

УДК 576.895.1+639.309 : 597.554

**ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ЗАРАЖЕННОСТИ ПЛОТВЫ  
ПЛЕРОЦЕРКОИДАМИ *LIGULA INTESTINALIS*  
(CESTODA: LIGULIDAE) И ВОЗМОЖНОСТЬ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЕ ДЛЯ РАСЧЕТА СМЕРТНОСТИ ХОЗЯИНА**

© Н. М. Пронин,<sup>1</sup> С. В. Пронина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН  
ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047

E-mail: proninm@yandex.ru

<sup>2</sup> ФГБОУ Бурятский государственный университет,  
медицинский факультет, кафедра анатомии и физиологии  
ул. Октябрьская, 36, Улан-Удэ, 670002

Поступила 29.04.2014

Приведены результаты специальных паразитологических вскрытий проб плотвы из уловов одним и тем же орудием лова на одной и той же станции (бухта Монахово) в Чивыркуйском заливе оз. Байкал в одни и те же сроки в разные годы (1998—2002). Установлена стабильность возрастной динамики зараженности плероцеркоидами *Ligula intestinalis* плотвы в разные годы с максимумом экстенсивности инвазии и индекса обилия у рыб в возрасте 3+ и последующим резким снижением этих показателей у старших возрастных групп. На основании данных по снижению экстенсивности заражения одного поколения плотвы определена смертность их (15.9—20.7 %) в течение роста возрастной группы 3+ к возрасту 4+.

*Ключевые слова:* плотва, возраст, лигулез, динамика, зараженность, смертность, элиминация.

Ремнецы сем. Ligulidae отряда Pseudophylidea имеют сложный цикл развития с участием промежуточных (веслоногие рачки), дополнительных (рыбы) и окончательных (рыбоядные птицы) хозяев. У дополнительных хозяев плероцеркоиды локализуются в полости тела, где быстро растут, достигая значительных размеров (Дубинина, 1966). Ремнецы как возбудители лигулезозов, приводящих к кастрации и истощению рыб, привлекали и продолжают привлекать внимание как исследователей в области ихтиопатологии и иммунологии рыб, так и практических работников рыбного хозяйства и ветеринарной службы. Основным возбудителем лигулеза рыб в водоемах бассейна оз. Байкал является *Ligula intestinalis*, а доминантным дополнительным хозяином этого паразита — плотва *Rutilus rutilus*. Эта

рыба играет роль основного промыслового вида прибрежно-соровой зоны озера и ее доля от общих уловов мелкого частика достигает 84 % (Пронин и др., 2007).

Результаты многолетних исследований гостально-пространственного распределения плероцеркоидов цестод сем. Ligulidae в оз. Байкал и водоемах его бассейна изложены нами в обзорной статье (Пронин, Пронина, 2005) в специальном сборнике «Проблемы цестодологии III», посвященного памяти профессора М. Н. Дубининой, которая внесла огромный вклад в изучение фауны и биологии цестод сем. Ligulidae. В этой статье приведены данные о 6 видах: *Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1758), *L. colymbi* Zeder, 1803, *Digramma interrupta* (Rudolphi, 1910), *Schistocephalus solidus* (Müller, 1776), *S. nemachili* Dubinina, 1959, *Schistocephalus* sp. (Dubinina, 1966). Однако некоторые авторские материалы или их анализ не вошли в эту работу. В настоящей статье мы частично восполняем этот пробел, рассматривая вопрос о специфической стабильности возрастной динамики зараженности плотвы в Чивыркуйском заливе оз. Байкал в разные годы и возможность использовать эти данные для расчета смертности определенных групп хозяина.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проведены в южной части Чивыркуйского залива оз. Байкал, которая традиционно рассматривается как часть прибрежно-соровой зоны озера. Чивыркуйский залив (площадь 270 км, длина 27 км, ширина 13 км) — наиболее глубоко врезанная и относительно изолированная часть Байкала. Особенности морфометрии, температурного и ледового режимов, известные гидробиологические характеристики позволяют рассматривать Чивыркуй как уникальный водоем с естественной (природной) сменой участков разной трофности (эвтрофного—мезотрофного—олиготрофного—ультраолиготрофного) на трансекте от озерно-болотного перешейка п-ова Святой Нос на юге до открытого Байкала на севере (Пронин, 2000).

