

УДК 591.69:597.55:595.121

doi: 10.26907/2542-064X.2019.2.325-338

**ЧУЖЕРОДНАЯ ЦЕСТОДА *Triaenophorus crassus* Forel, 1868  
(Cestoda, Pseudophyllidea) У РЫБ САРАТОВСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА**

*О.В. Минеева, А.К. Минеев*

*Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального  
исследовательского центра РАН, г. Тольятти, 445003, Россия*

**Аннотация**

На основании результатов исследований 2009–2015 гг. приводится анализ зараженности четырех видов рыб Саратовского водохранилища чужеродной цестодой *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea). Уровень инвазии исследованных животных свидетельствует об устойчивой натурализации паразита, что обусловлено наличием в достаточном количестве всех участников его жизненного цикла. Показана роль понто-каспийских бычков (Pisces, Gobiidae), а также чужеродных видов в водоеме, в формировании и функционировании очага триенофороза. Основным дополнительным (вторым промежуточным) хозяином *T. crassus* в условиях Саратовского водохранилища является бычок-головач *Neogobius iljini*. Высокий уровень инвазии definitivo-хозяина – щуки, сопоставимый с зараженностью последней в водоемах нативного ареала паразита, свидетельствует о трансформации ранее существующих пищевых цепей и значительной роли бычковых рыб в питании хищника.

**Ключевые слова:** *Triaenophorus crassus*, цестода, чужеродный вид, зараженность, рыбы, Саратовское водохранилище

**Введение**

Ленточные черви рода *Triaenophorus* – широко распространенные паразиты рыб Голарктики. В пресноводных водоемах Европы обитает 2 вида этого рода – *T. nodulosus* (Pallas, 1781) и *T. crassus* Forel, 1868 [1–4]. Первый вид, относящийся к паразитам палеарктической группы бореально-равнинного фаунистического комплекса, в Волжском бассейне регистрируется от верховьев до дельты [5, 6]. Ареал распространения *T. crassus*, представителя арктического фаунистического комплекса, до недавнего времени был более мозаичен и включал верхнее и среднее течение, а также дельту р. Волги [5–7]. В целом ареал обоих видов триенофорусов ограничен распространением их окончательного хозяина – щуки [5].

В начале 90-х годов XX в. в составе цестодофауны рыб Саратовского водохранилища регистрировалось 11 видов ленточных червей, среди которых чужеродных видов не отмечалось [8]. С тех пор в биотической составляющей экосистемы водоема произошли серьезные изменения, обусловленные проникновением гидробионтов-вселенцев [9, 10].

Вселение новых видов в экосистемы – широко распространенный естественный процесс, происходивший во все геологические эпохи существования жизни. Однако благодаря глобализации хозяйственной деятельности человека он приобрел особую актуальность во второй половине прошлого века. Отмечаемые в последние десятилетия резко возросшие темпы вселения чужеродных организмов в водные экосистемы всего мира связывают с различными факторами: глобальным изменением климата, строительством каналов и водохранилищ, активизацией судоходства, преднамеренной интродукцией видов и др. [11–14].

Инвазии чужеродных организмов признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем [15]. Расселение животных за пределы естественного ареала может сопровождаться появлением новых для региона паразитов; некоторые из них становятся причиной эпизоотий аборигенных видов [16, 17]. Существует также вероятность трансформации нативной структуры местных паразитарных систем, что особенно актуально в случае с агрессивными вселенцами [9, 18]. Наиболее распространенным следствием инвазии новых видов является расширение круга хозяев для аборигенных паразитов [19–21].

Целью настоящей работы является исследование зараженности рыб Саратовского водохранилища чужеродной цестодой *Triaenophorus crassus*.

#### Материал и методы

Паразитологические исследования рыб проведены в период 2009–2015 гг. в районе Кольцово-Мордовинского участка Саратовского водохранилища (53°10' с.ш. – 49°26' в.д.) (средний участок водоема). Методом полного паразитологического вскрытия [22] обследовано 320 экз. бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), 146 экз. каспийского бычка-головача *Neogobius iljini* (Vasiljeva et Vasiljev, 1996), 21 экз. бычка-цуцика *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) и 49 экз. щуки *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), отлов которых осуществляли с помощью поплавочной удочки, гидробиологического сачка и спиннинга.

Научная номенклатура рыб представлена по книге [23]. Систематика цестоды приведена по М.Н. Дубининой [24]. Б.И. Куперманом, проводившим исследования по изучению представителей рода *Triaenophorus* на территории СССР, выделен вид *T. meridionalis* (Куперман, 1968), плероцеркоиды которого паразитируют в мускулатуре бычковых рыб семейства Gobiidae [5]. Морфологические различия *T. crassus* и *T. meridionalis* проявляются лишь в размерах крючьев сколекса (величина которых у первого на 42–50% больше) [5], что, по мнению М.Н. Дубининой, «несомненно связано с видовым изменением основного состава их промежуточных хозяев, где происходит окончательное формирование крючьев сколекса» [24, с. 25].

Сбор, фиксацию и камеральную обработку паразитов проводили по общепринятой методике [22]. Для количественной характеристики зараженности использовались следующие показатели: экстенсивность инвазии (процентная доля зараженных особей в общем числе исследованных), интенсивность инвазии (минимальное и максимальное число паразитов на одной особи рыб) и индекс обилия (средняя численность паразита у всех исследованных животных, включая незараженных). В случае недостаточной выборки (менее 15 экз.) при

расчете значений экстенсивности инвазии указывалось число зараженных особей от общего количества вскрытых.

Измерение крючьев сколекса плероцеркоидов и взрослых цестод проведено согласно рекомендациям Б.И. Купермана [5]: крючья измерялись на препаратах прижатые так, что базальная пластинка и боковые зубцы находились в одной плоскости; для получения статистически достоверного материала измерялось не менее 25 крючьев.

Математическую обработку проводили в пакетах программ Microsoft Excel.

