

УДК 574(262.54)+597(576.8)

ВСПЫШКА ЧИСЛЕННОСТИ ПЛЕРОЦЕРКОИДОВ *Digamma Interrupta* У АЗОВСКОЙ ТАРАНИ (*Rutilus rutilus heckeli*)

© 2013 г. Академик Г.Г. Матишов¹, А.В. Казарникова¹, Д.Н. Куцын¹

Настоящая работа посвящена изучению очага диграммоза в дельте р. Дон и восточной части Таганрогского залива. Представлены данные по зараженности азовской тарани ремнецами, *Digamma interrupta*. В рамках экосистемного анализа обоснована необходимость проведения комплексных исследований для выявления распространения очагов диграммоза в водоемах Азовского бассейна.

Ключевые слова: экосистема, рыбы, паразиты, диграммоз.

Устойчивое функционирование природной экосистемы обеспечивается определенной структурой ее биотических и абиотических компонентов [1]. Цестоды относятся к патогенным паразитам, способным влиять на динамику численности популяций рыб в водоемах разного типа. О влиянии *Digamma interrupta* на рост и численность леща в Цимлянском водохранилище сообщает А.В. Решетникова [2]. Об энзоотиях диграммоза среди карасей в озерах Западной Сибири приводит данные Д.А. Размашкин с соавт. [3]. По подсчетам Д.А. Размашкина и В.Я. Ширшова [4], среднегодовая потеря продукции карася из-за диграммоза по 10 озерам Тюменской области составила 41,2% от его добычи. По ориентировочной оценке [2], лигулидозы могут приводить к гибели до 30% трехлеток леща в Таганрогском заливе.

В водоемах Азовского бассейна уже много лет существует очаг лигулеза – диграммоза. С 1951 по 1967 гг. [2, 5] самой распространенной была инвазия леща ремнецами *Ligula intestinalis* и *Digamma interrupta*. В 1970-е гг. наметилась тенденция к сокращению зараженности промысловых рыб в р. Дон указанными паразитами, и, судя по имеющимся публикациям, она сохранялась до конца 1990-х гг. [6, 7]. Большое значение для биоценоза в целом имеют гидрологические и гидрохимические условия в водоемах Азовского бассейна [8]. Наличие ряда факторов (мелководье, хорошая прогреваемость воды, высокая степень зарастаемости водоемов растительностью, обилие рыбоядных птиц – окончательных хозяев ремнецов) создает благоприятные условия для циркуляции возбудителей в водоемах.

В летние месяцы 2012 г в дельте р. Дон и восточной части Таганрогского залива было зарегистрировано массовое заражение тарани *D. interrupta*. Больные рыбы отмечались по всей акватории юго-восточной части Таганрогского залива. Однако наиболее массовые скопления наблюдались в прибрежной зоне, особенно в кутовой части Таганрогского залива. Плотность зараженных рыб на этом участке составляла порядка 10 500 шт./км² ихтиомассой до 525 кг/км² (рис. 1). Более низкие показатели, которые можно оценить в 4300–4500 шт./км² ихтиомассой около 215 кг/км², наблюдались в районе Павло-Очаковской косы. В районе хутора Чумбур-Коса плотность оказалась значительно ниже – до 220 шт./км², западнее района больные рыбы практически не встречались. Плотность около 250 шт./км² регистрировалась в дельте Дона (гирло Свиное, протоки Каменик, Сунжа). В районе приустьевое участка р. Кагальник зараженная рыба в большом количестве встречалась в протоке Сунжа и на участке ее слияния с Таганрогским заливом.

В настоящее время тарань является самым многочисленным видом частичковых рыб в Азовском бассейне. В 2011 г. ее запасы составили 935 т [9]. Об увеличении численности тарани по сравнению с лещом свидетельствуют и показатели объема вылова этих рыб. Так, за 2010 г. вылов тарани и леща составил 80 и 16 т соответственно. В 2011 г. только украинская рыбодобывающая промышленность освоила вылов 114 т тарани. Таким образом, численность тарани в Азовском море в настоящее время достаточно высока. Существенное преобладание тарани над лещем в ихтиоценозе Азовского моря может быть важной предпосылкой увеличения ее зараженности паразитами. В условиях сокращения численности леща одним из главных промежуточных хозяев *D. interrupta* стала тарань.

