

Читать
онлайн
Read
online

Асланова М.М.^{1,2}, Загайнова А.В.¹, Мания Т.Р.¹, Ракитина Д.В.¹, Абрамов И.А.¹,
Курбатова И.В.¹, Савостикова О.Н.¹

Анализ и оценка современного состояния санитарно-паразитологических методов исследования почв

¹ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»
Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва, Россия;

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, Москва, Россия

Введение. Нерегламентированное использование необеззараженных сточных вод, их осадков, навоза и стоков животноводческих ферм играет ведущую роль в контаминации инвазионным материалом почвы, сельскохозяйственных, овощных, ягодных культур, создавая высокий риск заражения людей и животных возбудителями гельминтозов и кишечных протозойных заболеваний.

Цель исследования – анализ и оценка современного состояния представленных санитарно-паразитологических методов исследования почв.

Материалы и методы. Материалом служили ретроспективно проанализированные литературные данные, государственные доклады Роспотребнадзора о загрязнении селитебных почв за 2019–2021 гг. и данные экспериментальных исследований. Эксперимент заключался в создании искусственного загрязнения почв в виде внесения яиц геогельминтов *Toxocara spp.* (~ 500 ед.) и цист патогенных простейших *Lambliа intestinalis* (~ 500 ед.) с последующим исследованием этих образцов различными паразитологическими методами: методами Падченко и Раманенко, утвержденными на территории Российской Федерации (РФ), запатентованным № RU 2640927 С1 и методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Результаты. В рамках экспериментальных исследований проведена оценка утвержденных санитарно-паразитологических методов исследования почв, современных методов ПЦР и запатентованного – иммуномагнитной сепарации с последующим иммунофлюоресцирующим мечением (ИФМ-ИМС). Получены следующие результаты: методом Романенко *Lambliа intestinalis* не обнаружены, *Toxocara spp.* обнаружены в 33,8% случаев, методом Падченко *Lambliа intestinalis* – в 21,2% случаев, *Toxocara spp.* не обнаружены, запатентованным методом ИМС-ИФМ *Lambliа intestinalis* обнаружены в 75,4%, *Toxocara spp.* – в 69,7%, методом ПЦР *Lambliа intestinalis* – в 11,4% и *Toxocara spp.* – в 34,1%.

Ограничения исследования связаны с использованием в собственных экспериментальных исследованиях 2 видов паразитарных агентов – яиц геогельминтов *Toxocara spp.* и цист простейших *Lambliа intestinalis*, а также 2 видов почв, в то время как данные государственных докладов Роспотребнадзора содержат результаты санитарно-паразитологического контроля по всему спектру возбудителей, выявляемых в различных типах почв Российской Федерации.

Заключение. Перспективным представляется внедрение в работу новых паразитологических методов исследования почв наряду с утвержденными для получения более полной и достоверной картины об уровне паразитарного загрязнения почв на территории РФ для своевременного проведения этапов профилактических мероприятий.

Ключевые слова: паразитологическое исследование почвы; современные методы паразитологических исследований; перспективные направления паразитологии; методы ПЦР в диагностике паразитозов

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Асланова М.М., Загайнова А.В., Мания Т.Р., Ракитина Д.В., Абрамов И.А., Курбатова И.В., Савостикова О.Н. Анализ и оценка современного состояния санитарно-паразитологических методов исследования почв. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(11): 1255–1260. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-11-1255-1260> <https://elibrary.ru/fqwgvz>

Для корреспонденции: Абрамов Иван Алексеевич, мл. науч. сотр. лаб. микробиологии и паразитологии ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: IAAbrahamov@csrfmba.ru

Участие авторов: Асланова М.М. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование; Загайнова А.В. – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Мания Т.Р., Абрамов И.А. – сбор и обработка материала, статистическая обработка, редактирование; Ракитина Д.В. – сбор и обработка материала, статистическая обработка; Курбатова И.В. – статистическая обработка; Савостикова О.Н. – концепция и дизайн исследования. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 09.03.2023 / Принята к печати: 26.09.2023 / Опубликована: 08.12.2023

Maria M. Aslanova^{1,2}, Anzhelika V. Zagainova¹, Tamari R. Maniya¹, Daria V. Rakitina¹,
Ivan A. Abramov¹, Irina V. Kurbatova¹, Olga N. Savostikova¹

Analysis and evaluation of the current state of sanitary and parasitological methods of soil investigation

¹Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation;

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, 125993, Russian Federation

Introduction. The unregulated use of undisinfected sewage, their sludge, manure and runoff from livestock farms plays a leading role in the contamination of soil, agricultural, vegetable, and berry crops with invasive material, creating a high risk of infection for people and animals with pathogens of helminthiasis and intestinal protozoal diseases.

The purpose of the research was to analyze and evaluate the current state of the presented sanitary and parasitological methods for studying soils.

Materials and methods. The material was retrospectively analyzed literary data, state reports of Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing on the pollution of residential soils for 2019–2021.

Results. As part of the experimental studies, there was made an assessment of approved sanitary and parasitological methods for studying soils, modern PCR methods and the patented IFM-IMS. The following results were obtained: *Lambliа intestinalis*, *Toxocara spp.* failed to be detected by Romanenko's method found in 33.8% of cases, by Padchenko's method *Lambliа intestinalis* – in 21.2% of cases, *Toxocara spp.* not detected, by the patented IMS-IFM method *Lambliа intestinalis* were found in 75.4%, *Toxocara spp.* – in 69.7%, by PCR, *Lambliа intestinalis* – in 11.4%, and *Toxocara spp.* – in 34.1%.

