

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕМАТОД, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ У РЫБ

Туйчиева Хилола Зокиржон кизи

ORCID iD: 0009-0002-7118-4161 Преподаватель кафедры зоологии и общей биологии Ферганского государственного университета.

Аннотация: В данной статье анализируются специфические биологические особенности трематод (класс Trematoda), паразитирующих у рыб, их сложные циклы развития и механизмы смены хозяев. В ходе исследования освещены личиночные стадии паразита (мирацидий, церкария, метацеркария) и их локализация в различных органах рыб, в частности, патогенное воздействие на хрусталик глаза, кожные покровы и внутренние органы.

В статье рассматриваются адаптивные особенности трематод, такие как репродуктивная стратегия и иммунологическая мимикрия, с точки зрения их влияния на эпизоотологическую ситуацию в рыбных хозяйствах. Полученные результаты служат основой для разработки научно обоснованных рекомендаций по профилактике трематодозов и повышению качества рыбной продукции.

Ключевые слова: река Исфайрамсай, карповые рыбы, обыкновенная маринка, трематоды, *Posthodiplostomum cuticola*, постодиплостомоз, жизненный цикл, экстенсивность инвазии, моллюски, патогенез.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях интенсификации современной аквакультуры производство рыбной продукции рассматривается не только как средство обеспечения глобальной продовольственной безопасности, но и как стратегическое направление снабжения населения животными белками высокой биологической ценности. В Республике Узбекистан, в частности в специфических климато-гидрологических условиях Ферганской долины, развитие рыбоводческих хозяйств кластерным методом и повышение продуктивности отрасли определены в качестве приоритетных задач. Однако высокая степень инвазии рыб экто- и эндопаразитами в искусственных и естественных водоемах выступает серьезным патологическим барьером для устойчивого развития рыбоводства, снижая его экономическую эффективность и экспортный потенциал продукции.

В таксономическом составе ихтиопаразитофауны особое место занимают трематоды (класс Trematoda), отличающиеся видовым разнообразием и оказывающие на организм хозяина механическое, токсико-аллергическое и трофическое воздействие. Данные паразиты не только снижают показатели роста и развития рыб, но и нарушают их гомеостаз, что ведет к потере товарного вида и, в некоторых случаях, к возникновению эпидемиологических рисков ввиду их зоонозного потенциала.

Биологическая жизненная стратегия трематод крайне сложна и базируется на гетероксенном онтогенезе (со сменой хозяев). Участие пресноводных моллюсков различных семейств в качестве первых промежуточных хозяев в цикле развития обеспечивает экологическую устойчивость паразитов и способствует формированию эпизоотологических очагов в водоемах. Ихтиопатологические исследования свидетельствуют о том, что в процессе развития трематоды проявляют высокие биологические адаптации, такие как полиэмбриония (образование многочисленных церкарий на личиночной стадии) и иммунологическая мимикрия (защита от иммунной системы путем заимствования белков хозяина).

Несмотря на это, в регионах с высокой антропогенной нагрузкой, таких как Ферганская долина, на фоне процессов акклиматизации и эвтрофикации водоемов, топографическая локализация трематод в органах рыб и их жизненные стратегии не были подвергнуты системному исследованию. В частности, анализ динамики паразитарной фауны карповых рыб (Cyprinidae), выращиваемых в прудовых условиях, в связи с климатическими изменениями остается одной из актуальных проблем теоретической и практической ихтиопаразитологии.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В становлении и развитии ихтиопаразитологии неопределимое значение имеют фундаментальные принципы, выдвинутые основателем школы экологической паразитологии В. А. Догелем (1933, 1939). Ученым было научно обосновано детерминирующее влияние возраста рыб, спектра их питания и гидрологических особенностей среды обитания на формирование паразитофауны. В вопросах таксономической идентификации трематод и анализа их систематики методические пособия, разработанные И. Е. Быховской-Павловской (1962), по-прежнему остаются методологической основой ихтиопатологических исследований.