Пробы для анализа возрастных динамик зараженности плотвы плероцеркоидами *L. intestinalis* отобраны из уловов мальковым неводом на постоянной тоне с глубинами от 3 м до уреза в бухте «Монахово» в южной эвтрофной части Чивыркуйского залива оз. Байкал в одни и те же сроки (25 июня—5 июля). В данной работе, как и в других исследованиях по экологической паразитологии, мы придерживались принципа единственности различия сравниваемых выборок по анализируемому фактору, поэтому данные для сравнительного анализа межгодовых изменений зараженности животных паразитами должны относиться к определенному локальному стаду, морфоэкологической группе или колонии одной популяции вида (Пронин, 1999). Поэтому пробы плотвы взяты нами на постоянной станции (одном биотопе) в одни и те же календарно-фенологические сроки.

Специальные паразитологические вскрытия рыб из отобранных проб проводились в Лаборатории эколого-гидробиологического стационара «Монахово» ИОЭБ СОРАН на берегу одноименной бухты. При этом выполнен полный биологический анализ рыб (размер, масса, пол, зрелость) с

Таблица 1

Возрастная динамика зараженности плотвы плероцеркоиды *L. intestinalis* в разные годы (Чивыркуйский залив оз. Байкал, Монахово, 25 июня—10 июля)  
 Table 1. Age-related dynamics of roach infection with *L. intestinalis* plerocercoids in different years (Chivyrkui Bay, Monakhovo, June 25—July 10)

Показатель	1998 г.					1999 г.					2000 г.					2001 г.				
	Возраст										Возраст									
	2+	3+	4+	5+—7+	2+	3+	4+	5+—7+	2+	3+	4+	5+—7+	2+	3+	4+	5+—7+	2+	3+	4+	5+—7+
ЭИ, %	16.1	25.7	18.8	6.7	16.7	25.9	9.8	3.3	12.8	25.4	5.26	3.5	28.0	6.3	2.4	3.0	2.29	2	2	0.05
СИИ, экз.	1.0	1.86	1.67	4.0	1.33	1.29	1.50	0.03	1.40	1.40	4.0	3.0	0.03	0.62	0.13	0.03	0.62	0.13	0.13	0.05
ИО, экз.	0.26	0.49	0.48	0.27	0.22	0.33	0.15	0.03	0.18	0.36	0.05	0.05	0.03	0.62	0.13	0.03	0.62	0.13	0.13	0.05
N, экз.	31	35	21	45	18	27	41	30	39	59	19	29	26	16	41	26	26	16	16	41

определением возраста по чешуе (Чугунова, 1959). Зараженность рыб выражена в показателях экстенсивности инвазии (ЭИ, %), индекса обилия — ИО (количество паразитов на одну исследованную рыбу) и средней интенсивности инвазии — СИИ (среднее количество паразитов на одну зараженную рыбу). Ошибка ЭИ определялась, как ошибка доли, выраженная в % (Петрушевский, Петрушевская, 1960; Лакин, 1973). Селективная смертность плотвы при лигулезе рассчитывалась по уравнению:

$$X = (a_1 - a_2) 100 / (100 - a_2),$$

где X — доля погибших (элиминированных) рыб (%),  $a_1$  и  $a_2$  — ЭИ данной возрастной группы в начале исследования и через год (Лопухина и др., 1973; Бауэр, Лопухина, 1974).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты четырехлетних исследований возрастной динамики зараженности плотвы в бухте Монахово (табл. 1) выявили ее стабильность в разные годы с максимальными показателями экстенсивности инвазии в возрастной группе 3+. Не менее четкая закономерность снижения зараженности этой возрастной группы плотвы наблюдается в последующем году: в 2.6 (с 1998 на 1999 г.), 4.8 (с 1999 на 2000 г.) и 4.4 (с 2000 на 2001 г.) раза. Поскольку плероцеркоиды *L. intestinalis* живут во втором промежуточном хозяине как минимум более года (Дубинина, 1966), и нам ни разу не встречались погибшие или резорбируемые гельминты, то снижение зараженности рыб одного поколения в локальном стаде плотвы однозначно свидетельствует о преимущественном изъятии лигу-