Limitations are related to the use in our own experimental studies of 2 types of parasitic agents – geohelminth eggs *Toxocara spp.* and cysts of the protozoan *Lambliа intestinalis*, as well as 2 types of soils, while data from state reports of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing contain the results of sanitary and parasitological control over the entire range of pathogens detected in various types of soils of the Russian Federation.

Conclusion. It seems promising to introduce new parasitological soil research methods along with those approved to obtain a more complete and reliable picture of the level of parasitic contamination of soils in the Russian Federation for the timely implementation of stages of preventive measures.

Keywords: parasitological study of soil; modern research methods; promising areas of parasitology; PCR methods in the diagnosis of parasitosis

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of a biomedical ethics committee opinion.

For citation: Aslanova M.M., Zagainova A.V., Maniya T.R., Rakitina D.V., Abramov I.A., Kurbatova I.V., Savostikova O.N. Analysis and evaluation of the current state of sanitary and parasitological methods of soil investigation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(11): 1255–1260. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-11-1255-1260> <https://elibrary.ru/fqwgzv> (in Russian)

For correspondence: Ivan A. Abramov, junior researcher, Laboratory of Microbiology and Parasitology in the Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: IAAbromov@cspfmba.ru

Information about authors:

Aslanova M.M.,	https://orcid.org/0000-0002-5282-3856	Zagainova A.V.,	https://orcid.org/0000-0003-4772-9686
Maniya T.R.,	https://orcid.org/0000-0002-6295-661X	Rakitina D.V.,	https://orcid.org/0000-0003-3554-7690
Abramov I.A.,	https://orcid.org/0000-0002-7433-7728	Kurbatova I.V.,	https://orcid.org/0000-0003-3152-4862
Savostikova O.N.,	https://orcid.org/0000-0002-7032-1366		

Contribution: Aslanova M.M. – concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, text writing, editing; Zagainova A.V. – research concept and design, text writing, editing; Maniya T.R., Abramov I.A. – collection and processing of material, statistical processing, editing; Rakitina D.V. – collection and processing of material, statistical processing; Kurbatova I.V. – statistical processing; Savostikova O.N. – concept and design of the study. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: March 9, 2023 / Accepted: September 26, 2023 / Published: December 8, 2023

Введение

Актуальной задачей общества является обеспечение экономического развития и биологической безопасности населения и окружающей среды, независимо от его формации. Улучшение качества жизни, повышение стандартов благополучия и сохранение биологической безопасности населения и окружающей среды (почва, различные виды вод, пищевая продукция и др.) очевидны, для достижения этих задач требуется эффективный и регулярный мониторинг и, как следствие, – своевременные и высокоэффективные методы диагностики загрязнения, что позволит предотвратить техногенные катастрофы и повысит санитарное состояние объектов окружающей среды.

Почва является одним из основных факторов передачи возбудителей паразитарных заболеваний (гельминтозов и протозоозов) у человека. Геогельминты, в жизненном цикле которых большую роль играет почва, являются возбудителями одних из наиболее распространённых паразитарных болезней человека.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в мировом масштабе от геогельминтозов страдают примерно 2 млрд человек, в том числе 4 млн детей в европейском регионе [1, 2].

Учёными-паразитологами установлено, что сточные воды, их осадки, навоз и стоки животноводческих хозяйств содержат в одном литре от нескольких сотен до десятков тысяч яиц гельминтов и цист паразитических простейших [3–5].

Нередко причиной загрязнения почв является нерегламентированное использование необеззараженных сточных вод, их осадков, навоза и стоков животноводческих ферм в сельском, городском, индивидуальных и фермерских хозяйствах, которое играет ведущую роль в контаминации инвазионным материалом почвы, сельскохозяйственных, овощных, ягодных культур, создавая тем самым высокий риск новых заражений людей и животных возбудителями гельминтозов и кишечных протозойных заболеваний [6–8].

В современных реалиях практически не изучены эпидемиологические последствия аварийных ситуаций в канализационных сетях крупных и малых мегаполисов, а име-

ющиеся на сегодняшний день нормативно-правовые акты не предусматривают проведения эффективного мониторинга паразитарного состояния почв после различных техногенных загрязнений [3, 7, 9].

Наравне с вышеизложенным беспорядочный выгул домашних животных (квартирных собак, кошек и др.), а также неконтролируемые посещения бродячими животными придомовых территорий, городских парков, скверов, территорий детских учреждений способствуют загрязнению объектов внешней среды яйцами и личинками анкилостом, цистами и ооцистами патогенных паразитарных простейших и создают оптимальные условия для интенсивного заражения людей, в частности детского населения, гельминтозами и протозоозами и широкого распространения этих паразитов среди населения [3].

В рамках совершенствования системы гигиенического нормирования и контроля биологических загрязнений паразитарного генеза почвы для снижения рисков для здоровья населения выявлен ряд актуальных и нерешённых вопросов в области диагностического исследования почв.

Для яиц геогельминтов (*Ascaris lumbricoides*, *Toxocara spp.*, *Enterobius spp.*, *Trichuris trichiurus*, *Strongyloides spp.* и др.) почва – необходимый элемент жизненного цикла, в которой происходит развитие их до инвазионной стадии. Из почвы яйца гельминтов попадают на различные объекты окружающей среды, в том числе и в поверхностные водные объекты [10, 11].