¹ Южный научный центр РАН, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, тел.: (863) 266-64-26; e-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru

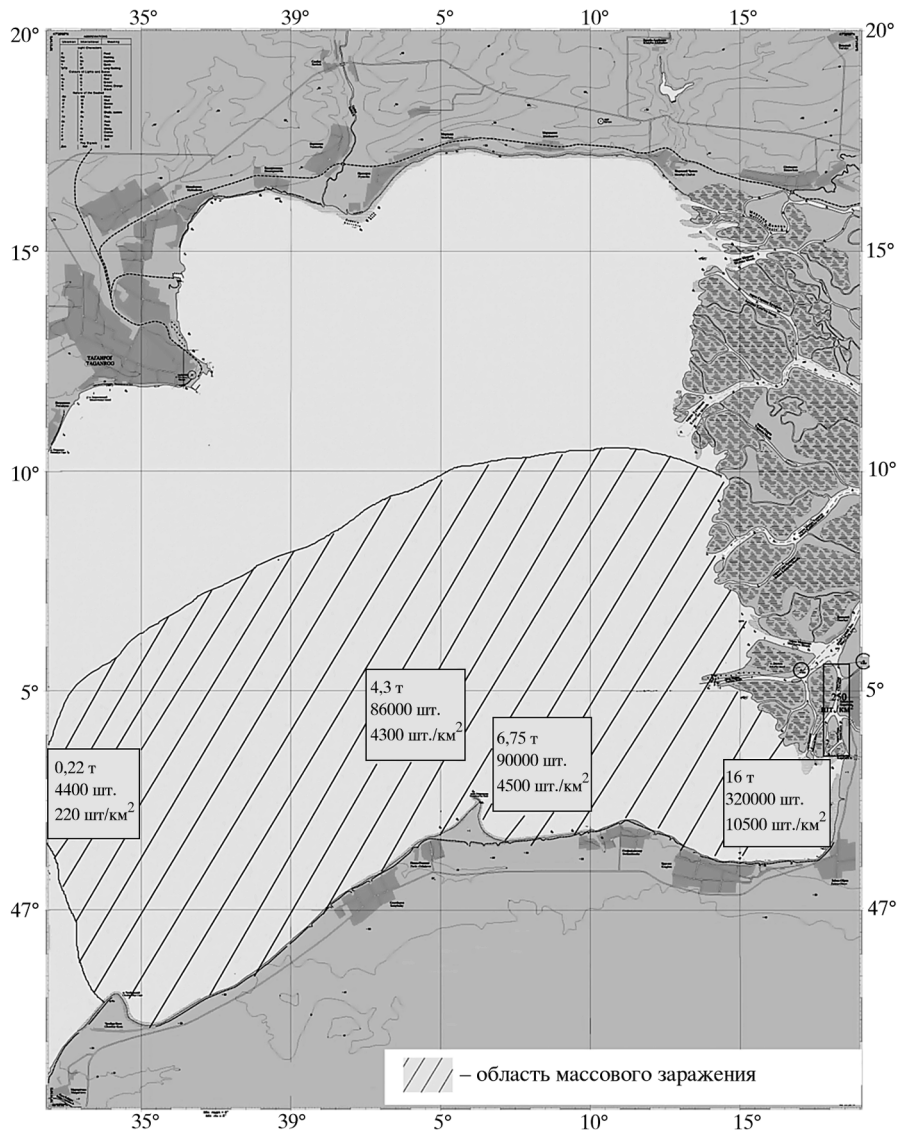


Рис. 1. Зараженность тарани на различных участках Таганрогского залива (площадь квадратов составляет 20 км²)

В период исследования в водоемах регистрировали высокие значения температуры воды (рис. 2), закономерно растущие от 24 до 27,5 °С. Последнее способствует увеличению скорости регенерации минеральных элементов и, как следствие, интенсивному развитию зоопланктона [8].

Температура воды является основным фактором, определяющим сроки развития яиц и личиночных непаразитических стадий развития ремнецов. Нормальное развитие яиц у всех видов сем. *Ligulidae* происходит при температуре от 8–10 до 32 °С [10]. При этом общей закономерностью для развития яиц является повышение температуры воды: чем выше температура воды, тем быстрее происходит развитие яиц и вылупление коррацидиев. Оптимальной для эмбрионального и ларвального развития ремнецов сем. *Ligulidae* является температура 23–25 °С.

