

УДК 576.895.121

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ВЗАИМООТНОШЕНИЙ  
МЕЖДУ TRIAENOPHORUS NODULOSUS (CESTODA)  
И ЕГО ХОЗЯЕВАМИ — РЫБАМИ**

© Г. И. Извекова

Исследовано влияние заражения плероцеркоидом *T. nodulosus* на состояние печени его промежуточного хозяина. Кроме того, определено содержание воды, белка, глюкогена, глюкозы и интенсивность ее аккумуляции вдоль стробилы взрослого *T. nodulosus* и способность паразита к гидролизу основных пищевых субстратов. Обсуждаются вопросы взаимоотношений *T. nodulosus* на стадии плероцеркоида и взрослого червя с промежуточным и окончательным хозяевами на организменном уровне.

Ленточные черви рода *Triaenophorus* — широко распространенные паразиты пресноводных рыб. Они отличаются сложным циклом развития, который протекает со сменой окончательного и двух промежуточных хозяев, обитающих в водной среде. Развитие процеркоидов происходит в полости тела первых промежуточных хозяев — веслоногих рачков отряда Соперода. *Triaenophorus nodulosus* имеет широкий круг вторых промежуточных хозяев и встречается в рыбах, относящихся к 17 семействам. Плероцеркоиды в большинстве случаев локализируются в печени. Некоторые виды *Triaenophorus* представляют серьезную опасность для рыб, в ряде случаев вызывая на стадии плероцеркоида массовые заболевания и даже гибель ценных промысловых рыб, главным образом в прудовых хозяйствах (Куперман, 1973). В Рыбинском водохранилище, как и во многих других водоемах, основным вторым промежуточным хозяином *T. nodulosus* служит окунь *Perca fluviatilis* (Куперман, 1973). Окончательным хозяином *T. nodulosus* является щука *Esox lucius* (L.), в кишечнике которой паразит завершает свое развитие.

Подробно изучен жизненный цикл *T. nodulosus* (Куперман, 1973), его ультраструктура (Куперман, 1988, и др.), некоторые стороны взаимоотношений с хозяином на гистологическом уровне (Пронина, Пронин, 1988). Однако ряд вопросов остается неисследованным. Целью данной работы явилось изучение влияния заражения плероцеркоидом на состояние печени хозяина, а также содержания некоторых веществ вдоль стробилы *T. nodulosus* и способности паразита к гидролизу основных пищевых субстратов.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Объектом исследований служили плероцеркоиды *T. nodulosus* из печени сеголеток окуня *Perca fluviatilis*, взрослые черви из кишечника щуки *Esox lucius*, печень сеголеток окуня и кишечник щуки Рыбинского водохранилища. Для исследования градиента содержания некоторых веществ вдоль стробилы взрослых червей делили

на 8 отрезков: 1-й отдел — сколекс, шейка; 2—5-й — созревающие проглоттиды; 6—8-й отделы зрелые проглоттиды. Содержание воды, белка, гликогена, интенсивность аккумуляции глюкозы и концентрацию гексоз в тканях гельминта и печени окуня определяли описанными ранее методами (Извекова, 1997). Прочность фиксации карбогидраз и протеаз на энтероцитах кишечника и у гельминтов, а также их активность исследовали ранее описанным методом (Кузьмина, 1976; Izvekova e. a., 1997). В качестве субстратов при определении общей амилолитической активности использовали 1.8 %-ный раствор растворимого крахмала, а общей протеолитической активности — 1 %-ный раствор казеина.

Результаты обработаны статистически с использованием критерия Стьюдента ( $p < 0.05$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Влияние заражения *T. nodulosus* на некоторые показатели печени сеголеток окуня. Было исследовано содержание глюкозы, гликогена и влажный вес печени у зараженных и незараженных *T. nodulosus* сеголеток окуня (табл. 1) (табл. 1). Из полученных данных видно, что заражение плероцеркоидами *T. nodulosus* существенно влияет на состояние печени хозяина (табл. 1). Так, инвазия вызывает увеличение влажного веса печени сеголеток на 42 %, что, возможно, является адаптационно-компенсаторным механизмом в ответ на заражение. В то же время установлено снижение содержания глюкозы и гликогена в печени зараженного окуня по сравнению с незараженным. При этом содержание глюкозы снижается на 42 %, а гликогена — на 34 % (табл. 1). Изменение показателей углеводного обмена могут свидетельствовать об интенсивном использовании углеводов в организме рыб для повышения активности защитных систем.

