

Эколого-биологические и морфологические особенности возбудителя трихинеллёза в Кировской области и оптимизация мер борьбы

© 2023. О. Б. Жданова^{1,2,3}, д. б. н., с. н. с.,
И. И. Окулова^{1,4}, к. в. н., доцент,

¹Кировский государственный медицинский университет,
610000, Россия, г. Киров, ул. Карла Маркса, д. 112,

²Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной
паразитологии животных и растений им. К. И. Скрябина,
117218, Россия, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 28,

³Вятский государственный агротехнологический университет,
610000, Россия, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 133,

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства
и звероводства им. проф. Б. М. Житкова (ФАНО),
610998, Россия, г. Киров, ул. Преображенская, д. 79,
e-mail: oliabio@yandex.ru

Трихинеллёз является одним из самых опасных гельминтозоонозов на севере Европы и Азии. Анализ различных методов профилактики в гельминтологии указывает на возрастающее внимание к борьбе с данным зоонозом как в России, так и во всём мире. Дикие животные как источник инвазии играют ведущую роль в заболевании человека трихинеллёзом. Задача данной работы заключалась в оценке основных методов диагностики и профилактики гельминтозооноза. Экспертиза мяса и мясных продуктов охоты позволяет предотвращать инфекцию человека и домашних животных. В статье рассмотрено влияние низких температур, морфологические особенности капсул личинок трихинелл и аспекты совершенствования мер борьбы с трихинеллёзом на северных территориях. Индекс и форма капсулы трихинелл у хищных различны. По всей видимости данные особенности обусловлены характером паразито-хозяйственных отношений и различиями в морфологии миосимпласмов мышечной ткани у различных животных, и являются видоспецифичными для животных-хозяев трихинелл.

Проведённые исследования подтверждают эффективность комбинации методов компрессорной трихинеллоскопии и переваривания в искусственном желудочном соке (ИЖС) при посмертной диагностике трихинеллёза диких животных. При сравнении данных методов установлено, что метод переваривания в ИЖС более чувствителен по сравнению с компрессионной трихинеллоскопией, но он менее эффективен в выявлении погибших трихинелл. Новые технологии обеззараживания тушек и остатков мышечной массы животных после мездрения шкур разработаны для пунктов заготовки пушнины, с этой целью предложены специальные холодильные камеры и растворы дезинфектантов. Трихинеллы северных территорий более устойчивы к действию низких температур, поэтому режимы обеззараживания должны быть увеличены (как температура, так и время выдержки). Так, например, если замораживание свинины проводится при температуре -15 °С, и согласно рекомендации Международной комиссии по трихинеллёзу выдерживать мясо необходимо не менее 3–4 недель, то тушки диких животных должны подвергаться промораживанию не менее 3 недель при температуре менее -20 °С.

Ключевые слова: зооноз, трихинеллёз, животные, продукты охоты.

Ecological, biological and morphological features of the causative agent of trichinosis in the Kirov Region and optimization of control measures

© 2023. O. B. Zhdanova^{1,2,3} ORCID: 0000-0003-4912-8518[†]

I. I. Okulova^{1,4} ORCID: 0000-0001-9938-4769[†]

¹Kirov State Medical University,

112, Karla Marksa St., Kirov, Russia, 610000,

²All-Russian Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology
of Animals and Plants named after K. I. Skryabin,
28, Bolshaya Cheremushkinskaya St., Moscow, Russia, 117218,

³Vyatka State Agrotechnological University,
133, Oktyabrskiy Prospekt, Kirov, Russia, 610000,

⁴Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management
and Fur Farming named after prof. B. M. Zhitkova,
79, Preobrazhenskaya St., Kirov, Russia, 610998,
e-mail: oliabio@yandex.ru

Trichinellosis is one of the most dangerous zoonosis. The analysis of different methods of prevention in helminthology indicates an increasing attention to such zoonotic diseases as trichinellosis in the World and Russia. Wild animals as a source of infection play the leading role in human infection. The task of present work is diagnostics, prevention of helminthozoonosis and improved monitoring and surveillance of the dissemination of trichinellosis. Practical application of expertise of meat and meat products from hunter's trophies allows preventing infection of human and domestic animals with dangerous zoonosis. The article considers the influence of low temperatures, and the improvement of the fight against trichinosis in the northern territories. The index and shape of the capsule of trichinella in carnivores have differences. Apparently, these features are due to the peculiarities of parasite-host relationships and differences in the morphology of muscle tissue myosimplasts in various animals, and are species-specific for the host animals of trichinella.