### Результаты и их обсуждение

В ходе последнего планомерного исследования паразитофауны рыб Саратовского водохранилища, предпринятого в начале 90-х годов XX в. [8], черви *T. crassus* зарегистрированы не были. Список цестод рыб водохранилища и соответствующего участка Волги до зарегулирования (г. Куйбышев Куйбышевской (Самарской) области, Россия) включал другого представителя рода *Triaenophorus* – аборигенного *T. nodulosus* [8, 25]. Основным дополнительным хозяином паразита в водоеме являлся окунь (экстенсивность инвазии 17.6%, индекс обилия 6.18 экз.). Плероцеркоиды *T. nodulosus* также были зарегистрированы у ерша и налима, однако роль этих видов рыб в реализации жизненного цикла гельминта крайне незначительна. Вследствие низкой зараженности дополнительных хозяев степень инвазии щуки, дефинитивного хозяина лентеца, также невысока: встречаемость червей 34.4% при средней численности 0.53 экз. [8], что значительно ниже аналогичных показателей в других водоемах [3, 26].

В настоящее время в исследованном участке водохранилища чужеродная цестода *T. crassus* обнаружена у четырех видов рыб, показатели зараженности которых (табл. 1) свидетельствуют об устойчивой натурализации паразита в водоеме.

Табл. 1

Зараженность рыб Саратовского водохранилища цестодой *T. crassus*

Хозяин	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
Бычок-кругляк	13.75 ± 1.93	1–5	0.21 ± 0.03
Бычок-головач	50.00 ± 4.15	1–25	2.15 ± 0.34
Бычок-цуцик	42.86 ± 11.07	1–2	0.48 ± 0.13
Щука	55.10 ± 7.18	1–86	6.43 ± 2.01

Плероцеркоиды развиваются в мускулатуре бычков семейства Gobiidae. Зачастую обнаружить паразита можно и при визуальном осмотре рыбы (рис. 1).

Чаще всего черви в соединительнотканых капсулах локализируются в мускулатуре туловища (преимущественно спинной части), реже в мышцах ротовой полости. Плероцеркоиды единично найдены также в полости тела рыб (лежали на брыжейке свободно без капсулы).

Заражение бычков чужеродной цестодой происходит через инвазированных веслоногих рачков (родов *Cyclops*, *Microcyclops*, *Eudiaptomus* и др.), которые хоть и не являются основным компонентом пищевого рациона этих рыб-бентофагов, но присутствуют в пище всех видов гобиид [27–29]. Основным



Рис. 1. Бычок-кругляк, инвазированный плероцеркоидом *T. crassus* (стрелкой показано место локализации паразита)

Табл. 2

Зараженность бычка-головача Саратовского водохранилища цестодой *T. crassus* в отдельные годы

Год	<i>n</i>	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз.	Индекс обилия, экз.
2009	8	3 из 8	1–2	0.50 ± 0.27
2010	31	29.03 ± 8.29	1–2	0.35 ± 0.11
2011	36	27.78 ± 7.57	1–2	0.36 ± 0.11
2012	19	73.68 ± 10.38	1–25	5.47 ± 1.67
2013	15	53.33 ± 13.33	1–4	1.13 ± 0.38
2014	20	65.00 ± 10.94	1–15	2.95 ± 0.90
2015	17	94.12 ± 5.88	1–19	6.24 ± 1.20

Примечание. *n* – количество исследованных рыб, экз.

дополнительным хозяином паразита в Саратовском водохранилище является бычок-головач, для которого отмечены достаточно высокие показатели встречаемости и средней численности цестоды, а максимальное число плероцеркоидов *T. crassus* в одной особи хозяина достигает 25 экз. (табл. 1). Следует отметить, что и в условиях нативного ареала (Каспийское море) бычок-головач играет значительную роль в реализации жизненного цикла гельминта [7]. В то же время в р. Волге вблизи г. Волгограда личинки лентеца не обнаружены ни у одного из 4 видов бычков [30].

Существующие межгодовые различия основных показателей зараженности головача цестодой (табл. 2) могут быть связаны с изменением численности кормовых организмов, которые весьма чувствительны к воздействию факторов биотической и абиотической природы [31]. Зараженность самих ракообразных также может значительно отличаться в каждый конкретный год [5].

Первые плероцеркоиды новой генерации обнаружены у бычков в последней декаде июня – первой декаде июля. Это свободнолежащие в мускулатуре черви (без капсулы), на переднем конце тела которых уже хорошо заметны контуры сколекса и воронкообразного углубления, но крючья еще отсутствуют. Учитывая, что личинки характеризуются подобными морфологическими признаками через 20–25 дней после заражения [5], можно предположить, что в условиях Саратовского водохранилища поступление паразита в популяцию хозяина начинается в начале – середине июня.

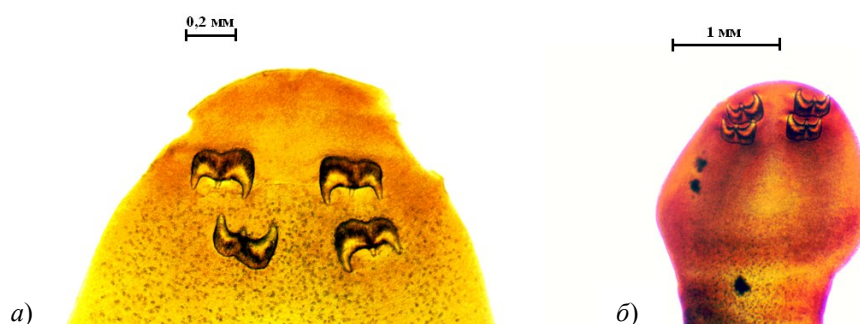


Рис. 2. *T. crassus*, крючья сколекса: а – плероцеркоид из бычка-головача, ув. 50, б – взрослый червь из щуки, ув. 40

Табл. 3

Размеры крючьев сколекса у плероцеркоидов и взрослых *T. crassus* из рыб Саратовского водохранилища

Хозяин	Количество измеренных крючьев, экз.	Ширина базальной пластинки крючьев сколекса, мм	
		среднее	min-max
Бычок-кругляк	100	0.222 ± 0.001	0.196–0.252
Бычок-головач	200	0.217 ± 0.001	0.196–0.252
Бычок-цуцик	40	0.213 ± 0.002	0.182–0.224
Щука	260	0.214 ± 0.001	0.196–0.252

Формирование половой системы и созревание *T. crassus* происходит в щуке, высокая степень инвазии которой (табл. 1) свидетельствует о значительной роли бычков в питании хищника. Заражение дефинитивного хозяина может происходить круглогодично, поскольку плероцеркоиды остаются жизнеспособными в течение длительного времени (несколько лет), однако основной период заражения приходится на летние месяцы, наиболее благоприятные для развития личиночных стадий гельминта.