При проведении экспертной оценки санитарно-паразитологических методов исследования почв выявлен широкий спектр отставаний в применяемых лабораторных технологиях при осуществлении гигиенической оценки контаминации паразитарными патогенами различных видов почв. Отсутствие стандартизированных процедур (этапов) пробоподготовки почв не соответствует международным критериям воспроизводимости и точности исследований [1, 9, 12–19].

В связи с вышеизложенным существует потребность в разработке новых методических подходов на этапах пробоподготовки почв для снижения потерь паразитарных патогенов и как результат – получение адекватных данных

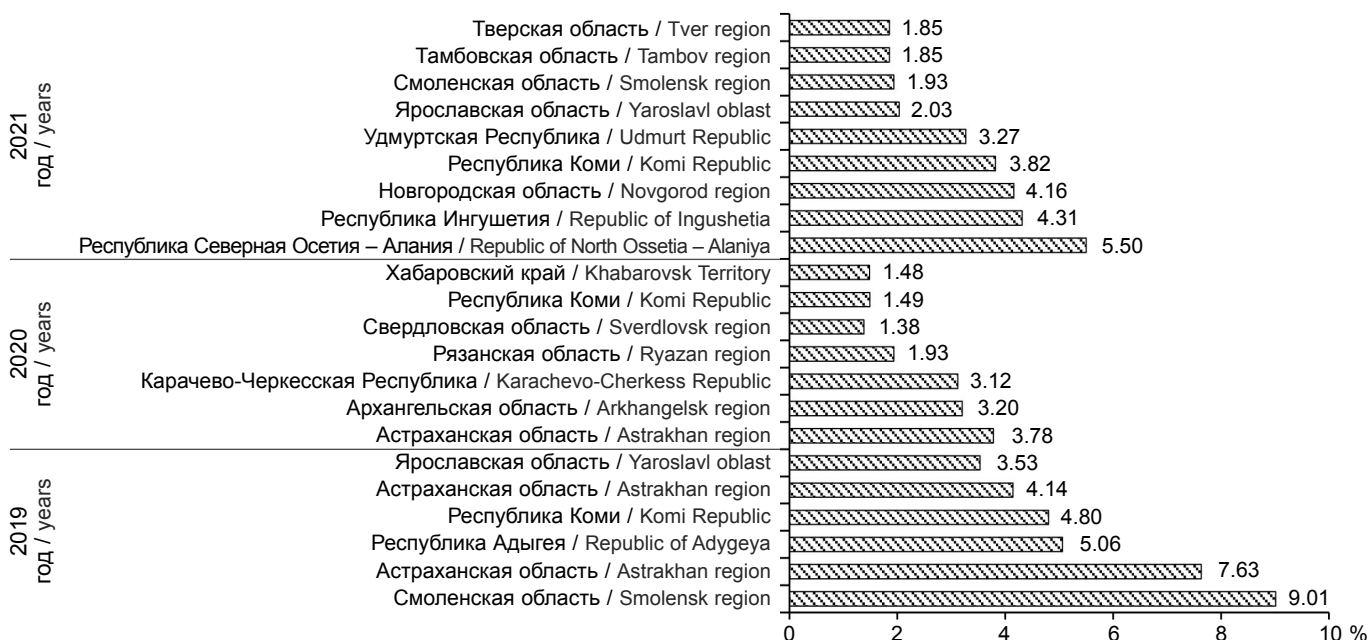


Рис. 1. Субъекты РФ с наиболее высоким уровнем паразитарного загрязнения селитебных почв (2019–2021 гг.).

Fig. 1. Subjects of the Russian Federation with the highest level of parasitic contamination of residential soils (2019–2021).

об уровне загрязнения паразитарными патогенами почв на территории Российской Федерации (РФ) при проведении комплексной гигиенической оценки.

Цель исследования – анализ и оценка существующих в санитарной паразитологии методов при проведении исследований различных видов почв.

Материалы и методы

Проведён ретроспективный анализ данных государственной статистики за три года (2019–2021 гг.) [20–22] о состоянии почв селитебных территорий РФ, данных литературы, а также экспериментальные исследования почв урбанизированных и сельскохозяйственных территорий Москвы и Московской области.

В качестве основных методов отбора, подготовки проб и идентификации использованы методы, утверждённые в РФ в соответствии с требованиями Росаккредитации, а в качестве дополнительных применяли методы, на которые предварительно разработаны стандартные операционные процедуры (СОП) и апробированные в нашей лаборатории в соответствии с п. 7.2 ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

Материалом для экспериментальных исследований служили образцы почв, отобранные с поля в агрономическом хозяйстве «Немчиновка», с песчаных отложений карьера Буньково в Москве, а также урбанозём, перемешанный, не имеющий выраженных почвенных горизонтов. Методами отбора и исследований почв при выполнении экспериментальных работ являлись классические методы, представленные в МУК 4.2.2661–10 «Методы санитарно-паразитологических исследований». Пробоотбор почв осуществляли в соответствии с п. 4.1 МУК 4.2.2661–10 «Отбор проб, транспортировка, хранение и подготовка к исследованию».