The conducted studies confirm the effectiveness of the combination of methods of compressor trichinoscopy and digestion in the artificial gastric juice for postmortem diagnosis of trichinosis of wild animals. When comparing these methods, it was found that the method of digestion in artificial gastric juice is more sensitive compared to compressor trichinoscopy, but it is less effective in detecting dead trichinella. New technologies for disinfection of carcasses and residual muscle mass after hides have been milled have also been developed for mechanical harvesting stations; for this, special refrigerating chambers and solutions of disinfectants have been proposed. Trichinella of the northern territories are more resistant to low temperatures, therefore, disinfection modes should be increased (both temperature and exposure time). So, for example, if pork is frozen at a temperature of -15 °C, and according to the recommendation of the International Commission on Trichinosis, it is necessary to keep the meat for at least 3–4 weeks, and carcasses of wild animals should be frozen for at least 3 weeks at a temperature of less than -20 °C.

Keywords: zoonosis, trichinellosis, animals, meat, hunting products.

Трихинеллёз (trichinellosis, трихиноз) – опасный гельминтоз человека и животных, вызываемый гельминтами: *Trichinella spiralis* (*spiralis*), *T. spiralis* (*nativa*) и *T. pseudospiralis*. В Российской Федерации (РФ) инвазия зарегистрирована у 56 видов млекопитающих, а также у человека, главным образом на Северном Кавказе и Арктических побережьях, что связано, в первую очередь, с особенностями национальной кухни. На севере основным путём заражения является употребление копальхена (игунака), который местное население традиционно использует в пищу. Это оригинальное блюдо готовят из мяса моржей, тюленей, китов (ненецкий, чукотский варианты) и оленей (эвенкийский вариант) путём ферментирования [1, 2]. Через несколько месяцев после извлечения туши из шкуры местное население употребляет готовый кольпахен в пищу, а, нередко, присоединяются и туристы из экзотических побуждений, что является крайне опасным, так как при дегустации копальхена человек, не привыкший питаться им с детства, получает сильнейшее отравление. Это отравление может стать смертельным, так как гнилое мясо в большом количестве содержит как трупные яды, так и часто живые личинки трихинелл, не погибающие при ферментировании. Данный продукт не употребля-

ется на территории Европейской части РФ, где основным источником заражения являются пашлыки из мяса диких животных и домашние колбасы. В центральных районах РФ заболеваемость трихинеллёзом ниже по сравнению с северными территориями, и по данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения, в последние годы она колеблется от 0,06 случаев до 0,23 на 100 тыс. человек [3–5]. В то же время охотничий промысел с неправильной обработкой туш убитых животных, бесконтрольное скармливание их домашним животным, продажа и употребление мясных продуктов без санитарно-ветеринарной экспертизы периодически приводят к возникновению вспышек трихинеллёза, нередко со смертельным исходом.

Большинство исследователей подтверждают наличие двух типов очагов трихинеллёза: природных и синантропных. Природные очаги среди диких животных первичны по своему происхождению, а среди домашних животных и синантропных грызунов обычно возникают и поддерживаются синантропные очаги инвазии. Эндемические очаги трихинеллёза имеются практически на всей территории РФ, не является исключением и Кировская область. Нередко занос трихинелл из природных

очагов приводит к формированию временных синантропных очагов, которые при проведении комплексных мер по борьбе с данным зоонозом можно ликвидировать достаточно быстро [1, 3, 6–8].

Учитывая вышесказанное, была предпринята попытка изучения распространения трихинеллёза в Кировской области среди диких животных и совершенствование методик обеззараживания продуктов охоты с помощью инактивации трихинелл низкими температурами. Цель работы: изучение эффективности различных способов посмертной диагностики и определение резистентности личинок изолята трихинелл Кировской области к низким температурам.

