

ФАУНА МИКСОСПОРИДИЙ РЫБ СЯМОЗЕРА

О. В. НОВОХАЦКАЯ, Е. П. ИЕШКО

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Проведены сравнительные исследования изменения фауны миксоспоридий рыб Сямозера за длительный промежуток времени. Показано снижение видового разнообразия паразитов в условиях роста эвтрофирования озера, связанного с изменениями численности и структуры популяции доминирующих видов рыб. Выявлено, что максимальная стабильность видового состава паразитов и зараженности рыб миксоспоридиями характерна для налима и щуки.

O. V. NOVOKHATSKAYA, E. P. IESHKO. FAUNA OF MYXOSPORIDIAN PARASITES IN FISHES FROM LAKE SYAMOZERO

Changes in the fauna of myxosporidian parasites in fishes from Lake Syamozero over a long time period were analysed. The species diversity of the parasites was found to have decreased in the situation of eutrophication, where the abundance and population structure of dominant fish species had changed. The species composition of myxosporidian parasites and infection parameters were most stable in burbot and pike.

Ключевые слова: миксоспоридии, Сямозеро, Карелия.

Введение

Миксоспоридии – специфичные паразиты рыб, многие из которых могут вызывать массовые заболевания. В фауне паразитов рыб оз. Сямозеро они составляют до 20% видового состава (Новохацкая, 2008). Как известно, видовой состав и численность миксоспоридий определяются множеством факторов, в том числе наличием облигатных хозяев, промежуточных хозяев и комплексом абиотических факторов: течение, насыщенность кислородом, глубина водоема и др. Поэтому для каждого водоема характерен определенный видовой состав и численность миксоспоридий.

Озеро Сямозеро за многолетний период претерпело существенные перестройки в экосистеме, затрагивающие различные уровни (Решетников и др., 1982). В результате происходят изменения условий существования для организмов, относящихся к различным группам: зоопланктон, зообентос, рыбы и др.

Данная работа включает анализ видового состава миксоспоридий рыб оз. Сямозеро за более чем 50-летний период.

Материал и методы

Работа основана на материалах паразитологических исследований на оз. Сямозеро, проводившихся с июля по сентябрь в 2003–2007 гг.

Исследовано 432 экземпляра рыб 12 видов, в том числе на полное паразитологическое вскрытие – 202 экз. и на неполное – 230. Рыба отлавливалась с помощью сетей и удочки.

Сбор и обработка паразитологического материала проводились методом полного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985) с учетом модификаций, предложенных для изучения миксоспоридий (Донец, Шульман, 1973).

Миксоспоридии заключались в глицерин-желатин. Препараты просматривались с помощью микроскопов МБИ-3, МБС-9 с использованием фазово-контрастного устройства КФ-4. Объекты измерялись линейным окуляр-микрометром.

Основными пособиями при определении паразитов служили – Донец, Шульман, 1984. Систематика миксоспоридий приводится по: Пугачев, Подлипаев, 2007.

Принадлежность паразитов к фаунистическим комплексам дается на основе данных В. К. Митенева (2000, 2002), Е. А. Румянцева (2007).

Для количественной характеристики зараженности рыб использовались следующие показатели.

Экстенсивность инвазии (%), или процент заражения:

$$E = (n \times 100) / N,$$

где n – количество зараженных рыб, N – количество исследованных рыб.

Для оценки степени различий (сходства) фауны применялся коэффициент Жаккара (Мэгарран, 1992):

$$C_j = j / (a + b - j),$$

где a – число видов паразитов у одного хозяина, b – число видов паразитов у другого хозяина, j – число общих видов паразитов всех исследованных хозяев.

Расчет индекса и построение дендрограмм проводилось с помощью программы Biodiv (Rozsa et al., 2000).