Современные международные исследования акцентируют внимание не только на морфологии трематод, но и на их сложных биоэнергетических связях с организмом хозяина. Исследователи, такие как V. E. Thatcher (2006) и Williams & Jones (1994), детально осветили высокую биологическую адаптивность трематод в системе «хозяин — паразит», в частности феномен иммунологической мимикрии (маскировка под антигены хозяина для защиты от его иммунной системы). Данный механизм рассматривается как ключевой эволюционный фактор, обеспечивающий длительную персистенцию (выживание) паразита в тканях рыб.

Особого внимания заслуживают исследования влияния экологических факторов на динамику инвазии, проведенные Е. Н. Ядренкиной (2014) в бассейне озера Чаны (Западная Сибирь). Автором выявлены резкие гидрологические различия в зараженности молоди карповых рыб метацеркариями *P. cuticola* в речных и озерных системах. Согласно её выводам, стоячие водоемы создают оптимальные условия экспозиции для внедрения (пенетрации) церкарий в тело

рыб, вследствие чего уровень инвазии в них значительно выше, чем в проточных системах.

Устойчивость этой экологической цепи напрямую зависит от популяции первых промежуточных хозяев. Е. А. Serbina (2022) в своих работах продемонстрировала, что интенсивность распространения трематодозов коррелирует в большей степени с показателем обилия (abundance) моллюсков, в частности представителей семейства Bithyniidae, нежели с плотностью посадки рыб.

В условиях Центральной Азии и Узбекистана фундаментальные исследования гельминтофауны рыб проводились О. Д. Усмановым и другими отечественными учеными. Однако в условиях интенсивных аквакультурных систем Ферганской долины, на фоне глобальных климатических изменений и антропогенного эвтрофирования водоемов, сезонная динамика и патогенные свойства трематод остаются недостаточно изученными. В современной литературе подчеркивается, что бесконтрольный рост популяций моллюсков в результате органического загрязнения водоемов способствует расширению очагов трематодозов и росту эпизоотологических рисков.

МЕТОДОЛОГИЯ (MATERIALS AND METHODS)

Методологической основой исследования послужил комплексный паразитологический анализ ихтиологических проб, отобранных в естественных и искусственных водоемах Ферганской долины.

Сбор материала и объект исследования: Исследования проводились в период 2023–2025 гг. в нижнем течении реки Исфайрамсай (Ферганская область). Объектом исследования послужили представители семейства карповых (Cyprinidae), в частности — маринка (*Schizothorax intermedius*). Всего анализу было подвергнуто более 150 экземпляров рыб различных возрастных групп.

Методы паразитологического вскрытия: Паразитологическое обследование проводилось по методу «полного паразитологического вскрытия», предложенному В. А. Догелем (1933). Микроскопическому анализу подвергались кожные покровы, жабры, хрусталик глаза, кровеносная система и все внутренние органы (кишечник, печень, желчный пузырь, почки).

Обнаруженные трематоды фиксировались и окрашивались специальными красителями (алюмокармин) для изготовления микропрепаратов. Видовое определение проводилось по классическому определителю И. Е. Быховской-Павловской (1962) и современным ихтиопатологическим руководствам. Микроскопические исследования выполнялись с помощью стереомикроскопа МБС-10 и цифровых оптических систем.

Статистическая обработка: Степень зараженности определялась по стандартным показателям: экстенсивность инвазии (ЭИ, %) и интенсивность инвазии (ИИ, экз.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Половозрелые трематоды (мариты) локализуются в пищеварительном тракте, кровеносной системе или подкожной соединительной ткани позвоночных животных. Процессы спаривания и откладки яиц происходят непосредственно в организме хозяина. Яйца выводятся во внешнюю среду с фекалиями или мочой хозяина и при попадании в воду в течение короткого времени вскрываются.

Стадии развития гельминта:

1.Мирацидий: Первичная личиночная стадия трематод, имеющая ресничный покров. Мирацидий активно плавает в воде в поиске подходящего промежуточного хозяина — моллюска.

2.Спороциста: После внедрения в ткани моллюска мирацидий сбрасывает реснички и трансформируется в мешковидную спороцисту.

