

БИОБЕЗОПАСНОСТЬ УРБАНОЗЕМОВ. ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ И ПРОФИЛАКТИКИ ТОКСОКАРОЗА

О.Б. ЖДАНОВА^{1,2,3}, С.П. АШИХМИН³, Л.А. НАПИСАНОВА¹, Е.С. КЛЮКИНА⁴,
А.Г. МЕШАНДИН⁵, В.С. БОЛДЫРЕВ^{5*}, С.Ю. БОГОСЛОВСКИЙ⁵

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт паразитологии им. К.И. Скрабина, Москва, Россия; ²Пизанский университет, Пиза, Италия; ³ФБГОУ ВО Кировский государственный медицинский университет, Киров, Россия; ⁴ФБГОУ ВО 1-й Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, ⁵ФБГОУ ВО Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Токсокароз — инфекция, вызванная инвазированием личинками круглых гельминтов собак *Toxocara canis* или кошек *Toxocara cati*. *Toxocarosis* — один из самых опасных зоонозов плотоядных животных, так как инвазия вызывает у человека заболевание, которое может сопровождаться поражением печени, сердца, легких, мышц, глаз и головного мозга. И хотя токсокароз человека главным образом обусловлен *Toxocara canis* и *Toxocara cati* — основными разновидностями нематод собак и кошек, тем не менее в ряде областей также определенное число диких псовых и кошачьих могут быть заражены *Toxocara canis* и *Toxocara cati*. Эти популяции могут играть роль в поддержании паразита, а урбанизация диких животных способствует экологическому загрязнению почв. В настоящей работе заражение содержащихся в клетках пушных зверей и домашних собак нематодой *T. canis* было исследовано в некоторых областях России и Италии. Показано, что почва парков и детских площадок часто загрязняется яйцами токсокар. Несмотря на то, что животные как источник инфекции играют ведущую роль в человеческой инфекции, инвазия их токсокарой обычно протекает бессимптомно. На основании полученных данных делается вывод, что именно поэтому иммунологическая, гематологическая и копрологическая диагностика необходима у плотоядных животных. Кроме того, для предупреждения заболеваемости токсокарозом нужно проводить дезинфекцию почв.

Ключевые слова: токсокароз, почвы, заражение, дезинфекция, профилактика.

Введение

Почва и грунты представляют собой не только среду для производства продовольственных продуктов и предметов одежды, но и также являются источником питьевой воды. Помимо этого, земля является основной средой обитания человека. В связи с этим только чистая земля (чистые почва и грунт) служат одним из определяющих факторов здоровья человека. Однако большинство почв постоянно находится под воздействием деятельности человека, представленной в форме сельскохозяйственного производства, промышленности, добычи различных минералов, переработки мусорных отходов, накапливания загрязняющих веществ, образу-

ющихся первично в атмосферных выбросах при производстве тепла и энергии, промышленной деятельности, транспортного движения, сжигания мусора и т.д. В результате появляются новые виды грунта: урбаноземы и индустриземы.

Индустриземы представляют собой строго ограниченные территории, в то время как урбаноземы формируются на антропогенно нарушенных территориях и достигают огромных размеров в мегаполисах и прилегающей к ним территории. В этих почвогрунтах появляются инородные включения, имеющие искусственный гумусированный горизонт. В целом, городские почвы выполняют различные экологические функции, главные из которых: произрастание зеленых насаждений, способность адсорбировать в толще загрязняющие вещества, а также удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды и от поступления в виде пыли в городской воздух. Почва, находящаяся в экосистеме города, обладает как общими чертами некоторого профильного строения с зональными почвами, так и специфическими

© 2019 г. Жданова О.Б., Ашихмин С.П., Написанова Л.А., Ключкина Е.С., Мешандин А.Г., Болдырев В.С., Богословский С.Ю.

