

УДК 59.087/519.233.8 (576.89:591.69)

Видовое разнообразие паразитов рыб, обитающих в водоемах и водотоках Полесского государственного радиационно-экологического заповедника

И.С. ЮРЧЕНКО

В статье приводятся данные о видовом составе паразитов, использующих на разных стадиях своего развития в качестве промежуточного и дополнительного хозяина рыб, обитающих в водных объектах на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Установлено, что фаунистический комплекс паразитических организмов представлен 26 видами различной таксономической принадлежности. В составе паразитофауны доминируют виды со сложным жизненным циклом, при этом 73 % обнаруженных гельминтов паразитируют на личиночной стадии. Лидирующее место в паразитоценозе занимает трематода *Opisthorchis felineus*, имеющая индекс доминирования 32,2 %.

Ключевые слова: зараженность, паразиты, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс доминирования, водоемы, заповедник.

The data on the species composition of parasites that use at different stages of their development as an intermediate and additional host of fish living in water bodies in the territory of the Polesye State Radiation Ecological Reserve are presented. It was established that the faunistic complex of parasitic organisms is represented by 26 species of various taxonomic affiliation. The parasitic fauna is dominated by species with a complex life cycle, while 73 % of the detected helminths parasitize at the larval stage. The trematode *O. felineus* takes the leading place in the parasitic cenosis, having a dominance index of 32,2 %.

Keywords: infestation, parasites, extensiveness of invasion, intensity of invasion, domination index, water bodies, reserve.

Введение. Во всем мире среди природоохранных мероприятий важное значение имеет менеджмент водной системы. При эпизоотологической оценке водоема основное внимание уделяется паразитологическому исследованию рыб, т. к. паразитические организмы являются природными регуляторами численности своих хозяев. Подобные исследования особенно актуальны на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее – ПГРЭЗ), подвергшейся загрязнению радионуклидами и претерпевшей значительные сукцессионные изменения в условиях ограниченного антропогенного воздействия. Изменение паразитарных систем в результате радиоактивного загрязнения биоценозов приводит к изменению паразитарной ситуации территории и изменению лоймопотенциала очагов паразитарных заболеваний.

Паразитарная ситуация в естественных водоемах не только Полесского заповедника, но и Беларуси до настоящего времени остается недостаточно изученной. Исследования паразитофауны рыб можно охарактеризовать как разрозненные и отрывочные [1]–[3]. Имеются лишь отдельные данные по паразитофауне рыб Браславских озер, озер Нарочанской группы и некоторых других [4], [5]. Паразитологический мониторинг проводился в основном у представителей ихтиофауны рыбохозяйственных водоемов Беларуси [6], [7]. Поскольку рыбы являются облигатными промежуточными хозяевами для эпидемически значимых гельминтов, то их инвазированность указывает на постоянное или периодическое присутствие в водоеме инвазионного материала.

Объекты и методы исследований. Рыба была изъята в течение 2017–2018 гг. в зоне отчуждения ЧАЭС на следующих водных объектах: реки Припять и Несвич; озера Гнездное, Семеница, Вьюры, Жартай, Персток; каналы Чикаловичский и Оревичский, а также старица реки Припять Николаевский старик. Паразитологическому анализу было подвергнуто 294 экземпляра рыб 13 видов, в том числе густеры (*Blicca bjoerkna* L.) – 20, плотвы (*Rutilus rutilus* L.) – 56, леща (*Abramis brama* L.) – 27, синца (*Abramis ballerus* L.) – 21, линя (*Tinca tinca* L.) – 34, карася серебряного (*Carassius auratus gibelio* Bloch) – 79, окуня (*Perca fluviatilis* L.) – 26, щуки (*Esox lucius* L.) – 3, жереха (*Aspius aspius* L.) – 16, судака (*Stizostedion lucioperca* L.) – 2, язя

(*Leuciscus idus* L.) – 3, сома (*Silurus glanis* L.) – 2 и чехони (*Pelecus cultratus* L.) – 5 особей. Полученный материал обработан компрессорным методом с последующей микроскопией и фотофиксацией [8], [9]. Определение видов паразитов проводилось по определителям [10], [11].