Содержание различных веществ вдоль стробилы *T. nodulosus*. В связи с морфофизиологической неоднородностью ленточных червей было исследовано содержание различных веществ вдоль стробилы *T. nodulosus*. При этом установлено, что содержание воды в стробиле гельминта существенно не изменяется на протяжении всей длины червя и колеблется от  $0.590 \pm 0.016$  до  $0.690 \pm 0.013$  мг/мг (рис. 1).

Глюкоза является основным моносахаридом, из которого цестоды получают энергию, и единственным моносахаридом, служащим для синтеза гликогена у многих видов цестод. В связи с этим было определено содержание глюкозы и интенсивность ее аккумуляции в различных участках стробилы *T. nodulosus* (рис. 1). При этом данные по содержанию глюкозы приведены для 1—5-го отделов (сколекс, шейка, созревающие проглоттиды), а по абсорбции глюкозы — для 1—3-го отделов, поскольку в задних более зрелых отделах полученные показатели сильно колебались, затрудняя интерпретацию результатов.

Таблица 1  
Влияние заражения *T. nodulosus* на характеристики печени сеголеток окуня  
Table 1. The influence of *T. nodulosus* infection on characteristics of the liver in juvenile perch

Показатель	Печень незараженная	Печень, зараженная плероцеркоидами <i>T. nodulosus</i>
Глюкоза, усл. ед.	$11.97 \pm 0.99$	$6.97 \pm 0.63$
Гликоген, мг/мг	$0.030 \pm 0.01$	$0.02 \pm 0.001$
Влажный вес, мг	$43.56 \pm 3.35$	$61.9 \pm 4.44$

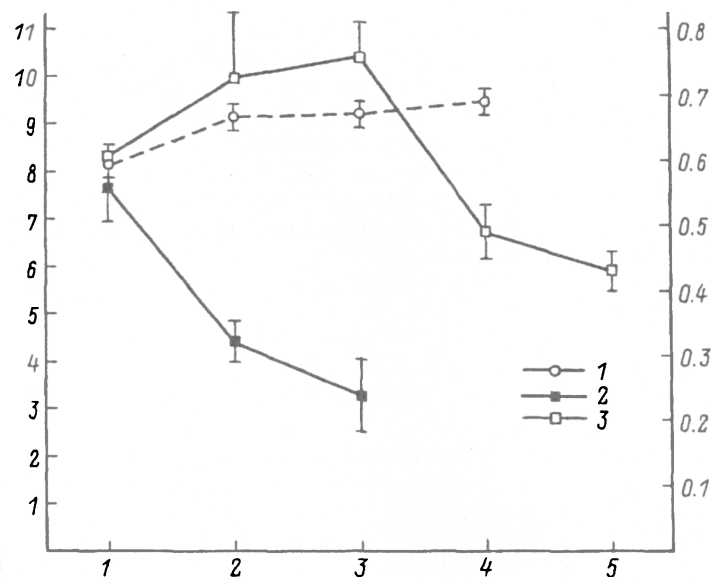


Рис. 1. Содержание воды, глюкозы и интенсивность ее аккумуляции вдоль стробилы *T. nodulosus*. По оси абсцисс — отделы червя; левая ось ординат — содержание глюкозы и интенсивность ее аккумуляции, ммоль; правая ось ординат — содержание воды, мг/мг; 1 — вода; 2 — глюкоза; 3 — интенсивность аккумуляции глюкозы.

Fig. 1. Contents of water, glucose and rate of its accumulation along the strobilae of *T. nodulosus*.

Проведенные исследования показали, что содержание глюкозы в стробиле *T. nodulosus* понижается от передних отделов к заднему (рис. 1). При определении абсорбции глюкозы у *T. nodulosus* наибольшая интенсивность аккумуляции обнаружена в 1-м отделе, содержащем сколекс и шейку ( $7.63 \pm 1.08$  ммоль), где отмечено ее противогradientное накопление. В следующих отделах наблюдается достоверное снижение этого показателя до  $3.27 \pm 1.27$  ммоль (рис. 1).