Следует отметить, что степень инвазии щуки Саратовского водохранилища чужеродной цестодой сопоставима и даже превышает зараженность этого хозяина из водоемов нативного ареала паразита [3, 7, 26, 32].

Наиболее важное значение для систематики червей рода *Triaenophorus* имеет их прикрепительный аппарат, в частности форма сколекса и величина и форма крючьев [5]. У *T. crassus* крючья крупные, прямые, с широкой и массивной базальной пластинкой и слабо изогнутыми двумя боковыми и срединным зубцом (рис. 2).

Крючья сколекса полностью формируются на фазе плероцеркоида (в эксперименте – через 40 дней после заражения дополнительного хозяина [5]) и сохраняют величину и форму у взрослых червей.

Промеры крючьев сколекса *T. crassus* из разных видов рыб показывают, что их размеры у плероцеркоидов из мускулатуры бычков и у взрослых червей из кишечника щуки почти совпадают (табл. 3).

Различия в величине крючьев (у взрослых особей и личинок, у червей из одного или разных видов рыб) столь малы, что лежат в границах индивидуальной изменчивости.

Анализ литературных данных по морфологии крючьев сколекса *T. crassus* из разных частей ареала [4, 5, 24] показывает, что в Саратовском водохранилище произошло вселение южной формы цестоиды.

Устойчивая натурализация гельминта и формирование в исследованной части водоема качественно нового очага триенофороза связаны с наличием всех участников жизненного цикла лентеца и в достаточном количестве.

Промежуточным хозяином паразита служат копеподы, в полости тела которых происходит развитие до фазы процеркоида. В эксперименте показано, что основными промежуточными хозяевами *T. crassus*, наиболее сильно и с высокой интенсивностью заражающимися корацидиями цестоиды (до 30 экз. в одном рачке), являются представители родов *Cyclops*, *Microcyclops*, *Eudiaptomus*, способные заглатывать достаточно крупные по размерам частицы [5]. Среди параметров, обуславливающих высокую зараженность беспозвоночных, главными являются их многочисленность в прибрежье в весенний и раннелетний период, когда в водоеме присутствует основная масса корацидиев *T. crassus*. Важное значение для заражения ракообразных имеет также физиологическое состояние последних. В разные периоды жизни (покоя, размножения, линьки) циклопы могут перестать питаться на некоторое время, а это исключает инвазию, несмотря на присутствие корацидиев [5, 33, 34].

В условиях Саратовского водохранилища этим критериям в наибольшей степени соответствуют следующие виды: *Cyclops insignis* Claus, 1857, *Microcyclops gracilis* (Lilljborg, 1901), *M. bicolor* (Sars, 1863), *M. varicans* (Sars, 1863). Эти представители аборигенной планктофауны, встречающиеся круглогодично, приурочены преимущественно к литоральной части водоема (незащищенной либо в зарослях макрофитов) [31].

Чужеродные виды рачков *Cyclops kolensis* Lilljborg, 1901, *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863), *E. graciloides* (Lilljborg, 1888), представители северного лимнофильного комплекса, способны в высокой степени заражаться корацидиями *T. crassus* [5], однако в условиях приобретенного ареала в силу разных причин не входят в число основных промежуточных хозяев цестоиды.

Кольский циклоп *C. kolensis*, имеющий ярко выраженный пик численности в апреле – начале июня (некоторая часть популяции активно функционирует круглогодично), регистрируется в планктоне пелигиали [31], то есть в той зоне водоема, где основная масса корацидиев отсутствует.

В условиях Саратовского водохранилища представители рода *Eudiaptomus*, приуроченные в том числе к зарослям макрофитов в прибрежье, развиваются непрерывно в течение года. Однако являются довольно редкими видами; не обнаружено ни одной пробы, в которых они принадлежат хотя бы к субдоминантам (в отличие от северных водохранилищ) [31], что также не позволяет включить этих рачков в число наиболее успешных промежуточных хозяев чужеродной цестоиды.

Дополнительным (вторым промежуточным) хозяином *T. crassus*, в мышцах которого развивается следующая личиночная фаза – плероцеркоид, являются

различные пресноводные рыбы (семейств Salmonidae, Osmeridae, Gadidae, Percidae, Esocidae, Gobiidae, Siluridae) [5]. В Саратовском водохранилище эту роль играют бычки семейства Gobiidae, представители понто-каспийского солоноватоводного фаунистического комплекса, вселение которых сделало возможным существенное расширение ареала *T. crassus* в Волге.

Раньше других в водоеме был обнаружен кругляк – в 60-х годах XX в. [35], головач и цуцик регистрируются с 1982 г. [36]. С начала 90-х годов бычки стали обычны и достаточно многочисленны. В условиях водохранилища все три чужеродных вида создали самовоспроизводящиеся популяции, включились в пищевые сети биоценоза водоема и продолжают наращивать численность, чему способствует их высокий репродуктивный и адаптационный потенциал в сочетании с коротким жизненным циклом и обеспеченностью кормовыми ресурсами, а также агрессивная жизненная стратегия [9].