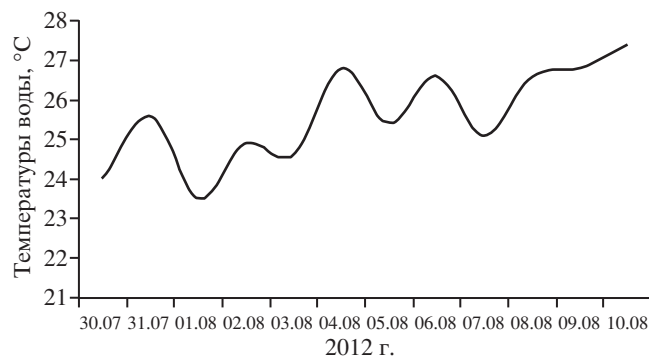


Рис. 2. Температура воды в районе исследования (дельта р. Дон)

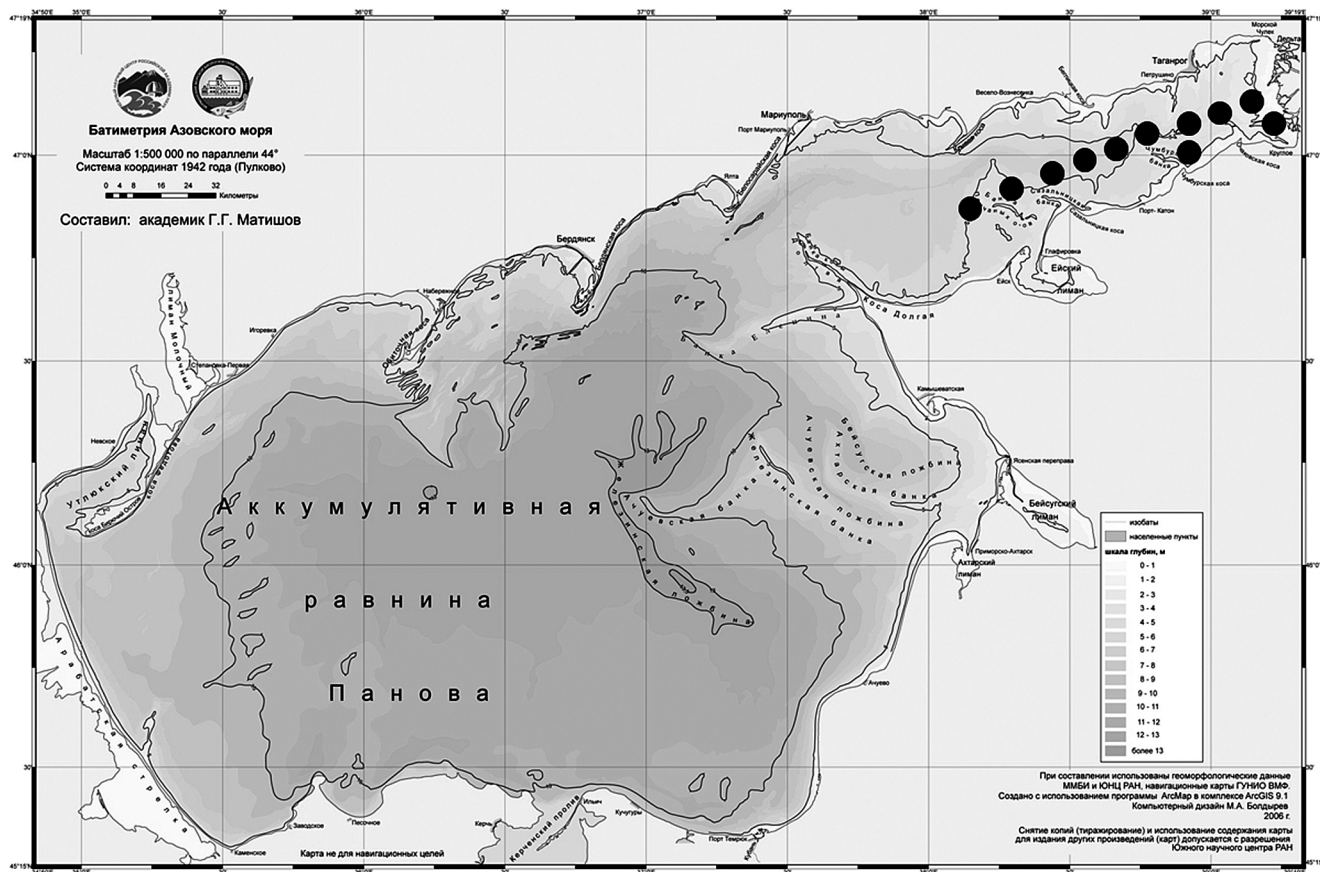


Рис. 3. Карта-схема района исследований тарани в Азовском море и Таганрогском заливе (точками отмечены участки наблюдений)

Близкие показатели температуры воды были отмечены в дельте р. Дон в августе 2012 г.

