16. Pozio E, Zarlenga DS. New Pieces of the *Trichinella* Puzzle. *International Journal for Parasitology*. 2013;43(12–13):983–997. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.05.010

17. Pozio E. Searching for *Trichinella*: Not All Pigs are Created Equal. *Trends in Parasitology*. 2014;30(1):4–11. https://doi.org/10.1016/j.pt.2013.11.001.

18. Гаркави Б.Л. Трихинеллез, вызываемый *Trichinella pseudospiralis* (морфология и биология возбудителя, эпизоотология и эпидемиология, диагностика, меры борьбы и профилактика). *Российский паразитологический журнал*. 2007;(2):35–116.

Garkavi BL. Trichinellosis Caused by Trichinella Pseudospiralis (Morphology and Bio-Logy, Epizootology and Epidemiology, Diagnostics, Control Measures and Preventive Maintenance). *Russian Journal of Parasitology.* 2007;(2):35–116. (In Russ.)

Об авторах:

Александр Павлович Евсюков, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), SPIN-код, ORCID, ScopusID, aevsukov@mail.ru

Игорь Олегович Потапенко, студент кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), SPIN-код, ORCID, potappenko@gmail.com

Алексей Петрович Зеленков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), начальник отдела экспериментальных разработок Федерального центра по изучению и воспроизводству охотничьих ресурсов (344018, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пер. Островского, 126), SPIN-код, ORCID, ScopusID, zelenkovalex@rambler.ru

Галина Александровна Зеленкова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии и общей патологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), научный сотрудник отдела экспериментальных разработок Федерального центра по изучению и воспроизводству охотничьих ресурсов (344018, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пер. Островского, 126), SPIN-код, ORCID, ScopusID, zelenkovalex@rambler.ru

Заявленный вклад авторов:

А.П. Евсюков: научное руководство, формирование основной концепции, поиск литературы, анализ результатов, формирование выводов.

И.О. Потапенко: поиск литературы, подготовка текста, формирование выводов.

А.П. Зеленков: цели и задачи исследования, подготовка текста, формирование выводов.

Г.А. Зеленкова: цели и задачи исследования, подготовка текста, формирование выводов.

Конфликт интересов: **автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.**

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Aleksandr P. Evsyukov, Cand.Sci (Biology), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), SPIN-code, ORCID, ScopusID, aevsukov@mail.ru

Igor O. Potapenko, Student of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), SPIN-code, ORCID, potappenko@gmail.com

Alexey P. Zelenkov, Dr.Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), Head of the Experimental Development Department of Federal Center for the Study and Reproduction of Hunting Resources (126, Ostrovskogo Str., Rostov-on-Don, 344018, Russian Federation), SPIN-code, ORCID, ScopusID, zelenkovalex@rambler.ru

Galina A. Zelenkova, Dr.Sci. (Agriculture), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), Researcher at the Experimental Development Department of Federal Center for the Study and Reproduction of Hunting Resources (126, Ostrovskogo Str., Rostov-on-Don, 344018, Russian Federation), SPIN-code, ORCID, ScopusID, zelenkovalex@rambler.ru

Claimed Contributorship:

AP Evsyukov: scientific supervision, formulating the main concept, literature search, analysis of the results, drawing the conclusions.

IO Potapenko: literature search, preparing the text, drawing the conclusions.

AP Zelenkov: aims and objectives of the research, preparing the text, drawing the conclusions.

GA Zelenkova: aims and objectives of the research, preparing the text, drawing the conclusions.

***Conflict of Interest Statement*: the authors declare no conflict of interest.**

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 28.05.2025
Поступила после рецензирования / Reviewed 25.06.2025
Принята к публикации / Accepted 30.06.2025