Роль дефинитивного (окончательного) хозяина *T. crassus* выполняет щука, в кишечнике которой черви паразитируют во взрослой форме. Взрослых червей находили также у судака и сома [5], однако полное созревание паразита (с развитием яиц) возможно только в организме щуки.

За последние 30 лет промысловые уловы щуки на волжских водохранилищах сократились почти в 2 раза (с 554 до 291 т/год) [37]. В Саратовском водохранилище совокупный вылов хищных рыб (щука, судак, сом) снизился со 123 т/год в 80-х годах XX в. до 84 т/год в 10-х годах XXI в. Сходные тенденции выявляются и при анализе данных траловых съемок. В водохранилищах Волги зарегистрировано снижение среднего улова крупных хищников (в том числе щуки) (экз. за час траления) в 2.1 раза. В Саратовском водохранилище научно-исследовательские траления открытых плесов русловой части водоема показали отсутствие данных по этим видам (0.0 экз./ч) [37], что может быть объяснено приуроченностью щуки к пойменным участкам водохранилища.

За 30-летний период произошли определенные изменения и в питании щуки, состав пищи которой определяется преимущественно ее доступностью. В 80-х годах основу рациона этого хищника в Саратовском водохранилище составляла плотва [38], численность которой в тот период (с долей 19% в общем улове рыб) позволяла относить ее к ресурсообразующим видам [37].

Мы не располагаем сведениями о пищевом рационе щуки в исследуемом водоеме в настоящее время, однако имеем определенные паразитологические данные, характеризующие не просто состав рыб-жертв, но и то, какое их количество съедено хищником. Устойчивая натурализация чужеродной цестоды в водоеме и высокая степень инвазии гельминтом дефинитивного хозяина свидетельствует о значительной роли бычковых рыб в питании щуки.

Щука – хищник-засадник, охотящийся в прибрежной зоне на мелководных участках и в заливах с незначительными глубинами от 2 до 3 м. В этой зоне водохранилища основу ее пищевого рациона помимо аборигенных видов рыб (карповые, окуневые) составляют и вселенцы (бычковые, тюлька). Изменение пищевого спектра щуки и других хищников, связанное с проникновением чужеродных видов рыб, является общей тенденцией для водоемов инвазивного ареала последних [27, 39–42].

### Заключение

Проникновение и последующая натурализация чужеродной цестоды *T. crassus* привели к возникновению в Саратовском водохранилище качественно нового очага триенофороза, в формировании и функционировании которого значительная роль также принадлежит вселенцам – бычкам семейства Gobiidae. Инвазия чужеродных видов рыб понто-каспийского фаунистического комплекса вызвала трансформацию ранее существующих пищевых цепей, наиболее показательной биологической «меткой» чего служат лентецы *T. crassus*, с высокой частотой и численностью заражающие щуку.

Полученные данные о распространении цестоды-вселенца в среднем участке Саратовского водохранилища свидетельствуют о крайней необходимости дальнейших подобных исследований в других частях акватории водоема, а также в соседних водохранилищах.

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Особенности экологии и динамики чужеродных видов гидробионтов (зоопланктон, зообентос, рыбы, паразиты рыб) в водоемах Средней и Нижней Волги» и «Влияние чужеродных видов на динамику и функционирование биоразнообразия».

### Литература

1. Valtonen E.T., Rintamäki P., Lappalainen M. *Triaenophorus nodulosus* and *T. crassus* in fish from northern Finland // *Folia Parasitol.* – 1989. – V. 36, No 4. – P. 351–370.
2. Gustinelli A., Gründ H., Pircher A., Stifter E., Fioravanti M.L. Plerocercosi da *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea) in Italia // *Ittiopatologia.* – 2006. – V. 3. – P. 143–154.
3. Румянцев Е.А. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера (фауна, экология, эволюция). – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. – 252 с.
4. Kuchta R., Vlčková R., Poddubnaya L.G., Gustinelli A., Dzika E., Scholz T. Invalidity of three Palaearctic species of *Triaenophorus* tapeworms (Cestoda: Pseudophyllidea): Evidence from morphometric analysis of scolex hooks // *Folia Parasitol.* – 2007. – V. 54, No 1. – P. 34–42. – doi: 10.14411/fp.2007.005.
5. Куперман Б.И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* – паразиты рыб (экспериментальная систематика, экология). – Л.: Наука, 1973. – 208 с.
6. Жохов А.Е., Молодожникова Н.М. Таксономическое разнообразие паразитов рыбообразных и рыб бассейна Волги. IV. Амфилины (Amphilinida) и цестоды (Cestoda) // *Паразитология.* – 2007. – Т. 41, Вып. 2. – С. 89–102.
7. Семенова Н.Н., Иванов В.П., Иванов В.М. Паразитофауна и болезни рыб Каспийского моря. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. – 558 с.
8. Бурякина А.В. Паразитофауна рыб Саратовского водохранилища (фауна, экология): Дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1995. – 384 с.
9. Евланов И.А., Кириленко Е.В., Минеев А.К., Минеева О.В., Мухортова О.В., Попов А.И., Рубанова М.В., Шемонаев Е.В. Влияние чужеродных видов гидробионтов на структурно-функциональную организацию экосистемы Саратовского водохранилища // *Изв. Сам. науч. центра РАН.* – 2013. – Т. 15, № 3. – С. 2277–2286.