Следовательно, температура воды оказывает влияние и на развитие процеркоидов в полости тела рачков и плероцеркоидов в полости тела рыб. Кроме того, при относительно высоких температурах в связи с усилением процессов пищеварения у рыб заражение их процеркоидами происходит намного успешнее, чем при низких температурах [10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводили летом 2012 г. в дельте р. Дон (гирло Свиное, протоки Каменик, Сунжа, приустьевая часть р. Дон), а также в восточной части Таганрогского залива (Павло-Очаковская коса, Чумбур-Коса и кутовая часть) во время ихтиологических съемок на стационарных точках и в ходе экспедиционных исследований на НИС «Профессор Панов» в восточной части Таганрогского залива (рис. 3). Отлов зараженных рыб осуществляли с борта мотолодки с помощью мелкоячейных сачков. Использование сетей оказалось неэффективным,

поскольку рыбы держались в поверхностных слоях воды, были малоподвижны и не облавливались сетными орудиями лова.

Всего на клинический осмотр было взято 3600 особей тарани. Из них на биологический анализ [11] и паразитологическое исследование было отобрано 105 экз. рыб. Часть гельминтов была собрана на птичьих базарах.

Сбор, фиксацию и дальнейшую обработку паразитов проводили по общепринятым в паразитологии методам [12, 13]. Видовую принадлежность паразитов определяли с помощью «Определителя паразитов пресноводных рыб» под редакцией О.Н. Бауера [14].

В работе использованы традиционные показатели зараженности: экстенсивность инвазии – доля зараженных рыб в выборке, в процентах; интенсивность инвазии – число особей паразита в отдельной инвазированной рыбе; средняя интенсивность инвазии – сумма всех особей одного вида, деленная на число зараженных особей хозяина, индекс обилия – среднее число паразитов на одну особь в изученной выборке хозяина.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Возрастная структура зараженных рыб была представлена двумя возрастными группами: двухлетними (1+) и трехлетними (2+) особями (рис. 4). При этом на долю двухлеток приходилось 93% всех рыб.

Установлено, что у зараженных рыб заниженные темпы роста: в двухлетнем возрасте средняя длина рыб составляла 12,2 см, что на 10% ниже этого показателя у здоровых рыб. Для зараженных трехлетних рыб характерна аналогичная ситуация (средняя длина больных рыб составила 15,2 см, здоровых – 16,2 см). Ещё более сниженными оказались показатели массы: они составили 36 г у больных двухлетних рыб (на 61% ниже показателя у здоровых) и 72 г – у зараженных трехлетних особей (на 68% ниже показателя здоровых).

Зараженными *D. interrupta* оказались все обследуемые особи тарани. При патологоанатомическом вскрытии была отмечена атрофия внутренних органов, вызванная механическим воздействием плероцеркоидов, развивающихся в полости тела. Рыбы были истощены, запасов депонированного жира практически не было, а в желудочно-кишечном тракте отсутствовали пищевые массы. Под воздействием продуктов выделения паразита, оказывающих на рыбу токсическое действие, нарушается деятельность отдельных органов и все обменные процессы, снижается уровень гемоглобина, качественно и количественно изменяется лейкоцитарная формула [10]. Известны случаи гибели от диграмоза двухлеток пестрых толстолобиков, когда в по-

Таблица 1. Размеры ремнецов *Digamma interrupta* из тарани в разных районах вылова

Параметр	Дельта р. Дон	Таганрогский залив
	Тарань	
<i>l</i> , см	11–14,5	10,5–14
<i>L</i> , см	13,5–17	13–17,5
<i>Digamma interrupta</i>		
Длина, см	3,5–67,5	6,5–67,5
Длина _{ср.} , см	35,5 ± 2,06	43 ± 2,5
Ширина, см	0,2–1,5	0,3–1,5
Ширина _{ср.} , см	0,9 ± 0,06	0,8 ± 0,05

Примечание. *L* – длина от начала рыла до конца хвостового плавника, см; *l* – длина от начала рыла до конца чешуйного покрова, см.

лости тела погибающих рыб массой 500 г находили по 2–3 гельминта длиной 40–60 см [15], от лигулеза – сеголетков карпа в рыбоводных хозяйствах Азовского бассейна [6].

