

Дубина И.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», г. Минск

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОГИСТОХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ (ЦИТОМОРФОЛОГИИ) ЯИЦ ГЕЛЬМИНТОВ ПЛОТОЯДНЫХ ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЗИНВАЗИИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Резюме

Санитарно значимые виды гельминтов домашних плотоядных обладают сложной морфобиохимической структурой, не позволяющей большинству химических соединений проникать внутрь яйца. Установлено полное отсутствие дезинвазионных свойств в отношении яиц *Toxocara canis* и *Taenia* spp. препаратов, относящихся к группе окислителей (перекись водорода и перманганат калия 1–30 %), щелочей (гидроокись натрия 1–3 %). Отсутствием овоцидных свойств в отношении яиц токсокар и тениид характеризуется и гипохлорит натрия, полученный электрохимическим способом, с концентрацией активного хлора менее 7 мг/л. Снижение влажности среды за счет санитарных средств на минеральной основе до 40,0 % приводит к прекращению развития яиц токсокар и 100%-ной их гибели в течение 7 дней. При влажности почвы ниже 8,0 % спустя 48 часов отмечалось развитие необратимых изменений морфологической структуры у 100 % яиц.

Ключевые слова: гельминты, яйца, морфология, внешняя среда, дезинвазия, *Toxocara canis*, *Taenia* spp.

Summary

Sanitary significant types of helminths of domestic carnivores have a complex morphobiochemical structure that does not allow most chemical compounds to penetrate into the egg. The complete absence of disinfection properties was established with respect to eggs of *Toxocara canis* and *Taenia* spp. preparations belonging to the group of oxidants (hydrogen peroxide and potassium permanganate 1–30 %), alkalis (sodium hydroxide 1–3 %). The absence of ovocidal properties in relation to toxocara eggs is also characterized by sodium hypochlorite obtained by the electrochemical method, with an active chlorine concentration of less than 7 mg/l. A decrease in the humidity of the environment due to sanitary products on a mineral basis to 40.0 % led to the cessation of the development of toxocara eggs and their 100% death within 7 days. With soil moisture below 8.0 %, after 48 hours, the development of irreversible changes in the morphological structure of 100 % of the eggs was noted.

Keywords: helminths, eggs, morphology, external environment, disinfestation, *Toxocara canis*, *Taenia* spp.

Поступила в редакцию 30.11.2021 г.

ВВЕДЕНИЕ

Проведенные нами исследования по оценке санитарно-гельминтологического состояния окружающей среды на территории Республики Беларусь позволили идентифицировать 15 эколого-номенклатурных единиц инвазионного начала гельминтов домашних плотоядных (собак, кошек), к которым может относиться более 26 видов гельминтов: род *Toxocara*, род *Toxascaris*, семейство *Ancylostomatidae*, род *Trichocephalus*, семейство *Capillariidae*, род *Strongyloides*, семейство *Taeniidae*, род *Dipylidium*, семейство *Diphyllobothriidae*, род *Mesocostoides*, род *Opisthorchis*, род *Pseudamphistomum*, род *Alaria*, род *Rossicotrema*, род *Metorchis* [1, 2, 3].

Интенсивность контаминации внешней среды инвазионным началом плотоядных напрямую зависит от уровня урбанизации и может быть разделена на 3 группы: 1-я группа – населенные пункты с низкой урбанизацией (от 3 до 20 тыс. человек) – интенсивность контаминации внешней среды 4–52,6 %; 2-я группа – населенные пункты со средней урбанизацией (от 30 до 150 тыс. человек) – интенсивность загрязнения почвы 11–39,1 %; 3-я группа – населенные пункты с высокой урбанизацией (свыше 300 тыс. населения) – контаминация внешней среды на уровне 4,0–51,3 %.

Как показывают наши исследования, активная урбанизация способствует

увеличению биологической емкости среды обитания для безнадзорных животных. Установлена высокая степень встречаемости инвазионного начала, относящегося как к геогельминтам, так и биогельминтам. Преобладающим видом гельминта из группы геогельминтов, яйца которого имеют широкое распространение в образцах почвы населенных пунктов как с низкой, так и с высокой интенсивностью урбанизации, является *Toxocara spp.* Яйца гельминтов рода *Toxocara* были выявлены в 34,28–37,45 % положительных проб. Из группы биогельминтов наибольшее распространение имеют яйца тениидного типа – *Taenia spp.* (11,42–18,54 % положительных проб) [4].

Таким образом, поскольку гельминты, относящиеся к видам *Toxocara spp.* и *Taenia spp.*, являются зоонозными, создается реальная угроза передачи инвазионного начала от животных к человеку.

Дезинвазия внешней среды является одним из основных этапов в комплексе мероприятий по профилактике и ликвидации гельминтозов животных и человека.

В настоящее время на рынке предлагается большой перечень дезинфектантов, относящихся к различным группам действующих веществ. Однако только отдельные препараты содержат в инструкции информацию по эффективности в отношении инвазионного начала. Для разработки эффективных средств дезинвазии внешней среды необходимо понимать морфологическую и гистохимическую структуру инвазионного начала – яиц гельминтов, что позволит подбирать действующие компоненты, оказывающие наиболее глубокое повреждающее действие на структуру яиц, при максимальной экологичности.