Определение содержания белка и гликогена вдоль стробилы *T. nodulosus* (рис. 2) показало, что количество белка во всех отделах стробилы *T. nodulosus* примерно одинаково и колеблется от  $0.042 \pm 0.012$  до  $0.069 \pm 0.011$  мг/мг. Содержание гликогена вдоль стробилы гельминта достоверно увеличивается от 1-го до 8-го отдела — от  $0.055 \pm 0.015$  мг/мг в 1-м отделе до  $0.110 \pm 0.001$  мг/мг — в 8-м (рис. 2).

Гидролиз белков и углеводов на пищеварительно-транспортных поверхностях щуки и *T. nodulosus*. Для исследования гидролиза белков и углеводов на энтероцитах кишечника щуки и у гельминтов использован метод последовательной десорбции ферментов с пищеварительно-транспортных поверхностей (Кузьмина, 1976). Он позволяет дифференцировать полостное и мембранное пищеварение, дает количественную и качественную его оценки в усвоении пищи у ленточных червей и их хозяев.

При исследовании десорбции протеиназ с пищеварительно-транспортных поверхностей кишечника щуки и *T. nodulosus* установлено, что количество десорбируемых фракций, получаемых с поверхности гельминта, меньше, чем с препарата кишечника щуки, однако активность легко десорбируемых фракций, отражающих активность полостных ферментов хозяина, у паразитов выше. В отличие от кишечника рыб у цестод основная доля активности протеиназ приходится на легко десорбируемые фракции. Так, у щуки она составляет 32 %, а у *T. nodulosus* — около 90 % от суммы активностей всех фракций (табл. 2). Если у червей основная протеолитическая активность сосредоточена в легко десорбируемых фракциях, то в кишечнике щуки она распределена между фракциями достаточно равномерно. В то же время протео-

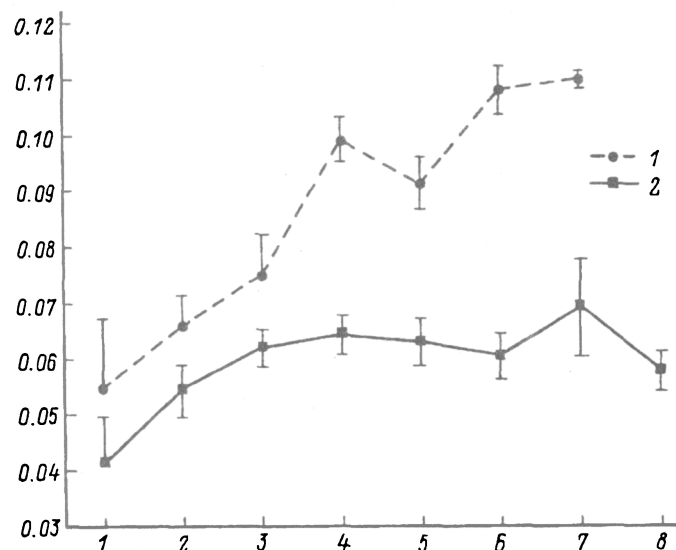


Рис. 2. Содержание гликогена и белка вдоль стробилы *T. nodulosus*.

По оси абсцисс — отделы червя; по оси ординат — содержание гликогена и белка, мг/мг; 1 — гликоген; 2 — белок.

Fig. 2. Contents of glycogen and protein along the strobilae of *T. nodulosus*.

литическая активность гомогената слизистой кишечника (фракция Г) в 7 раз превышает таковую гомогената цестод. Прочность фиксации протеиназ на пищеварительно-транспортной поверхности кишечника щуки выше, чем на тегументе цестод.

При исследовании динамики десорбции амилолитических ферментов с пищеварительно-транспортных поверхностей щуки и *T. nodulosus* получено больше ферментативно-активных фракций, чем для общей протеолитической активности. Установлено снижение ее у щуки с фракции Д<sub>2</sub> до фракции Д<sub>8</sub>. У гельминтов также происходит снижение активности фракций в ряду Д<sub>1</sub>—Д<sub>8</sub>, однако оно более плавное (табл. 2). Большая доля активности карбогидраз отмечается в гомогенате и составляет 31 % у хозяина и 25 % — у паразита. Общая амилолитическая активность гомогената слизистой кишечника в 1.5 раза выше таковой гомогената цестод. Легко десорбируемые фракции Д<sub>1</sub> и Д<sub>2</sub> составляют 27 и 34 % соответственно.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Плероцеркоиды *T. nodulosus* представляют серьезную опасность для молоди рыб, в частности окуня. Они локализируются в печени, где происходит инкапсуляция паразита путем разрастания соединительной ткани вокруг него. Образование капсулы — своеобразная защитная реакция хозяина на внедрение паразита (Куперман, 1973). По данным некоторых авторов, ответная реакция хозяев имеет прямую, но не пропорциональную связь с интенсивностью инвазии. При этом, чем менее специфичен паразит для определенного вида хозяина, тем более сильные патологические изменения он вызывает даже при низкой интенсивности инвазии (Пронина, Пронин, 1988). Благодаря высокой активности стенок капсулы, образующейся вокруг паразита в печени хозяина, и обилию капилляров она играет роль полупроницаемой «оболочки», которая, с одной стороны, обеспечивает благоприятные условия для питания, роста и развития паразита, а с другой — надежно защищает от его воздействия ткани хозяина (Куперман, 1973). Отрицательное влияние заражения плероцеркоидами *T. nodulosus* на организм хозяина, выявленное в наших экспериментах, отмечалось и

