

Научная статья  
УДК 591.69  
DOI: 10.18101/2542-0623-2024-2-36-43

## ПАЗАРИТОФАУНА ПЛОТВЫ ОЗ. ГУСИНОЕ

Л. Д. Сондуева, Ж. Н. Дугаров, М. Д.-Д. Батуева,  
Т. Г. Бурдуковская, О. Б. Жепхолова

© Сондуева Людмила Дойнхоровна  
кандидат биологических наук  
sondl@mail.ru

© Дугаров Жаргал Нимаевич  
кандидат биологических наук  
zhar-dug@biol.bscnet.ru

© Батуева Марина Даши-Доржиевна  
кандидат биологических наук  
mbadm@biol.bscnet.ru

© Бурдуковская Татьяна Геннадьевна  
кандидат биологических наук  
tburduk@yandex.ru

© Жепхолова Оюна Биликтуевна  
инженер  
o.zhepholova@yandex.ru

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН  
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

**Аннотация.** В статье рассматривается современное состояние паразитофауны плотвы оз. Гусиное. Выявлены значительные различия в обилии и видовом разнообразии сообществ паразитов плотвы *Rutilus rutilus*, выловленной в акватории озера, непосредственно прилегающей к сбросу теплых вод ГРЭС и в водах со средними по водоему температурными значениями. В результате анализа структуры компонентных сообществ паразитов установлено, что в тепловодном экотоне выше видовое разнообразие и незначительно влияние доминирующего вида. Все достоверные различия в численности и встречаемости паразитов показывают снижение показателей в теплых водах.

**Ключевые слова:** озеро Гусиное, теплые воды, плотва, паразиты, видовое разнообразие, экстенсивность инвазии.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках темы государственного задания Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (регистрационный № 121030900141-8).

### Для цитирования

Паразитофауна плотвы оз. Гусиное / Л. Д. Сондуева, Ж. Н. Дугаров, М. Д.-Д. Батуева [и др.] // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2024. № 2(28). С. 36–43. DOI: 10.18101/2542-0623-2024-2-36-43

Экологические изменения биоты водоемов, возникающие под влиянием теплых вод, сбрасываемых электростанциями, привлекали внимание многих исследователей. Данные изменения, кроме прямого воздействия на численность, структуру популяций паразитов, затрагивают паразито-хозяйинные отношения, вызывая изменения видовой специфичности и расширение круга хозяев того или иного вида паразита. Высокие значения подогрева однозначно действуют на природные сообщества, вызывая, как минимум резкое обеднение видового состава, нередко сопровождаются изменением продуктивности сообщества, нарушениями жизненного цикла гидробионтов. Изучение влияния слабого подогрева представляет особый интерес как прототип возможных изменений в биоценозах под влиянием возможного потепления климата [Безносков, Суздалева, 2004]. К зоне слабого подогрева относят зону, где средняя температура воды превышает естественную более чем на 0,5–3 °С, умеренная — 4–6 °С, сильная — 6 °С и выше [Пидгайко, Гринь, Поливанная и др., 1970].

### Материал и методы

Озеро Гусиное — самый большой водоем по площади и объему водной массы в российской части бассейна оз. Байкал и в Забайкалье. Площадь акватории оз. Гусиное — 164 км<sup>2</sup>, средняя глубина — 15 м [Экология озера Гусиное, 1994]. В настоящее время озеро является водоемом-охладителем сбросных вод Гусиноозерской ГРЭС, введенной в строй в 1976 г. Согласно данным 2013 г. [Матафонов, Базова, 2018] температура поверхностного слоя воды в районе сброса была на 3,5–7,8 °С выше средних по водоёму значений при равномерном распределении температуры в столбе воды (различия между значениями поверхностного и придонного слоев были в пределах 1,9–3,8 °С). Доминирующими видами ихтиофауны оз. Гусиное являются окунь *Perca fluviatilis* и плотва [Рыбы озера Байкал... 2007].