Объекты и методы исследования

Исследование диких животных на трихинеллёз проводилось с 2016 по 2022 гг. в рамках отстрела в научных целях. Всю работу с биологическим материалом, подозрительным на заражённость личинками трихинелл, проводили в соответствии с Санитарными правилами 2.1. СП 1.3.2322-08 «Безопасность работы с микроорганизмами 3–4 групп патогенности и возбудителями паразитарных болезней». От каждого вида животных брали фрагменты мышечной ткани (100 г) и помещали в морозильные камеры при температуре -20 ± 2 °C и исследовали на наличие жизнеспособных личинок через 12, 24, 36, 48, 60, 72 и 84 ч. Всего было исследовано 14 проб от лисицы, 10 – от енотовидной собаки, 14 – от волка, 20 – от бурого медведя, 8 – от барсука и 14 – от рыси. Контроль качества обеззараживания инвазионного материала низкими температурами и определение жизнеспособности личинок возбудителя трихинеллёза в мышечной ткани диких животных после оттаивания проб мышц проводили согласно «Методике определения жизнеспособности и инвазионности личинок трихинелл» по видимым морфологическим признакам личинок возбудителя (раскручивание и отсутствие подвижности) [3, 9, 10]. Для определения жизнеспособности личинок использовали метод переваривания в искусственном желудочном соке (ИЖС). Стандартный (классический) метод переваривания мясного фарша заключается в использовании раствора ИЖС, для приготовления которого берут 10 мл концентрированной HCl на 1 л воды и медицинского или свиного пепсина в концентрации от 3 до 7%. Переваривание проводили в температурном оптимуме дей-

ствия фермента в диапазоне от 37 до 42 °C в лабораторных условиях (пассивный метод) в течение 14–16 ч [9, 10]. При наличии жизнеспособных личинок их визуализировали под малым увеличением, подсчитывая подвижность (процент живых личинок), отмечали их форму, а погибшие личинки разрушались или были в расплавленном состоянии. Особое внимание уделяли наличию личинок, не погибших под действием низких температур, такие личинки трихинелл, полученные после обезвреживания мышечной массы низкими температурами и переваривания в ИЖС были свёрнуты в спираль и обладали подвижностью.

При отборе проб от диких животных для компрессионной трихинеллоскопии (КТ) учитывали, что при исследовании мяса диких животных готовят большее количество срезов мышечной ткани – от 72 до 96 (от домашних животных обычно исследуется 24 среза). Количество срезов определяется в зависимости от эпизоотической и эпидемиологической ситуаций территории в соответствии с методическими указаниями «Профилактика гельминтозов, передающихся через мясо и мясные продукты», включенными в СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» (с изменениями от 29 декабря 2015 г.). Из кусочков мышц изогнутыми ножницами по ходу мышечных волокон изготавливали 72 среза величиной с овсяное зерно, которые помещали в середину клеточки компрессориума, накрывали вторым стеклом и закрепляли винты, раздавливая срезы так, чтобы они стали прозрачными и удобными для их качественного просмотра под малым и большим увеличением. Сначала срезы исследовали под малым увеличением ($\times 80$). При просмотре срезов обнаруживали капсулы с личинками трихинелл, которые имели лимоновидную, овальную или округлую формы (в зависимости от вида животного), внутри капсул расположены спирально свёрнутые личинки.

При нахождении капсул трихинелл срезы помещали под увеличение $\times 100$ микроскопа с программным обеспечением и осуществляли промеры. Проводили измерения большого (D1) и малого диаметра (d2) капсул и рассчитывали индекс капсулы (ИК) по соотношению $d2 : D1$. Морфометрию проводили на микроскопе MEIJI (Япония) с программным обеспечением анализа в медицине и биологии Vision Bio (EPI). Статистическую обработку полученных данных осуществляли

в программе BIOSTAT, для обработки данных использовали пакеты программ MS Excel и Statgraphics.

Результаты и обсуждение

Исследованы облигатные хозяева гельминта в Кировской области – представители отряда млекопитающих: хищные (Carnivora), особое внимание уделялось семейству песчаных (Canidae), кошачьих (Felidae), куньих (Mustelidae) и медвежьих (Ursidae). При исследовании диких животных установлена наивысшая экстенсивность и интенсивность инвазии среди енотовидных собак и лисиц (90% заражённость), что вполне согласуется с аналогичными данными из Центрального района РФ [11]. С целью определения чувствительности изолятов трихинелл в Кировской области к низким температурам были изучены параметры промораживания проб мышц различных животных в сравнении с арктическими изолятами и изолятами от лабораторных вариантов, полученных от животных Центрального района РФ (табл. 1).

В Кировской области особенностью трихинелл является их относительная устойчивость к низким температурам по сравнению с изолятами из центральных районов РФ. Анализ экспериментальных данных по изучению резистентности личинок трихинелл изолятов Кировской области к воздействию низких температур в диапазоне от -12 до -14 °C показал, что трихинеллы сохраняли жизнеспособность до 3 месяцев. В то же время известно, что трихинеллы арктического изолята сохраняют жизнеспособность и инвазивные свойства в этих условиях на протяжении 4 лет 3 мес. [2, 4, 6]. При температуре от 4 до 6 °C личинки трихинелл большинства изолятов сохраняют жизнеспособность в течение 9 мес.