Таблица 2

Ферментативная активность фракций, десорбированных с пищеварительно-транспортных поверхностей кишечника щуки и *T. nodulosus* (мкмоль/г · мин)

Table 2. The enzyme activity of fractions desorbed from digestive-transport surfaces of the pike's intestine and *T. nodulosus* (in mkmol/g · min)

Хозяин	Фракции				
	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>
Общая протеолитическая активность					
Щука	0.043 ± 0.008	0.041 ± 0.014	0.035 ± 0.014	0.036 ± 0.014	0.035 ± 0.014
<i>T. nodulosus</i>	0.161 ± 0.005	0.037 ± 0.008	0.012 ± 0.005	0.004 ± 0.002	—
Общая амилолитическая активность					
Щука	0.023 ± 0.01	0.047 ± 0.01	0.035 ± 0.001	0.022 ± 0.01	0.023 ± 0.01
<i>T. nodulosus</i>	0.038 ± 0.01	0.033 ± 0.01	0.020 ± 0.005	0.023 ± 0.01	0.010 ± 0.003

Таблица 2 (продолжение)

Хозяин	Фракции			
	Д <sub>6</sub>	Д <sub>7</sub>	Д <sub>8</sub>	Г
Общая протеолитическая активность				
Щука	0.026 ± 0.015			0.049 ± 0.026
<i>T. nodulosus</i>	—			0.007 ± 0.002
Общая амилолитическая активность				
Щука	0.015 ± 0.001	0.005 ± 0.001	0.005 ± 0.001	0.08 ± 0.02
<i>T. nodulosus</i>	0.01 ± 0.003	0.016 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0.052 ± 0.001

другими авторами. Так, в одной из работ за основной показатель степени поражения окуней принималось процентное соотношение веса паразитов и веса печени. Этот показатель у зараженных окуней колебался от 3 до 60 %. У зараженных окуней выявлено также уменьшение количества эритроцитов и увеличение количества лейкоцитов (Куперман, 1973). Паразитирование *T. nodulosus* в печени рыб (щука, омуль, хариус) вызывало истончение, фрагментацию и некроз отдельных участков ее стромы (Сидоров и др., 1989). По данным других авторов, изменения в печени выражены слабо и связаны в основном с повреждением и вытеснением клеток паренхимы при проникновении плероцеркоидов и формировании капсул. При наличии сформированных капсул вокруг плероцеркоидов в гепатоцитах не наблюдается гистоморфологических и, очевидно, функциональных нарушений, так как содержание РНК, белка и гликогена в инвазированной печени близко к норме (Пронина, Пронин, 1988). Противоречие с полученными нами данными по содержанию гликогена в печени зараженного окуня связано с применением различных методов, в нашем случае — это количественный метод, а в предыдущем — качественный (гистохимический). По мнению этих авторов, небольшие изменения в печени, возникающие при инкапсуляции плероцеркоидов, связаны в основном с механическим повреждением тканей органа. Такой характер реакции тканей хозяина в ответ на инвазию свидетельствует об относительном равновесии в рассматриваемых паразито-хозяинных системах и о взаимной адаптации паразита и хозяина (Логачев, Пронина, 1975). В то же время отмечено некоторое снижение массы тела у окуня, зараженного плероцеркоидами *T. nodulosus*, а также заболевание и гибель молоди рыб от триенофороза, что связывается с большей патогенностью гельминта для младших возрастов (Пронина, Пронин, 1988).