Результаты

Фауна микоспорициев 16 видов рыб Сямозера представлена 5 семействами, 9 родами и насчитывает 33 вида (табл. 1), кроме того, для некоторых выявленных паразитов удалось определить только родовую принадлежность (*Sphaerospora* sp., *Myxobolus* sp.) или лишь принадлежность к классу *Myxosporidia* (*Myxosporidia* gen. sp.).

Нами выявлено два вида микоспорициев, ранее не зарегистрированных в оз. Сямозеро: *Myxobolus improvisus* у ельца в мышцах и *Henneguya* sp. у уклей.

Фауна микоспорициев **ряпушки** включает лишь один вид – *Zschokkella nova*. Этот паразит относится к представителям бореального равнинного комплекса и характерен для многих видов рыб, в основном для карповых.

За весь период исследований у многотычинкового сямозерского **сига** было выявлено два вида – *Chloromyxum coregoni* и *Henneguya zschokkei*. Это представители арктического пресноводного комплекса и являются специфичными паразитами лососевидных рыб. Для них характерна низкая встречаемость.

У **корюшки** было выявлено два представителя класса микоспорициев, относящихся к родам *Henneguya* и *Myxobolus*, к сожалению, видовая принадлежность этих паразитов не определена.

Микоспорициев **щуки** представлены 6 видами, все они являются специфичными для этого вида хозяина и относятся к видам бореально-равнинного комплекса. Не все выявленные виды имели высокую зараженность. Среди наиболее многочисленных выделим *Myxidium lieberkuehni*, *Chloromyxum esocinum*, менее многочисленны – *Myxosoma anurum* и *Henneguya psorospermica*. К редким видам относятся *Henneguya lobosa* и *Henneguya oviperda*.

Фауна микоспорициев карповых рыб наиболее разнообразна, охватывает 20 видов. Наибольшее сходство видового состава микоспорициев среди карповых рыб выявлено для язя и леща ($C_j = 0,769$), язя и уклей ($C_j = 0,583$), язя и густеры ($C_j = 0,583$), густеры и леща ($C_j = 0,571$), густеры и уклей ($C_j = 0,500$).

У **синца** зарегистрировано 3 вида микоспорициев (Шульман, 1962): два вида палеоарктической (*Chloromyxum fluviatile*, *Chloromyxum cristatum*) и один представитель амфибореальной экологической группы (*Myxobolus macrocapsularis*) бореального равнинного комплекса.

У **леща** выявлено 13 видов, все относящиеся к представителям бореально-равнинного комплекса. Среди них один вид является теплолюбивым понто-каспийским видом (*Myxobolus exiguus*), а *M. macrocapsularis* – представитель амфибореальной фауны. Выделим наиболее многочисленных представителей: *M. macrocapsularis*, *M. bramae*, *M. pseudodispar*.

У **уклей** отмечено 10 видов микоспорициев, все являются специфичными паразитами карповых рыб. Из наиболее часто встречающихся можно выделить *Zschokkella nova*, *Chloromyxum fluviatile*, *Myxobolus bramae*, *M. muelleri*.

Густера была инвазирована двумя видами – *Myxobilatus legeri* и *Myxobolus bramae*.

Фауна микоспорициев **язя** насчитывает 6 видов, а также для двух паразитов точная видовая идентификация не определена (*Sphaerospora* sp., *Myxobolus* sp.). Среди паразитов бореально-предгорного комплекса у язя можно выделить одного представителя амфибореальной экологической группы (*M. macrocapsularis*) и понто-каспийской (*Myxobolus obesus*).

У **ельца** также выявлено 9 видов, встречающихся у широкого круга карповых рыб. Зараженность отдельными видами паразитов достигала 20 и более процентов: *Zschokkella nova*, *Myxobolus bramae*, *M. muelleri*. Паразитофауна микоспорициев ельца характеризуется низким сходством с другими представителями карповых рыб.