Для оценки степени зараженности рыбы применены статистические показатели – интенсивность и экстенсивность инвазии, индексы обилия и доминирования [12]. Для оценки биологического разнообразия использовались такие показатели [13], [14], как коэффициент видового сходства сообществ (коэффициент Жаккара – K_g), позволяющий сравнить видовой состав двух сообществ между собой; индекс Маргалефа, или видовое богатство сообществ, который показывает общее видовое богатство через отношение видов и особей; индекс Шеннона, или информационное разнообразие, который показывает общее разнообразие и представленность видов их особями в сообществе; индекс Симпсона, являющийся показателем доминирования в сообществе. Индексы были рассчитаны на основе численности всех обнаруженных гельминтов для каждого отдельного вида рыб.

Результаты и их обсуждение. Фаунистический комплекс паразитических организмов, на разных стадиях своего развития паразитирующий в рыбе, представлен 26 видами различной таксономической принадлежности. В количественном отношении у рыб заповедника преобладают трематоды, которые обнаружены у 179 зараженных паразитами особей (65,98 %), далее по частоте встречаемости следуют моногенеи, обнаруженные у 17 рыб (5,78 %); третье место принадлежит скребням, выявленных у 6 рыб (2,04 %), далее следуют цестоды, паразитирующие у четырех особей (1,36 %); нематоды обнаружены в одной рыбе (0,34 %). Классовый гельминтоценотический индекс представлен следующим образом:

$$\frac{294 (T65,98 M5,78 A2,04 C1,36 N0,34)}{(75,5 - 67,0) 26}$$

Паразиты были обнаружены на поверхности тела, жабрах, в глазах, брюшной полости, внутренних органах, мышечной ткани (таблица 1). Наибольшее число гельминтов (10 видов) обнаружено в мышечной ткани рыб, 8 видов в кишечнике, по 2 вида на жабрах и в глазах и по одному виду паразита в сердце, почках, кожных покровах и брюшной полости.

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют, что наиболее широкий спектр хозяев характерен для личинок трематод рода *Diplostomum*, которые были обнаружены у 10 видов рыб. Полигостальностью также обладают метацеркарии трематод сем. *Opisthorchiidae*, (Braun, 1901). Например, личиночные стадии паразитов *Opisthorchis felineus*, *Metorchis xanthosomus* и *Pseudoamphistomum truncatum* обнаружены у девяти видов рыб; *Metorchis bilis* – у семи. Девять видов паразитов отмечены нами единично у отдельных видов рыб. Следует отметить, что из исследованных нами видов рыб самое высокое разнообразие видов гельминтов отмечено у линя (15 видов), далее следует плотва (14), лещ (11), карась (10), по 9 паразитов обнаружено у синца и жерева, по 7 – у язя и чехони, 5 видов гельминтов зафиксировано у густеры, 4 – у окуня и один вид у сома. По видам щука, язь, сом, судак и чехонь в настоящее время имеется недостаточно материала для обоснованного вывода об использовании этих видов рыб паразитами в своих жизненных циклах.

В составе паразитоценозов рыб доминируют виды со сложным жизненным циклом, при этом 73 % видов паразитируют на личиночных стадиях. Следует отметить, что прямым следствием видовой специфичности партенит у многих видов трематод является почти полное совпадение их ареалов с ареалами моллюсков-хозяев. Эта особенность позволяет при полевых наблюдениях использовать гельминтов в качестве биологического «индикатора», указывающего на присутствие в данной экосистеме как популяции конкретного моллюска, так и всех видов животных, необходимых для развития паразита на других этапах его жизненного цикла в качестве дополнительных или дефинитивных хозяев (беспозвоночные, рыбы, птицы, водные и наземные млекопитающие) [15]. Наиболее богатый видовой и количественный состав паразитов прослеживается у тех видов рыб, которые находятся в тесном контакте с прибрежной полосой. Именно здесь происходит их нагул и естественное заражение паразитами. Частая вариация уровня воды создает множество мелководных и заросших гидрофитами биотопов, где и концентрируются инвазионные стадии трематод и их промежуточных хозяев.