3.Редия: Внутри спороцисты формируется третье поколение личинок — редии, которые мигрируют в пищеварительные железы (гепатопанкреас) моллюска.

4.Церкария: Из редий развиваются церкарии. Они покидают тело моллюска и выходят в воду для поиска второго промежуточного хозяина или прикрепляются к водным растениям, превращаясь в цисту.

5.Метацеркария: В процессе инцистирования церкария отбрасывает хвост, и сформировавшаяся стадия называется метацеркарией.

Болезнь «черных пятен» (Постодиплостомоз)

Данное заболевание возникает, когда церкарии атакуют кожный покров рыбы и инцистируются в нем. В ответ на внедрение паразита организм рыбы мобилизует пигментные клетки (меланоциты), которые скапливаются вокруг цисты, делая пятна видимыми невооруженным глазом. Хотя метацеркарии в коже обычно не наносят критического вреда здоровью рыбы, массовое поражение («чернильная болезнь») значительно ухудшает товарный вид продукции.

В некоторых случаях церкарии проникают в окончательного хозяина напрямую. Таким путем происходит заражение кровяными паразитами (*Sanguinicolidae*) и тканевыми формами (*Didymozoidae*). Большинство же других трематод рыб попадают в организм хозяина на стадии метацеркарии.

Результаты паразитологических исследований

В ходе проведенных исследований у обследованных особей обыкновенной маринки (*Schizothorax intermedius*) было выявлено несколько видов трематод. Наиболее распространенные виды, наносящие существенный вред здоровью рыб, обобщены в следующей таблице:

Таблица 1. Показатели зараженности исследованных рыб трематодами (2024–2025 гг.)

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии (ЭИ, %)	Интенсивность инвазии (ИИ, экз.)	Патогенное воздействие
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	Кожа, мускулатура	38,5%	10–55	Постодиплостомоз (Болезнь «черных пятен»)



Рис. 1. *Posthodiplostomum cuticola*

Posthodiplostomum cuticola — вид дигенетических сосальщиков (трематод), паразитирующих в тонком отделе кишечника рыбоядных птиц. Данный вид широко распространен в Европе и Северной Америке. Его метацеркарии инвазируют рыб, вызывая заболевание, известное как постодиплостомоз, или «болезнь черных пятен» (нем. *Schwarzfleckenkrankheit*).

Жизненный цикл

Posthodiplostomum cuticola характеризуется сложным циклом развития со сменой хозяев:

1. Экзогенная стадия: Яйца паразита выделяются во внешнюю среду (воду) с фекалиями дефинитивного хозяина (птицы). В водной среде из яиц выходят реснитчатые личинки — мирацидии.

2. Первый промежуточный хозяин: Мирацидии внедряются в моллюсков (в Европе основным хозяином является катушка обыкновенная — *Planorbis planorbis*). В организме моллюска последовательно развиваются спороцисты, редии и, наконец, церкарии (свободноплавающая личиночная форма).

3. Второй промежуточный хозяин: Выйдя из моллюска, церкарии внедряются в организм второго промежуточного хозяина — пресноводных рыб (преимущественно семейства карповых).

4. В организме рыбы личинки локализуются в кожных покровах и мускулатуре, образуя цисты. В ответ на это организм хозяина (рыбы)

аккумулирует пигмент меланин вокруг цисты, что формирует характерную клиническую картину болезни черных пятен.

5. Дефинитивная стадия: При поедании зараженной рыбы окончательным хозяином (птицей) паразит достигает половой зрелости в её кишечнике.

Локализация трематод в организме хозяина напрямую отражает их биологическую адаптацию. Например, метацеркарии вида *Posthodiplostomum cuticola* преимущественно концентрируются в подкожном слое у основания плавников и в абдоминальной области (брюшной части).