Микоспорициев **плотвы** насчитывают 9 видов, в основном это уже перечисленные ранее для других видов карповых рыб паразиты. Характерной особенностью плотвы является высокая зараженность микоспорициевыми. Среди редко встречающихся паразитов можно отметить *Chloromyxum cristatum*, *M. rutili*, остальные были многочисленными. Уровень сходства/отличия видового состава микоспорициев плотвы с другими видами карповых рыб варьирует в очень узких пределах ($C_j = 0,333-0,36$), за исключением ельца ($C_j = 0$).

У **налима** зарегистрировано 6 видов микоспорициев. Четыре из них относятся к представителям арктического пресноводного фаунистического комплекса и являются специфичными паразитами налима

Таблица 1. Многолетние данные по зараженности рыб оз. Сямозеро миксоспоридиями

Вид паразита	Плавуемость спор	Хозяева	Зараженность, %		
			1954–1956 ¹	1973–1980 ²	2003–2007 ³
<i>Myxidium lieberkuehni</i>	Медленные	Щука	100	100	100
		Окунь	2	0	0
<i>Myxidium macrocapsularis</i>	Быстро	Лещ	7	14	0
		Язь	25	–	–
		Окунь	0	14	0
<i>Myxidium rhodei</i>	Медленные	Лещ	2	3–6	0
		Уклея	0	12–13	0
		Плотва	65	–	47
<i>Zschokkella nova</i>	Медленные	Ряпушка	0	0	7
		Лещ	7	5–17	0
		Уклея	7	7–12	0
		Язь	25	–	–
		Елец	33	–	0
		Плотва	40	–	0
		Окунь	2	0	0
		Подкаменщик обыкн.	3	13	–
<i>Sphaerospora cristata</i>	Медленные	Налим	23	5	40
<i>Sphaerospora</i> sp.		Язь	8	–	–
<i>Chloromyxum coregoni</i>	Медленные	Сиг	7	0	0
<i>Chloromyxum cristatum</i>	Медленные	Синец	1 (3)	–	–
		Лещ	0	11	0
		Елец	7	–	0
		Плотва	7	–	0
<i>Chloromyxum dubium</i>	Промежут	Налим	59	10	47
<i>Chloromyxum esocinum</i>	Медленные	Щука	50	14–38	40
<i>Chloromyxum fluviatile</i>	Медленные	Синец	1 (3)	–	–
		Лещ	8	10–39	6
		Уклея	13	7–12	0
		Елец	7	–	0
		Плотва	11	–	40
<i>Chloromyxum mucronatum</i>	Медленные	Налим	50	7	17
<i>Myxobilatus fragilicaudatus</i>		Подкаменщик обыкн.	3	7	–
<i>Myxobilatus legeri</i>	Медленные	Лещ	18	0	0
		Уклея	7	0	0
		Густера	2 (3)	–	–
		Язь	33	–	–
		Елец	13	–	–
		Плотва	16	–	0
		Налим	0	3	0
		Голец	15	27	–
<i>Myxobolus bramae</i>	Быстро	Лещ	78	31–75	22
		Уклея	20	0	9
		Густера	2 (2)	–	–
		Язь	34	–	–
		Елец	20	–	0
		Плотва	45	–	0
<i>Myxobolus diversicapsularis</i>	Быстро	Лещ	3	2–43	0
		Уклея	7	0	0
		Елец	13	–	–
		Плотва	18	–	40
<i>Myxobolus ellipsoides</i>		Уклея	0	50	0
<i>Myxobolus exiguus</i>		Лещ	23	0	0
<i>Myxobolus improvisus</i>		Елец	0	–	+
<i>Myxobolus lotae</i>	Быстро	Налим	0	47	60
<i>Myxobolus minutus</i>		Елец	7	–	0
<i>Myxobolus macrocapsularis</i>	Быстро	Синец	1 (3)	–	–
		Лещ	0	6–10	0
		Уклея	7	–	0
<i>Myxobolus muelleri</i>	Быстро	Лещ	0	6–20	83
		Уклея	0	13–16	72
		Язь	34	–	–
		Елец	20	–	0
		Плотва	45	–	0
		Налим	40	3	0
<i>Myxobolus obesus</i>	Промежут	Язь	13	–	–
<i>Myxobolus pseudodispar</i>	Промежут	Лещ	0	0	78
		Плотва	5	–	47
<i>Myxobolus rutili</i>	Быстро	Лещ	0	7	28