В предварительно исследованные образцы почв (1 кг) на наличие паразитарных возбудителей искусственно вносили взвесь цист патогенных простейших *Lambliа intestinalis* (~ 500 ед.) и яиц гельминтов (геогельминтов) *Toxocara* spp. (~ 500 ед.). При проведении экспериментальных работ за основу взяты два образца разных видов почв, в один образец почвы дополнительно внесли кадмий (в концентрации

2 мг/кг), а также группы бактерий, вирусов и паразитов (*Toxocara* spp. и *Lambliа intestinalis*) для проведения оценки токсического действия кадмия в почвах различного функционального назначения на выживаемость патогенных, индикаторных и потенциально патогенных бактерий, вирусов, гельминтов и простейших. В контрольном образце без добавления кадмия, бактерий и вирусов (рис. 3) присутствовала только паразитарная группа патогенов (*Toxocara* spp. и *Lambliа intestinalis*). Исследовали почвы в соответствии с временными интервалами, установленными экспериментом (1-е, 2-е, 3-и, 7-е, 14-е, 21-е, 28-е сутки).

Для моделирования химического загрязнения почв использовали кадмий, поскольку данный химический элемент повсеместно присутствует в почвах населённых пунктов, сельскохозяйственных угодий, зон санитарной охраны источников водоснабжения, территории курортных зон и отдельных учреждений. Водный раствор соли кадмия вносили в дерново-подзолистые образцы почв, которые предварительно увлажняли (влажность 60% от полной влагоёмкости), в концентрации 2 мг/кг (по Cd), что составляет максимальную величину ОДК*. Влажность почвы поддерживали в течение всего эксперимента путём частого перемешивания почв и добавлением стерильной дистиллированной воды в таком количестве, чтобы влажность доходила до фиксированного значения (60% от полной влагоёмкости) [23].

Пробоподготовку почв и идентификацию гельминтов и простейших проводили методами, представленными в п. 4.2 МУК 4.2.2661–10 «Исследование почвы на яйца гельминтов. Метод Романенко (1996)», п. 4.4 «Исследование почвы на личинки гельминтов. Исследование почвы на цисты кишечных простейших. Метод Падченко (1992)». Дополнительными методами служили запатентованный метод иммуномагнитной сепарации с последующим иммунофлюоресцентным мечением (ИМС-ИФМ) (Патент № RU 2640927 С1) [24] и метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) [25–28].

* Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 “Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания”».

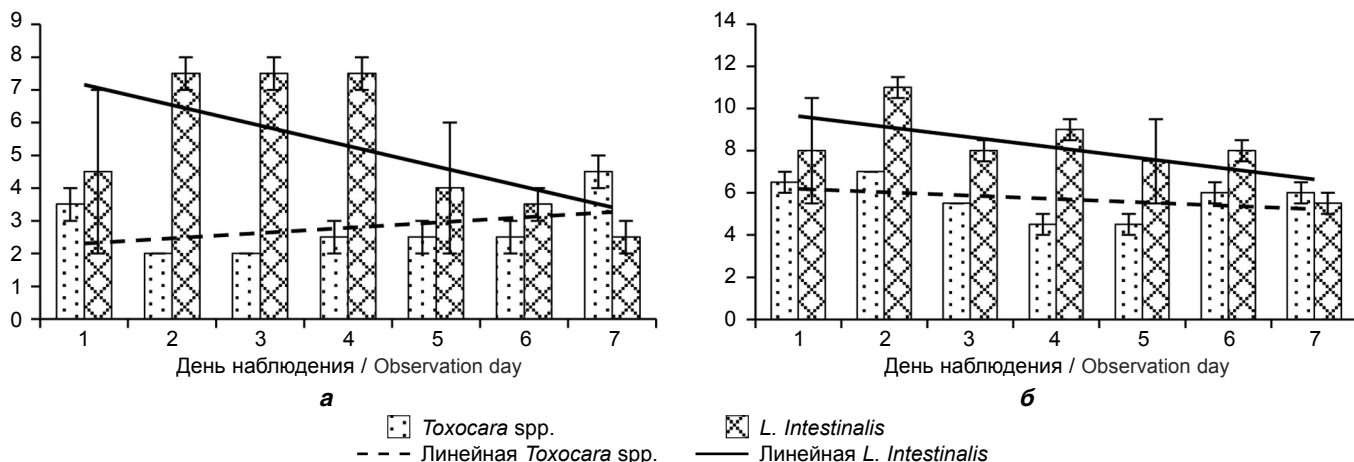


Рис. 2. Данные выживаемости паразитов *Toxocara* spp. и *Lamblia intestinalis*, полученные при экспериментальных исследованиях модельной почвы: а – с добавлением кадмия (в концентрации 2 мг/кг), а также групп бактерий и вирусов; б – без добавления кадмия, групп бактерий и вирусов.

Fig. 2. *Toxocara* spp. and *Lamblia intestinalis* parasite survival data obtained from experimental studies of model soil supplemented with cadmium (at a concentration of 2 mg/kg), as well as a group of bacteria and viruses (а), and without the addition of cadmium, groups of bacteria and viruses (б).

Результаты

По проанализированным статистическим данным о состоянии почв селитебных территорий с 2019 по 2021 г. [20–22] выявлен ряд субъектов с наиболее высоким уровнем паразитарного загрязнения почв. Результаты представлены на рис. 1.