Таблица 2

Экстенсивность инвазии (ЭИ) плотвы плероцеркоидами *L. intestinalis* в возрасте 3+, ее изменение на следующий год в возрасте 4+ и селективная смертность зараженных рыб

Table 2. Prevalence of roach with *L. intestinalis* plerocercoids at the age 3+ and its changes in the next year at the age of 4+ and selective mortality of infected fishes

Годы исследований	1998—1999		1999—2000		2000—2001	
Возраст	3+—4+		3+—4+		3+—4+	
N, экз.	35	41	22	41	59	16
ЭИ, % (M ± m)	25.7 ± 7.3	9.8 ± 4.6	25.9 ± 8.4	5.3 ± 5.1	25.4 ± 2.4	6.3 ± 6.0
Снижение ЭИ за год		15.9		20.6		19.1
Уровень значимости различий		0.05		0.05		0.01
Смертность за год, %		17.43		22.77		20.38

лезных рыб промысловыми орудиями и о их селективной смертности в результате преимущественного потребления ихтиофагами.

Полученные данные по динамике зараженности плероцеркоидами *L. intestinalis* рыб одного поколения в последующий год позволили нам рассчитать долю смертности плотвы от зараженности ремнецом по формуле Лопухиной (Лопухина и др., 1973). Расчетная селективная смертность от лигулеза в 1999—2000 гг. составила от 17 до 22 % (табл. 2). Ранее формула Лопухиной для расчета гибели рыб от паразитарного фактора успешно апробирована для популяции окуня из оз. Щучье на основании данных по временной динамике зараженности его плероцеркоидами цестоды *Triaenophorus nodulosus* (Пронин, Хохлова, 1986; Пронин, 1990). Продолжительность жизни *T. nodulosus* в печени окуня (второго промежуточного хозяина) до 2 лет, так же как и у *L. intestinalis*. При этом расчетная доля смертности (36.3 %) окуня от паразитарного фактора в оз. Щучье оказалась практически равной величине его естественной смертности (39.5 %), определенной по методу Баранова (1971) и Рикера (1979) (Калягин, Калягина, 1986).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований установлена возрастная динамика зараженности плотвы плероцеркоидами лентеца *L. intestinalis* с максимумами экстенсивности и индекса обилия в возрастной группе 3+ и последующим резким снижением. Такая закономерность четко повторялась на протяжении 4 лет (1998—2000 гг.), что является свидетельством стабильности эпизоотической ситуации по лигулезу в популяции плотвы в южной части Чивыркуйского залива (акватория Забайкальского национального парка).

Достоверное снижение ЭИ заражения *L. intestinalis* плотвы одного поколения при переходе рыб в возрасте 3+ на следующий год в возрастную группу 4+ позволило рассчитать долю естественной смертности ее от паразитарного фактора (36.3 % от исходной численности в возрасте 3+). Та-

ким образом, подтверждена возможность использовать изменения показателей ЭИ гельминтом с длительным сроком пребывания в организме хозяина для определения естественной смертности хозяина.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим Е. М. Болонева (ИОЭБ СО РАН, г. Улан-Удэ) и П. В. Гуслякова (Бурятский госуниверситет, г. Улан-Удэ) за помощь в отборе проб, О. Б. Жепхолову (ИОЭБ СО РАН, г. Улан-Удэ) за участие в определении возраста рыб.

Работа выполнена по базовому проекту НИР СО РАН VI. 51.1.3. «Экология паразитов гидробионтов: распределение в хозяевах, пространстве и времени, паразито-хозяинные взаимоотношения».