Окончание табл. 1

Вид паразита	Плавучесть спор	Хозяева	Зараженность, %		
			1954–1956 ¹	1973–1980 ²	2003–2007 ³
<i>Myxobolus</i> sp. (сборный вид)		Корюшка	–	1	
		Лещ		15	
<i>Henneguya creplini</i>	Медленные	Язь	8	–	–
		Ерш	0	0	7
		Окунь	2	6–12	4
		Судак	54	4–21	0
<i>Henneguya cutanea</i>		Уклея	0	–	6
<i>Henneguya lobosa</i>		Щука	2	0	0
<i>Henneguya oviperda</i>		Щука	2	10	9
<i>Henneguya psorospermica</i>	Медленные	Щука	5	3–5	25
<i>Henneguya zschokkei</i>	Медленные	Сиг	0	3	8
<i>Henneguya</i> sp. (сборный вид)		Корюшка	–	1	0
		Щука	4	0	0
<i>Thelohanellus fuhrmanni</i>		Голец	31	–	–
<i>Myxosoma anurum</i>	Промежут	Щука	30	9–16	18
<i>Myxosporidia</i> gen. sp.		Голец	15	–	–
		Ерш	2	0	0

Примечание. ¹ – Шульман, 1962; ² – опубликованные (Малахова, Иешко, 1977) и неопубликованные данные из архива лаборатории паразитологии животных и растений КарНЦ РАН; ³ – наши данные. Прочерк – указанный вид рыб в этот период не исследовался.

(*Sphaerospora cristata*, *Chloromyxum dubium*, *Chloromyxum mucronatum*, *Myxobolus lotae*). Зараженность имела высокие значения. Остальные два вида (*Myxobolus muelleri*, *Myxobilatus legeri*) характерны для различных видов карповых рыб.

Миксоспоридии **окуневых** рыб представлены четырьмя видами, все они относятся к бореально-равнинному комплексу. Два из них являются широко распространенными паразитами карповых рыб (*Myxidium macrocapsularis*, *Zschokkella nova*), *Myxidium lieberkuehni* – специфичный паразит щуки и только *Henneguya creplini* специфичен для окуневых рыб. *H. creplini* был отмечен у всех исследованных представителей семейства (окуня, ерша, судака), тогда как первые три были зарегистрированы только у окуня.

По два вида миксоспоридий зарегистрировано у **гольца** – *Myxobilatus legeri* и *Thelohanellus fuhrmanni* и у подкаменщика обыкновенного – *Zschokkella nova* и *Myxobilatus fragilicaudatus*. Последний вид является представителем бореального предгорного комплекса в отличие от первых трех, относящихся к бореальному равнинному.

Таким образом, преобладают в паразитофауне виды бореально-равнинного комплекса (25 видов – 78%) (БРП – 21 вид, ПК – 3 вида, А – 1 вид), тогда как представители арктического пресноводного и бореально-предгорного комплекса составляют 6–19% и 3% соответственно.

В фауне преобладают виды с медленно опускающимися спорами (предварительно – 13 видов), быстро – 7, промежуток – 4.

Обсуждение

Для выявления многолетних изменений учитывались видовой состав и зараженность миксоспоридиями 11 видов рыб: сиг, ряпушка,

окунь, корюшка, лещ, уклея, елец, щука, налим, судак, ерш. Паразитофауна шуйского сига, обитающего в Онежском озере и поднимающегося на нерест в р. Шую, не исследовалась.

