

**ЛЕЙКОЦИТАРНЫЙ СОСТАВ СЕЛЕЗЕНКИ
СИБИРСКОЙ ПЛОТВЫ И СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ,
ЗАРАЖЕННЫХ РЕМНЕЦАМИ РОДА *LIGULA*
(CESTODA: PSEUDOPHYLLIDEA)**

Мазур О. Е.¹,

кандидат биологических наук, научный сотрудник,
лаборатория паразитологии и экологии гидробионтов,
olmaz33@yandex.ru

Кутырев И. А.¹,

доктор биологических наук, старший научный сотрудник,
лаборатория паразитологии и экологии гидробионтов

Дугаров Ж. Н.¹,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
лаборатория паразитологии и экологии гидробионтов

Аннотация

В нашем исследовании получены новые данные по лейкоцитарному составу селезенки сибирской плотвы и серебряного карася, зараженных *Ligula interrupta* и *Ligula intestinalis* соответственно, в сравнительном аспекте. Выборка рыб состояла из неводных уловов, одного размерно-возрастного состава (возраст +3...+5, длина тела соответственно 145–237 и 150–180 мм, масса – 100–184 и 120–174 г) из водоемов бассейна оз. Байкал (оз. Долгое, Черемуховое, Гусиное). Отмечается, что в селезенке у карася число лимфоцитов не изменялось в целом, однако происходило значимое изменение соотношения зрелых и незрелых форм: число пролимфоцитов уменьшалось в 1,5 раза, а число зрелых лимфоцитов возрастало в 3,8 раза. В отличие от карася в селезенке зараженной плотвы обнаружены вакуолизированные клетки и более выраженная иммунодепрессия (низкое число пролимфоцитов и лимфоцитов). Среди гранулоцитарной реакции у рыб наблюдались однотипные реакции по линии нейтрофилов: значимое увеличение малодифференцируемых форм у карася, а также зрелых микрофагов у плотвы. Показано, что в

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук (670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6)

этих паразитарных системах ремнецы могут быть модуляторами адаптивного ответа иммунитета.

Ключевые слова: *Ligula*, *Carassius auratus*, *Rutilus rutilus lacustris*, селезенка, лейкоциты.

SPLEEN LEUKOCYTE COMPOSITION OF SIBERIAN ROUGH AND GOLDFISH, INFECTED WITH PLEUROCERCOIDES THE GENUS *LIGULA* (CESTODA: PSEUDOPHYLLIDEA)

Mazur O. E. ¹,

Candidate of Biology Sciences, Researcher,
Laboratory of Ecology and Parasitology of Hydrobionts,
olmaz33@yandex.ru

Kutyrev I. A. ¹,

Doctor of Biology Sciences, Senior Researcher,
Laboratory of Ecology and Parasitology of Hydrobionts

Dugarov Zh. N. ¹,

Candidate of Biology Sciences, Senior Researcher,
Laboratory of Ecology and Parasitology of Hydrobionts

Abstract

In our study, we obtained new data on the leukocyte composition of the spleen of Siberian roach and goldfish infected with *Ligula ininterrupta* and *Ligula intestinalis*, respectively, in a comparative aspect. The sample of fish consisted of non-aquatic catches, the same size-age composition (age + 3 ... + 5, body length 145–237 and 150–180 mm, respectively, weight – 100–184 and 120–174 g) from water bodies of the Baikal lake basin (Dolgoye lake, Cheremukhovoye, Gusinoye). It is noted that in the spleen of goldfish the number of lymphocytes did not change in general, but there was a significant change in the ratio of mature and immature forms: the number of prolymphocytes decreased by 1.5 times, and the content of mature lymphocytes increased by 3.8 times. Unlike goldfish, the infected roach showed the formation of vacuolated cells up to 5.3%, and intense leukopoiesis processes are observed, which is confirmed by a higher content of blasts (by 3 times). Among the granulocytic reactions in fish, similar reactions were observed along the line of neutrophils: a significant increase in poorly differentiated forms in goldfish, as well

¹ Institute of General and Experimental Biology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (6, Sahiyanovoi st., Ulan-Ude, 670047)

as mature microphages in roach. It has been shown that, in these parasitic systems, ligulid larvae can be modulators of the adaptive immune response.

Keywords: *Ligula*, *Carassius auratus*, *Rutilus rutilus lacustris*, spleen, leukocytes.

Введение. Ленточные черви рода *Ligula*: *Ligula (Digramma) interrupta* и *Ligula intestinalis* это специфические гельминты серебряного карася (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) и сибирской плотвы (*Rutilus rutilus lacustris* Linnaeus, 1758), соответственно, являющиеся вторыми промежуточными хозяевами ремнецов. Имеются доказательства иммуномодулирующего воздействия цестод на организм хозяина с целью сохранить компромиссные отношения в паразитарной системе [4]. При этом иммунные механизмы организма хозяина играют свою роль в регулировании патологического процесса, в подавлении развития и элиминации паразитов. Данных по селезенке, основного органа адаптивного иммунитета, при лигулидозах немногочисленно [1, 2].

Цель работы – сравнительный анализ лейкоцитарного состава селезенки карповых рыб (карася и плотвы) при инвазии плероцеркоидами рода *Ligula*.

