

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1986. С. 174-190.
2. Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974. 236 с.
3. Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование Тюменской области. М.: МГУ, 1973. 245с.
4. Старобогатов Я.И., Хлебович В.В. Проблемы типологии солоноватых вод // Гидробиол. журн. 1978. Т. 14. № 6. С. 3-6.
5. Мороз Т.Г., Гильман В.Л. Типизация солоноватых вод на гидробиологической основе // Гидробиол. журн. 1988. Т. 24, Ч. 5. С. 64-67.
6. Романенко В.Д., Арсан О.М. Механизмы адаптации водных животных к изменению ионного состава воды // Экологическая физиология и биохимия водных животных. 2004. № 3. С. 58-78.
7. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 204 с.
8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Гл. ред. Ф.Р. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
9. Посохов Е.В., Никанорова А.М. Справочник по гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 391 с.
10. Разуваева А.И. Личинки хирономид водоемов Западной Сибири и их роль в питании рыб // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. С. 144-163.

Валентина Владимировна ВЕПРЕВА —
аспирант кафедры зоологии и ихтиологии
veprevavv@mail.ru

Сергей Николаевич ГАШЕВ —
зав. кафедрой зоологии и ихтиологии,
доктор биологических наук, профессор
gsn-61@mail.ru

Тюменский государственный университет

УДК 576. 895

ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДОЕМОВ г. ТЮМЕНИ

PARASITOLOGIC MONITORING OF WATER BODIES IN TYUMEN

АННОТАЦИЯ. В процессе многолетних гельминтологических исследований, имеющих важное эпидемиологическое значение, определен видовой состав трематод карповых рыб и моллюсков в водоемах г. Тюмени. Получены данные по зараженности рыб и моллюсков личинками гельминтов, определено влияние химического состава воды на процесс течения паразитарной инвазии.

SUMMARY. In the course of long-term helminthological researches having the important epidemiological value, the specific structure of Cyprinid fish trematodes and molluscs in Tyumen water reservoirs has been defined. The data on fish and molluscs contamination by helminthes larvae is obtained; the influence of water chemical composition on the process of parasitic invasion is determined.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Карповые рыбы, моллюски, трематоды, зараженность, загрязняющие вещества, экстенсивность и интенсивность инвазии.

KEY WORDS. Cyprinid fish, molluscs, trematodes, contamination, pollutants, extensiveness and intensity of invasion.

Введение. В природных экосистемах, оказавшихся в условиях интенсивной урбанизации, наблюдается процесс непредсказуемого изменения составляющих их компонентов. Особенно заметная трансформация происходит в водных экосистемах, которые являются местом аккумуляции поллютантов и последствий большинства антропогенных факторов. В результате происходит нарушение сбалансированной структуры их биоценозов, отражающееся на всех сочленах водных сообществ. Не является исключением паразитарная компонента, как неотъемлемая часть биоценозов. Ее мониторинг по санитарно-эпидемиологическим соображениям очень актуален, паразиты могут выступать в качестве хорошего индикатора состояния экосистем [1].

В последние десятилетия проблема паразитарного загрязнения городов и прилегающих территорий приобрела существенное значение. Отмечается рост паразитарных загрязнений в водоемах крупных городов России. По мнению многих экспертов, отмечается ухудшение ситуации в отношении инвазий, связанных с водой. Из-за отсутствия надлежащего медико-санитарного контроля в водоемы попадает значительное количество инвазионного материала, источником которого служат люди, домашние и синантропные животные. К обострению паразитарной обстановки приводит также увеличение численности уток и легочных моллюсков [2].

При мощном антропогенном влиянии в условиях большого города дестабилизирующему влиянию среды подвергаются не только сами паразиты на всех уровнях их организации, но и все партнеры по паразитарным цепям, то есть многие свободноживущие организмы, выполняющие роль специфических и неспецифических промежуточных, дополнительных, дефинитивных и резервуарных хозяев паразитов [3].

Актуальным направлением современных экологических исследований является изучение проблем, связанных с влиянием антропогенных факторов на водные организмы. Одним из широко применяемых методов оценки состояния водных биоценозов является паразитологический мониторинг.