Размеры выделенных ремнецов *Digamma interrupta* колебались в следующих пределах: длина 3,5–67,5 см, ширина 0,2–1,5 см (табл. 1). Анализ собранного материала показывает, что экстенсивность инвазии (ЭИ) тарани *Digamma interrupta* составила 100% во всех обследованных точках (табл. 2). Наибольшая интенсивность инвазии (ИИ) 1–6 экз. и средняя интенсивность инвазии (ИИ_{ср.}) 2,3 ± 0,16 экз., а также индекс обилия (ИО) 2,3 ± 0,16 экз. были отмечены в Таганрогском

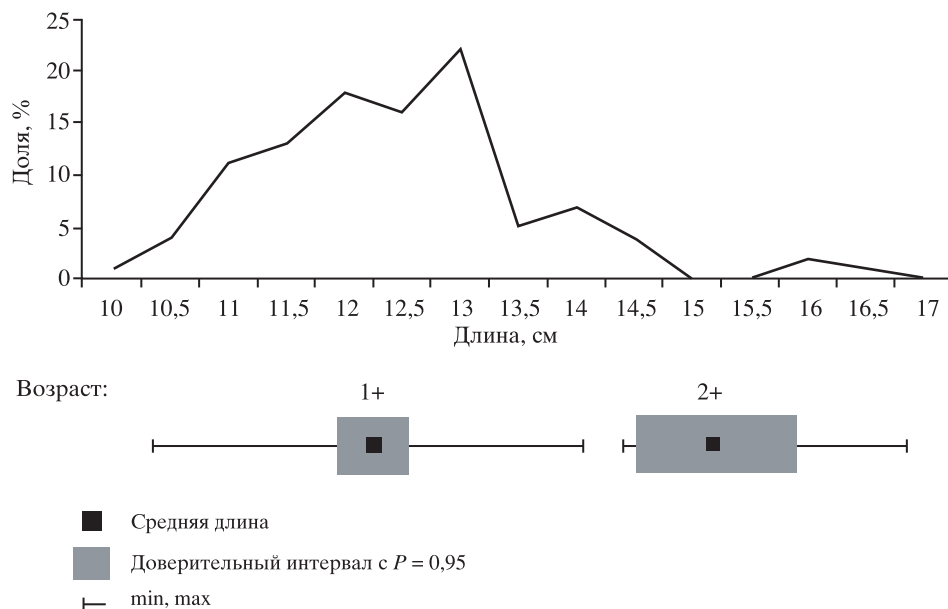


Рис. 4. Размерно-возрастная структура зараженной части популяции тарани

Таблица 2. Показатели зараженности тарани *Digamma interrupta* в дельте р. Дон (протоки Каменик, Сунжа) и Таганрогском заливе (Павло-Очаковская коса)

Место отбора проб	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИИ _{ср.} , экз.	ИО, экз.
Проток Каменик	100	1–4	1,6 ± 0,34	1,6 ± 0,34
Павло-Очаковская коса – 1	100	1–6	2,3 ± 0,16	2,3 ± 0,16
Проток Сунжа	100	1–4	1,9 ± 0,23	1,9 ± 0,23
Павло-Очаковская коса – 2	100	1–3	1,5 ± 0,14	1,5 ± 0,14

заливе (район Павло-Очаковской косы). У тарани по большей части встречалось по 2–3 инвазионных плероцеркоида, остальные были неинвазионными (3,5–6–6,5–8 см). В анализируемом материале также встречались очень крупные экземпляры диграмм, явно оказывающие патогенное влияние на рыб. Так, у трехлеток тарани длиной 15 и 15,5 см регистрировали от 1 до 6 экз. гельминтов, длина червей достигала 67,5 и 66,5 см соответственно.

Некоторые особи тарани были заражены двумя генерациями паразитов. Одна генерация, представленная 1–3 плероцеркоидами, по размерам и степени их морфологического развития является результатом заражения прошлого года. Вторая представлена очень молодыми, еще слабо развитыми (одним или несколькими) плероцеркоидами – результат заражения их в текущем году. Так, ремнецы *D. interrupta* были обнаружены в двух особях тарани: а) в одном случае – 4 экз., из них 3 экз. имели длину 37,5–48 см, ширину 0,5–1 см и по степени развития были инвазионными, один молодой неразвитый плероцеркоид достигал 3,5 × 0,5 см; б) в другой тарани всего было обнаружено 3 плероцеркоида, из которых 2 достигали величины 30–44 × 0,5 см и были вполне развитыми, а один не превышал размера 12 × 0,2 см.

Достоверных различий в экстенсивности заражения самцов и самок рыб отмечено не было. В ряде случаев определение половой принадлежности рыб было затруднено ввиду дегенерации гонад в той или иной степени.