Особенностью действия высоко отрицательной температуры является то, что проис-

ходит повреждение кристаллами льда клеточных мембран кутикулы личинок гельминта, деструкция внутренних органов и систем паразита, резко нарушаются метаболические процессы. После воздействия отрицательной температуры личинки трихинелл становятся нежизнеспособными [2, 3, 8]. Установлено, что время экспозиции обеззараживания при низкой температуре (-20 °C) незначительно различается у вариантов различных видов животных, что, с одной стороны, может быть обусловлено особенностями паразита, а с другой – особенностями строения мышечного волокна и наличия межмышечных жировых прослоек (медведь, барсук). В то же время при температуре, меньшей чем -20 °C, наблюдали гибель всех личинок изолята трихинелл Кировской области в течение нескольких суток (табл. 1), что является значительным отличием от арктических изолятов, изученных в работах [1, 2]. При проведении биопроб на сирийских хомяках авторы установили, что в мышечной ткани песка, не подвергавшейся процессу ферментации, личинки трихинелл арктических изолятов при низкой температуре (-20 °C) сохраняют не только жизнеспособность, но и инвазивность в течение нескольких месяцев, что подтверждено поставленными пробами [1, 2]. Однако при пассировании данных изолятов на лабораторных животных наблюдалось снижение устойчивости к вышеуказанным температурным режимам. Хотя в тушке морской свинки, хранившейся при -12 °C, жизнеспособность пассированных личинок трихинелл констатировали на протяжении 15 месяцев, а при температуре от 4 до 6 °C личинки сохраняли жизнеспособность 7–8 месяцев. Таким образом, показатели устойчивости личинок тестируемых арктических изолятов и адаптационные характеристики изолятов, полученных в Кировской области и Республике Коми, соответствуют температурному диапазону выживаемости для северных изо-

Таблица 1 / Table 1

Время обезвреживания 100 грамм мышц диких хищников при полной гибели личинок трихинелл при замораживании при -20±2 °C / Time of disinfection of 100 grams of muscles of wild predators with complete death of trichinella larvae after frozen at -20±2 °C

Вид животного / Kinds of animals	Время экспозиции, ч / Exposure time, h
Лисица / Fox	48
Енотовидная собака / Raccoon dog	60
Волк / Wolf	48
Бурый медведь / Brown bear	72
Барсук / Badger	72
Рысь / Lynx	24

Таблица 2 / Table 2

Морфологические особенности капсул трихинелл у разных видов плотоядных
Morphological features of capsules of trichinella in different carnivorous species

Виды животных Kinds of animals	Форма капсул Capsule shape	Индекс капсулы Capsule index
Лисица Fox	лимоновидная lemon-shaped	0,33–0,75* (0,52±0,06)**
Енотовидная собака Raccoon dog	округлая rounded	0,88–0,98* (0,93±0,01)**
Волк Wolf	овальная oval	0,70–0,76* (0,73±0,03)**
Бурый медведь Brown bear	овальная oval	0,69–0,78* (0,73±0,04)**
Барсук Badger	лимоновидная, овальная lemon-shaped, oval	0,66–0,71* (0,69±0,03)**
Рысь Lynx	овальная oval	0,7–0,78* (0,74±0,06)**

Примечание: * – диапазон индекса капсулы в пробах мышц у различных видов животных; ** – доверительный интервал индекса капсулы по видам животных, $P \geq 0,95$.

Note: * range of capsule index in muscles in various animals, ** – confidence interval for the capsule index of different animals, $P \geq 0.95$.

лятов трихинелл, однако изоляты Кировской области значительно уступают в устойчивости к действию низких температур арктическим изолятам [1, 2, 7, 8].

Возбудители подвидов *Trichinella spiralis* (*spiralis*) и *T. spiralis* (*britovi*) выдерживают отрицательные температуры наравне с возбудителем *T. spiralis* (*nativa*) в течение нескольких месяцев [7]. Тем не менее изолят трихинелл Кировской области занимает промежуточное положение между устойчивыми и чувствительными к низким температурам видам и подвидам трихинелл, что нужно учитывать при проведении профилактических мероприятий [3–5, 7, 8]. В то же время, по данным О.Н. Андреевнa, при снижении температуры до -70°C гибель личинок всех изолятов наступает в течение нескольких часов [3, 10, 11].