* **Автор для переписки:**

Болдырев Вениамин Станиславович

кандидат технических наук, доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана

E-mail: veniamin_bk@mail.ru

чертами: молодость профиля, преобладание насыпного слоистого сложения антропогенного происхождения с особенными включениями. Профиль городских почв часто растет вверх за счет антропогенного поступления материала. Основное отличие городских почв от зональных состоит в наличии диагностического горизонта «урбик» (от слова urbanus — город). Это — поверхностный насыпной, перемешанный горизонт, часть культурного слоя с примесью антропогенных включений (строительно-бытового мусора, промышленных отходов, отживших растений) более 5%, мощностью более 5 см. Его верхняя часть, как правило, гумусирована. Урбаноземы не только в большей степени подвергаются воздействиям человека, но и находятся с ним в наиболее тесном контакте. Именно почва городов способна накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например, тяжелые металлы, патогенные бактерии, споры грибов и простейших и яйца гельминтов, в частности, токсокар [1, 12]. Токсокароз — заболевание, вызываемое гельминтом токсокарой, имеет всемирное распространение, представляет опасность для человека, особенно для маленьких детей. Это паразитарное заболевание, вызываемое миграцией личинок аскарид животных семейства псовых (*T. canis*). Характеризуется длительным рецидивирующим течением, иммунопатологическими и полиорганными поражениями.

Биологическая систематика паразита: Тип — круглые черви; Класс: *Nematoda*; Отряд: *Spirurida*; Семейство: *Anisakidae* (*Toxocaridae*); Род: *Toxocara*; Вид: *Toxocara canis*, *Toxocara mystax*.

Toxocara canis — нематода средней величины, самцы длиной 5–10 см, самки 10–18 см. На головном конце имеется три губы и кутикулярные крылья. Между пищеводом и кишечником имеется так называемый желудочек, являющийся характерным признаком представителей семейства *Anisakidae*. Яйца средней величины (0,068–0,085×0,064–0,072 мм), слегка овальной формы, желтоватого цвета, незрелые; наружная оболочка яиц ячеистая [10]. Впервые возможность паразитирования у человека несвойственных ему видов аскарид предположил F. Fülleborn в 1921 г. [6, 12]. Средняя пораженность кишечным токсокарозом собак, обследованных на различных континентах, составляет свыше 15%, но в некоторых регионах достигает 93%. По данным сероэпидемиологических исследований, от 2 до 14% обследованных практически здоровых лиц в различных очагах токсокароза имеют положительные иммунологические реакции на токсокароз. У человека паразитирует исключительно личиночная стадия: у зараженных

токсокарами чаще наблюдаются аллергические реакции на шерсть животных, бронхиальная астма, лихорадка, свистящее дыхание, кашель, гепатомегалия, поражение органов зрения с возможным развитием слепоты [6, 9]. В средней полосе РФ яйца токсокар могут сохраняться жизнеспособными в почве в течение всего года, хорошо перезимовывая под снегом. При температуре ниже -15 °С яйца не развиваются и находятся в состоянии анабиоза. Период развития яиц длится около 5 месяцев (с мая по сентябрь), когда температура и влажность почвы благоприятны. Яйца токсокар сохраняются в почве жизнеспособными в течение нескольких лет в связи с их устойчивостью к различным физическим и химическим факторам. К.И. Скрябин находил живые яйца токсокар даже после одиннадцатилетнего хранения их в 3% растворе формалина [6]. Исходя из вышесказанного, очевидно, что почвы играют огромную роль в современных экосистемах. Исследованию почв городов, в том числе паразитологическому, давно уделяется большое внимание в России и за рубежом.

Основными задачами эколого-паразитологического мониторинга почв является изучение особенностей формирования структуры почв, комплексов показателей различных свойств и загрязнений, аккумулирующихся в верхнем слое почвы и включающихся в почвенно-обменные процессы. Цель данной работы заключается в оценке степени риска заражения человека токсокарозом через домашних и диких животных (плотоядных).