В период 1954–1956 гг. видовой состав миксоспоридий насчитывал 24 вида (Шульман, 1962). Встречаемость некоторых паразитов налима (*Chloromyxum dubium*, *Ch. mucronatum*) и щуки (*Myxidium lieberkuehni*, *Chloromyxum esocinum*, *Myxosoma anurum*) имела высокие значения. У широкого круга хозяев встречались *Mixidium rhodei*, *Zschokkella nova*, *Chloromyxum fluviatile*, *Myxobilatus legeri*, *Myxobolus bramae*, *M. muelleri*, в основном специфичные паразиты карповых рыб, и встречаемость их у разных видов рыб варьировала. Из относительно редко встречающихся видов отметим *Chloromyxum coregoni*, *Ch. cristatum*, *Myxobolus macrocapsularis*, *M. pseudodispar*, *Henneguya lobosa*, *H. oviperda*, *H. psorospermica*.

В период интенсивного эвтрофирования водоема (1973–1989 гг.) видовой состав миксоспоридий насчитывал также 24 вида, однако были выявлены изменения видового состава. Не были отмечены *Chloromyxum coregoni*, *Myxobolus exiguus*, *Henneguya lobosa* и зарегистрированы ранее не встречавшиеся виды: *Myxobolus ellipsoides*, *M. lotae*, *M. rutili*, *Henneguya zschokkei*. Большинство перечисленных паразитов имело невысокий процент заражения. Что касается динамики зараженности рыб миксоспоридиями, то выявлено значительное снижение встречаемости некоторых видов: *Zschokkella nova*, *Chloromyxum dubium*, *Ch. mucronatum*, *Myxobilatus legeri*, *Myxosoma anurum*, *Myxobolus bramae*, *M. diversicapsularis*, *M. müelleri*. Для этих видов паразитов характерно не только уменьшение зараженности отдельных видов рыб, но и сокращение числа видов хозяев. Лишь для *Myxobolus müelleri* было

Таблица 2. Коэффициенты различия/сходства фауны миксоспоридий рыб Сямозера (C_j)

	Зараженность (%)			+/-		
	I/II	I/III	II/III	I/II	I/III	II/III
Уклея	0,1319	0,0677	0,0958	0,2222	0,1429	0,1667
Лещ	0,2511	0,0836	0,1076	0,5455	0,1818	0,2727
Налим	0,1126	0,3494	0,4059	0,6667	0,6	0,6666
Окунь	0,0667	0,25	0,1538	0,25	0,333	0,5
Щука	0,7716	0,76389	0,8238	0,8333	0,8333	1
Плотва (II – 1991)	0,4663	0,2348	0,3518	0,700	0,44	0,33

Примечание. I – 1954–1956; II – 1974–1980; III – 2003–2007 гг.

отмечено увеличение числа видов хозяев. Наибольшее сходство видового состава миксоспоридий (табл. 2) с первым периодом наблюдается у щуки ($C_j = 0,833$), плотвы ($C_j = 0,700$), налима ($C_j = 0,667$) и леща ($C_j = 0,546$). Однако только у щуки ($C_j = 0,772$) высокое сходство зараженности паразитами.

В современный период исследований (2003–2007 гг.) фауна миксоспоридий представлена 21 видом, нами не были выявлены *Myxidium macrocapsularis*, *Chloromyxum cristatum*, *Myxobilatus legeri*, *Myxobolus exiguus*, *M. ellipsoides*, *M. macrocapsularis*, *Henneguya lobosa*. Ранее зараженность рыб этими видами не превышала 15–25% (за исключением *Myxobolus exiguus*). Некоторые паразиты были выявлены у новых хозяев. Так, *Zschokkella nova* раньше не регистрировалась в паразитофауне ряпушки, *Henneguya creplini* не отмечалась у ерша. В этот период впервые обнаружены *Myxobolus improvisus*, *Henneguya cutanea* – паразиты карповых рыб. Видовой состав паразитов налима ($C_j = 0,667$), щуки ($C_j = 1$), окуня ($C_j = 0,500$) имели наибольшее сходство с таковыми во втором периоде (табл. 2). По показателям зараженности более сходна фауна миксоспоридий щуки ($C_j = 0,8238$) и налима ($C_j = 0,4059$).