Для оценки современного состояния паразитофауны плотвы оз. Гусиное исследовано 165 экз. Материал для исследований получен из сетевых уловов в районе сброса теплых вод ГРЭС (теплые воды) и в районе села Бараты (контрольный участок), расстояние по прямой между этими участками — 9,2 км. Оценку зараженности проводили по общепринятым в паразитологии показателям: экстенсивность инвазии (частота встречаемости) и индекс обилия (относительная численность). Структуру сообществ паразитов оценивали на уровне выборки рыб (15 экз.) с использованием индекса разнообразия Шеннона, индекса видового разнообразия Маргалефа, индекса доминирования Бергера — Паркера и индекса сходства Жаккара [Мэгарран, 1992]. Достоверность различий показателей экстенсивности инвазии проверяли с помощью критерия хи-квадрат с поправкой Йетса, показателей индекса обилия — с помощью непараметрического критерия Манна — Уитни (STATISTICA 8), показателей сообществ — с помощью теста случайных перестановок (Diversity permutation test, Past 3.21).

### Результаты

У плотвы обнаружено 27 видов паразитов.

Класс Mxosporaea. Из 6 видов миксоспоридий плотвы оз. Гусиное только на контрольном участке отмечено три вида (*Zhokella nova*, *Chloromyxum*

*cyprini*, *Mухobolus muelleri*), только в зоне теплых вод — один вид (*Mухobolus diversicapsularis*). Экстенсивность инвазии этими видами минимальна (1,4–4,4%), что не позволяет говорить о приуроченности их к определенному району озера. Из двух видов микоспоридий (*Mухidium rhodei*, *Mухobolus pseudodispar*), зарегистрированных на обоих участках озера, выявлены существенные различия зараженности по всем показателям только для *M. rhodei*: они достоверно выше на контрольном участке (табл. 1, 2).

Таблица 1

Экстенсивность инвазии (частота встречаемости) паразитами плотвы на двух участках оз. Гусиное

Класс, вид паразита	Локализация	Частота встречаемости, %		Различия частот, $\chi^2$ ; P
		Теплые воды	Контрольный участок	
<i>Mухidium rhodei</i>	почки	37,4	72,6	18,81; 0,0000
<i>Zhokella nova</i>	почки	0	1,4	
<i>Chloromyxum cyprini</i>	ж. пузырь	0	1,4	
<i>Mухobolus pseudodispar</i>	почки	44,0	38,4	
<i>M. diversicapsularis</i>	жабры	4,4	0	
<i>M. muelleri</i>	почки	0	1,4	
<b>Monogenea</b>				
<i>Dactylogyrus crucifer</i>	жабры	67,0	82,2	4,06; 0,044
<i>D. suecicus</i>	жабры	29,7	4,1	16,04; 0,0001
<i>D. sphyrna</i>	жабры	9,9	8,2	
<i>D. similis</i>	жабры	2,2	15,1	7,51; 0,0061
<i>D. micracanthus</i>	жабры	1,1	5,5	
<i>D. rarissimus</i>	жабры	4,4	0	
<i>D. yinwenyingae</i>	жабры	2,2	0	
<i>Paradiplozoon h. homoion</i>	жабры	41,8	38,4	
<b>Cestoda</b>				
<i>Ligula intestinalis</i>	полость тела	12,1	0	
<b>Trematoda</b>				
<i>Rhipidocotyle campanula</i>	жабры	0	11,0	
<i>Phyllodistomum folium</i>	м. пузырь, мочеточники	0	1,4	
<i>Allocreadium isporum</i>	кишечник	2,2	0	
<i>D. commutatum</i>	хрусталик глаза	85,7	89,3	
<i>D. mergi</i>	хрусталик глаза	73,2	0	

Продолжение табл. 1

Класс, вид паразита	Локализация	Частота встречаемости, %		Различия частот, $\chi^2$ ; P
		Теплые воды	Контрольный участок	
<i>Tylodelphys clavata</i>	стекловидное тело глаза	9,9	15,1	
<b>Nematoda</b>				
<i>Raphydascaris acus</i>	печень	29,7	56,2	10,65; 0,001
<i>Contracaecum microcephalum</i>	кишечник	0	9,6	
<i>Porrocaecum reticulum</i>	кишечник	1,1	0	
<b>Hirudinea</b>				
<i>Piscicola geometra</i>	поверхность тела	0	1,4	
<b>Bivalvia</b>				
<i>Colletopterum p. sedakovi</i>	жабры	4,4	8,2	
<b>Crustacea</b>				
<i>Ergasilus briani</i>	жабры	2,2	5,5	