В связи с этим цель нашей работы заключается в оценке инвазированности карповых рыб и моллюсков личинками трематод в водоемах г. Тюмени с различной антропогенной нагрузкой.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили моллюски и карповые рыбы (плотва — *Rutilus rutilus*, верховка — *Leucaspis delineatus*) — промежуточные хозяева трематод, собранные из озер Кривое (район Гилевской рощи), Андреевское (11 км Ялуторовского тракта), Липовое (6 км Велижанского тракта), пруда Чистый (район ТЭЦ-1) в период 2004- 2009 гг. Обследованию на наличие метацеркарий и церкарий трематод подверглись моллюски в количестве 1298 экз., а также карповые рыбы разных возрастных групп. Общее количество исследованных особей составило 8409 экз.

Для обнаружения личинок описторхид применялся метод компрессирования мышечной ткани рыб с последующим просмотром и подсчетом личинок [4].

Обнаружение личинок диплостомид в тканях глаз рыб проводилось также компрессионным методом, путем просмотра хрусталика и стекловидного тела, внутренних сред глаза рыбы на наличие личинок гельминтов.

Мышцы и ткани глаз просматривали под биноклем, а при наличии в них паразитов извлекали и делали фиксированные препараты. Подготовка препаратов проводилась путем фиксации и окрашивания в растворе уксуснокислого кармина.

При исследовании моллюсков на наличие личинок гельминтов применялись метод прижизненной диагностики и компрессионный метод.

Видовая принадлежность паразита определялась по морфометрическим признакам и специфичности паразито-хозяйственных отношений.

Статистическая обработка результатов проведена по общепринятым математико-статистическим методикам.

Результаты и обсуждение. По материалам контрольных обловов и литературным данным, ихтиофауна исследуемых водоемов представлена комплексом лимнофильных и реофильных видов рыб (плотва, верховка, карась серебристый, золотой, окунь речной, ерш, щука). Доминирующими по численности видами является плотва и верховка — вид-биоагрессор, который был занесен в водоемы Тюменской области вместе с ценными интродуцированными видами рыб. Верховка является вторым промежуточным хозяином трематод и способствует поддержанию популяции гельминтов в окружающей среде.

При обследовании 8 409 экз. рыб, отловленных в озерах Кривое (n-4784), Липовое (n-987), Андреевское (n-1498), пруд Чистый (n-1140) обнаружено 4 вида трематод. Систематический обзор выявленных видов трематод карповых рыб в водоемах города Тюмени представлен в табл. 1.

Таблица 1

**Систематический обзор обнаруженных трематод карповых рыб
в водоемах города Тюмени**

Семейство	Вид	Водоем	Виды рыб	Место локализации
Класс Trematoda Rud, 1808				
Diplostomatidae Poirier, 1886	<i>Diplostomum rutili</i> , Rud, 1819	оз. Кривое, оз. Липовое, оз. Андреевское, пруд Чистый	верховка, плотва	хрусталик глаза
	<i>Tylodelphis clavata</i> , Nordmann, 1832	оз. Кривое, оз. Андреевское, пруд Чистый	верховка, плотва	стекловид- ное тело
Opisthorchidae Braun, 1901	<i>Opisthorchis felineus</i> , Rivolta, 1884	оз. Кривое, оз. Андреевское, пруд Чистый	верховка, плотва	мышцы, жабры
	<i>Metorchis xanthosomus</i>	оз. Кривое, оз. Липовое, оз. Андреевское, пруд Чистый	верховка, плотва	мышцы, жабры

Доминирующее положение среди обнаруженных видов гельминтов занимают *Diplostomum rutili* и *Metorchis xanthosomus*.

При изучении годовой динамики инвазированности карповых рыб личинками описторхид было отмечено следующее. Максимальные показатели зараженности плотвы были выявлены в 2004 и 2008 гг., значение данного показателя составило 57%. В период с 2005 г. по 2007 г., а также в 2009 г. показатель экстенсивности инвазии варьировал в пределах 33-40%.