Таким образом, наши исследования показали, что фауна миксоспоридий рыб Сямозера характеризовалась наибольшим числом видов, высокими показателями зараженности и широким кругом хозяев в начальный период исследований (1954–1956 гг.), т. е. до значительных изменений экосистемы в результате эвтрофирования. В период интенсивного эвтрофирования (1973–1989 гг.) происходит значительное сокращение встречаемости и круга хозяев у многих видов паразитов, в том числе у ранее многочисленных и встречающихся у многих хозяев (*Zschokkella nova*, *Myxobilatus legeri*, *Myxosoma anurum*, *Myxobolus bramae*, *M. diversicapsularis* и др.).

В первую очередь обращает на себя внимание снижение встречаемости и отсутствие некоторых паразитов, относящихся к арктическому пресноводному комплексу (*Chloromyxum coregoni*, *Sphaerospora cristata*, *Chloromyxum dubium*, *Chloromyxum mucronatum*). В результате эвтрофирования водоема ухудшаются условия существования для хозяев этих паразитов – сиговых рыб и налима. Ухудшение кислородных условий (снижение содержания кислорода, недостаток кислорода в придонных слоях, увеличение концентрации углекислого газа) и заиливание нерес-

тилиц приводят к гибели рыб, в том числе на стадии икры. При этом паразиты, специфичные для семейств этих рыб, и снижение зараженности отражают состояние популяции хозяев.

Исследования последних лет (2002–2007 гг.) показали улучшение ситуации. Возможно, наметившиеся тенденции увеличения численности сиговых рыб приведут к возрастанию зараженности специфичными паразитами. В частности, для налима уже выявлено увеличение встречаемости некоторых видов миксоспоридий – *S. cristata*, *Ch. dubium*, *Ch. mucronatum*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (2009–2011) и проекта РФФИ 08-04-91864-КО_a».

Литература

- Быховская-Павловская И. Е., 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. 121 с.
- Донец З. С., Шульман С. С., 1973. О методах исследования Мухоспорида (Protozoa, Cnidosporidia) // Паразитология. Т. 7, вып. 2. С. 191–193.
- Малахова Р. П., Иешко Е. П., 1977. Изменение паразитофауны рыб Сямозера за последние 20 лет // Сямозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск. С. 185–199.
- Митенев В. К., 2000. Паразиты карповых рыб Кольского Севера (фауна, экология, зоогеография). Мурманск: Изд-во ПИНРО. 84 с.
- Митенев В. К., 2002. Паразитические простейшие пресноводных рыб Кольского Севера. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 124 с.
- Мэгарран Э., 1992. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир. 180 с.
- Новохацкая О. В., 2008. Паразитофауна рыб эвтрофируемых озер (на примере озера Сямозера): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.
- Пугачев О. Н., Подлипаев С. А., 2007. Тип Мухозоа // Протисты: Руководство по зоологии. Ч. 2. СПб.: Наука. С. 900–996.
- Решетников Ю. С., Попова О. А., Стерлигова О. П. и др., 1982. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука. 248 с.
- Румянцев Е. А., 2007. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера (фауна, экология, эволюция). Петрозаводск: ПетрГУ. 257 с.
- Шульман С. С., 1962. Паразитофауна рыб сямозерской группы озер // Труды сямозерской комплексной экспедиции. Т. 2: Ихтиология, гидробиология и паразитология. Петрозаводск. С. 173–244.
- Rozsa L., Reiczigel J., Majoros G., 2000. Quantifying parasites in samples of hosts // J. Parasitol. Vol. 86. P. 228–232.