Целью данной работы являлось изучение гистохимических и морфологических особенностей яиц гельминтов плотоядных животных, имеющих наибольшее санитарное значение на урбанизированных территориях республики, для разработки наиболее эффективных средств дезинвазии внешней среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью более глубокого изучения морфологических и гистохимических особенностей инвазионного начала были выбраны яйца гельминтов рода *Toxocara* – *Toxocara canis* и рода *Taenia* – *Taenia pisiformis*, *Taenia hydatigena*. Оценка структурно-морфологических особенностей инвазионного начала гельминтов проводилась при получении яиц от экспериментально и спонтанно инвазированных животных, а также при отмывании яиц из контаминированных образцов почвы.

Чистую взвесь яиц гельминтов получали от экспериментально инвазированных щенков в возрасте 2 месяцев, содержащихся в условиях клиники кафедры паразитологии УО ВГАВМ [5].

Изучали морфологические особенности яиц при микроскопии нативных препаратов и после их обработки искусственным желудочным соком. Использовали дифференциальное окрашивание мембран малахитовым зеленым, а также проводили гистохимическое исследование оболочек и внутреннего содержимого яиц *Toxocara canis* и *Taenia spp.* [1, 5, 6].

Микроскопия осуществлялась с помощью микроскопа OLIMPUS BX 41 с системой визуализации.

Гистологические препараты готовились в условиях научной лаборатории и кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» путем заливки взвеси культуры яиц гельминтов в парафин и последующего нарезания препаратов на санном микротоме. Полученные препараты окрашивали гематоксилин-эозином, а также суданом III [7, 8, 9, 10].

Всего подвергнуто исследованию более 700 яиц различных видов гельминтов: *Toxocara canis* – 350 шт., *Taenia spp.* (*T. pisiformis*, *T. hydatigena*) – 400 шт.

Также после подкрашивания яиц малахитовым зеленым выполнялась микроскопия в ультрафиолетовом спектре при длине волны 180 нм.

В процессе выполнения исследований было использовано следующее лабораторное оборудование: микроскоп OLIMPUS BX 41, лабораторная центрифуга ЦЛМН P10-01, лабораторная центрифуга MINISPIN, термостат ТС-1/80-СПУ, рН-метр Hanna с электродами HI 1139, весы лабораторные электронные CPA 224S, термометр электронный Hanna, прибор измерительный ПОИНТ ПИ-002.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Визуальная оценка через световой микроскоп свежевыделенных (неинвазионных) яиц *Toxocara canis* позволила подтвердить наличие яиц округлой формы 75–90 мкм в диаметре желто-коричневого цвета, покрытых толстой многослойной ячеистой оболочкой, содержащих одну крупную зародышевую клетку, заполняющую все пространство яйца (рисунок 1).

В почве при температуре от плюс 12 °С до плюс 36 °С и влажности не ниже 4–8 % оплодотворенные яйца созревают, проходя стадии бластомера (рисунок 2),



Рисунок 1. – Неинвазионное яйцо *Toxocara canis*, заполненное зародышевой клеткой (нативный препарат, ×600)

морулы и, наконец, личинки (рисунок 3). Оптимальной для развития яиц токсокар является температура от плюс 24,0 °С до плюс 32,0 °С, при которой полное развитие яиц происходит в течение 7–10 суток при 3,0–4,5 % погибших яиц. Повышение температуры неблагоприятно сказывалось на развитии яиц *T. canis*. Температура плюс 37,0–40,0 °С вызывала гибель 100 % яиц токсокар спустя трое (инвазионные яйца) и четверо (неинвазионные яйца) суток после начала культивации. При температуре плюс 15,0–16,0 °С для полного развития яиц токсокар потребовалось 107 суток. Понижение температуры (ниже плюс 15 °С) останавливало развитие яиц токсокар на стадии 4 бластомеров при сохранении ими высокой жизнеспособности. Понижение температуры до плюс 2,0–3,0 °С способствовало практически полной остановке развития яиц [1, 11].

После того, как личинка совершит линьку и превратится в личинку в чехлике, яйцо становится инвазионным (рисунок 3).

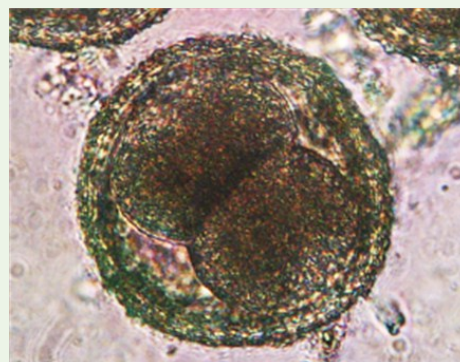


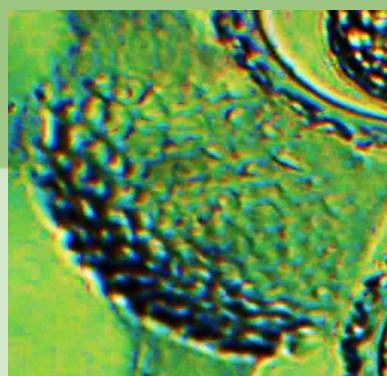
Рисунок 2. – Яйцо *Toxocara canis* с развившимися бластомерами (нативный препарат, ×600)



Рисунок 3. – Инвазионное яйцо *Toxocara canis*, содержащее личинку (нативный препарат, ×600)

Исследование яиц при гистохимической окраске, а также под сканирующим электронным микроскопом показывает, что наружная оболочка яйца *Toxocara canis*

nis достаточно толстая (32–37 нм), сильно ячеистая, хорошо выражены отдельные вдавливания, равномерно распределяющиеся по всей поверхности яйца (рисунки 4, 5).