10. Kurina E.M. Diversity, dynamics of distribution, and structure of communities of benthic alien species in Saratov reservoir // Russ. J. Biol. Invasions. – 2017. – V. 8, No 1. – P. 55–68. – doi: 10.1134/S2075111717010076.
11. Moyle P.B., Light T.L. Biological invasions of freshwater: Empirical rules and assembly theory // Biol. Conserv. – 1996. – V. 78, No 1–2. – P. 149–161. – doi: 10.1016/0006-3207(96)00024-9.
12. Slynko Yu.V., Dgebuadze Yu.Yu., Novitskiy R.A., Kchristov O.A. Invasions of alien fishes in the basins of the largest rivers of the Ponto-Caspian Basin: Composition, vectors, invasion routes, and rates // Russ. J. Biol. Invasions. – 2011. – V. 2, No 1. – P. 49–59. – doi: 10.1134/S2075111711010085.
13. Semenchenko V., Grabowska J., Grabowski M., Rizevsky V., Pluta M. Non-native fish in Belarusian and Polish areas of the European central invasion corridor // Oceanol. Hydrobiol. Stud. – 2011. – V. 40, No 1. – P. 57–67. – doi: 10.2478/s13545-011-0007-6.
14. Shakirova F.M., Severov Yu.A., Latypova V.Z. Modern composition of alien fish species in the Kuzybyshev reservoir and possible introduction of new representatives into its ecosystem // Russ. J. Biol. Invasions. – 2015. – V. 6, No 4. – P. 278–291. – doi: 10.1134/S2075111715040050.
15. Биологические инвазии в водные и наземные экосистемы / Под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богущкой. – М., СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. – 436 с.
16. Johnsen B.O., Jensen A.J. Infestation of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers // J. Fish Biol. – 1986. – V. 29, No 2. – P. 233–241. doi: 10.1111/j.1095-8649.1986.tb04941.x.
17. Molnár K., Székely Cs., Perényi M. Dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoida) infection in eels of Lake Balaton, Hungary // Folia Parasitol. – 1994. – V. 41, No 3. – P. 193–202.
18. Tyutin A.V., Izvekova G.I. Infection of mollusks and fish by the trematode *Apophallus muehlingi* (Jagerskiold, 1898) and its interrelations with intermediate hosts // Inland Water Biol. – 2013. – V. 6, No 1. – P. 52–56. – doi: 10.1134/S1995082912030157.
19. Sokolov S.G., Zhukov A.V. The diversity of parasites in the Chinese sleeper *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (Actinopterygii: Perciformes) under the conditions of large-scale range expansion // Biol. Bull. – 2016. – V. 43, No 4. – P. 374–383. – doi: 10.1134/S1062359016040129.
20. Zhokhov A.E., Pugacheva M.N., Molodozhnikova N.M. Parasites of the invasive goby *Proterorhinus semilunaris* (Pisces: Gobiidae) in Rybinsk reservoir and checklist of the parasites of gobiids (genus *Proterorhinus*) in Eurasia // Russ. J. Biol. Invasions. – 2017. – V. 8, No 1. – P. 18–33. – doi: 10.1134/S2075111717010155.
21. Минева О.В. Трематофауна понто-каспийских бычков (Pisces, Gobiidae) в Саратовском водохранилище // Рос. журн. биол. инвазий. – 2018. – № 4. – С. 31–40.
22. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
23. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2003. – Т. 1. – 379 с.; Т. 2. – 253 с.
24. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. – Л.: Наука, 1987. – 583 с.
25. Кошева А.Ф. Паразиты рыб Средней Волги, их эпидемиологическое и эпизоотологическое значение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1955. – 17 с.
26. Иешко Е.П., Аникиева Л.В., Лебедева Д.И., Ильмаст Н.В. Особенности популяционной биологии цестод рода *Triaenophorus* в естественно и техногенно трансформированных водоемах // Паразитология. – 2012. – Т. 46, Вып. 6. – С. 434–443.

27. Семенов Д.Ю. Роль чужеродных видов в питании хищных рыб Куйбышевского водохранилища // Поволжский экол. журн. – 2009. – № 2. – С. 148–157.
28. Семенов Д.Ю. Данные по морфометрии и биологии бычка-цуцика *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) Куйбышевского водохранилища // Поволжский экол. журн. – 2011. – № 2. – С. 237–242.
29. Фролова Л.А. Трофические особенности вида-вселенца бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) в верхней части Куйбышевского водохранилища // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2009. – Т. 151, кн. 2. – С. 244–249.
30. Kvach Y., Boldyrev V., Lohner R., Stepien C.A. The parasite community of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from the Lower Volga River region // *Biologia*. – 2015. – V. 70, No 7. – P. 948–957. – doi: 10.1515/biolog-2015-010.
31. Попов А.И., Мухортова О.В. Пелагический и литоральный зоопланктон Саратовского водохранилища: видовой состав, биологические инвазии, особенности формирования фауны. – Тольятти: Кассандра, 2016. – 158 с.
32. Митнев В.К., Шульман Б.С., Карасев А.Б., Пономарев С.В. Пример антропогенной сукцессии в экосистеме Верхнетуломского водохранилища (бассейн р. Туломы, Кольский регион) // *Паразитология*. – 2010. – Т. 44, Вып. 4. – С. 356–363.
33. Rosen R., Dick T.A. Development and infectivity of the procercoid of *Triaenophorus crassus* Forel and mortality of the first intermediate host // *Can. J. Zool.* – 1983. – V. 61. – P. 2120–2128. – doi: 10.1139/z83-278.
34. Pasternak A.F., Pulkkinen K., Mikheev V.N., Hassu T., Valtonen E.T. Factors affecting abundance of *Triaenophorus* infection in *Cyclops strenuus*, and parasite-induced changes in host fitness // *Int. J. Parasitol.* – 1999. – V. 29, No 11. – P. 1793–1801. – doi: 10.1016/S0020-7519(99)00108-3.
35. Гавлена Ф.К. Ихтиофауна реки Сок и ее притоков // Волга-1. Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов: Материалы первой конф. по изучению водоемов бассейна Волги. – Куйбышев: Куйбыш. кн. изд-во, 1971. – С. 224–261.
36. Козловская С.И. Бычки в Саратовском водохранилище // *Вопр. ихтиологии*. – 1997. – Т. 37, № 3. – С. 420.
37. Герасимов Ю.В., Малин М.И., Соломатин Ю.И., Базаров М.И., Бражник С.Ю. Распределение и структура рыбного населения в водохранилищах Волжского каскада в 1980-е и 2010-е гг. // *Труды ИБВВ РАН*. – 2018. – Вып. 82. – С. 82–106. – doi: 10.24411/0320-3557-2018-1-0014.
38. Гостев С.Н., Сорокина А.А. Роль хищных рыб в экосистеме Саратовского водохранилища // *Круговорот вещества и энергии в водоемах: Материалы к VI Всесоюз. лимнол. совещ.* – Иркутск, 1985. – С. 27–29.
39. Степанов М.В., Кияшко В.И. Роль тюльки (*Clupeonella cultriventris* (Nordmann)) в питании хищных рыб Рыбинского водохранилища // *Биология внутренних вод*. – 2008. – № 4. – С. 86–89.
40. Ivanova M.N., Kas'yanov A.N. On the finding of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas) (Gobiidae) in the food of burbot *Lota lota* (L.) of the Rybinskoe water reservoir // *Inland Water Biol.* – 2011. – V. 4, No 3. – P. 393–396. – doi: 10.1134/S1995082911020088.
41. Stolbunov I.A., Malin M.I., Karabanov D.P. Finding round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Rybinsk reservoir // *Inland Water Biol.* – 2013. – V. 6, No 4. – P. 365–366. – doi: 10.1134/S1995082913040159.
42. Hempel M., Neukamm R., Thiel R. Effects of introduced round goby (*Neogobius melanostomus*) on diet composition and growth of zander (*Sander lucioperca*), a main predator in