Материалы и методы

Проведены иммунологические (иммуноферментный анализ — ИФА, реакция кольцепреципитации в капилляре — РКПК) и гельминтологические исследования по Фюллеборну и Котельникову — Хренову (в модификации ВИГИС им. К.И. Скрябина) в России и в Италии. Исследовано 150 проб сыворотки псовых доноров, любезно предоставленных сотрудниками ветеринарных лабораторий Пизанского университета, российских зверохозяйств (Вятка, биостанция ВНИИОЗ), владельцами животных и врачами цирков. Выявление яиц гельминтов в фекалиях плотоядных и в почве проводили в городах (Москве, Кирове, Флоренции, Пизе, Ливорно и др.) и в пригородах методом флотации по Фюллеборну. Помимо исследования обезличенных фекалий, исследовали почву на территории парков, скверов, детских площадок, пляжей. Пробы почвы брали в 10 местах по 10 г с территории объекта, как с поверхности (1–2 см), так и с глубины (8–10 см).

Результаты и обсуждение

В Москве и Московской области среди 1847 служебных собак в возрасте от 1 до 9 лет токсокароз выявили у 2,3% животных, при общей их зараженности гельминтами 28,2%. У цирковых животных обнаруживали преимущественно *T. cati*, экстенсивность инвазии (ЭИ) составила 1,2%. При изучении обсемененности почвы из песочниц дворовых площадок в Москве в начале XXI века было установлено, что в 52,5% случаев они загрязнены яйцами токсокар, однако более поздние исследования (2015–2018 гг.) показали резкое снижение наличия яиц в пробах до 4–5% [5, 9]; в различных пробах городов Италии яйца токсокар обнаружить не удалось. Хотя собаки часто заражаются при интенсивности инвазии (ИИ) средней степени, подтвержденными в ИФА: более 15% проб от 135 собак-доноров (любезно предоставленными сотрудниками Пизанского университета) были положительными. С одной стороны, это можно объяснить тем, что высокая температура в городах Италии (более 45 °С) и длительное солнечное излучение являются губительными для яиц; с другой стороны, как правило, после 6–8 месяцев яйца с фекалиями собак не выделяются, а щенки владельцы предпочитают не выгуливать на улицах. При проведении копроовоскопических исследований в обезличенных пробах яйца токсокар обнаруживали в 15,5%, однако в пробах фекалий от пушных зверей, содержащихся в клетках, этот показатель возрастал более чем на 90% до плановой дегельминтизации; через несколько дней после нее он снижался у дегельминтизированного поголовья. По всей видимости, это связано с тем, что в хозяйствах исследовали молодняк до 6 месяцев, а возраст животных при исследовании обезличенных фекалий установить не представляется возможным. К сожалению, следует отметить, что владельцы зверохозяйств неохотно идут на контакт и отказываются проводить дальнейшие исследования, направленные на борьбу с токсокарозом. Хотя ранее яйца токсокар находили в фекалиях всех животных зверохозяйств (песцы, серебристо-черные и рыжие лисицы и др.) и лишь у кунных (хорь и норка) яйца не были обнаружены [5]. В РКПК положительно реагировали 35% проб сыворотки крови плотоядных животных в зверохозяйствах, за исключением кунных [5, 6, 12]. Кристаллоскопический анализ сыворотки не отличался от здоровых животных, в отличие от такового при трихинеллезе и аляриозе, при которых наблюдали изменение как основных, так и дополнительных параметров [7].