Для изучения формирования гельминтоценоза в водных экосистемах Азовского бассейна использовано моделирование схем (рис. 5), в которых учтена роль гельминтов – индикаторов видового состава пищевых компонентов, на основании которых формируется структура гельминтоценоза.

В модели концептуальной схемы выявлено, что развитие цестод *Digamma interrupta* происходит с участием 1-го промежуточного хозяина по четырехзвенной трофической цепи.

В структуре биоценоза находятся консументы I, II и III порядка – циклопы и диаптомусы, карповые

рыбы (лещ, густера, тарань и др.) и рыбацкие птицы (большой баклан, *Phalacrocorax carbo*, хохотунья, *Larus cachinnans*, черноголовый хохотун, *Larus ichthyaetus*, речная крачка, *Sterna hirundo*, серая цапля, *Ardea cinerea*). Они занимают второй, третий и четвертый трофические уровни.

Перечисленные консументы III порядка вместе с фекалиями выделяют яйца цестод, которые по обратным связям попадают в детритную часть донных отложений. В яйце находится личинка – коррацидий. После заглатывания яиц низшими ракообразными, которые находятся во 2-м трофическом уровне, коррацидий в полости тела последних претерпевает метаморфоз и превращается в высокоорганизованную личинку – онкосферу, которая с помощью крючьев проникает в полость тела рачка, где через 12–14 дней превращается в инвазионного процеркоида. Карповые рыбы, находящиеся в 3-м трофическом уровне, заражаются при поедании инвазированных рачков (рис. 5). В кишечнике рыб процеркоид превращается в плероцеркоид, который значительно увеличивается в размерах и достигает инвазионности на втором году жизни. В рыбе плероцеркоиды остаются жизнеспособными более трех лет. Инвазионные стадии находятся в 3-м звене 3-го трофического уровня.

Инвазированных рыб поедают рыбацкие птицы. В их кишечнике плероцеркоиды через 3–5 суток вырастают в половозрелых гельминтов и начинают выделять яйца. Выделение яиц продолжается до 5–7 дней, затем лигулы погибают и с экскрементами птиц выделяются наружу. По такому пути совершается циркуляция представителей рода *Digamma*.

В описанной циркуляции яйца находятся в 1-м звене эпизоотологической цепи, во 2-м – партеногенетические стадии, в 3-м – инвазионные стадии и в 4-м звене – имаго.

Таким образом, ремнецы *Digamma interrupta* используют пищевые цепи, возникающие между отдельными компонентами биоценоза, при переходе от одних хозяев к другим. При этом карповые рыбы являются основными компонентами. С одной стороны, они выступают как потребители разных видов низших ракообразных, с другой стороны – сами служат объектом питания для многих видов рыбацких птиц.

Вероятно, массовое заражение тарани произошло в нагульный период 2011 г., когда рыбы активно питались. Полученные данные свидетельствуют о том, что возрастная группа двухлетних особей является достаточно многочисленным поколением. Очевидно, во время нагула в 2011 г. формировались скопления рыб данного поколения в прибрежных частях Таганрогского залива, что способствовало увеличению как экстенсивности, так и интенсивности