European brackish waters // Aquat. Invasions. – 2016. – V. 11, No 2. – P. 167–178. – doi: 10.3391/ai.2016.11.2.06.

Поступила в редакцию  
30.01.19

**Минеева Оксана Викторовна**, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН  
ул. Комзина, д. 10, г. Тольятти, 445003, Россия  
E-mail: [ksukala@mail.ru](mailto:ksukala@mail.ru)

**Минеев Александр Константинович**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН  
ул. Комзина, д. 10, г. Тольятти, 445003, Россия  
E-mail: [mineev7676@mail.ru](mailto:minee7676@mail.ru)

ISSN 2542-064X (Print)  
ISSN 2500-218X (Online)

UCHENYE ZAPISKI KAZANSKOGO UNIVERSITETA. SERIYA ESTESTVENNYE NAUKI  
(Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series)

2019, vol. 161, no. 2, pp. 325–338

doi: 10.26907/2542-064X.2019.2.325-338

**The Invasive Cestode *Triaenophorus crassus* Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea)  
in Fish of the Saratov Reservoir**

*O.V. Mineeva*<sup>\*</sup>, *A.K. Mineev*<sup>\*\*</sup>

*Institute of Ecology of the Volga River Basin, Samara Research Center,  
Russian Academy of Sciences, Togliatti, 445003 Russia  
E-mail: <sup>\*</sup>[ksukala@mail.ru](mailto:ksukala@mail.ru), <sup>\*\*</sup>[mineev7676@mail.ru](mailto:minee7676@mail.ru)*

Received January 30, 2019

**Abstract**

The infestation of fish in the Saratov Reservoir with the cestode *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea) was studied. The material was collected in 2009–2015 from the middle part of the reservoir; complete parasitological dissection of *Neogobius melanostomus* (Pallas) – 320 ind., *Neogobius iljini* (Vasiljeva et Vasiljev) – 146 ind., *Proterorhinus marmoratus* (Pallas) – 21 ind., and *Esox lucius* (Linnaeus) – 49 ind. was carried out. The plerocercoids of *T. crassus* were mainly found in the muscles of gobies, also alien to the Saratov Reservoir. The highest invasion rates (50%, 2.15 ind.) were registered in *N. iljini*, a second intermediate host of the cestode in the Saratov Reservoir. The parasite reaches maturity in pike, a definitive host. The high level of pike infection with the cestode (55.1%, 6.4 ind.) can be due the key role of gobies in pike feeding. The obtained results confirm the ongoing transformation of the system of food chains and the successful adaptation of *T. crassus* in the reservoir.

**Keywords:** *Triaenophorus crassus*, cestode, invasive species, infection, fish, Saratov Reservoir

**Acknowledgments.** The study was supported by the Program for Basic Research of the Presidium of the Russian Academy of Sciences “The ecology and dynamics of invasive hydrobiont species (zooplankton, zoobenthos, fish, fish parasites) in the water bodies of the Middle and Lower Volga River” and “The influence of invasive species on the dynamics and functioning of biodiversity”.

### Figure Captions

Fig. 1. *N. melanostomus* carrying a plerocercoid of *T. crassus* (the arrow shows the localization of the parasite).

Fig. 2. *T. crassus*, scolex hooklets: *a* – a plerocercoid from *N. iljini*, magnification  $\times 50$ , *b* – a mature helminth from pike, magnification  $\times 40$ .