Класс Monogenea. Среди представителей класса моногеней только *Dactylogyrus crucifer* имеет достоверно более высокие показатели как по экстенсивности инвазии, так и относительной численности на контрольном участке по сравнению с таковыми из теплых вод. Для моногеней *Dactylogyrus similis* статистическая достоверность более высокой зараженности на контрольном участке выявлена только по экстенсивности инвазии. Моногеней *Dactylogyrus suecicus*, напротив, имеет низкое значение экстенсивности инвазии на контрольном участке. Остальные представители этого класса не имели различий зараженности. Необходимо отметить отсутствие моногеней рода *Gyrodactylus* — паразитов, чрезвычайно чувствительных к качеству воды.

Класс Cestoda. Плероцеркоиды цестоды *Ligula intestinalis* в исследованных пробах регистрировались у плотвы только в теплых водах озера. Особо следует отметить выпадение из состава паразитофауны плотвы *Protheocephalus torulosus* — банального и широко распространенного паразита карповых рыб.

Класс Trematoda. Из трематод только один вид (*Allocreadium isoporum*) обнаружен исключительно в теплых водах и два вида (*Rhipidocotyle campanula*, *Phyllodistomum folium*) — только на контрольном участке. Одинакова высокая частота встречаемости метацеркарий *Diplostomum commutatum*, они обнаруживаются в хрусталиках глаза плотвы с показателями до 89,3%. Однако в теплых водах их численность значительно ниже.

Класс Nematoda. Из трех видов нематод только один вид — *Raphydascaris acus* — регистрировался у плотвы на обоих исследованных участках озера, причем на контрольном участке показатели экстенсивности инвазии и индекса обилия его выше с высокими критериями значимости (табл. 2). Другая нематода,

*Contracaecum microcephalum*, обнаружена только на контрольном участке. В кишечнике плотвы из теплых вод обнаружен один экземпляр нематоды *Porrocaecum reticulum*.

Представители остальных трёх классов (Hirudinea — *Piscicola geometra*, Bivalvia — *Colletopterum ponderosum sedakovi*, Crustacea — *Ergasilus briani*) встречались редко и в единичных экземплярах (табл. 1, 2).

Таблица 2

Индексы обилия паразитов плотвы, имеющие достоверные различия на двух участках оз. Гусиное

Класс, вид паразита	Локализация	Индекс обилия (экз.)		Значимость различий по критерию Манна — Уитни, p
		Теплые воды	Контрольный участок	
Плотва				
<b>Мухоспорея</b>				
<i>Muxidium rhodei</i>	почки	15,95	74,85	< 0,05
<b>Моногенея</b>				
<i>Dactylogyrus crucifer</i>	жабры	10,96	20,86	< 0,05
<b>Трематода</b>				
<i>D. commutatum</i>	хрусталик глаза	3,89	15,70	< 0,001
<b>Нематода</b>				
<i>Raphydascaris acus</i>	печень	1,91	9,38	< 0,01

Сообщества паразитов плотвы в зоне теплых вод и на контрольном участке фактически не различаются по видовому богатству (индекс Маргалефа 2,32 и 2,19, соответственно), однако имеются различия в их видовом составе (коэффициент сходства Жаккара 0,48) (табл. 3). Видовое разнообразие выше в зоне теплых вод, причем различие значительное, о чем свидетельствует высокий уровень достоверности, выявленный с помощью теста случайных перестановок (Diversity permutation test). Характерной особенностью более разнообразного сообщества паразитов в тёплой зоне является незначительное влияние доминирующего вида *M. rhodei*. Индекс доминирования Бергера — Паркера заметно ниже, чем на контрольном участке.

Виды, зарегистрированные только в одном из двух районов, относятся в основном к редким: микроспоридии *Z. nova*, *C. cyprini*, *M. diversicapsularis*, *M. muelleri*, моногенеи *Dactylogyrus rarissimus*, *D. yinwenyingae*, трематоды *P. folium*, *A. isoporum*, нематода *P. reticulum* и пиявка *P. geometra*, экстенсивность заражения которыми была минимальной (1,4–4,4%). К видам, приуроченным к определенным зонам, следует отнести цестоду *Ligula intestinalis* (только в зоне теплых вод — 12,1%), трематоду *R. campanula* (только на контрольном участке — 11,0%) и, возможно, нематоду *C. microcephalum* (только на контрольном участке — 9,6%).