Проведенный анализ показал, что климатические и почвенные условия средней полосы РФ являются более благоприятными для развития яиц гельминтов, чем почвы Италии; поэтому проблеме биологического загрязнения почвы и ее дегельминтизации необходимо уделять особое внимание. Оптимальными для развития яиц представляются глинистые, влагоемкие почвы, температура 24–30 °С, относительная влажность воздуха 85%, почвы — выше 20%. При этих условиях личинка в яйце развивается за 5–8 суток. Длительность развития личинки до инвазионной стадии определяется главным образом температурой почвы (обычно имеется в виду температура на глубине 5–10 см, где концентрируется основная масса яиц). Нижний температурный порог развития яиц токсокар +10–13 °С, при температуре +37 °С яйца погибают через 5 суток, а при +55 °С — в течение 7 мин. Для развития яиц до инвазионной стадии требуется 160–183 градусо-суток. При среднесуточной температуре, например, +13–18 °С, на это потребуется около 36 суток, а при температуре +25 °С — около 15 суток. Отмирание яиц начинается при температуре ниже -15 °С. Минимальная относительная влажность почвы для развития яиц токсокар составляет 5–8%, развитие яиц токсокар является фотозависимым процессом, яйца токсокар не могут развиваться успешно в темноте, однако прямые солнечные лучи оказывают на них губительное действие [4, 12, 14]. В средней полосе РФ яйца могут сохраняться жизнеспособными в почве в течение всего года, хорошо перезимовывая под снегом. При температуре ниже -15 °С яйца не развиваются и находятся в состоянии анабиоза. Период развития яиц длится около 5 месяцев (с мая по сентябрь), когда температура и влажность почвы благоприятны. Яйца токсокар сохраняются в почве жизнеспособными в течение нескольких лет. Таким образом, встает вопрос о дезинвазии урбаноземов. Однако большинство используемых дезинфектантов либо не действует на яйца токсокар, либо необходимо использовать их повышенные концентрации: так, например, в 3%-ном растворе формалина яйца сохраняются живыми до 11 лет [3, 6, 13].

Учитывая высокую устойчивость яиц в растворах дезинфектантов, мы предприняли попытку дезинвазии урбаноземов производным азотистоводородной кислоты — азидом натрия ($Na - N = N^+ = N^-$). Для этого в 0,1–0,5% раствор азиды натрия вносили яйца токсокар и наблюдали за их развитием. Была отмечена гибель 30% яиц в первые сутки и 63% во вторые сутки инкубирования в растворе 0,3%-ного азиды натрия, в 0,1%-ном растворе яйца оставались без изменений в

течение недели. Однако на 5–7-е сутки темным стало и содержимое яиц, а бластомеры не просматривались. На 14-е сутки начался процесс изменения (искривление, деформация) формы оболочек яиц. Содержимое яиц по-прежнему было темного цвета и не дифференцировалось. Наличие вышеописанных изменений яиц этой серии эксперимента явилось основанием для предположения об их нежизнеспособности.

Следовательно, теоретически 0,1%-ный раствор азид натрия можно рекомендовать для дегельминтизации почвы в местах скопления фекалий собак и кошек. Однако возникает необходимость проверки безопасности препарата для газонных растений и полезной почвенной микрофлоры. В то же время, принимая во внимание то, что гибель более чем 90% яиц через 24 часа происходит только в 0,3%-ном растворе, такой раствор азид натрия можно рекомендовать для дезинвазии фекалий больных токсокарозом животных. В результате проведенных исследований установили высокую эффективность растворов производных азотистоводородной кислоты при относительной безопасности применения их для растений и почвенной микрофлоры. Сроки дезинвазии необходимо рассчитывать, исходя из того, что средняя продолжительность жизни половозрелых особей *Toxocara canis* составляет 4 месяца, максимальная – 6. Самка *Toxocara canis* откладывает более 200 тысяч яиц в сутки, которые выделяются в окружающую среду незрелыми и неинвазионными. Срок созревания яиц зависит от температуры окружающей среды и влажности, в почве они длительное время сохраняют жизнеспособность и инвазионность. В средней полосе РФ яйца токсокар могут сохраняться жизнеспособными в почве в течение всего года, хорошо перезимовывая под снегом. При температуре ниже -15°C яйца не развиваются и находятся в состоянии анабиоза. Период развития яиц длится около 5 месяцев (с мая по сентябрь), когда температура и влажность почвы особенно благоприятны.