а – гистосрез оболочки яйца, $\times 600$; б – поверхность оболочки яйца, $\times 600$
Рисунок 4. – Оболочка яйца *Toxocara canis* после окраски суданом III



а – микроскопия в ультрафиолетовом свете; б – сканирующая микроскопия [12]
Рисунок 5. – Ячеистость оболочки яиц *Toxocara canis*

Наличие ячеистой структуры у внешней оболочки яиц токсакар, на наш взгляд, позволяет им осуществлять функции запаса воды и поглощения питательных веществ для обеспечения нужд зародышевой клетки.

При детальном изучении морфологии оболочки яйца *Toxocara canis* можно отметить полное отсутствие какой-либо сосудистой системы, поэтому мы полагаем, что поступление питательных веществ (а значит и дезинвазирующих комплексов) к зародышевой клетке может происходить только за счет диффузии (проникновения одного вещества в другое). Следовательно, необходима система, помогающая проникновению питательных веществ и воды из внешней среды в яйца гельминта. Наружный слой оболочки, по нашему мнению, действует как насос, забирая воду и пита-

тельные вещества из почвы и воздуха. Поглощение и испарение воды регулируется порами в оболочке. На гистосрезах оболочки яиц хорошо видно, что ячейки пронизывают только внешний слой, доходя до среднего слоя (рисунки 4, 5, 6, 7).

Средний блестящий слой – тонкая светлая яркая однородная полоска (рисунок 8), не имеющая клеточной структуры. Поглощенные с помощью ячеек вещества доходят до среднего слоя и дальше проникают в ткани яйца благодаря диффузии.

Гистохимическое исследование с использованием окраски гематоксилин-эозином, суданом III позволяет утверждать, что вещество, формирующее оболочку яйца, по своей природе является сложным белково-липидным комплексом – липопротеидом (рисунки 4, 6, 7). Окраска яиц *Toxocara canis* гематоксилин-эозином

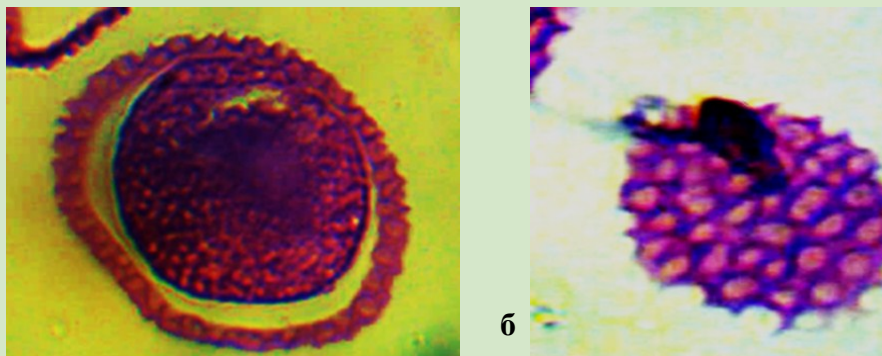
придает оболочке яйца и зародышевой клетке интенсивно красный цвет (рисунок 6). При этом в оболочке эозинофильно окрашивается только наружный слой. Из-за отсутствия окраски у внутренних слоев оболочки при гистохимическом исследовании с использованием гематоксилин-эозина на препарате возникает пустое пространство между оболочкой и зародышевой клеткой.

Обычно эозинофильные структуры представляют собой белковые комплексы.

Следовательно, наружная оболочка и зародышевая клетка яйца содержат значительное количество белкового вещества.

При окраске яйца *Toxocara canis* суданом III ткани зародышевой клетки интенсивно воспринимают краску, приобретая хорошо выраженный желтый цвет, что свидетельствует о большом содержании липидов (рисунок 7).

Оболочка яиц *Toxocara canis* также хорошо воспринимает окраску суданом III (рисунки 4, 7).



а – гистосрез тканей яйца, $\times 600$; б – поверхность оболочки яйца, $\times 600$

Рисунок 6. – Ткани яйца *Toxocara canis* после окраски гематоксилин-эозином

Изучение цитоморфологических особенностей яиц *Toxocara canis* после их окраски малахитовым зеленым позволяет установить наличие сложной структуриро-

ванности оболочки яйца, состоящей из не менее чем 5 слоев, характеризующихся различной степенью прокрашивания (рисунок 8).