Таблица 3

Характеристики компонентных сообществ паразитов плотвы  
 на двух участках оз. Гусиное

Характеристика	Плотва		Perm <sup>1</sup>
	Теплые воды	Контрольный участок	
Кол-во таксонов	22	21	
Индекс Шеннона <sup>2</sup>	1,64	1,29	0,0001
Индекс Маргалефа <sup>2</sup>	2,32	2,19	0,6766
Индекс Бергера — Паркера	0,401	0,599	0,0001
Вид-доминант	<i>Myxidium rhodei</i>		
Индекс Жаккара	0,48		

Примечания: <sup>1</sup> — значимость различий с использованием теста случайных перестановок (Diversity permutation test); <sup>2</sup> — индексы Шеннона и Маргалефа приводятся без учета видов (кл. Kineto-plastomonada, кл. Peritricha, кл. Мухоспореа), численность которых рассчитать было невозможно, так как эти индексы учитывают численность вида в особи хозяина.

При сравнении уровня зараженности в зоне сброса теплых вод ГРЭС и контрольной обнаружены различия, причем как частота встречаемости, так и индекс обилия большинства видов ниже в тепловодной зоне. Экстенсивность инвазии достоверно различна (различия частот по хи-квадрат с поправкой Йетса) для пяти видов (табл. 1). Индекс обилия различался (по критерию Манна — Уитни) для четырех видов паразитов (табл. 2). В зоне контрольного вылова выше частота встречаемости *M. rhodei*, *D. crucifer*, *D. similis* и *R. acus*. Все имеющиеся достоверные различия индексов обилия видов говорят о низкой численности паразитов в отепленной зоне (*M. rhodei*, *D. crucifer*, *Diplostomum* spp., *R. acus*).

### Обсуждение

Наблюдаемые нами различия имеют общую тенденцию к снижению численности в отепленном районе озера. Компонентное сообщество паразитов плотвы в этом районе более разнообразно, причем видовой состав отличается от такового на контрольном участке. Эти данные, несомненно, отражают влияние «слабого» подогрева вод в районе сброса Гусиноозерской ГРЭС, где температура была на 3,5–7,8 °С выше средних по водоёму значений. Можно предположить, что в экосистеме тепловодной зоны, формировавшейся около 40 лет после запуска ГРЭС, на данный момент может стабильно существовать уравновешенное, разнообразное сообщество паразитов со сравнительно невысокой численностью. В то же время имеющиеся в литературе данные по техногенной трансформации водоемов [Иешко, Лебедева, Аникиева и др., 2015; Blanař, Munkittrick, Houlahan et al., 2009; Radnaeva, Bazarzharov, Shiretorova et al., 2022], данные по влиянию эвтрофикации

водоемов на структуру сообществ гидробионтов [Marcogliese, 2005; Valtonen, Holmes, Koskivaara, 1997] подтверждают наличие опасности возникновения эпизоотий вследствие нарушения стабильности и потери устойчивости биоценозов. Несмотря на сложность выявления факторов, влияющих на конкретные изменения систем, остается актуальным их мониторинг. Сложность определения механизмов воздействия определенных факторов на численность, структуру популяций паразитов обусловлена их разнообразием: влияние на промежуточных хозяев (у гетероксенных видов их в жизненном цикле несколько); непосредственно на паразита и его свободноживущие стадии; на численность и резистентность организма хозяина.