Материалы и методы. Биологический материал был получен в июле 2007–2018 гг. из неводных уловов из водоемов бассейна оз. Байкал (Долгое, Черемуховое, Гусиное). Выборка рыб состояла из особей одного размерно-возрастного состава (возраст 3+... 5+ (карась) и 3+ ... 6+ (плотва), длина тела соответственно 145–237 мм, масса – 100–184 г (карась) и 163–215 мм и 80–120 г (плотва)). Незараженные особи были представлены половозрелыми самцами и самками в соотношении 1:1; у зараженных рыб пол не был определен в связи с паразитарной кастрацией. Для исследований были взяты отпечатки селезенки, которые после высушивания на воздухе и фиксации метанолом, окрашивали азур-эозином по Романовскому-Гимза. Дифференциальный подсчет лейкоцитов производили микроскопически при увеличении в 1000 раз. Для каждой группы рыб был произведен подсчет по 3000 клеток. Результаты исследований обрабатывали с помощью пакета программ Statistica 6.0 с использованием критерия Манна–Уитни.

Результаты исследований. В крови всех особей выявлены три группы клеток: бластные формы, гранулоциты (нейтрофилы, эозинофилы, псевдоэозинофилы у карася, нейтрофилы у плотвы) и агранулоциты (лимфоциты), а также вакуолизированные клетки у плотвы.

Иммунокомпетентные клетки – лейкоциты, формируются в иммунных органах. Селезенка рыб является вторичным лимфоидным органом и местом миелопоэза у костистых рыб, а также основным органом инициации адаптивного иммунного ответа [3]. Отмечается, что в селезенке у карася после антигенной стимуляции число лимфоцитов не изменяется в целом, однако происходит значимое изменение соотношения зрелых и незрелых форм: число пролимфоцитов уменьшается в 1,5 раза ($p < 0,001$), а число зрелых лимфоцитов возрастает в 3,8 раза ($p < 0,001$). Напротив, у плотвы выявлено снижение пролиферации и числа зрелых лимфоцитов в 1,7 и 1,8 раза ($p < 0,1$) соответственно, что указывает на слабый потенциал возобновления лимфоидной популяции. Среди гранулоцитарной реакции у рыб наблюдаются: значимое однотипное увеличение нейтрофилов – промиелоцитов и миелоцитов у плотвы (в 2,3 раза; $p < 0,01$), и метамиелоцитов и палочкоядерных форм (в 2 раза; $p < 0,01$) у карася. В отличие от карася у плотвы выявлены образование вакуолизированных клеток до 5,3% ($p < 0,01$) и интенсивные процессы лейкопоэза, что подтверждаются более высоким содержанием бластов (в 3 раза; $p < 0,01$).

Заключение. Плероцеркоиды ремнецов оказывают модулирующее воздействие на адаптивный иммунный ответ у своих хозяев. При этом можно выделить основные изменения: однотипные реакции в развитии системного иммунного ответа (активация воспалительных процессов и угнетение лимфопоэза), у плотвы инфильтрацию селезенки вакуолизированными клетками и иммунный ответ с более выраженными признаками иммунодепрессии. Выявленная разнонаправленность иммунного ответа на фоне инвазии лигулидами позволяет предположить, что специфика иммунологических процессов определяется не только степенью патогенности ремнецов, но и исходным иммунофизиологическим статусом рыб, обусловленным особенностями их генотипа и экологическими факторами.

Работа выполнена в рамках программы № 0271-2021-0002 (FWSM-2021-0002) и при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-04-00666).

Авторы благодарят О. Жеполову (ИОЭБ СО РАН) за помощь в определении возраста рыб.

Литература

1. Извекова Г.И. Влияние плероцеркоидов *Ligula intestinalis* (L.) (Cestoda, Pseudophyllidea) на промежуточных хозяев—рыб // Успехи соврем. биологии. 2010. Т. 130. № 6. С. 610-621.
2. Конькова А.В., Федорова Н.Н., Иванов В.П. Оценка эпизоотического и морфофизиологического состояния молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в Волго-Каспийском регионе // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2015. № 3(27). С. 38-43.
3. Alvarez-Pellitero P. Fish immunity and parasite infections: from innate immunity to immunoprophylactic prospects. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2008. № 126. P. 171-98.
4. McSorley H.J., Hewitson J.P., Maizels R.M. Immunomodulation by helminth parasites: defining mechanisms and mediators. *International Journal Parasitology*. 2013; 43: 301-310.

References

1. Izvekova G.I. Influence of plerocercoids *Ligula intestinalis* (L.) (Cestoda, Pseudophyllidea) on intermediate hosts—fish. *Advances in modern biology*. 2010; 130(6): 610-621. (In Russ.)
2. Konkova A.V., Fedorova N.N., Ivanov V.P. Evaluation of the epizootic and morphophysiological state of juvenile bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) in the Volga-Caspian region. *Actual problems of veterinary biology*. 2015; 3(27): 38-43. (In Russ.)
3. Alvarez-Pellitero P. Fish immunity and parasite infections: from innate immunity to immunoprophylactic prospects. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2008; 126: 171-198.
4. McSorley H.J., Hewitson J.P., Maizels R.M. Immunomodulation by helminth parasites: defining mechanisms and mediators. *International Journal of Parasitology*. 2013; 43: 301-310.