По результатам анализа, средний по РФ уровень паразитарного загрязнения почв на обследованных территориях детских организаций и детских площадок в 2019 г. существенно превосходил гигиенические нормативы в Смоленской области (9,01% проб почвы), Астраханской области (7,63%), республиках Адыгея (5,06%), Коми (4,8%), в Архангельской (4,14%) и Ярославской (3,53%) областях. В 2020 г. зарегистрировано превышение нормативных показателей в Астраханской (3,78% проб), Архангельской (3,2%) областях, Карачаево-Черкесской Республике (3,12%), Рязанской (1,93%), Свердловской (1,38%) областях, Республике Коми (1,49%), Хабаровском крае (1,48%). Средний по РФ уровень паразитологического загрязнения почв превышен в 2021 г. в республиках Северная Осетия – Алания (5,5% проб почвы), Ингушетия (4,31%), в Новгородской области (4,16%), республиках Коми (3,82%), Удмуртской (3,27%), Ярославской (2,03%), Смоленской (1,93%), Тамбовской и Тверской (по 1,85%) областях.

Как видно из полученных экспериментальных данных (см. рис. 2, 3), воздействие кадмия (Cd), присутствие бактериального или вирусного загрязнения в почве практически не несут значимого патологического воздействия на яйца гельминтов и цисты патогенных простейших.

На 2-й, 3-й и 7-й дни (см. рис. 2) возросло количество жизнеспособных форм цист патогенных простейших *Lamblia intestinalis*, а на 28-й день наблюдалось незначительное увеличение (1,8%) личинок геогельминтов *Toxocara* spp. за счёт того, что некоторая часть личинок вышла во внешнюю среду из яйца (оболочки), тем самым подтвердив наши предположения о том, что присутствие кадмия для гельминтозов и протозоозов не представляет угрозы, а лишь подтверждает то, что при химическом воздействии кадмия яйца геогельминтов (*Toxocara* spp.) остаются жизнеспособными и продолжают своё дальнейшее развитие до личиночных форм. Цисты патогенных простейших *Lamblia intestinalis* также не имели выраженной тенденции к количественному снижению.

Одним из важнейших этапов эксперимента являлась оценка и сравнение существующих, утверждённых на территории РФ методов исследования почв и новых методов исследований, ещё не получивших своё отражение в нормативно-методических документах. Полученные результаты представлены в таблице.

Сравнительная оценка результатов исследования экспериментальных проб почвы различными санитарно-паразитологическими методами

Comparative evaluation of the results of the study of experimental soil samples by various sanitary and parasitological methods

Методы исследования, применяемые в экспериментальных исследованиях Research methods used in experimental studies	Общее количество исследований Total number of studies	% нестандартных проб (всего) % non-standard samples (total)		Среднее число обнаруженных паразитарных патогенов Average number of detected parasitic pathogens	
		яйца гельминтов <i>Toxocara</i> spp. <i>Toxocara</i> spp. helminths eggs	цисты простейших <i>Lamblia intestinalis</i> cysts of the protozoan <i>Lamblia intestinalis</i>	яйца гельминтов <i>Toxocara</i> spp. helminths eggs	цисты простейших <i>Lamblia intestinalis</i> cysts of the protozoan <i>Lamblia intestinalis</i>
Метод Падченко / Padchenko method	13	0	21.2	0	17
Метод Романенко (исследование на гельминты) Romanenko method (test for helminths)	13	33.8	0	24	0
Метод ИМС-ИМФ / IMS-IMF method	13	69.7	75.4	56	68
Метод ПЦР / PCR method	13	11.4	34.1	6	19

Как видно из таблицы, экспериментальные образцы почв исследовали несколькими паразитологическими методами.

Наряду с классическими, утверждёнными в нормативно-методических указаниях, применяли запатентованный способ «пробоподготовки образцов почвы для определения цист лямблий и ооцист криптоспоридий» (RU2640927C1) и метод ПЦР-диагностики.

По результатам экспериментальных исследований получены следующие результаты. При применении в работе метода Падченко (МУК 4.2.2661–10) яйца гельминтов не обнаружены, в отношении выявления цист *Lambliа intestinalis* метод показал свою эффективность лишь на 21,2%. Метод Романенко (МУК 4.2.2661–10) позволил обнаружить яйца гельминтов и подтвердил свою эффективность лишь в 33,8%, а цисты *Lambliа intestinalis* методом Романенко обнаружить не удалось. Запатентованным методом ИМС-ИФМ яйца гельминтов *Toxocara* spp. обнаружены в 69,7%, цисты *Lambliа intestinalis* – 75,4%, что подтвердило его более высокую эффективность в отношении обнаружения как гельминтозов, так и протозоозов одновременно. Метод ПЦР позволил также одновременно обнаруживать в исследуемых образцах почв 11,4% яиц геогельминтов *Toxocara* spp. и 34,1% цист *Lambliа intestinalis*.

Обсуждение

Сложившаяся в XXI веке на территории России серьёзная эколого-паразитологическая обстановка настоятельно требует изменения стратегии и тактики профилактики массовых и социально значимых патологий, в первую очередь за счёт снижения риска новых заражений [19–22].

Глобальные изменения в социально-бытовых, производственных условиях жизни населения Российской Федерации, заключающиеся в развитии фермерства, частной собственности и индивидуального производства, усиливающейся миграции населения не только внутри страны, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья, интенсификации процессов антропогенного преобразования природы, изменяющиеся условия обитания возбудителей паразитарных болезней в окружающей среде, участвовавшие стихийные природные явления настоятельно требуют корректировки и совершенствования существующих и разработки новых подходов к диагностике и профилактике [29–31].