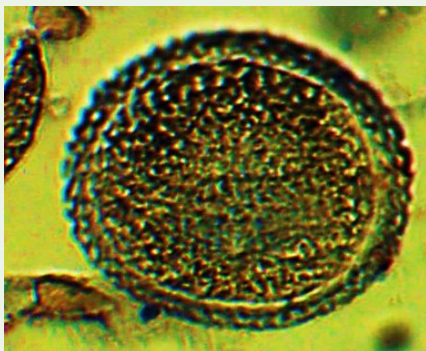


Рисунок 7. – Гистосрез яйца *Toxocara canis*, окрашенного суданом III, $\times 300$

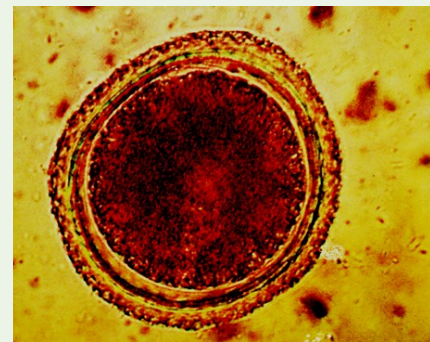


Рисунок 8. – Неинвазионное яйцо *Toxocara canis*, окрашенное малахитовым зеленым, $\times 600$

Таким образом, оболочка яйца *Toxocara canis* – это многослойный сложный биохимический комплекс, состоящий из следующих слоев:

- наружная оболочка липидно-белковая – прозрачная и бесцветная (в период на-

хождения яйца в половых органах гельминта), приобретает темно-желтую окраску и становится непрозрачной при выходе яйца в кишечник хозяина, так как окрашивается фекальным пигментом – именно она контактирует со внешней средой;

- средняя оболочка (блестящая) – трехслойная глянцевиная;

- внутренняя оболочка яиц липидная – многослойная, гладкая, прозрачная и бесцветная. Важнейшая задача этого слоя – обеспечивать влагопроницаемость, но задерживать органические вещества и соли.

Промежуток между зародышевой клеткой и внутренним слоем заполнен тонкой пластинчатой базальной мембраной (рисунки 4, 8), которая образована аморфным веществом и микроэлементами. Эта мембрана выполняет ряд важных функций:

- является основным барьером для проникновения инородных веществ в яйцо, в том числе и дезинвазирующих. Через нее могут пройти либо очень мелкие молекулярные препараты, либо масла и жирорастворимые вещества;

- проводит питательные вещества и кислород к зародышевой клетке или сформировавшейся личинке, а также выводит продукты их жизнедеятельности.

Такая мощная защита позволяет защищать зародышевую клетку, а в последующем – и развивающуюся личинку от повреждающих факторов внешней среды. Почва и трава высыхают, превращаются в пыль, которая может подниматься в воздух и рассеиваться на десятки метров. Вместе с пылью распространяются яйца токсокар. У яиц очень плотная оболочка, позволяющая им выживать в самых неблагоприятных условиях. Они могут сохранять жизнеспособность в течение нескольких лет.

Яйца тениидного типа – *Taenia spp.* – также обладают сложной морфологической структурой.

Следует учитывать, что яйца различных видов тениид (*Taenia pisiformis*, *Taenia hydatigena*, *Echinococcus granulosus*, *Alveococcus multilocularis* и др.) практически не различимы.

При изучении свежесыведенных яиц *Taenia spp.* в нативном препарате отмечено, что они округлые или овальные, размером 30–40 мкм, покрыты тонкой прозрачной оболочкой без выраженной внешней окраски. Внутри яйца находится округлая онкосфера диаметром 29–30 мкм (рисунок 9).

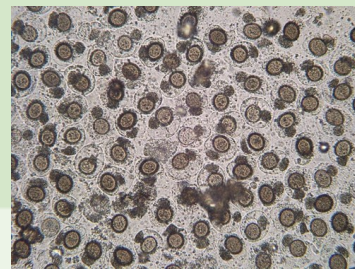
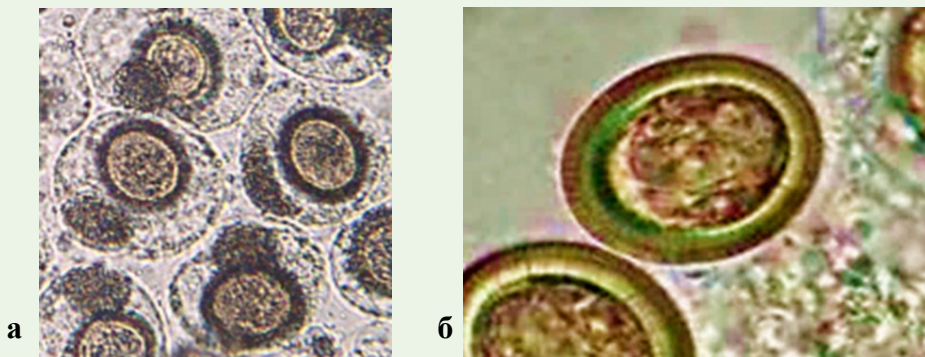


Рисунок 9. – Яйца тениидного типа *Taenia hydatigena* (нативный препарат, ×200)

Во внешней среде наружная (хорионовая) оболочка яйца быстро разрушается, и при последующем микроскопировании видны только онкосферы (рисунки 10, 11). В связи с этим при изготовлении препаратов с яйцами тениидного типа фактически получаем препараты из онкосфер тениид.