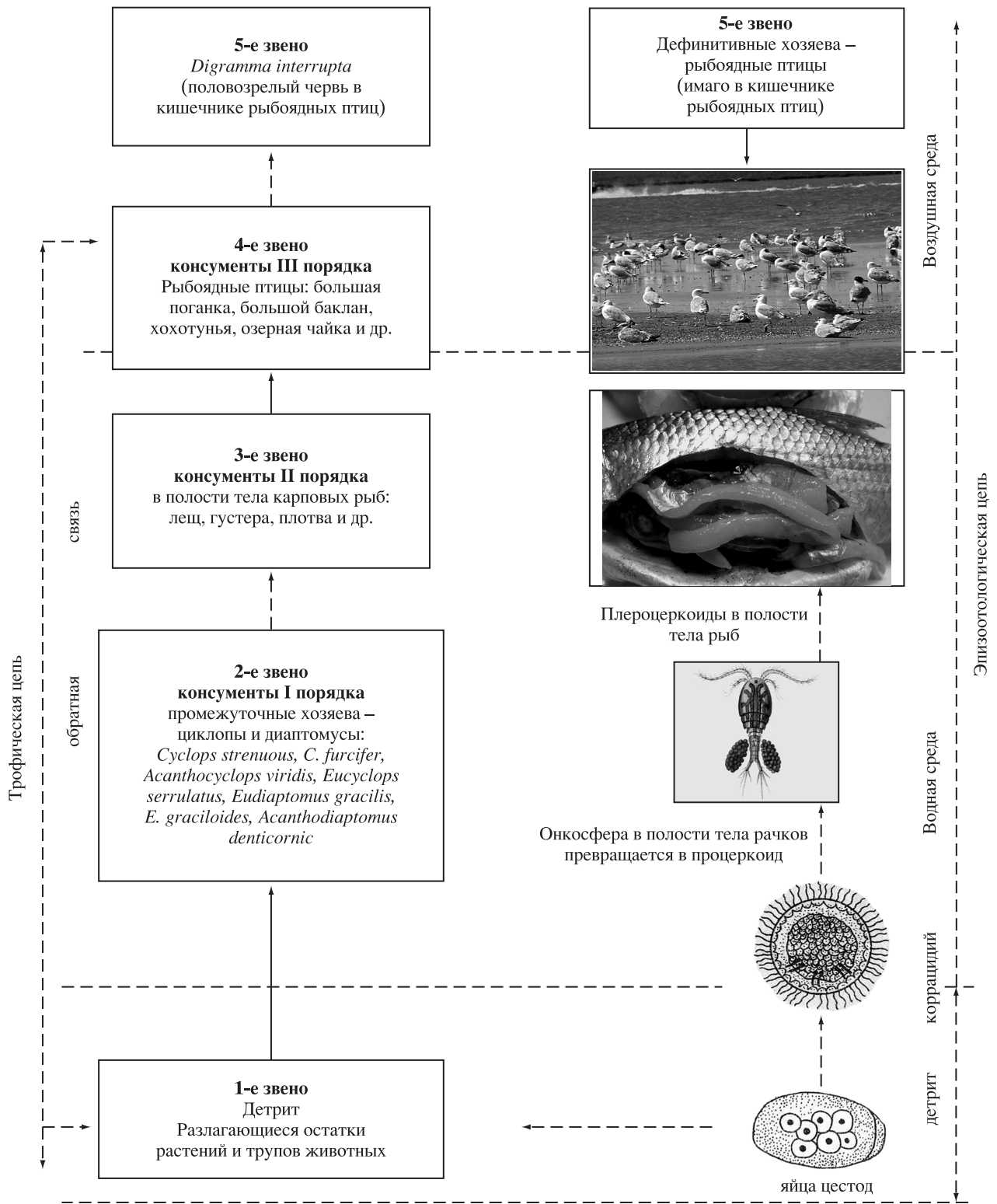


Рис. 5. Трофико-эпизоотологические цепи в системе паразит – хозяин. Место жизненных форм ремнецов *Digramma interrupta* в общих трофико-эпизоотологических цепях, цикл развития которых завершается с участием двух промежуточных хозяев (по [10] и наши данные)



Рис. 6. Птицы как окончательный хозяин *Digamma interrupta*. Колония хохотуний и крачек в районе устья р. Дон (А), большие бакланы (Б), ремнецы (В) и поврежденная тарань в местах расположения колоний большого баклана и хохотуни на искусственном острове (Г)

инвазии. В данном случае эпизоотию следует рассматривать как фактор естественной смертности, обеспечивающий регуляцию численности популяции тарани в условиях увеличенной плотности. Переуплотнение, очевидно, имело локальный характер в экологически и трофически обособленной группе двух- и трехлеток, в то время как старшие возрастные группы формировали не такие многочисленные разреженные скопления в пределах западной части нагульного ареала.

Поскольку протоки дельты р. Дон и мелководная кутовая часть Таганрогского залива не являются основным местом нагула тарани, можно предположить, что на данном участке рыба оказалась в результате продолжительного действия западных ветров и вызванных ими нагонов воды из открытых участков Таганрогского залива в область аванделты. Такой характер скоплений больных рыб свидетельствует о потере ими способности активно сопротивляться ветровым течениям воды. В итоге зараженные особи концентрировались у побережья на мелководных участках и заводях, где становились легкой добычей рыбацких птиц, что способствовало завершению жизненного цикла паразита и распространению заболевания.

Численность зараженных рыб вскоре после массового их появления стала стремительно сокращаться. Уже в первых числах сентября зараженные рыбы в пределах исследуемой акватории встречались единично. Дело в том, что рыбацкие птицы в этот период питались главным образом больными рыбами, которые являлись наиболее доступным кормом. Об этом свидетельствуют наблюдения на птичьих базарах в районе устья р. Дон и на искусственном острове в Таганрогском заливе, где на местах отдыха птиц в массе встречались как ремнецы, так и поврежденная рыба (рис. 6).