### Список литературы

- Баранов Ф. И. 1971. К вопросу о биологических обоснованиях рыбного хозяйства. В кн.: Ф. И. Баранов. Избранные труды в 3 т. М.: Пищевая промышленность. Т. 3 : 115—129.
- Бауэр О. Н., Лопухина А. М. 1974. Методика изучения влияния паразитов на продуктивность рыб в пределах ареала. В кн.: Типовые методики исследования продуктивности видов в пределах их ареалов. Вильнюс: Изд-во Мокслас. Ч. 1 : 132—140.
- Дубинина М. Н. 1966. Ремнецы Cestoda Ligulidae фауны СССР. М.; Л.: Наука. 261 с.
- Калягин Л. Ф., Калягина Н. Ф. 1986. Численность и ихтиомасса окуня, плотвы и пеляди в оз. Щучьем. В кн.: А. Ф. Алимов (ред.). Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности на примере озер Забайкалья. Л.: Наука. 154—163.
- Лакин Г. Ф. 1973. Биометрия. М.: Высш. шк. 143 с.
- Лопухина А. М., Стрелков Ю. А., Чернышева Н. Б., Юнчис О. Н. 1973. О влиянии паразитов на численность молоди рыб в естественных условиях. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie. 18 (3) : 1709—1712.
- Пронин Н. М. 1990. Структура популяции цестоды *Triaenophorus nodulosus* (Pseudophyllidea, Triaenophoridae) в экосистеме оз. Щучьего и смертность гельминта на разных фазах развития. Экология. 3 : 48—55.
- Петрушевский Г. К., Петрушевская М. Г. 1960. Достоверность количественных показателей при изучении паразитофауны рыб. Паразитол. сб. 19 : 333—343.
- Пронин Н. М. 2000. Чивыркуйский залив Байкала как суперуникальная открытая экосистема для междисциплинарных исследований. В кн.: III Верещагинская Байкальская конференция. Иркутск: Лесна. 87—88.
- Пронин Н. М., Матвеев А. Н., Самусенок В. П. и др. 2007. Рыбы озера Байкал и его бассейна. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН. 284 с.
- Пронин Н. М., Пронина С. В. 2005. Гостально-пространственное распределение плероцеркоидов ремнецов (Pseudophyllide, Ligulidae) и экология *Ligula intestinalis* в водоемах бассейна озера Байкал. В кн.: А. Ф. Алимов (гл. ред.). Проблемы цестодологии III. СПб.: Зоол. ин-т РАН. 207—228.
- Пронин Н. М., Хохлова А. Н. 1986. Характеристика паразито-хозяинной системы триенофорус — окунь в оз. Щучьем. В кн.: А. Ф. Алимов (гл. ред.). Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности на примере озер Забайкалья. Л.: Наука. 163—169.
- Рикер У. Е. 1979. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб. М.: Изд-во Пищевая промышленность. 408 с.
- Чугунова Н. И. 1959. Методика изучения возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР. 162 с.

AGE-RELATED DYNAMICS OF ROACH INFECTION RATE  
WITH *LIGULA INTESTINALIS* (CESTODA: LIGULIDAE) PLEROCERCOIDS  
AND PROBABILITY OF ITS USAGE FOR THE CALCULATION  
OF HOST DEATH RATE

N. M. Pronin, S. V. Pronina

*Key words:* roach, age, ligulosis, dynamics, infection rate, mortality, elimination.

SUMMARY

Results of special parasitological dissections of roach samples from catches with the same fishing gear and at the same station (Monakhovo Cove, Chivyrkui Bay of the Lake Baikal) and at the same time in different years (1998—2002) are given. Stability of age-related dynamics of roach infection rate with *Ligula intestinalis* in different years with the maximum of prevalence and mean abundance in fish of 3+ age, and the following sharp decrease in these rates in elder age groups, was revealed. Basing on prevalence decreasing of a single roach generation, the rate of fish mortality during its growth from age group 3+ to 4+ was estimated as 15.9—20.7 %.

---