### Литература

1. Безносков В. Н., Суздалева А. Л. Возможные изменения водной биоты в период глобального потепления климата // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 4. С. 498. Текст : непосредственный.
2. Итоги изучения гидробиологического режима пресных водоемов охладителей юга СССР / М. Л. Пидгайко, В. Г. Гринь, М. Л. Поливанная [и др.] // Гидробиологический журнал. 1970. Т. 6, № 2. С. 36–44. Текст : непосредственный.
3. Матафонов Д. В., Базова Н. В. Новый подход к организации сети станций для мониторинга озерных водоемов Бурятии по организмам макрозообентоса: первые результаты применения и анализ пространственного распределения амфипод в озёрах Еравнинской системы как пример его реализации // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Биология. Экология. 2018. Т. 24. С. 86–109. DOI 10.26516/2073-3372.2018.24.86. Текст : непосредственный.
4. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. Москва : Мир, 1992. 181 с. = Magurran A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. L.; Sydney: Croom Helm, 1988. 179 p. Текст : непосредственный.
5. Паразиты плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) в условиях техногенной трансформации водоема / Е. П. Иешко, Д. И. Лебедева, Л. В. Аникиева [и др.] // Паразитология. 2015. Т. 49, № 5. С. 352–364. Текст : непосредственный.
6. Рыбы озера Байкал и его бассейна / Н. М. Пронин, А. Н. Матвеев, В. П. Самусенок [и др.] Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. 284 с. Текст : непосредственный.
7. Экология озера Гусиное / ответственный редактор В. М. Корсунов. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 1994. 199 с. Текст : непосредственный.
8. Blanar C. A., Munkittrick K. R., Houlahan J. et al. Pollution and Parasitism in Aquatic Animals: A Metaanalysis of Effect Size. *Aquatic Toxicology*. 2009; 93: 18–28.
9. Marcogliese D. J. Parasites of the Superorganism: are They Indicators of Ecosystem Health. *International Journal for Parasitology*. 2005; 35: 705–716.
10. Radnaeva L. D., Bazarzhapov T. Z., Shiretorova V. G. et al. Ecological State of Lake Gusinoe. A Cooling Pond of the Gusinoozersk GRES. *Water*. 2022; 14: 4. <https://doi.org/10.3390/w14010004>.
11. Valtonen E. T., Holmes J. C., Koskivaara M. Eutrophication, Pollution and Fragmentation: Effects on Parasite Communities in Roach (*Rutilus rutilus*) and Perch (*Perca fluviatilis*) in Four Lakes in Central Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 1997; 54: 572–585.

Статья поступила в редакцию 15.08.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 05.09.2024.

## PARASITE FAUNA IN ROACH OF LAKE GUSINOYE

L. D. Sondueva, Z. N. Dugarov, M. D.-D. Batueva, T. G. Burdukovskaya, O. B. Zhepkholova

*Lyudmila D. Sondueva*  
Cand. Sci. (Biol.)  
sondl@mail.ru

*Zhargal N. Dugarov*  
Cand. Sci. (Biol.)  
zhar-dug@biol.bscnet.ru

*Marina D.-D. Batueva*  
Cand. Sci. (Biol.)  
mbadm@biol.bscnet.ru

*Tatyana G. Burdukovskaya*  
Cand. Sci. (Biol.)  
tburduk@yandex.ru

*Oyuna B. Zhepkholova*  
Engineer  
o.zhepkholova@yandex.ru

Institute for General and Experimental Biology SB RAS  
6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia

*Abstract.* The article analyzes the current state of the parasitic fauna of roach in Lake Gusinoye. We have revealed the significant differences in the abundance and species diversity of parasite communities *Rutilus rutilus* in roach, caught in Gusinoye Lake in the area of warm waters discharge by GRES and in waters with average reservoir temperature values. An analysis of the structure of component communities of parasites has shown that in the warm-water ecotone the species diversity is higher and the influence of the dominant species is insignificant. All significant differences in the number and occurrence of parasites show a decrease in indicators in warm waters.

*Keywords:* Gusinoye Lake, warm waters, roach, parasites, species diversity, prevalence.

### *Acknowledgments*

The study was carried out within the framework of the state assignment of Institute for General and Experimental Biology SB RAS (registration number 121030100228-4).

### *For citation*

Sondueva L. D., Dugarov Z. N., Batueva M. D.-D. et al. Parasite Fauna in Roach of Lake Gusinoye. *Nature of Inner Asia*. 2024; 2(28): 36–43 (In Russ.).  
DOI: 10.18101/2542-0623-2024-2-36-43

*The article was submitted 15.08.2024; approved after reviewing 02.09.2024; accepted for publication 05.09.2024.*