Помимо различий в устойчивости к низким температурам, при исследовании проб от заражённых животных в КТ определяли различия как самих личинок, так и их капсул. Интересно, что, как правило, находили целые капсулы даже в пробах с погибшими личинками. Форма и индекс капсулы личинок трихинелл при данных исследованиях при световой микроскопии (увеличение $\times 100$) не отличались от остальных личинок. При исследовании методом КТ выявлены морфологические отличия капсул у всех видов барсуков (*Meles meles*, *M. leucurus*) и медведей (*Ursus arctos*). Капсулы трихинелл у барсука лимоновидной, реже овальной формы, в то время как у медведя преобладающее большинство

капсул овальные, значительные морфологические отличия капсул наблюдаются также у псовых и кошачьих. Морфологические особенности капсул трихинелл приведены в таблице 2.

Индекс и форма капсулы трихинелл у хищных животных различны (табл. 2). По всей видимости, данные особенности обусловлены характером отношений паразит-хозяин и различиями в морфологии миосимпластов мышечной ткани у различных животных, и являются видоспецифичными для животных-хозяев трихинелл.

Проведённые исследования подтверждают эффективность комбинации методов компрессорной трихинеллоскопии и переваривания в ИЖС при посмертной диагностике трихинеллёза диких животных. При сравнении данных методов установлено, что метод переваривания в ИЖС более чувствителен по сравнению с КТ, но он менее эффективен в выявлении погибших трихинелл. Особенно важно комбинированное исследование на трихинеллёз для северных регионов, так как использование обеих методик позволяет получить цельную картину по эпизоотологии трихинеллёза (включая такие показатели, как экстенсивность и интенсивность инвазии и температурный диапазон сохранения жизнеспособности трихинелл). Среди инвазированных данным гельминтом животных в Кировской области преобладают лисицы и енотовидные собаки, как и на Европейской части РФ. Интенсивность инвазии (ИИ) у лисиц была более 30 ли-

чинок на 1 г, что позволяет считать данных животных основным маркером эпизоотического процесса, однако и у части барсуков также установили ИИ более 30 личинок на 1 г [11]. Лисицы, енотовидные собаки и барсуки мигрируют вдоль рек, в поисках пищи приходят на свалки, дачные участки, нередко заходят в населённые пункты. Причём каждое новое поколение животных становится всё менее пугливым, что следует учитывать при планировании профилактических мероприятий. Несмотря на то, что в настоящее время активно изучается возможность вакцинирования диких животных против бешенства, также возможно разрабатывать профилактические вакцины против ряда опасных паразитозов, в том числе против трихинеллёза [12–16]. Кроме того, огромное значение приобретает разработка скрининговых технологий и диагностических тест-систем для прижизненной диагностики трихинеллёза [17–21].

Заключение

Для оптимизации мероприятий по борьбе с трихинеллёзом необходимо рекомендовать проведение регулярного мониторинга данного зооноза. Исследованиям на трихинеллёз в первую очередь должны подвергаться лисицы и енотовидные собаки. Помимо посмертной диагностики методами КТ и переваривания в ИЖС можно использовать методы прижизненной диагностики (иммуоферментный анализ, dot-ELISA, сэндвич-метод и др.). Важным аспектом является соблюдение рекомендаций по экспертизе туш различных видов диких животных, у которых отмечены различия в морфологии капсул и распределении личинок. Ветеринарно-санитарный осмотр мяса диких животных, если отстрел их осуществляется заготовительными организациями, проводится Госветслужбой на месте заготовок или в ветеринарных лабораториях. При подтверждении диагноза трихинеллёза необходимо проводить обеззараживание тушек инвазированных животных или оставшихся частей мышц после мездрения шкур, особое внимание следует уделять ветеринарно-санитарной экспертизе животных, мясо или жир которых употребляется в пищу человеком. В настоящее время имеются новые технологии обеззараживания тушек и остатков мышечной массы, а также предложены специальные холодильные камеры для пунктов заготовки пушнины [3] и разработаны химические методы, использующие различные растворы дезинфектантов [7, 8,