### References

1. Valtonen E.T., Rintamäki P., Lappalainen M. *Triaenophorus nodulosus* and *T. crassus* in fish from northern Finland. *Folia Parasitol.*, 1989, vol. 36, no. 4, pp. 351–370.
2. Gustinelli A., Gründ H., Pircher A., Stifter E., Fioravanti M.L. Plerocercosi da *Triaenophorus crassus* (Cestoda, Pseudophyllidea) in Italia. *Ittiopatologia*, 2006, vol. 3, pp. 143–154. (In Italian)
3. Rumyantsev E.A. *Parazity ryb v ozerakh Evropeiskogo Severa (fauna, ekologiya, evolyutsiya)* [Parasites of Fishes in Lakes of the European North (Fauna, Ecology, Evolution)]. Petrozavodsk, Izd. PetrGU, 2007. 252 p. (In Russian)
4. Kuchta R., Vlčková R., Poddubnaya L.G., Gustinelli A., Dzika E., Scholz T. Invalidity of three Palaearctic species of *Triaenophorus* tapeworms (Cestoda: Pseudophyllidea): Evidence from morphometric analysis of scolex hooks. *Folia Parasitol.*, 2007, vol. 54, no. 1, pp. 34–42. doi: 10.14411/fp.2007.005.
5. Kuperman B.I. *Lentochnye chervi roda Triaenophorus – parazity ryb (eksperimental'naya sistematika, ekologiya)* [Tapeworms of the Genus *Triaenophorus*, Parasites of Fish (Experimental Systematics, Ecology)]. Leningrad, Nauka, 1973. 208 p. (In Russian)
6. Zhokhov A.E., Molodozhnikova N.M. Parasites taxonomic diversity of agnathans and fishes of Volga River Basin. IV. Amphilinida and Cestoda. *Parazitologiya*, 2007, vol. 41, no. 2, pp. 89–102. (In Russian)
7. Semenova N.N., Ivanov V.P., Ivanov V.M. *Parasitofauna i bolezni ryb Kaspiiskogo morya* [Parasite Fauna and Diseases of Fish in the Caspian Sea]. Astrahan, Izd. AGTU, 2007. 558 p. (In Russian)
8. Buryakina A.V. The fauna of fish parasites in the Saratov Reservoir (fauna, ecology). *Cand. Biol. Sci. Diss.* St. Petersburg, 1995. 384 p. (In Russian)
9. Evlanov I.A., Kirilenko E.V., Mineev A.K., Mineeva O.V., Mukhortova O.V., Popov A.I., Rubanova M.V., Shemonaev E.V. The influence of alien hydrobiont species on the structural-functional organization of the ecosystem in the Saratov Reservoir. *Izv. Samar. Nauchn. Tsentra Ross. Akad. Nauk*, 2013, vol. 15, no. 3, pp. 2277–2286. (In Russian)
10. Kurina E.M. Diversity, dynamics of distribution, and structure of communities of benthic alien species in Saratov reservoir. *Russ. J. Biol. Invasions*, 2017, vol. 8, no. 1, pp. 55–68. doi: 10.1134/S2075111717010076.
11. Moyle P.B., Light T.L. Biological invasions of freshwater: Empirical rules and assembly theory. *Biol. Conserv.*, 1996, vol. 78, nos. 1–2, pp. 149–161. doi: 10.1016/0006-3207(96)00024-9.
12. Slynko Y.V., Dgebuadze Y.Y., Novitskiy R.A., Kchristov O.A. Invasions of alien fishes in the basins of the largest rivers of the Ponto-Caspian basin: Composition, vectors, invasion routes, and rates. *Russ. J. Biol. Invasions*, 2011, vol. 2, no. 1, pp. 49–59. doi: 10.1134/S2075111711010085.
13. Semenchenko V., Grabowska J., Grabowski M., Rizevsky V., Pluta M. Non-native fish in Belarusian and Polish areas of the European central invasion corridor. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.*, 2011, vol. 40, no. 1, pp. 57–67. doi: 10.2478/s13545-011-0007-6.
14. Shakirova F.M., Severov Yu.A., Latypova V.Z. Modern composition of alien fish species in the Kuybyshev reservoir and possible introduction of new representatives into its ecosystem. *Russ. J. Biol. Invasions*, 2015, vol. 6, no. 4, pp. 278–291. doi: 10.1134/S2075111715040050.
15. *Biologicheskie invazii v vodnye i nazemnye ekosistemy* [Biological Invasions in Aquatic and Terrestrial Ecosystems]. Alimov A.F., Bogutskaya N.G. (Eds.). Moscow, St. Petersburg, KMK, 2004. 436 p. (In Russian)
16. Johnsen B.O., Jensen A.J. Infestation of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers. *J. Fish Biol.*, 1986, vol. 29, no. 2, pp. 233–241. doi: 10.1111/j.1095-8649.1986.tb04941.x.