Наблюдается различный уровень взаимной адаптации *T. nodulosus* с разными популяциями окуня, что определяется особенностями циркуляции гельминта в конкретных экосистемах. По мнению некоторых авторов, это объясняет противоречивость данных о его патогенности для окуня, обитающего в разных водоемах.

Попадая в организм окончательного хозяина, черви быстро растут и развиваются. В процессе превращения плероцеркоида во взрослую особь происходит существенная морфофункциональная перестройка, сопровождающаяся активным ростом червей, их стробилиацией, появлением хорошо развитой половой системы и массовым формированием яиц. Это требует существенного усиления трофической функции покровных тканей, что приводит к изменениям их структуры (Куперман, 1988).

Более молодые проглоттиды находятся в переднем отделе, в более старых происходит органогенез и в заднем отделе наступает половое созревание. В полностью созревших стробилах имеет место возрастной градиент от молодых тканей в отделе шейки до стареющих тканей задних зрелых проглоттид (Pappas e. a., 1983). Полученные нами данные по содержанию различных веществ в стробиле *T. nodulosus* согласуются с этими представлениями.

Ранее подобное исследование было нами проведено на цестоде *Eubothrium rugosum*, обитающей в кишечнике налима. Поэтому представляется интересным сравнить результаты настоящего исследования с аналогичными данными, полученными для *E. rugosum*. При этом оказалось, что значения содержания воды у *T. nodulosus* очень близки таковым, полученным для *E. rugosum* (Извекова, 1997). Трудности в получении и интерпретации данных по содержанию глюкозы и интенсивности ее аккумуляции в зрелых отделах стробилы отмечают и другие авторы. Так, известно, что на транспортные характеристики оказывают влияние возраст гельминта, число паразитов в хозяине и возраст хозяина (Henderson, 1977). Показано также, что зрелые проглоттиды не дают воспроизводимых данных по транспорту (Pappas, Read, 1975). Снижение содержания глюкозы в стробиле *T. nodulosus* согласуется с полученными ранее данными (Извекова, 1989). Некоторые различия в цифровых значениях объясняются более дробным делением стробилы в последних опытах по сравнению с предыдущими и различным возрастом червей (в предыдущей работе использованы более зрелые гельминты). Уменьшение содержания глюкозы от переднего отдела к заднему показано также и у *E. rugosum* (Извекова, 1997). Существование градиента содержания поглощения глюкозы, обнаруженное у *T. nodulosus*, отмечается и у *Hymenolepis diminuta*, обитающего в кишечнике крыс. В стробиле этого вида обнаружено уменьшение содержания глюкозы от переднего конца к заднему (Cornford, 1990), а также более интенсивное поглощение глюкозы в переднем незрелом отделе стробилы и уменьшение интенсивности этого процесса в среднем, особенно в заднем половозрелом отделе (Суг e. a., 1983). Накопление глюкозы против концентрационного градиента в 1-м отделе *T. nodulosus* свидетельствует о существовании системы активного транспорта для поглощения этого мономера.

При сопоставлении содержания белка у *T. nodulosus* с полученными ранее аналогичными данными по *E. rugosum* важно отметить, что у *E. rugosum* из кишечника налима содержание белка находится на таком же уровне (Извекова, 1997). Однако в отличие от *E. rugosum* у *T. nodulosus* не отмечено более высокое содержание белка в передних отделах.

Увеличение содержания запасного углевода — гликогена вдоль стробилы *T. nodulosus* и одновременное понижение содержания глюкозы в тканях может свидетельствовать о включении глюкозы в процессы синтеза, связанные с формированием гонад. В литературе встречаются сведения о количественном содержании гликогена у плероцеркоидов и взрослых *T. nodulosus* (Стражник, 1987; Давыдов, Куровская, 1991). Однако сравнение этих значений с полученными в наших исследованиях затруднительно в силу различия методических подходов. Приведенные указанными авторами сведения касаются гельминта в целом, без учета градиента содержания гликогена вдоль стробилы. Однако эти авторы также отмечают уменьшение содержания гликогена в связи с физиологическими ритмами гельминтов, в частности сроками