Динамика зараженности популяции верховки цистами гельминта имеет более плавные и относительно небольшие колебания. Все показатели инвазированности популяции верховки незначительно уступали показателям плотвы на протяжении 2004, 2007 и 2008 годов. В популяции верховки максимальный показатель пораженности достиг в 2009 г. (56,0%). В остальные годы исследований данный показатель находился в пределах 34-46%.

Сравнительный анализ многолетних показателей уровня зараженности личинками описторхид для обеих популяций рыб не выявил какой-либо зависимости между ними.

Общая зараженность плотвы личинками описторхид была равна следующим значениям: ЭИ — 18,8% (личинки описторхиса), 55,7% (меторхи), с показателем СИИ — 0,3 и 0,9 соответственно, при максимуме 5 особей в одной рыбе. Инвазированность личинками диплостом имела максимальные значения (ЭИ — 84,2%, СИИ — 3,7) и наименьшие показатели были отмечены в отношении зараженности личинками тилодельфисов (ЭИ — 5,1%, СИИ — 0,1).

Для верховки отмечены наиболее низкие показатели инвазированности по следующим заболеваниям: описторхоз (12,5%), меторхоз (49,5%), диплостомоз (71,2%) и незначительное превышение по зараженности *Tylodelphis clavata* (6,0%) по сравнению с плотвой.

Для получения наиболее полной и достоверной картины по зараженности карповых рыб личинками трематод был сделан анализ инвазированности рыб на каждом из водоемов в отдельности.

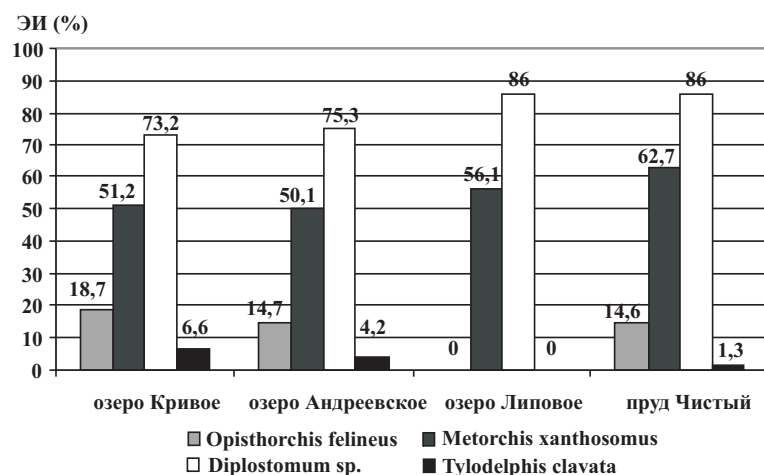


Рис. 1. Инвазированность карповых рыб личинками трематод в водоемах г. Тюмени

В ходе проведенных исследований выявлено, что экстенсивность инвазии личинками меторхов и диплостом во всех исследуемых водоемах возрастает в прямопропорциональной зависимости. ЭИ меторхами изменяется от 50,1% у рыб

из оз. Андреевское до 62,7% из пруда Чистый. Инвазированность личинками описторхисов варьирует в пределах от 14,6% и достигает максимального значения 18,7% у рыб оз. Кривое. Процент зараженности личинками диплостом варьировал незначительно и находился в пределах 73,2-86% (рис. 1).

При изучении интенсивности инвазии отмечены существенные различия между возрастными группами рыб. С возрастом число личинок меторхисов возрастает в прямо пропорциональной зависимости. У сеголеток плотвы интенсивность инвазии свыше 10 экземпляров не установлена. Максимальное значение данного показателя отмечено у плотвы пятого года жизни и составило значение, равное 20 цист на одну исследованную особь. У верховки данный показатель варьирует в пределах 10-15 цист гельминтов соответственно. По показателям интенсивности инвазии рыб личинками описторхисов отмечаются более низкие показатели. Максимальные показатели интенсивности инвазии диплостом отмечены у рыб второго и третьего года жизни и составили значение, равное 300 экз.