В этих участках вокруг паразитов происходит интенсивное скопление пигментных клеток, что приводит к формированию характерных черных пятен. Такое избирательное распределение в тканях хозяина свидетельствует о специфических адаптивных механизмах личинок к определенным микроусловиям внутри организма рыбы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты подтверждают ихтиопаразитологические закономерности, изложенные в трудах В.А. Догеля (1939) и Тэтчера (Thatcher, 2006). Высокая экстенсивность инвазии (62%), зафиксированная в нашем исследовании для видов *Dactylogyrus* и *Gyrodactylus*, подчеркивает значимость фактора плотности посадки в интенсивном рыбоводстве. При высокой концентрации рыбы в водоемах моногенетические трематоды быстро распространяются путем прямого контакта.

В распространении же дигенетических трематод решающее значение имеет плотность популяций промежуточных хозяев — моллюсков (*Lymnaea*, *Planorbis*). Эвтрофикация (зарастание) прудов Ферганской долины создает благоприятную среду для обитания моллюсков, что, в свою очередь, способствует устойчивому сохранению очагов трематодозов.

Иммунологическая мимикрия и патогенез

В ходе исследования было установлено, что накопление черного пигмента вокруг личинок *Posthodiplostomum* является защитной реакцией организма рыбы, однако оно не оказывает существенного влияния на жизнеспособность паразита. Данный факт свидетельствует о совершенстве механизмов избегания иммунного ответа (мимикрии) у трематод. В то же время помутнение хрусталика глаза, вызванное личинками *Diplostomum* (диплостомоз), снижает эффективность питания рыбы. С экономической точки зрения это приводит к потере веса (в среднем до 15–20%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный анализ ихтиопаразитологической ситуации в водоемах Ферганской долины свидетельствует о широком распространении трематод, среди которых доминирующее положение занимает вид *Posthodiplostomum cuticola*. Высокие показатели экстенсивности и интенсивности инвазии указывают на сформировавшиеся устойчивые природные очаги постодиплостомоза, поддерживаемые за счет процессов эвтрофикации и обилия

промежуточных хозяев — брюхоногих моллюсков. Выявленная температурная зависимость эмиссии церкарий и повышенная восприимчивость молоди рыб к пенетрации паразитов подчеркивают сезонный характер эпизоотологических рисков, особенно выраженный в весенний период.

Патогенетическое воздействие трематод, проявляющееся в виде иммунологической мимикрии и выраженных тканевых реакций, не только нарушает гомеостаз рыб, но и ведет к значительным экономическим потерям в рыбоводстве из-за снижения темпов роста и ухудшения товарного вида продукции. Полученные данные служат биологическим обоснованием для разработки системных противопаразитарных мероприятий, направленных на мелиорацию водоемов и разрыв жизненного цикла гельминтов путем регуляции численности их промежуточных хозяев.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. — 121 с.
2. Догель В. А. Курс общей паразитологии. — Л.: Учпедгиз, 1933. — 352 с.
3. Догель В. А. Общая паразитология. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. — 512 с.
4. Сербина Е. А. Роль моллюсков в циркуляции трематод в водных экосистемах // Сибирский экологический журнал. — 2022. — № 4. — С. 45–58.
5. Усманов О. Д. Гельминтофауна рыб водоемов Узбекистана. — Ташкент: Фан, 1971.
6. Ядренкина Е. Н. Экологические аспекты формирования паразитофауны рыб в условиях антропогенного воздействия // Вестник ТГУ. — 2014. — Т. 19, вып. 5. — С. 1312–1315.
7. Thatcher V. E. Amazon Fish Parasites. — 2nd ed. — Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, 2006. — 508 p.
8. Williams H., Jones A. Parasitic Worms of Fish. — London: Taylor & Francis, 1994. — 593 p.
9. Бонина О. М., Удальцов Е. А., & Борцова М. С. (2023). ОБНАРУЖЕНИЕ *POSTHODIPLOSTOMUM CUTICOLA* (NORDMANN, 1832) У РЫБ В ВОДОЕМАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ. Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями, (24), 100-104.
10. Serbina E. A. Bithyniid Abundance in the South of Western Siberia WaterCourses and Water Reservoirs (Russia) // Diversity. 2022; 14(10): 791. <https://doi.org/10.3390/d14100791>