Таким образом, дезинвазия урбаноземов в данный период позволит снизить количество инвазионных личинок [1–3]. Снижение степени паразитарного загрязнения урбаноземов даст возможность внести существенный вклад в решение проблемы биобезопасности и паразитарного благополучия населения. Поэтому проводятся исследования по поиску и разработке современных дезинфектантов с достаточным уровнем биобезопасности [11, 15]. При проведении сравнительных полевых исследований с другими дезинфектантами (96% спирт, 4% формалин, растворы карболовой кислоты, спирта) установлено, что наибольшей эффективностью обладал азид натрия в 0,3%-ной концентрации [1, 6]. Следовательно, теоретически азид

натрия можно рекомендовать для дегельминтизации почвы в местах утилизации фекалий плотоядных и грызунов. Однако возникает необходимость проверки безопасности препарата для газонных растений и полезной почвенной микрофлоры. С этой целью были проведены несколько опытов на микроделянках площадью 1 м^2 , урбаноземах г. Кирова в пригородах до 20 км от города и более 20 км. На подготовленные участки в городе высевали смесь газонных трав «SPORT», в пригородах использовали посеvy лядви́нца рогатого и газонных трав «спорт», в удаленных районах исследовали действие на аборигенные травы. До посева и во время вегетации проведена обработка соответствующих вариантов раствором азид натрия 0,3% и 0,5%; 0,5% карболовой кислоты, 4% формалина и спирта.

Исходя из результатов микроделяночного опыта, проведенного в городе, применение азид натрия в концентрации 0,5% нельзя считать безопасным для флоры высших растений, хотя почвенные микробиоценозы угнетения не испытывают; наоборот, наблюдается стимуляция размножения различных групп микроорганизмов: бактерий-аммонификаторов, микромицетов, водорослей и цианобактерий, остальные дезинфектанты действуют губительно и на аборигенную микрофлору. Одним из путей, снимающих стрессовое воздействие азид натрия на высшие растения, может быть предварительная обработка почвы данным препаратом в концентрациях, не превышающих 0,3%, до посева семян и внесение инокулята цианобактерий [6].

Заключение

На основании полученных данных исследования делается заключение, что снижение степени паразитарного загрязнения урбанизированных территорий Российской Федерации позволит внести существенный вклад в решение проблемы профилактики токсокароза. Поэтому необходимо продолжить исследования по поиску и разработке современных дезинфектантов с достаточным овицидным уровнем.

Литература

1. Ашихмин С.П., Мартусевич А.К., Жданова О.Б. Азид натрия: некоторые физико-химические свойства и потенциальное место в дезинфектологии // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 4. – С. 43–45.
2. Горохов В.В., Самойловская Н.А., Успенский А.В., Кленова И.Ф., Пешков Р.А., Пузанова Е.В., Москвин А.С. Прогноз по основным гельминтозам животных на