Увеличение удельного веса исследованной рыбы в динамике по годам показало увеличение численности плотвы в течение 2004-2008 гг., в 2009 г. отмечено постепенное снижение данного показателя, в то время как в популяции верховки отмечается обратная картина. Несмотря на сокращение численности рыб, ее зараженность практически не снизилась, а в отдельные годы даже возрастала. В целом по обоим популяциям рыб наблюдался подъем численности популяции паразита.

Результаты исследований показывают высокую толерантность паразитарной системы возбудителей трематодозов к условиям городской среды обитания даже при воздействии таких мощных факторов, как антропогенное загрязнение водоемов тяжелыми металлами и нефтепродуктами.

Одним из важных факторов оценки паразитологического состояния водоемов является исследование зараженности первых промежуточных хозяев — моллюсков личинками паразитов.

В ходе проведенного исследования выявлено, что доминирующее положение в составе малакофауны исследованных водоемов занимают следующие виды: *Bithynia tentaculata*, *Opisthorchophorus gispanicus*, *Limnea stagnalis*.

При наблюдении за плотностью популяции моллюсков в биотопах было выявлено следующее. Плотность битиний постепенно возрастала в начале летнего сезона и достигала своего максимального значения к середине лета. Средняя плотность описторхофорусов напротив, в течение сезона увеличивалась и достигала максимума к концу августа.

В завершении летнего сезона средняя плотность популяции описторхофорусов и лимнеид практически достигла средних значений численности популяции битиний.

По начале летнего периода средняя плотность популяции битиний превышала таковую у описторхофорусов и лимнеид почти в 8 раз. К концу летнего сезона этот разрыв значительно сократился и составил 4,5 раза.

Среднее значение плотности популяции для *B. tentaculata* составило 27 экз./1 м², для *O. gispanicus* 3 экз./1 м², для *L. stagnalis* 43 экз./1 м².

Согласно нашим исследованиям, из общего числа обследованных моллюсков (1298 экз.) инвазированными личинками трематод (описторхидами и диплостамидами), представляющими интерес для нашей работы, оказались 768 экз., или 59,2%.

При анализе результатов паразитологических исследований моллюсков личинками описторхид отмечен высокий уровень зараженности (ЭИ) моллюсков на пруду Чистом — $55,0 \pm 5,9\%$ и оз. Кривое — $54,0 \pm 5,9\%$ (табл. 2), при средней интенсивности инвазии (СИИ) равной 0,3 и 0,6 соответственно.

Необходимо отметить, что водоемы, в которых содержатся зараженные моллюски, расположены в непосредственной близости от населенных пунктов либо традиционных мест отдыха и хозяйственной деятельности населения.

Таблица 2

Инвазированность моллюсков сем. *Bythyniidae* личинками описторхид в водоемах г. Тюмени

Наименование водоема	Исследовано моллюсков, экз.	Из них заражено, экз.	ЭИ, %
Озеро Кривое	175	95	54,0
Озеро Андреевское	122	21	17,0
Озеро Липовое	33	5	15,0
Пруд Чистый	155	85	55,0

Результаты анализа инвазированности моллюсков сем. *Limneidae* диплостомами показали следующее. Наиболее неблагоприятными водоемами в части инвазированности лимнеид личинками трематод являются пруд Чистый ($80 \pm 4,3\%$) и озеро Кривое ($73,0 \pm 5,3\%$). Меньшие значения экстенсивности инвазии отмечены в оз. Липовое ($32,0 \pm 5,9\%$) и Андреевское ($41,0 \pm 6,5\%$) (табл. 3).

Таблица 3

Инвазированность моллюсков сем. *Limneidae* личинками диплостомами в водоемах г. Тюмени

Наименование водоема	Исследовано моллюсков, экз.	Из них заражено, экз.	ЭИ, %
Озеро Кривое	265	194	73,0
Озеро Андреевское	133	54	41,0
Озеро Липовое	41	13	32,0
Пруд Чистый	374	301	80,0

Таким образом, наиболее неблагоприятными водоемами в части зараженности личинками трематод являются озеро Кривое и пруд Чистый.