22]. Согласно регламенту СанПиН 3.2.3215-14 и постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 4 весь трупный материал с трихинеллёзной инвазией рекомендуется уничтожать путём сжигания в трупосжигательных печах – крематорах. Однако наиболее экологичным методом, на наш взгляд, является промораживание: отсутствует риск возникновения лесных пожаров, предупреждается попадание в окружающую среду токсичных продуктов горения и т. д. [3, 5]. Согласно рекомендации Международной комиссии по трихинеллёзу для инактивации личинок трихинелл *T. spiralis* в свинине минимальное время замораживания при температуре -17,8 °С составляет 106 ч, при -23,3 °С – 63 ч, а при -28,9 °С – 35 ч при условии достижения этой температуры в центре куска мяса. Трихинеллы северных территорий более устойчивы к действию низких температур, поэтому режимы обеззараживания должны быть увеличены (как температура, так и время выдержки) [1–3, 23, 24]. Особенно это касается тушек диких животных. Так, например, если замораживание свинины проводится при температуре -15 °С и согласно рекомендации Международной комиссии по трихинеллёзу выдерживать мясо необходимо не менее 3–4 недель, то тушки диких животных должны подвергаться промораживанию не менее 3 недель при температуре менее -20 °С.

Исследование выполнено в рамках университетского гранта КГМУ 1-1.6/2021.

Литература

1. Букина Л.А., Альгина С.Г. Изучение влияния процесса высушивания (вяление) на сохранение инвазионных свойств личинками трихинелл в традиционных продуктах питания коренного народа Чукотки // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии: сб. Междунар. науч.-практ. конф. Киров: ВГСХА, 2013. С. 33–35.
2. Букина Л.А., Одоевская И.М., Успенский А.В. Методические положения по профилактике трихинеллёза на территории Чукотского полуострова // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3. С. 137–143.
3. Андреев О.Н. Сравнительная морфология капсул личинок трихинелл от разных видов хозяев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2014. № 2 (22). С. 27–29.
4. Жданова О.Б., Ашихмин С.П., Окулова И.И., Бельтюкова З.Н. Распространённость *T. spiralis* и некоторые особенности профилактики трихинеллёза

в Кировской области // Здоровье населения и среда обитания: ЗНиСО. 2017. № 1 (286). С. 46–49.

5. Сеиткамзина Д.М., Байкадамова Г.А. Совершенствование методов диагностики при трихинеллёзе // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. № 11–2 (79). С. 14–19.

6. Жданова О.Б., Распутин П.Г., Масленникова О.В. Трихинеллёз плотоядных и биобезопасность окружающей среды // Экология человека. 2008. № 1. С. 9–11.

7. Ашихмин С.П., Жданова О.Б., Мартусевич А.К., Написанова Л.А., Ключкина Е.С. Некоторые кристаллоскопические свойства дезинфектантов и перспективы применения кристаллоскопической оценки в дезинфекции и дезинвазии // Российский паразитологический журнал. 2013. № 2. С. 88–96.

8. Жданова О.Б., Калужских Т.И., Ашихмин С.П., Масленникова О.В., Распутин П.Г., Мутошвили Л.Р. Гельминтозы собак Кировской области и биобезопасность окружающей среды // Теоретическая и прикладная экология. 2008. № 3. С. 49–53.

9. Гребенкина Л.А. Усовершенствование метода пентолиза с целью повышения эффективности трихинеллоскопического контроля // Российский паразитологический журнал. 2008. № 4. С. 57–59.

10. Успенский А.В. Метод ветеринарно-санитарной экспертизы мяса промысловых животных при паразитарных зоонозах // Российский паразитологический журнал. 2014. № 3. С. 151–157.

11. Андреев О.Н. Лисица обыкновенная – как основной носитель возбудителя трихинеллёза в Рязанской области // Российский ветеринарный журнал. 2012. № 4. С. 20–22.

12. Файнфельд И.А. Вакцина для животных против трихинеллёза // Вестник Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии. 2009. № 2 (3). С. 25–29.

13. Feng S., Wu X., Wang X., Bai X., Shi H., Tang B., Liu X., Song Y., Boireau P., Wang F., Zhao Y., Liu M. Vaccination of mice with an antigenic serine protease-like protein elicits a protective immune response against *T. spiralis* infection // J Parasitol. 2013. V. 99. No. 3. P. 426–432.

14. Успенский А.В., Жданова О.Б., Андреев О.Н., Написанова Л.А., Малышева Н.С. Трихинеллоскопия туш домашних и диких животных // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 3. С. 71–75.

15. Dea-Ayuela M., Rama-Inigues S., Bolas-Fernandes F. Vaccination of mice against intestinal *T. spiralis* infections by oral administration of antigens microencapsulated in metacrylic acid copolymers // Vaccine. 2006. V. 24. No. 15. P. 2772–2780.

16. Rudneva O.V., Napisanova L.A., Zhdanova O.B., Berezhko V.K. Evaluation of the protective activity of different immunostimulatory drugs at the experimental trichinosis on white mice // International Journal of High Dilution Research. 2018. V. 17. No. 2. P. 17–18.