Необходимо отметить, что у людей и животных могут паразитировать несколько видов гельминтов и простейших. Это способствует обсеменению различных компонентов окружающей среды, и одним из важнейших компонентов в этой структуре является почва, а соответственно всё больше и больше увеличивается риск новых заражений людей и животных [2, 19].

Также в ходе нашей работы впервые изучено влияние химического загрязнения почв (кадмий) на группу патогенных бактерий, паразитов, вирусов, которые искусственно вносили в представленные образцы почв и изучали их изменчивость на протяжении 1-х, 2-х, 3-х, 7-х, 14-х, 21-х, 28-х суток.

Видимого влияния на жизнеспособность бактерий, вирусов и паразитарных патогенов, присутствующих в почве, соли Cd в концентрации 2 мг/кг не оказали, а в случае с яйцами геогельминтов *Toxocara* spp. наблюдали развитие яиц в половозрелые формы (выплаживание личинок), что делает

почву более потенциально опасным объектом как для человека, так и для животных [23].

Следовательно, при планировании и организации мониторинговых мероприятий в отношении почв для получения достоверных данных об уровне их паразитарного загрязнения наряду с классическими методами, описанными в нормативно-методических документах и утверждёнными Главным государственным санитарным врачом РФ 23 июля 2010 г., следует применять и современные, более результативные методы диагностики.

Ограничения исследования связаны с использованием в собственных экспериментальных исследованиях 2 видов паразитарных агентов – яиц геогельминтов *Toxocara* spp. и цист простейших *Lambliа intestinalis*, а также 2 видов почв, в то время как данные государственных докладов Роспотребнадзора содержат результаты санитарно-паразитологического контроля по всему спектру возбудителей, выявляемых в различных типах почв Российской Федерации.

Заключение

Из результатов проведённого анализа почв с искусственным внесением солей кадмия и паразитарных патогенов (яиц геогельминтов *Toxocara* spp. и цист простейших *Lambliа intestinalis*) сделаны следующие заключения.

1. Следует провести валидацию методических подходов и рекомендаций по обоснованию гигиенических нормативов в отношении паразитарного загрязнения почв. Целесообразна разработка комплексного показателя загрязнения почв (индекс качества почвы) с учётом их целевого назначения для санитарно-гигиенической оценки.

2. Необходимо внедрение новых, современных и апробированных методов в практику санитарно-паразитологических исследований почв, которые позволят вывести методы исследования почв на мировой уровень и обеспечить высокую специфичность, чувствительность, а также получать более информативные сведения об уровне паразитарного загрязнения.

3. Экспериментальными исследованиями подтверждено, что химическое загрязнение почв кадмием не является губительным и не несёт значимого патологического воздействия на яйца геогельминтов (*Toxocara* spp.) и цисты патогенных простейших (*Lambliа intestinalis*).

4. Испытательным лабораторным центрам (ИЛЦ), включающим в свою область деятельности санитарно-паразитологические методы исследований, в том числе почв, необходимо обучать практическим навыкам, владению современными технологиями исследований, новым требованиям, появляющимся в нормативно-методической базе, своих специалистов-паразитологов на специализированных учебных базах, обладающих современными учебными программами и практическим опытом, оснащённых современным оборудованием, коллекционными препаратами и т. д.

5. Учебно-методическим базам целесообразно разработать новые эффективные учебные программы и учебно-методические материалы в области санитарной паразитологии, в которые будут включены и этапы подготовки специалистов-паразитологов к проведению пробоподготовок и исследований почв как утверждёнными классическими методами, так и современными.

Литература

(пп. 9–18, 26–28 см. References)

- ВОЗ. Контроль и профилактика геогельминтозов в странах Европейского региона ВОЗ: Сборник справочно-методических материалов; 2017. Доступно: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/344110>
- Сергиев В.П. Глобальные проблемы оптимизации охраны здоровья населения. Роль паразитарных заболеваний. *Мед. паразитол.* 1995(1): 3–7.
- Архипов И.А., Авданина Д.А., Лихотина С.В. Гельминтозы собак и кошек в крупных мегаполисах России. *Ветеринария.* 2006; (3): 33–8. <https://elibrary.ru/hugsjj>
- Шималов В.В. Загрязненность мелиоративных территорий экскрементами хищных млекопитающих, содержащими яйца и личинки гельминтов. *Паразитология.* 2007; 41(2): 137–145. <https://elibrary.ru/hzwchl>
- Моськина О.В., Малышева Н.С., Касаткина М.В., Шафранова Л.Н., Козлова И.И., Сергиев В.П. и др. Санитарное состояние почв территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение.* 2022; 11(3): 120–4. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2022-11-3-120-124> <https://elibrary.ru/dgbeao>