Азовское море имеет большое значение для рыбного хозяйства [16]. Однако водоем является загрязненным в смысле лигулидозов. Изменить эту ситуацию может систематический паразитологический мониторинг Таганрогского залива, выявление скоплений больных рыб и их отлов закидными мелкоячеистыми неводами. В комплексные мероприятия по контролю заболевания должен быть включен и контроль численности рыбацких птиц.

Улучшение эпизоотической ситуации может быть достигнуто также при помощи организации мероприятий по увеличению численности судака, способного активно уничтожать зараженных рыб, тем самым прерывая жизненный цикл паразита

и подавляя развитие заболевания. Сокращение численности судака в Азовском море, вызванное в первую очередь переловом и неэффективным воспроизводством, – важная предпосылка вспышки диграммоза азовской тарани в августе 2012 г.

Благоприятное развитие и существование ремнецов сем. Ligulidae зависит от непосредственного воздействия факторов внешней среды, которые определяют численность промежуточных и дефинитивных хозяев, а также районы возможного распространения паразитов. Этот вопрос требует комплексного глубокого изучения. Подобные исследования имеют важное научное и практическое значение, поскольку могут быть использованы как для прогноза паразитологической ситуации, так и для разработки мер профилактики болезней рыб в водоемах юга России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический атлас Азовского моря / Гл. ред. акад. Г.Г. Матишов; отв. ред. Н.И. Голубева, В.В. Сорокина. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 328 с.
2. Решетникова А.В. Паразитофауна молоди рыб Цимлянского водохранилища // Тр. Волгоградского отделения ГосНИОРХа. 1967. № 3. С. 186–205.
3. Размашкин Д.А., Ширмов В.Я., Осипов А.С. Паразитофауна карася серебряного и карася золотого озер Тюменской области. Сб. научн. тр. Л., 1984. 226 с.
4. Размашкин Д.А., Ширшов В.Я. Диграмоз карася и его профилактика в товарных озерных хозяйствах. Экспресс-информация. М., 1980. 355 с. (Рыб. хоз-во, серия Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов).
5. Смирнова К.В. Паразитофауна рыб Цимлянского и Манычских водохранилищ // Учеб. зап. Ростов. ун-та. 1959. Т. 58. Вып. 4. С. 103–115.
6. Шестаковская Е.В., Стрижакова Т.В., Низова Г.А., Казарникова А.В., Подзорова А.А., Ахметова Б.А. Оценка эпизоотического состояния популяции основных промысловых рыб Азовского бассейна // Сб. науч. тр. АзНИИРХа (1996–1997). Ростов н/Д., 1998. С. 454–460.
7. Низова Г.А., Сыроватка Н.И. Гельминты промысловых рыб Азовского бассейна, их эпизоотическое и эпидемиологическое значение // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сб. науч. тр. АзНИИРХ (1998–1999 гг.). Ростов н/Д.: БКИ, 2000. С. 176–183.
8. Матишов Г.Г., Абраменко М.И., Гаргона Ю.М., Буфетова М.В. Новейшие экологические феномены в Азовском море (вторая половина XX века). Т. V. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. 441 с.
9. Жердев Н.А. Состояние популяции азовской тарани в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов н/Д., 2011. С. 63–67.
10. Дубинина М.Н. Ремнецы фауны СССР. Л.: Наука, 1966. 262 с.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
12. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. М.: Наука, 1985. 121 с.
13. Мусселиус В.А. и др. Лабораторный практикум по болезням рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 296 с.
14. Определитель паразитов пресноводных рыб / Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1987. Т. 3. 583 с.
15. Мусселиус В.А. Паразиты и болезни растительноядных рыб дальневосточного комплекса в прудовых хозяйствах СССР // Труды ВНИИПРХ. 1973. Т. 22. С. 4–129.
16. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В. Состояние воспроизводства рыбы и пути возрождения биоресурсов Азовского моря // Вестник Южного научного центра. 2005. Т. 1. № 4. С. 30–37.

THE OUTBREAK OF PLEROCERCIDS *Digamma interrupta* IN AZOV ROACH (*Rutilus rutilus heckeli*)

Academician RAS G.G. Matishov, A.V. Kazarnikova, D.N. Kutsyn

The paper focuses on the studies of the source of digrammosis in the Don delta and the Eastern Taganrog Bay. The data on Azov roach invasion by *Digamma interrupta* are presented. The necessity of a comprehensive study to identify the distribution of digrammosis in the Sea of Azov basin water bodies from the ecosystem analysis point of view has been justified.

Key words: ecosystem, fish, parasites, digrammosis.