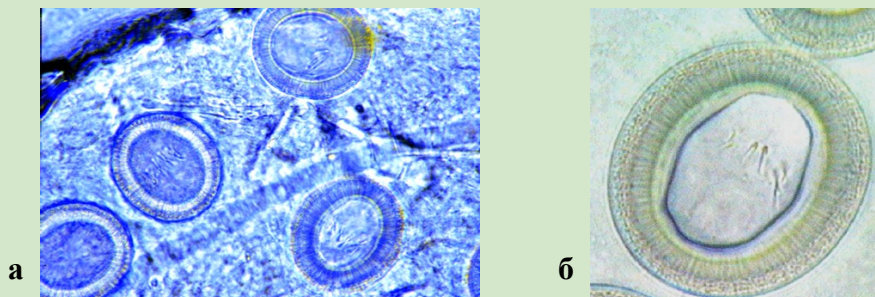
а – онкосфера, окруженная яйцевой оболочкой, ×400;
б – онкосфера, лишенная яйцевой оболочки, ×600

Рисунок 10. – Онкосфера *Taenia spp.*

Внутри онкосферы содержится зародышевая клетка – гексакантный эмбрион, снабженный тремя парами эмбриональных крючьев (рисунок 11).

При окраске яиц *Taenia spp.* малахитовым зеленым и последующем исследова-

нии в ультрафиолетовом свете хорошо просматривается двухконтурная желто-коричневого цвета гладкая поперечно исчерченная оболочка онкосферы – эмбриофор (рисунок 11).



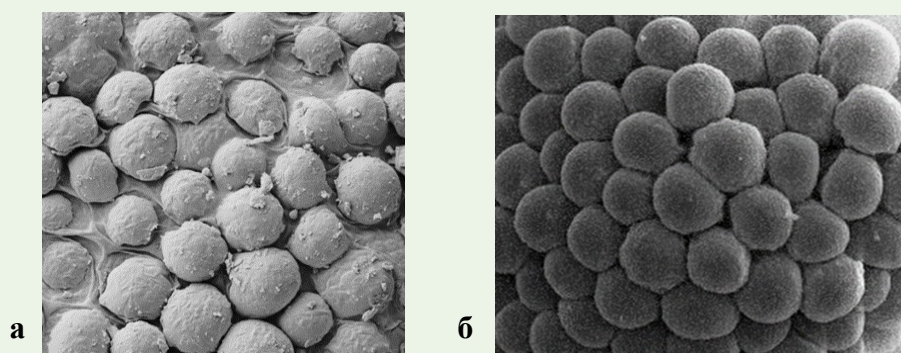
а – гексакантный эмбрион, снабженный тремя парами эмбриональных крючьев;
б – поперечная исчерченность внутреннего слоя эмбриофора, ×600

Рисунок 11. – Онкосферы *Taenia spp.* в ультрафиолетовом свете, ×400

При изучении фотографий внешней оболочки онкосфер тениид, полученных на сканирующем электронном микроскопе (×7000), обнаруживается хорошо выраженная бугристость (рисунок 12). Мы полагаем, что бугристость наружной оболочки яиц тениид выполняет ту же функцию, что и ячейки наружной оболочки яиц токсакар – это своеобразный насос, увеличивающий поверхность для активного поглощения воды и питательных веществ из внешней среды.

Внешний слой эмбриофора плотный, не содержит межклеточных элементов. От него внутрь отходят микроворсинки, отчего при большом увеличении внутренний слой выглядит поперечно исчерченным (рисунки 11а, б, 13).

Поперечная исчерченность внутреннего слоя эмбриофора является видоспецифичным, дифференциальным признаком для яиц *Taenia spp.*



а – *Taenia hydatigena*; б – *Taenia pisiformis*

Рисунок 12. – Онкосфера *Taenia spp.* под сканирующим электронным микроскопом, ×7000

Внутренний поперечно исчерченный слой не имеет клеточного строения. Он выполняет функции защиты зародыша от механических повреждений и действия вредных биотических факторов (бактериальных

и токсических), а также передачи питательных веществ зародышевой клетке.

Между внутренним слоем эмбриофора и зародышевой клеткой располагается биполярная мембрана (рисунки 11б, 13).



Рисунок 13. – Онкосферы *Taenia spp.* после дифференцированной окраски, $\times 600$

Учитывая, что у эукариотических организмов имеются общие структурные особенности (их внутренние мембраны состоят из комплекса липидных и белковых молекул), можно утверждать, что мембрана, отделяющая эмбриофор и зародышевую клетку, имеет белково-липидный состав, что подтверждается гистохимическими исследованиями.

Обычно белки составляют около 50 % массы мембраны. Поскольку размер молекул липидов значительно меньше по сравнению с белковой молекулой, в мембране молекул липидов намного больше, чем молекул белка. Принято считать, что если белки составляют 50 % массы мембраны, то на одну молекулу белка приходится более 50 молекул липидов. На 1 мкм^2 липидного бислоя расположено примерно 5×10^6 молекул липидов. Таким образом, особенности мембраны определяются свойствами липидного бислоя.

Полученные нами данные показывают, что оболочки яиц санитарно значимых видов гельминтов обладают сложной морфобиохимической структурой, что защищает их от физических факторов внешней среды и не позволяет большинству химических соединений проникать внутрь яйца.