6. Самофалова Н.А., Малышева Н.С., Вагин Н.А. Контаминация яйцами *Toxocara* spp. почвы в г. Курске. В кн.: *Современные проблемы общей и прикладной паразитологии. Сборник научных статей по материалам XVI национальной научно-практической конференции памяти профессора В.А. Ромашова*. Воронеж; 2022: 99–105. https://doi.org/10.57007/9785907283979_2022_16_99-105 <https://elibrary.ru/vnervr>
7. Верета Л.Е. Обсемененность почвы яйцами токсокар в детских дошкольных учреждениях Москвы и ее источники. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 1984; (3): 19–22. <https://elibrary.ru/wksmjx>
8. Загайнова А.В., Юдин С.М., Абрамов И.А., Недачин А.Е., Асланова М.М., Лукашина М.В. и др. Определение перечня потенциально патогенных и патогенных микроорганизмов бактериальной, вирусной и паразитарной природы, циркулирующих в сточных и поверхностных водах. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2021; (2): 50–63. <https://doi.org/10.33092/0025-8326mp2021.2.50-63> <https://elibrary.ru/bacglw>
19. Загайнова А.В., Асланова М.М., Курбатова И.В., Ракова В.М., Федец З.Е., Пай Г.В. и др. Оптимизация методов санитарно-микробиологического и санитарно-паразитологического контроля сточных вод. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(5): 545–55. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-5-545-555> <https://elibrary.ru/ldubvv>
20. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году». М.; 2020.
21. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году». М.; 2021.
22. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году». М.; 2022.
23. Плеханова В.А. Проблема нормирования содержания кадмия в почве. *Вестник Казанского государственного энергетического университета*. 2010; 5(2): 55–9.
24. Рахманин Ю.А., Асланова М.М., Кузнецова К.Ю., Синицына О.О., Загайнова А.В. Способ пробоподготовки образцов почвы для определения цист лямблий и ооцист криптоспоридий. Патент РФ № 2640927; 2018.
25. Ракитина Д.В., Асланова М.М., Мания Т.Р. Методика выделения ДНК из образцов почвы. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(5): 567–71. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-5-567-571> <https://elibrary.ru/eddrnn>
29. Долбин Д.А., Агафонова Е.В., Смирнова Л.Р., Хазиева С.М. Пути улучшения качества лабораторной диагностики гельминтозов. *Казанский медицинский журнал*. 2007; 88(4): 398–402.
30. Бронштейн А.М., Токмалаев А.К. Паразитарные болезни человека, протозоозы и гельминтозы. М.: Изд-во РУДН, 2002. 207 с.
31. Асланова М.М., Кузнецова К.Ю., Синицына О.О., Загайнова А.В. О методическом обеспечении гигиенических нормативов по паразитологическим показателям в системе гигиенического мониторинга окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 980–2.