созревания и продукцией яиц (Давыдов, Куровская, 1991). Полученные материалы по содержанию гликогена у *T. nodulosus* согласуются со сведениями о его содержании в стробиле *E. rugosum* (Извекова, 1997) и данными других авторов, показавшими, что у исследованных ими видов цестод содержание гликогена больше в зрелых проглоттидах, чем в незрелых и gravidных (Tayal, Premvati, 1982; Vinayakam, 1984). Различия в аналогичных показателях для *T. nodulosus* и *E. rugosum* могут быть связаны с видовыми особенностями, касающимися морфологии, характера жизненных циклов, степени зрелости, скорости созревания, различий в способах поддержания водно-солевого обмена. Так, известно, что объемная регуляция у *T. nodulosus* осуществляется благодаря изменению объемов клеток тегумента, а у *E. rugosum* — межклеточных пространств. Тегументальные клетки последнего в меньшей степени проницаемы для воды и солей, чем у *T. nodulosus* (Куперман, 1988).

Обсуждая десорбционные характеристики, полученные для исследованных гельминтов, следует отметить, что более высокая активность легко десорбируемых фракций у *T. nodulosus* может объясняться особенностями морфологии этого вида и, возможно, большей площадью поверхности его тегумента, приходящейся на единицу массы по сравнению с поверхностью слизистой кишечника щуки. Значительная активность легко десорбируемых фракций у *T. nodulosus* свидетельствует о большой адсорбционной емкости тегумента червей. Ранее описаны десорбционные характеристики для налима и *E. rugosum* (Izvekova e. a., 1997). Некоторые различия в распределении и значениях ферментативной активности по фракциям у пар налима—*E. rugosum* и щука—*T. nodulosus* объясняются видовыми особенностями строения пищеварительно-транспортных поверхностей рыб и цестод и свидетельствуют о зависимости способности к гидролизу паразитов от ферментативной активности хозяев.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены новые данные, дополняющие представления о функционировании *T. nodulosus* на стадии плероцеркоида и взрослого червя, его взаимоотношениях с промежуточным и окончательным хозяевами на организменном уровне. Судя по результатам настоящего исследования и литературным данным (Куперман, 1973; Пронина, Пронин, 1988), *T. nodulosus* на стадии плероцеркоида вызывает существенные изменения в печени окуня, что при интенсивной инвазии может привести к гибели молоди. В то же время наблюдения в полевых условиях свидетельствуют о том, что даже сильная инвазия щуки *T. nodulosus* (до 200 паразитов в одной рыбе) не только не вызывает гибели рыб, но даже заметного их истощения. Слабая вирулентность *T. nodulosus* по отношению к щуке может служить признаком равновесия давно сложившейся сбалансированной системы хозяин—паразит (Куперман, 1973). О тесных и сбалансированных паразито-хозяинных отношениях взрослых червей и рыб свидетельствуют также полученные нами данные по динамике десорбции ферментов с тегумента *T. nodulosus*. Эти результаты подтверждают возможность осуществления заключительных этапов гидролиза белков и углеводов на поверхности гельминтов с участием процессов мембранного пищеварения и свидетельствуют о способности червей адсорбировать и использовать ферменты хозяина. Черви обладают меньшей адсорбционной способностью по сравнению с кишечниками их хозяев, однако компенсируют это за счет развития эффективных систем транспорта (Izvekova e. a., 1997).

Полученные нами характеристики некоторых физиологических процессов, протекающих при функционировании плероцеркоидов и взрослых *T. nodulosus*, а также литературные данные по исследованию патоморфологических аспектов взаимоотношений в системах цестоды—рыбы подтверждают общее положение об их зависимости от длительности совместной эволюции партнеров в паразито-хозяинных системах. При сбалансированности отношений в системе паразит—хозяин частота встречаемости гельминта у хозяина, как правило, высока, а его патогенность минимальна (Пронина, Пронин, 1988).

Работа поддержана грантом РФФИ 96-04-49080.