На основании проведенных нами исследований установлено полное отсутствие дезинвазионных свойств в отношении яиц *Toxocara canis* и *Taenia spp.* у препаратов, относящихся к группе окислителей (перекись водорода и перманганат калия в концентрациях от 1 до 30 %), щелочей (гидроокись натрия 1–3%-ной концентрации), органических кислот (молочная

кислота, 5–20%-ный раствор), а также полибигуанидинов (концентрация 5–50 %) (рисунки 14, 15). Отсутствием овоцидных свойств в отношении яиц токсокар и тений характеризуется и гипохлорит натрия, полученный электрохимическим способом, с концентрацией активного хлора менее 7 мг/л. При концентрации активного хлора 7–90 мг/л наблюдается растворение наружной оболочки 100 яиц токсокар при сохранении их жизнеспособности в среднем $94,40 \pm 0,26$ % спустя 1, 3 и 24 часа экспозиции (рисунок 16а).

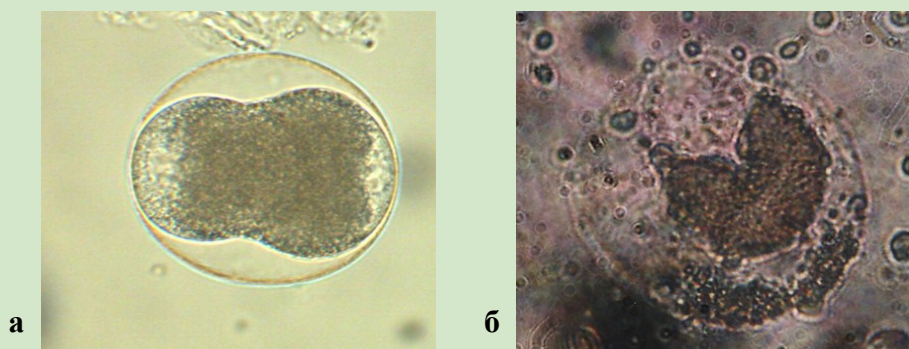
У онкосфер тений в растворе гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора 7 мг/л или же в 1%-ном растворе хлорной воды при температуре плюс 36–38 °С растворяется защитная оболочка, высвобождая жизнеспособный, подвижный гексакантный эмбрион, который не изменяется в течение 24 часов нахождения в данных растворах, полностью сохраняя инвазионные свойства (рисунок 16б) [13, 14, 15].



Рисунок 14. – Результат механического воздействия на яйцо *Toxocara canis* после обработки водным раствором KMnO_4 ,



Рисунок 15. – Результат воздействия органических кислот на яйца *Toxocara canis* (слева – погибшее), $\times 400$



а – яйцо токсокары на стадии 2 бластомеров;

б – выход гексакантного эмбриона из онкосферы тении

Рисунок 16. – Результат воздействия электрохимического гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора 7 г/л на яйца гельминтов плотоядных, ×400

Учитывая данные гистохимического исследования и морфологических особенностей яиц токсокар и тений, можно предположить, что для получения положительного эффекта при дезинвазионной обработке внешней среды, контаминированной яйцами *Toxocara spp.* и *Taenia spp.*, средство должно обладать комплексным воздействием, затрагивающим прежде всего липиды для полного разрушения всей структуры оболочки.

Однако, как показывает практика, зачастую для дезинвазии внешней среды действия одних химических веществ недостаточно либо необходимы чрезмерно высокие концентрации препаратов, которые являются экологически небезопасными.

Мы изучили возможность сочетания воздействия как химических веществ, так и физических факторов с целью получения экологически безопасных средств дезинвазии внешней среды. Для этого нами в качестве основы дезинвазирующего средства были использованы монтмориллонитовые глины (бентонит – содержит не менее 60 % минералов монтмориллонитовой группы; трепел – сложная смесь минералов с содержанием 18–25 % монтмориллонитов).

Уникальность монтмориллонитовых глин обусловлена их структурой. Бентонит имеет большую площадь поверхности, которая состоит из очень маленьких отрицательно заряженных частиц, идеально подходящих для притягивания к положительно заряженной оболочке яиц гельминтов. Химически и структурно монтмо-

риллонитовые глины имеют плоскую форму с отрицательными зарядами на плоской поверхности и положительными зарядами по краям. Поэтому отрицательный заряд во много раз сильнее, чем положительный.

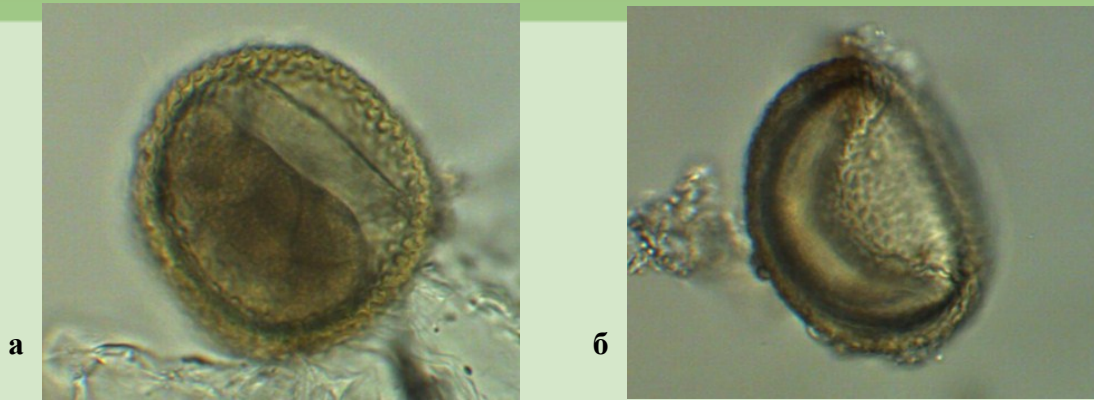
В случае поступления яиц гельминтов в почву, вне зависимости от уровня залегания, характер их развития будет определяться почвенной влагой. Влагопоглощающая активность монтмориллонитовых глин (бентонит, трепел) находится на уровне 140–200 %. Таким образом, санитарные средства на основе монтмориллонитовых глин, внесенные в почву, активно поглощают свободную воду, создавая среду с минимальным содержанием влаги. Один грамм бентонита при полном диспергировании имеет площадь около 800 м². Чем больше площадь поверхности глины, тем больше мощность для сбора положительно заряженных частиц и облипания яиц гельминтов.