References

1. WHO. Control and prevention of geohelminthiasis in the countries of the WHO European region: A collection of reference and methodological materials; 2017. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/344110> (in Russian)
2. Sergiev V.P. Global problems of optimizing public health, The role of parasitic diseases. *Med. parazitol.* 1995(1): 3–7.
3. Arkhipov I.A., Avdanina D.A., Likhovina S.V. Helminthosis: of dogs and cats in big megalopolis in Russia. *Veterinariya*. 2006; (3): 33–8. <https://elibrary.ru/hugsjj> (in Russian)
4. Shimalov V.V. Contamination of meliorated territories by carnivore excrements contain eggs and larva of helminths (a study of problems of parasitic contamination). *Parazitologiya*. 2007; 41(2): 137–145. <https://elibrary.ru/hzwhcl> (in Russian)
5. Mos'kina O.V., Malysheva N.S., Kasatkina M.V., Shafranova L.N., Kozlova I.I., Sergiev V.P., et al. The soil sanitary condition in the study areas of Khanty-Mansi autonomous okrug – Yugra. *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie*. 2022; 11(3): 120–4. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2022-11-3-120-124> <https://elibrary.ru/dgbeao> (in Russian)
6. Samofalova N.A., Malysheva N.S., Vagin N.A. Contamination by eggs of *Toxocara* spp. Soils in Kursk. In: *Modern Problems of General and Applied Parasitology. Collection of Scientific Articles Based on the Materials of the XVI National Scientific and Practical Conference in Memory of Professor V.A. Romashov [Sovremennye problemy obshchey i prikladnoy parazitologii. Sbornik nauchnykh statey po materialam XVI natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii pamyati professora V.A. Romashova]*. Voronezh; 2022: 99–105. https://doi.org/10.57007/9785907283979_2022_16_99-105 <https://elibrary.ru/vnervr> (in Russian)
7. Vereta L.E. Insemination of the territory with *Toxocara* eggs in preschool institutions in Moscow and its sources. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*. 1984; (3): 19–22. <https://elibrary.ru/wksmjx> (in Russian)
8. Zagaynova A.V., Yudin S.M., Abramov I.A., Nedachin A.E., Aslanova M.M., Lukashina M.V., et al. Definition of the list of potentially pathogenic and pathogenic microorganisms of bacterial, viral and parasitic nature circulating in waste and surface waters. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*. 2021; (2): 50–63. <https://doi.org/10.33092/0025-8326mp2021.2.50-63> <https://elibrary.ru/bacglw> (in Russian)
9. Oliveira P.R.F., de Melo R.P.B., Sierra T.A.O., da Silva R.A., da Silva de Oliveira J.E., de Almeida B.G., et al. Investigation of soil contaminated with *Toxoplasma gondii* oocyst in urban public environment, in Brazil. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2021; 79: 101715. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2021.101715>
10. Amoah I.D., Singh G., Stenström T.A., Reddy P. Detection and quantification of soil-transmitted helminths in environmental samples: A review of current state-of-the-art and future perspectives. *Acta Tropica*. 2017; 169: 187–201. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.014>
11. Ferreira F.P., Caldart E.T., Freire R.L., Mitsuka-Bregano R., Freitas F.M., Miura A.C., et al. The effect of water source and soil supplementation on parasite contamination in organic vegetable gardens. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 2018; 27(3): 327–37. <https://doi.org/10.1590/S1984-296120180050>
12. Villafañe-Ferrer L.M., Pinilla-Pérez M. Intestinal parasites in children and soil from Turbaco, Colombia and associated risk factors. *Rev. Salud. Publica (Bogota)*. 2016; 18(1): 117–28. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n1.42471>
13. Choobineh M., Mikaeili F., Sadjadi S.M., Ebrahimi S., Iranmanesh S. Molecular characterization of *Toxocara* spp. eggs isolated from public parks and playgrounds in Shiraz, Iran. *J. Helminthol.* 2019; 93(3): 306–12. <https://doi.org/10.1017/S0022149X18000354>
14. Krämer F., Vollrath T., Schnieder T., Epe C. Improved detection of endoparasite DNA in soil sample PCR by the use of anti-inhibitory substances. *Vet. Parasitol.* 2002; 108(3): 217–26. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(02\)00199-1](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(02)00199-1)
15. López Ureña N.M., Chaudhry U., Calero Bernal R., Cano Alsua S., Messina D., Evangelista F., et al. Contamination of soil, water, fresh produce, and bivalve mollusks with *Toxoplasma gondii* oocysts: a systematic review. *Microorganisms*. 2022; 10(3): 517. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030517>
16. De Wit L.A., Kilpatrick A.M., VanWormer E., Croll D.A., Tershy B.R., Kim M., et al. Seasonal and spatial variation in *Toxoplasma gondii* contamination in soil in urban public spaces in California, United States. *Zoonoses Public Health*. 2020; 67(1): 70–8. <https://doi.org/10.1111/zph.12656>
17. Gao X., Wang H., Wang H., Qin H., Xiao J. Land use and soil contamination with *Toxoplasma gondii* oocysts in urban areas. *Sci. Total. Environ.* 2016; 568: 1086–91. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.165>
18. Gotteland C., Gilot-Fromont E., Aubert D., Poule M.L., Dupuis E., Dardé M.L., et al. Spatial distribution of *Toxoplasma gondii* oocysts in soil in a rural area: Influence of cats and land use. *Vet. Parasitol.* 2014; 205(3–4): 629–37. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.08.003>
19. Zagaynova A.V., Aslanova M.M., Kurbatova I.V., Rakova V.M., Fedets Z.E., Pay G.V., et al. Optimization of methods for sanitary-microbiological and sanitary-parasitological control of wastewater. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(5): 545–55. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-5-545-555> <https://elibrary.ru/ldubvv> (in Russian)
20. State report «On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2019». Moscow; 2020. (in Russian)
21. State report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2020». Moscow; 2021. (in Russian)
22. State report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2021». Moscow; 2022. (in Russian)
23. Plekhanova V.A. The problem of rationing cadmium content in soil. *Bulletin of the Kazan State Energy University*. 2010; 5(2): 1–5.
24. Rakhmanin Yu.A., Aslanova M.M., Kuznetsova K.Yu., Sinitsyna O.O., Zagaynova A.V. A method for sample preparation of soil samples for the determination of lamblia cysts and cryptosporidium oocysts. Patent RF № 2640927; 2018. (in Russian)
25. Rakitina D.V., Aslanova M.M., Maniya T.R. The method of DNA extraction from soil samples. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2022; 101(5): 567–71. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-5-567-571> <https://elibrary.ru/eddrnn> (in Russian)
26. Ozlati M., Spotin A., Shahbazi A., Mahami-Oskouei M., Hazratian T., Adibpor M., et al. Genetic variability and discrimination of low doses of *Toxocara* spp. from public areas soil inferred by loop-mediated isothermal amplification assay as a field-friendly molecular tool. *Vet. World*. 2016; 9(12): 1471–7. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.1471-1477>
27. Durant J.F., Ireng L.M., Fogt-Wyrwas R., Dumont C., Doucet J.P., Mignon B., et al. Duplex quantitative real-time PCR assay for the detection and discrimination of the eggs of *Toxocara canis* and *Toxocara cati* (Nematoda, Ascaridoidea) in soil and fecal samples. *Parasit. Vectors*. 2012; 5: 288. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-288>
28. Borecka A., Gawor J. Modification of gDNA extraction from soil for PCR designed for the routine examination of soil samples contaminated with *Toxocara* spp. eggs. *J. Helminthol.* 2008; 82(2): 119–22. <https://doi.org/10.1017/S0022149X07877522>
29. Dolbin D.A., Agafonova E.V., Smirnova L.R., Khazieva S.M. Ways to improve the quality of laboratory diagnosis of helminth infections. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2007; 88(4): 398–402.
30. Bronshteyn A.M., Tokmalaev A.K. *Human parasitic diseases, protozoa and helminthiasis*. M.: Peoples' Friendship University of Russia, 2002. 203 p.
31. Aslanova M.M., Kuznetsova K.Yu., Sinitsyna O.O., Zagaynova A.V. On methodological support of hygienic standards for parasitological indicators in the system of hygienic environmental monitoring. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2017; 96(10): 980–2.