17. Белозеров С.Н., Жданова О.Б. Прижизненная диагностика трихинеллёза песцов с помощью иммуноферментной реакции // Ветеринария. 2000. № 2. С. 34–36.

18. Жданова О.Б., Окулова И.И., Домский И.А., Руднева О.В., Успенский А.В., Стрельникова И.С., Написанова Л.А. Некоторые рекомендации по диагностике трихинеллёза барсуков. Вопросы обеспечения безопасности заготовки барсучьего жира // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2020. № 4. С. 28–33.

19. Ruitenbergh E.J., van Knapen F. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) as a diagnostic method for *Trichinella spiralis* infections in pigs // Vet. Parasitol. 1977. V. 3. No. 4. P. 317–326.

20. Сеиткамзина Д.М., Байкадамова Г.А. Совершенствование методов диагностики при трихинеллёзе // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. № 11–2 (79). С. 14–19.

21. Мартусевич А.К., Жданова О.Б. Особенности свободного кристаллогенеза мочи здоровых и заражённых гельминтами грызунов // Труды Всероссийского НИИ гельминтологии им. К.И. Скрябина. 2007. Т. 45. С. 153–163.

22. Ашихмин С.П., Домрачева Л.И., Жданова О.Б., Кондакова Л.В., Мутошвили Л.Р., Попов Л.Б. Экологические аспекты применения азидата натрия в качестве консерванта и дезинфектанта почв урбанизированных территорий // Российский паразитологический журнал. 2010. № 2. С. 24–29.

23. Rodrigues-Perez J. Trichinellosis in the province of Granada (Spain) // VII intern. conf. on trichinellosis. Alicante, Spain, 1988. P. 398–400.

24. Тулов А.В., Звержановский М.И., Янагида Т., Конаев С.В., Андреев О.Н., Малкина А.В., Однокурцев В.А., Бондарев А.Я., Середкин И.В., Есаулова Н.В., Накао М., Сако Я., Ито А. Видовое и генетическое разнообразие трихинелл у представителей семейства Псовых (Canidae) в России // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2013. № 1 (17). С. 35–41.

References

1. Bukina L.A., Algina S.G. Study of the influence of the drying process (drying) on the preservation of invasive properties by *Trichinella* larvae in traditional food products of the indigenous people of Chukotka // Modern scientific trends in animal husbandry, hunting and ecology: sbornik Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kirov: VGSHA, 2013. P. 33–35 (in Russian).

2. Bukina L.A., Odoevskaya I.M., Uspensky A.V. Methodological provisions for the prevention of trichinosis in the Chukotka Peninsula // Russian Parasitological Journal. 2014. No. 3. P. 137–143 (in Russian).

3. Andreyanov O.N. Comparative morphology of capsules of *Trichinella* larvae from different host species // Topical issues of veterinary biology. 2014. No. 2 (22). P. 27–29 (in Russian).