По результатам проведенных исследований минимальная влажность среды для развития яиц токсокар при температуре плюс 24,0–26,0 °С лежит в пределах 55,0–59,0 %, когда полное развитие яиц гельминта происходило спустя 19 суток. Инвазионной стадии к этому времени достигали 66,60±0,30 % яиц при 33,40±0,30 % погибших. Повышение влажности среды способствует ускорению развития яиц токсокар при снижении числа погибших. Оптимальной по результатам исследования следует считать влажность воздуха свыше 82,0 %, когда полное развитие

яиц токсокар происходило по истечении 12 суток при $95,57 \pm 0,35$ % жизнеспособных. Спустя 28 суток наблюдения жизнеспособность сохраняли $95,02 \pm 0,38$ % яиц.

Снижение влажности среды за счет санитарных средств на минеральной основе до 40,0 % приводило к прекращению

развития яиц токсокар, 100%-ной их гибели в течение 7 дней. При влажности почвы ниже 8,0 % спустя 48 часов отмечались необратимые изменения их морфологической структуры в виде впячивания оболочки (рисунок 17), что приводило к гибели 100 % яиц.



а – неинвазивное яйцо; б – инвазивное яйцо

Рисунок 17. – Деформация яиц *T. canis* в условиях пониженной влажности среды (нативный препарат, $\times 600$)

Наблюдение за онкосферами тениид также показывает резкую потерю ими инвазивных свойств при снижении влажности внешней среды. Так, в условиях влажности более 80 % и высокой насыщенности среды кислородом (дополнительная аэрация) онкосферы тениид сохраняют инвазивные свойства более 220 дней (период наблюдения). Внесение в почву минеральных осушителей и понижение влажности среды до 60,0 % привело к снижению инвазивных свойств 50,0 % онкосфер тениид в течение 120 дней наблюдения. Дальнейшее снижение влажности почвы за счет осушающих средств (менее 40,0 %) обусловило потерю инвазивной активности 86 % онкосфер тениид в течение 3 недель наблюдения.

Однако внесение в почву санитарных средств на основе минералов монтмориллонитовой группы обуславливает не только эффект обезвоживания, но и способствует механическому разрушению. Оболочка яиц гельминтов имеет положи-

тельный электрический заряд. Заряд поверхности яиц гельминтов взаимодействует с зарядами монтмориллонитов, входящих в состав санитарных средств на минеральной основе, что приводит к налипанию частиц минеральной основы к оболочке яиц гельминтов. В результате забиваются поры в оболочке яиц, нарушая поступление питательных веществ и выделение эндогенных токсинов, образовавшихся в яйцах.

Как нами было установлено, оболочка яиц гельминтов в основном состоит из органических веществ – липопротеидов, а неорганические соединения составляют менее 1 % сухой массы. Мы предполагаем, что в результате механического воздействия налипшего на поверхность яиц гельминтов минерального порошка (монтмориллонитовая глина) нарушается целостность оболочки, что обуславливает потерю защитных функций и нарушение питания (рисунок 18).

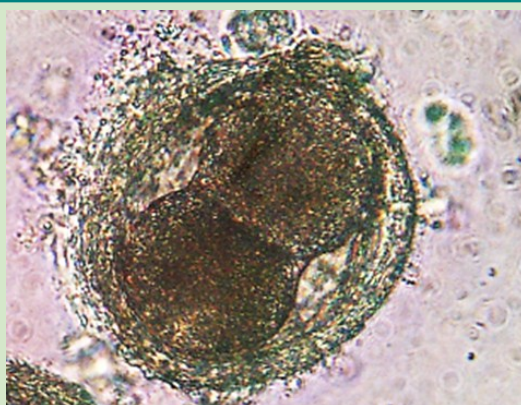


Рисунок 18. – Разрушение оболочки яйца *Toxocara canis* под воздействием минералов монтмориллонитовой группы (нативный препарат, ×600)

ВЫВОДЫ

Полученные нами данные показывают, что оболочки яиц санитарно значимых видов гельминтов домашних плотоядных обладают сложной морфобиохимической структурой, защищающей их от физических факторов внешней среды и не позволяющей большинству химических соединений проникать внутрь яйца.

Оболочка яйца *Toxocara canis* – это многослойный сложный биохимический комплекс, состоящий из 5 слоев.

При окраске яиц *Taenia spp.* малахитовым зеленым и последующем исследовании в ультрафиолетовом свете хорошо просматривается двухконтурная желто-коричневого цвета гладкая поперечно исчерченная оболочка онкосферы – эмбриофор.