### Список литературы

- Давыдов О. Н., Куровская Л. Я. Паразито-хозяйинные отношения при цестодозах рыб. Киев: Наукова Думка, 1991. 169 с.
- Извекова Г. И. Транспорт некоторых углеводов у цестоды *Triaenophorus nodulosus* // Паразитология. 1989. Т. 23, вып. 3. С. 222—228.
- Извекова Г. И. Содержание белка, углеводов и транспорт глюкозы в разных частях стробилы у цестоды *Eubothrium rugosum* // Паразитология. 1997. Т. 31, вып. 1. С. 90—96.
- Кузьмин В. В. Применение метода последовательной десорбции  $\alpha$ -амилазы с отрезка кишки при изучении мембранного пищеварения у рыб // Вопр. ихтиол. 1976. Т. 16, вып. 5. С. 944—946.
- Куперман Б. И. Ленточные черви рода *Triaenophorus* — паразиты рыб. Л.: Наука, 1973. 207 с.
- Куперман Б. И. Функциональная морфология низших цестод. Л.: Наука, 1988. 167 с.
- Логачев Е. Д., Пронина С. В. Микроморфологическая характеристика взаимоотношений в системе паразит—хозяин при одновременном паразитировании личинок нематод и цестод у рыб // Паразиты и паразитозы животных и человека. Киев: Наукова думка, 1975. С. 42—47.
- Пронина С. В., Пронин Н. М. Взаимоотношения в системах гельминты—рыбы. М.: Наука, 1988. 176 с.
- Сидоров В. С., Высоцкая Р. У., Смирнов Л. П., Гурьянова С. Д. Сравнительная биохимия гельминтов рыб: аминокислоты, белки, липиды. Л.: Наука, 1989. 151 с.
- Стражник Л. В. Некоторые аспекты паразито-хозяйинных отношений при цестодозах пресноводных рыб // Паразиты и другие симбионты водных беспозвоночных и рыб (сб. науч. тр.). Киев: Наукова думка, 1987. С. 92—95.
- Cornford E. M. Glucose utilization rates are linked to the internal free glucose gradient in the rat tapeworm // Exp. Parasitol. 1990. Vol. 70, N 1. P. 25—34.
- Cyr D., Gruner S., Mettrick D. F. *Hymenolepis diminuta*: uptake of 5-hydroxytryptamine (serotonin), glucose and changes in worm glycogen level // Can. J. Zool. 1983. Vol. 61, N 7. P. 1469—1474.
- Henderson D. The effect of worm age, weight and number in the infection on the absorption of glucose by *Hymenolepis diminuta* // Parasitology. 1977. Vol. 75, N 3. P. 277—284.
- Izvekova G. I., Kuperman B. I., Kuz'mina V. V. Digestion and digestivetransport surfaces in cestodes and their fish hosts // Comp. Biochem. Physiol. 1997. Vol. 118A, N 4. P. 1165—1171.
- Pappas P. W., Read C. P. Membrane transport in helminth parasites: a review // Exp. Parasitol. 1975. Vol. 34, N 3. P. 469—530.
- Pappas P. W., Narcisi E. M., Rentko V. Alteration in brush border membrane proteins and membrane-bound enzymes of the tapeworm *Hymenolepis diminuta* during development in the definitive host // Mol. and Biochem. Parasitol. 1983. Vol. 8. P. 317—323.
- Tayal S., Premvati G. In vitro estimation of glycogen content in three sheep cestodes // Folia parasitol. (Praha). 1982. Vol. 29. P. 259—263.
- Vinayakam A. Distribution of protein and maturity of proglottids of *Moniezia benedeni* // Helminthology. 1984. Vol. 21, N 2. P. 131—140.
- ИБВВ им. И. Д. Папанина, Борок, 152742
- Поступила 25.01.1999

### PHYSIOLOGICAL SPECIFICITY OF RELATIONSHIPS BETWEEN TRIAENOPHORUS NODULOSUS (CESTODA) AND ITS FISH HOSTS

G. I. Izvekova

*Key words:* *Triaenophorus nodulosus*, plerocercoid, fish hosts, glucose accumulation, carbohydrate hydrolysis, host-parasite relationships.

### SUMMARY

The influence of the *T. nodulosus* plerocercoid invasion on the liver of the intermediate fish hosts (perch) was studied. The water, protein, glycogen and glucose contents was examined in adult worms inhabiting the intestine of definitive hosts (pike), the rate of glucose accumulation along the



strobile of parasite and an ability of adult worms to hydrolyze the main nutrients was also investigated. As a result of the plerocercoid infection, the glucose and glycogen contents in the liver of perch juveniles decreased, while the wet weight of liver increased. It was found, that the water and protein contents from the anterior to posterior section of strobile in *T. nodulosus* adults was not significantly different, while the glucose contents and the rate of its accumulation decreased. The data confirming the possibility to realize the final stages of protein and carbohydrate hydrolysis with the participation of membrane digestion on the surface of helminths and proving the ability of cestodes. The problems of relations of *T. nodulosus* with intermediate and definitive hosts at the level of the whole organisms are discussed.

---