17. Molnár K., Székely Cs., Perényi M. Dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoida) infection in eels of Lake Balaton, Hungary. *Folia Parasitol.*, 1994, vol. 41, no. 3, pp. 193–202.
18. Tyutin A.V., Izvekova G.I. Infection of mollusks and fish by the trematode *Apophallus muehlingi* (Jagerskiold, 1898) and its interrelations with intermediate hosts. *Inland Water Biol.*, 2013, vol. 6, no. 1, pp. 52–56. doi: 10.1134/S1995082912030157.
19. Sokolov S.G., Zhukov A.V. The diversity of parasites in the Chinese sleeper *Percottus glenii* Dybowski, 1877 (Actinopterygii: Perciformes) under the conditions of large-scale range expansion. *Biol. Bull.*, 2016, vol. 43, no. 4, pp. 374–383. doi: 10.1134/S1062359016040129.
20. Zhokhov A.E., Pugacheva M.N., Molodozhnikova N.M. Parasites of the invasive goby *Proterorhinus semilunaris* (Pisces: Gobiidae) in Rybinsk reservoir and checklist of the parasites of gobiids (genus *Proterorhinus*) in Eurasia. *Russ. J. Biol. Invasions*, 2017, vol. 8, no. 1, pp. 18–33. doi: 10.1134/S2075111717010155.
21. Mineeva O.V. The trematode fauna of Ponto-Caspian gobies (Pisces, Gobiidae) in the Saratov Reservoir. *Ross. Zh. Biol. Invazii*, 2018, no. 4, pp. 31–40. (In Russian)
22. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. *Parazity ryb: Rukovodstvo po izucheniyu* [Parasites of Fish. Study Guide]. Leningrad, Nauka, 1985. 121 p. (In Russian)
23. *Atlas presnovodnykh ryb Rossii* [Atlas of Russian Freshwater Fish]. Reshetnikov Yu.S. (Ed.). Moscow, Nauka, 2003. Vol. 1, 379 p.; Vol. 2, 253 p. (In Russian)
24. *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR* [The Guide on Parasites in Freshwater Fish of the USSR Fauna]. Vol. 3. Leningrad, Nauka, 1987. 583 p. (In Russian)
25. Kosheva A.F. Parasites of fish in the Middle Volga, their epidemiological and epizootological value. *Extended Abstract of Cand. Biol. Sci. Diss.* Leningrad, 1955. 17 p. (In Russian)
26. Ieshko E.P., Anikieva L.V., Lebedeva D.I., Ilmast N.V. Population biology of cestode genus *Triaenophorus* in natural and man-made water bodies. *Parazitologiya*, 2012, vol. 46, no. 6, pp. 434–443. (In Russian)
27. Semenov D.Yu. Role of alien species in feeding of the piscivorous fishes in the Kuybyshev Water Reservoir. *Povolzh. Ekol. Zh.*, 2009, no. 2, pp. 148–157. (In Russian)
28. Semenov D. Yu. Data on the morphometry and biology of tube-nosed goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) in the Kuybyshev reservoir. *Povolzh. Ekol. Zh.*, 2011, no. 2, pp. 237–242. (In Russian)
29. Frolova L.A. Trophic features of round goby invasive species *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) in the upper part of the Kuibyshev Reservoir. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2009, vol. 151, no. 2, pp. 244–249. (In Russian)
30. Kvach Y., Boldyrev V., Lohner R., Stepien C.A. The parasite community of gobiid fishes (Actinopterygii: Gobiidae) from the Lower Volga River region. *Biologia*, 2015, vol. 70, no. 7, pp. 948–957. doi: 10.1515/biolog-2015-010.
31. Popov A.I., Mukhortova O.V. *Pelagicheskii i litoral'nyi zooplankton Saratovskogo vodokhranilishcha: vidovoi sostav, biologicheskie invazii, osobennosti formirovaniya fauny* [Pelagic and Littoral Zooplankton of the Saratov Reservoir: Species Composition, Biological Invasions, and Fauna Development]. Togliatti, Kassandra, 2016. 158 p. (In Russian)
32. Mitenev V. K., Shulman B. S., Karasev A. B., Ponomarev S. V. An example of anthropogeneous succession in the ecosystem of the Verkhnetulomsky Water Reservoir (the Tuloma River Basin, the Kola Region). *Parazitologiya*, 2010, vol. 44, no. 4, pp. 356–363. (In Russian)
33. Rosen R., Dick T.A. Development and infectivity of the proceroid of *Triaenophorus crassus* Forel and mortality of the first intermediate host. *Can. J. Zool.*, 1983, vol. 61, pp. 2120–2128. doi: 10.1139/z83-278.
34. Pasternak A.F., Pulkkinen K., Mikheev V.N., Hassu T., Valtonen E.T. Factors affecting abundance of *Triaenophorus* infection in *Cyclops strenuus*, and parasite-induced changes in host fitness. *Int. J. Parasitol.*, 1999, vol. 29, no. 11, pp. 1793–1801. doi: 10.1016/S0020-7519(99)00108-3.
35. Gavlena F.K. The ichtyofauna of the Sok River and its tributaries. *Volga-1. Problemy izucheniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya biologicheskikh resursov vodoemov: Materialy pervoi konf. po izucheniyu vodoemov basseina Volgi* [Volga-1. Problems of Studying and Sustainable Use of Biological Resources of Reservoirs: Proc. 1st Conf. on Studying of Reservoirs of the Volga River Basin]. Kuibyshev, Kuibyshev. Kn. Izd., 1971, pp. 224–261. (In Russian)

36. Kozlovskaya S.I. The Gobiidae in the Saratov Reservoir. *J. Ichthyol.*, 1997, vol. 37, no. 4, pp. 322–323.
37. Gerasimov V.V., Malin M.I., Solomatin Yu.I., Bazarov M.I., Brazhnik S.Yu. Distribution and structure of fish population in Volga reservoirs during the 1980s and 2010s. *Tr. IBVV Ross. Akad. Nauk*, 2018, no. 82, pp. 82–106. doi: 10.24411/0320-3557-2018-1-0014. (In Russian)
38. Gostev S.N., Sorokina A.A. The role of predatory fish in the ecosystem of the Saratov Reservoir. In: *Krugovorot veshchestva i energii v vodoemakh: Materialy k VI Vsesoyuz. limnol. soveshch.* [Circulation of Substance and Energy in Reservoirs: Proc. VI All-Union. Limnol. Conf.]. Irkutsk, 1985, pp. 27–29. (In Russian)
39. Stepanov M. V., Kiyashko V. I. The role of kilka (*Clupeonella cultriventris* (Nordmann)) in feeding of predatory fish of the Rybinsk reservoir. *Inland Water Biol.*, 2008, vol. 1, no. 4, pp. 393–396. doi: 10.1134/S1995082908040123.
40. Ivanova M.N., Kas'yanov A.N. On the finding of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas) (Gobiidae) in the food of burbot *Lota lota* (L.) of the Rybinskoe water reservoir. *Inland Water Biol.*, 2011, vol. 4, no. 3, pp. 393–396. doi: 10.1134/S1995082911020088.
41. Stolbunov I.A., Malin M.I., Karabanov D.P. Finding round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Rybinsk reservoir. *Inland Water Biol.*, 2013, vol. 6, no. 4, pp. 365–366. doi: 10.1134/S1995082913040159.
42. Hempel M., Neukamm R., Thiel R. Effects of introduced round goby (*Neogobius melanostomus*) on diet composition and growth of zander (*Sander lucioperca*), a main predator in European brackish waters. *Aquat. Invasions*, 2016, vol. 11, no. 2, pp. 167–178. doi: 10.3391/ai.2016.11.2.06.

**Для цитирования:** Минева О.В., Минева А.К. Чужеродная цестода *Triaenophorus crassus* Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea) у рыб Саратовского водохранилища // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2019. – Т. 161, кн. 2. – С. 325–338. – doi: 10.26907/2542-064X.2019.2.325-338.

**For citation:** Mineeva O.V., Mineev A.K. The invasive cestode *Triaenophorus crassus* Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea) in fish of the Saratov Reservoir. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2019, vol. 161, no. 2, pp. 325–338. doi: 10.26907/2542-064X.2019.2.325-338. (In Russian)