Такая мощная защита позволяет защищать зародышевую клетку, а в последующем – и развивающуюся личинку от повреждающих факторов внешней среды. Они могут сохранять жизнеспособность в течение нескольких лет.

Установлено полное отсутствие дезинвазионных свойств в отношении яиц *Toxocara canis* и *Taenia spp.* препаратов, относящихся к группе окислителей (перекись водорода, перманганат калия 1–30 %), щелочей (гидроокись натрия 1–3 %), органических кислот (молочная кислота 5–20 %), а также полибигуанидинов.

Отсутствием овоцидных свойств в отношении яиц токсокар характеризуется и гипохлорит натрия, полученный электрохимическим способом, с концентрацией активного хлора менее 7 мг/л. У онкосфер тениид в растворе гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора 7 мг/л растворяется защитная оболочка, высвобождая жизнеспособный, подвижный гексакантный эмбрион, который не изменяется в течение 24 часов нахождения в данных растворах, полностью сохраняя инвазионные свойства.

Внесение санитарных средств на минеральной основе (бентонит, трепел) в почву или подстилочный материал создает условия, неблагоприятные для развития и сохранения жизнеспособности яиц гельминтов. Снижение влажности среды за счет санитарных средств на минеральной основе до 40,0 % приводило к прекращению развития яиц токсокар и 100%-ной их гибели в течение 7 дней. При влажности почвы ниже 8,0 % спустя 48 часов отмечалось развитие необратимых изменений морфологической структуры у 100 % яиц.

Санитарно-зоогигиенические средства на минеральной основе благодаря электрическому заряду обладают способностью активно прилипать к поверхности яиц, полностью покрывая их, делая невозможным обменные процессы со внешней средой, способствуя их активному обезвоживанию и гибели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубина, И. Н. Гельминтозы собак / И. Н. Дубина. – Витебск : УО ВГАВМ, 2006. – 200 с.
2. Дубина, И. Н. Сравнительный анализ контаминации почвы северного и южного регионов Республики Беларусь яйцами гельминтов плотоядных / И. Н. Дубина, А. В. Позывайло // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : труды III респ. науч.-практ. эколог. конф., г. Брест / УО БрГУ им. А.С. Пушкина. – Брест, 2019. – С. 121–126.
3. Дубина, И. Н. Цестодозы животных (общие и прикладные аспекты) : монография / И. Н. Дубина, А. И. Ятусевич. – Витебск : УО ВГАВМ, 2007. – 406 с.
4. Влияние урбанизации на эколого-видовой состав инвазионного начала гельминтов плотоядных, контаминирующих почву в населенных пунктах Республики Беларусь / И. Н. Дубина [и др.] // Вестник МГПУ. – 2020. – № 17. – С. 35–43.
5. Дубина, И. Н. Методические указания по проведению диагностики гельминтозов плотоядных : утв. ГУВ МСХиП РБ 11.09.2007 г. / И. Н. Дубина. – Витебск : УО ВГАВМ, 2008. – 36 с.
6. Дубина, И. Н. Ветеринарно-санитарные правила по паразитологическому обследованию объектов внешней среды : утв. ГУВ МСХиП РБ 11.09.2007 г. / И. Н. Дубина, А. И. Ятусевич, Е. Б. Криворучко. – Витебск : УО ВГАВМ, 2008. – 48 с.
7. Артюховский, А. А. Гистология с техникой гистологических исследований / А. А. Артюховский, А. С. Леонтьев, Б. А. Силка. – Минск : Высшая школа, 1999. – С. 201.
8. Неменкова, Ю. М. Методы лабораторных клинических исследований / Ю. М. Неменкова. – М. : Медицина, 1972. – С. 180–357.
9. Лабораторные методы исследования в клинике : справочник / В. В. Меньшиков, [и др.]. – М. : Медицина, 1987. – С. 107–108, 110–112, 122–124, 137, 191–192, 216–217.
10. Меркулов, Г. А. Курс патологистологической техники / Г. А. Меркулов. – Ленинград, 1969. – С. 89–114.
11. Дубина, И. Н. Роль внешней среды в распространении и сохранении гельминтозов собак / И. Н. Дубина // Ветеринарная наука – производству : науч. тр. – Вып. 40. – Минск, 2007. – С. 208–213.
12. *Toxosara canis* [Электронный ресурс] // Официальный сайт ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», кафедра «Медицинская кибернетика и информатика». – Режим доступа: <https://medic.pnzgu.ru/page/15911>. – Дата доступа: 02.11.2021.
13. Дубина, И. Н. Повышение эффективности дезинвазии внешней среды / И. Н. Дубина, И. М. Рябинкова, Е. Б. Криворучко // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск, 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 85–89.
15. Дубина, И. Н. Эффективности дезинвазии внешней среды, контаминированной яйцами гельминтов собак / И. Н. Дубина // Паразитарные системы и паразитозы животных : материалы V науч.-практ. конф. Междунар. ассоциации паразитологов, Витебск, 24–27 мая 2016 г. / УО ВГАВМ. – С. 47–51.
16. Дубина, И. Н. Эффективность применения электроактивизированных растворов поваренной соли для дезинвазии внешней среды / И. Н. Дубина, И. М. Рябинкова // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск, 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 1. – С. 109–112.

наша продукция