- территории России // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. — 2015. — № 16. — С. 115–116.
3. Горохов В.В., Успенский А.В., Малышева Н.С., Самофалова Н.А., Малышева Е.В., Власов Е.А., Гладких К.А. Паразитарные зоонозы: состояние проблемы // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. — 2012. — № 1. — С. 56–61.
 4. Довгалёв А.С., Щучинова Л.Д., Успенский А.В., Паутов Е.А., Астанина С.Ю. Эпизоотолого-эпидемиологическое и экологическое районирование — элемент системы обеспечения благополучия территории по токсокарозу (на примере Республики Алтай) // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. — 2016. — № 3. — С. 48–52.
 5. Жданова О.Б. Паразитозы плотоядных (патогенез, иммуноморфология и диагностика): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Всероссийский НИИ гельминтологии им. К.И. Скрябина, Москва, 2007. — 43 с.
 6. Жданова О.Б., Ашихмин С.П., Написанова Л.А., Аббасова С.В., Ястреб В.Б. Токсокароз человека и животных. Современный подход к обеспечению биобезопасности почв. (Монография). — Киров, 2018. — 89 с.
 7. Мартусевич А.К., Жданова О.Б. Особенности свободного кристаллогенеза мочи здоровых и зараженных гельминтами грызунов // Труды Всероссийского НИИ гельминтологии им. К.И. Скрябина. — 2007. — Т. 45. — С. 153.
 8. Масленникова О.В., Жданова О.Б., Мартусевич А.К., Ашихмин С.П., Клюкина Е.С. Распространение *Alaria alata* в Кировской области и некоторые особенности ее сокристаллизации с растворами дезинфектантов // Российский паразитологический журнал. — 2010. — № 3. — С. 73–76.
 9. Успенский А.В. Перспективы развития паразитологии в России // Ветеринария и кормление. — 2017. — № 2. — С. 20–23.
 10. Успенский А.В., Косминков Н.Е. К вопросу номенклатуры возбудителей гельминтозов и вызываемых ими болезней у животных // Российский паразитологический журнал. — 2009. — № 1. — С. 10–14.
 11. Ястреб В.Б., Белоусов М.Н. Ветеринарно-санитарные проблемы содержания собак и кошек в г. Москве / Тезисы докладов научно-практического совещания «Паразитарное загрязнение мегаполиса Москвы». — М., 1994. — С. 53–54.
 12. Genche M., Trald G., Genche C. *Parassitologia veterinaria*. — Casa Ambrosiana, 2015. — 360 p.
 13. Harley J.W. *Veterinary Hematology. A diagnostic Guide*. — St. Louis, Missouri, 2012. — 360 p.
 14. Schaer M. *Clinical medicine of the Dog and cat*. (2nd edition). — Gainesville, Florida, USA, 2012. — 605 p.
 15. Taylor M.A., Coop R.L. *Veterinary parasitology* (2nd edition). — Blackwell Publishing, USA, 2014. — 209 p.

BIOSAFETY OF URBAN SOIL. PROSPECTS OF PERFECTION OF DIAGNOSTICS AND PREVENTION OF TOXOCARIASIS

O.B. ZHDANOVA^{1,2,3}, S.P. ASHIHMIN³, L.A. NAPISANOVA¹, E.S. KLIUKINA⁴,
A.G. MESHANDIN⁵, V.S. BOLDYREV⁵, S.Yu. BOGOSLOVSKII⁵

¹All-Russian Scientific Research Institute of Helminthology named after Skriabin K.I., Moscow, Russia; ²University of Pisa, Pisa, Italy; ³Kirov State Medical University, Kirov, Russia; ⁴I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; ⁵Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Toxocariasis is an infection caused by the infestation of the larvae of round helminths of *Toxocara canis* dogs or *Toxocara cati* cats. Toxocariasis is one of the most dangerous zoonoses of carnivorous animals, since invasion causes a disease in humans that can be accompanied by damage to the liver, heart, lungs, muscles, eyes and brain. Although human toxocariasis is mainly caused by *Toxocara canis* and *Toxocara cati* — the main species of dog and cat nematodes, nevertheless, in some areas also a certain number of wild canine and feline can be infected with *Toxocara canis* and *Toxocara cati*. These populations can play a role in maintaining the parasite, and the urbanization of wild animals contributes to environmental pollution of the soil. In the present work, the infection of the nematode *T. canis* contained in cages of fur-bearing animals and domestic dogs was investigated in some regions of Russia and Italy. It is shown that the soil of parks and playgrounds is often polluted by toxocara eggs. Despite the fact that animals as a source of infection play a leading role in human infection, their invasion with toxocara is usually asymptomatic. Based on the data obtained, it is concluded that this is why immunological, hematological and scatological diagnostics is necessary in carnivorous animals. In addition, to prevent the incidence of toxocariasis, it is necessary to disinfect the soil.

Keywords: toxocariasis, soil, disinfection, prophylaxis.