Определяющим фактором, влияющим на зараженность моллюсков гельминтами, является качество среды обитания исследованных объектов. По многолетним исследованиям качества воды и донных отложений в водоемах можно констатировать их загрязнение нефтепродуктами, тяжелыми металлами (ртуть — до 0,2 ПДК, свинец — до 1,8 ПДК, медь — до 2,8 ПДК), органикой, что оказывает существенное влияние на паразитологический процесс, протекающий в водоемах [5].

Оценка влияния загрязненности донных отложений на жизнедеятельность моллюсков (битиний и лимнеид), а следовательно, и накопление гельминтов, показала достоверную связь по всем исследованным веществам. Коэффициент корреляции между степенью инвазированности битиний личинками гельминтов и концентрацией загрязняющих веществ варьировал в пределах 0,63 (нефтепро-

дукты) до 0,96 (цинк), у лимнеид от 0,52 (нефтепродукты) до 0,91 (цинк). Моллюски исследуемых групп обладают высокой резистентностью к накоплению в донных отложениях нефтепродуктов, но более подвержены влиянию тяжелых металлов, в частности, цинка.

Накопление загрязняющих веществ в воде водных объектов оказывает менее сильное влияние на зараженных моллюсков в части их устойчивости к факторам внешней среды, причем как у битиний, так и у лимнеид коэффициент корреляции между концентрацией загрязняющих веществ в воде и зараженностью личинками гельминтов имел достаточно низкие показатели. Это говорит об отсутствии достоверной связи между процессами и низким действии токсического эффекта на процесс зараженности и накопления промежуточных стадий развития гельминтов. Вероятнее всего, это происходит из-за постепенного разбавления воды и как следствие — снижения концентрации загрязняющих веществ, оказывающих негативное влияние на организм моллюсков.

Следовательно, высокая зараженность моллюсков из озер Кривое, Андреевское и пруда Чистый, имеющих высокое содержание тяжелых металлов в донных отложениях, может объясняться подавлением токсическими металлами иммунного ответа в организме хозяина на вторжение гельминтов, что приводит к увеличению интенсивности заражения.

Выводы. В ходе исследований обнаружено 4 вида гельминтов (*Metorchis xanthosomus*, *Diplostomum rutili*, *Tylodelphis clavata*, *Opisthorchis felineus*). Доминирующее положение занимает *Metorchis xanthosomus* и *Diplostomum rutili*.

Наибольшая инвазированность личинками паразитов среди исследованных рыб отмечена в популяции плотвы (описторхиды 37,2%, диплостомиды 44,6%).

Показатель интенсивности инвазии в популяциях карповых рыб увеличился с возрастом путем постепенной ежегодной аккумуляции в теле рыбы.

Наиболее неблагополучными водоемами по зараженности моллюсков и рыб паразитами являются оз. Кривое, Андреевское и пруд Чистый.

Можно предположить, что одним из факторов внешней среды, оказывающим негативное влияние на функционирование популяций моллюсков и рыб в городской среде, является химическое загрязнение водоемов. Наибольшая чувствительность к действию загрязняющих веществ отмечена у моллюсков, она проявляется в виде снижения иммунных реакций и в протекании интенсивного процесса инвазированности личинками гельминтов. Рыбы по сравнению с моллюсками более устойчивы к накоплению загрязняющих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жохов А.Е. Влияние химического загрязнения воды на гельминтологическую ситуацию в водоемах: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1988. 20 с.
2. Ромашев Б.В. Особенности экологии гельминтов в условиях антропопрессии / Факторы регуляции популяционных процессов у гельминтов. М., 1990. С. 112-114.
3. Беэр С.А., Воронин М.В. Церкариозы на урбанизированных территориях. М.: Наука, 2007. С. 171-177.
4. Инструкция по санитарно-гельминтологической оценке рыбы, зараженной личинками дифиллоботриид и личинками описторхиса и ее технологической обработке. М., 1983. С. 14-18.
5. Михайлова Л.В. Эколого-токсикологическое состояние водных объектов города Тюмени / Отчет о НИР. Тюмень: СибрыбНИИпроект. 70 с.