4. Zhdanova O.B., Ashikhmin S.P., Okulova I.I., Belyukova Z.N. The prevalence of *T. spiralis* and some features of the prevention of trichinosis in the Kirov Region // Public health and habitat: ZNiSO. 2017. No. 1 (286). P. 46–49 (in Russian). doi: 10.35627/2219-5238/2017-286-1-46-49
5. Seitkamzina D.M., Baykadamova G.A. Improvement of diagnostic methods for trichinosis // Actual scientific research in the modern world. 2021. No. 11–2 (79). P. 14–19 (in Russian).
6. Zhdanova O.B., Rasputin P.G., Maslennikova O.V. Trichinosis of carnivores and environmental biosafety // Human Ecology. 2008. No. 1. P. 9–11 (in Russian).
7. Ashikhmin S.P., Zhdanova O.B., Martusevich A.K., Writanova L.A., Klyukina E.S. Some crystalloscopic properties of disinfectants and prospects for the use of crystalloscopic assessment in disinfection and disinvasion // Russian Parasitological Journal. 2013. No. 2. P. 88–96 (in Russian).
8. Zhdanova O.B., Kaluzhskikh T.I., Ashikhmin S.P., Maslennikova O.V., Rasputin P.G., Mutoshvili L.R. Helminthiasis of dogs of the Kirov region and environmental biosafety // Theoretical and Applied Ecology. 2008. No. 3. P. 49–53 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4304-2008-3-049-53
9. Grebenkina L.A. Improvement of the peptolysis method in order to increase the efficiency of trichinelloscopic control // Russian Journal of Parasitology. 2008. No. 4. P. 57–59 (in Russian).
10. Uspensky A.V., Skvortsova F.A. Method of veterinary and sanitary examination of meat of game animals in case of parasitic zoonoses // Russian Parasitological Journal. 2014. No. 3. P. 151–157 (in Russian).
11. Andreyanov O.N. Red fox – as the main carrier of the causative agent of trichinosis in the Ryazan Region // Russian Veterinary Journal. 2012. No. 4. P. 20–22 (in Russian).
12. Faynfeld I.A. Vaccine for animals against trichinosis // Bulletin of the Far Eastern State Social and Humanitarian Academy. 2009. No. 2 (3). P. 25–29 (in Russian).
13. Feng S., Wu X., Wang X., Bai X., Shi H., Tang B., Liu X., Song Y., Boireau P., Wang F., Zhao Y., Liu M. Vaccinatium of mice with an antigenic serine protease – like protein elicits a protective immune response against *T. spiralis* infection // J Parasitol. 2013. V. 99. No. 3. P. 426–432. doi: 10.1645/12-46.1
14. Uspensky A.V., Zhdanova O.B., Andreyanov O.N., Pisanova L.A., Malysheva N.S. Trichinelloscopy of carcasses of domestic and wild animals // Russian Parasitological Journal. 2021. V. 15. No. 3. P. 71–75 (in Russian). doi: 10.31016/1998-8435-2021-15-3-71-75
15. Dea-Ayuela M., Rama-Inigues S., Bolas-Fernandes F. Vaccinatium of mice against intestinal *T. spiralis* infections by oral administration of antigens microencapsulated in metacrylic acid copolymers // Vaccine. 2006. V. 24. No. 15. P. 2772–2780. doi: 10.1016/j.vaccine.2006.01.006
16. Rudneva O.V., Napisanova L.A., Zhdanova O.B., Berezhko V.K. Evaluation of the protective activity of different immunostimulatory drugs at the experimental trichinosis on white mice // International Journal of High Dilution Research. 2018. V. 17. No. 2. P. 17–18.
17. Belozherov S.N., Zhdanova O.B. Lifetime diagnosis of Arctic fox trichinosis using enzyme immunoassay // Veterinary Medicine. 2000. No. 2. P. 34–36 (in Russian).
18. Zhdanova O.B., Okulova I.I., Domsy I.A., Rudneva O.V., Uspensky A.V., Strelnikova I.S., Pisanova L.A. Some recommendations for the diagnosis of trichinosis of badgers. Issues of ensuring the safety of harvesting badger fat // Medical Parasitology and Parasitic Diseases. 2020. No. 4. P. 28–33 (in Russian). doi: 10.33092/0025-8326mp2020.4.28-33
19. Ruitenbergh E.J., van Knapen F. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) as a diagnostic method for *Trichinella spiralis* infections in pigs // Vet. parasitol. 1977. V. 3. No. 4. P. 317–326. doi: 10.1016/0304-4017(77)90018-8
20. Seitkamzina D.M., Baykadamova G.A. Improvement of diagnostic methods for trichinosis // Actual scientific research in the modern world. 2021. No. 11-2 (79). P. 14–19 (in Russian).
21. Martusevich A.K., Zhdanova O.B. Features of free crystallogenesis of urine of healthy and infected with helminths rodents // Trudy Vserossiyskogo NII gelmintologii im. K.I. Skryabina. 2007. V. 45. P. 153–163 (in Russian).
22. Ashikhmin S.P., Domracheva L.I., Zhdanova O.B., Kondakova L.V., Mutoshvili L.R., Popov L.B. Environmental aspects of the use of sodium azide as a preservative and disinfectant of soils in urbanized areas // Russian Parasitological Journal. 2010. No. 2. P. 24–29 (in Russian).
23. Rodrigues-Perez J. Trichinellosis in the province of Granada (Spain) // VII intern. conf. on trichinellosis. Alicante, Spain, 1988. P. 398–400.
24. Tulov A.V., Zverzhanovsky M.I., Yanagida T., Konyaev S.V., Andreyanov O.N., Malkina A.V., Odnokurtsev V.A., Bondarev A.Ya., Seredkin I.V.V., Esaulova N.V., Nakao M., Sako Ya., Ito A. Species and genetic diversity of *Trichinella* in representatives of the Canidae family in Russia // Actual Problems of Veterinary Biology. 2013. No. 1 (17). P. 35–41 (in Russian).