Таблица 1 – Гельминты рыб, обнаруженные на территории ППРЭЗ

Паразит	Локализация	Хозяин
Класс Monogenoides (Beneden) Burchowsky, 1937		
<i>Dactylogyrus anchoratus</i> (Dujardin, 1845)	Жаберный аппарат	Карась, лещ
<i>Diplozoon paradoxum</i> (Khotenovsky, 1985)	Жаберный аппарат	Жерех, синец, лещ
Класс Cestoda Rudolphi, 1808		
<i>Caryophyllaeus fimbriceps</i> (Annenkova-Khlopina, 1919)	Кишечник	Линь
<i>Holostephanus sp.</i>	Мышечная ткань	Плотва
<i>Khawia sinensis</i> (Hsu, 1935)	Кишечник	Линь
<i>Bothriocephalus opsariichthydis</i> (Yamaguti, 1934)	Кишечник	Язь
Класс Trematoda Rudolphi, 1808		
<i>Apophallus muenlingi</i> (Jagerskiold, 1898)	Мышечная ткань	Жерех, карась, синец, линь, плотва, чехонь
<i>Aspidogaster limacoides</i> (Diesing, 1835)	Кишечник	Жерех, лещ, плотва
<i>Azugia lucii</i> (Müller, 1776)	Кишечник	Карась, окунь
<i>Diplostomum sp.</i>	Глаза	Густера, жерех, карась, окунь, синец, лещ, линь, плотва, язь, чехонь
<i>Echinochasmus perfoliatus</i> (Ratz, 1908)	Жаберный аппарат	Линь, плотва, чехонь
<i>Metorchis bilis</i> (Braun, 1790)	Мышечная ткань, сердце	Густера, жерех, синец, лещ, линь, плотва, чехонь
<i>Metorchis xanthosomus</i> (Creplin, 1846)	Сердце, мышечная ткань, печень	Густера, жерех, карась, синец, лещ, линь, плотва, язь, чехонь
<i>Metagonimus yokogawai</i> (Katsurada, 1912)	Мышечная ткань	Жерех, лещ, плотва, язь
<i>Opisthorchis felineus</i> (Rivolta, 1884)	Сердце, мышечная ткань, почки	Густера, жерех, синец, лещ, линь, плотва, язь, карась, чехонь
<i>Phyllodistomum elongatum</i> (Nybin, 1926)	Почки, мочевого пузыря	Карась, лещ, линь
<i>Posthodiplostomum cuticola</i> (Nordmann, 1832)	Мышечная ткань	Синец, лещ, линь, язь
<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i> (Nordmann, 1832)	Глаза	Линь
<i>Pseudoamphistomum truncatum</i> (Rudolphi, 1819)	Мышечная ткань, сердце	Густера, жерех, синец, лещ, линь, плотва, язь, чехонь
<i>Sanguinicala inermis</i> (Plehn, 1905)	Сердце	Синец, линь, плотва
<i>Tetracotyle sp.</i>	Плавательный пузырь	Карась, линь, плотва
<i>Camallanus lacustris</i> (Zoega, 1776)	Кишечник	Окунь
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> (Katsurada, 1914)	Мышечная ткань	Плотва
Класс Nematoda Rudolphi, 1808		
<i>Philometra sanguineum</i> (Rudolphi, 1819)	Брюшная полость	Карась
Класс Acanthocephala Rudolphi, 1801		
<i>Pomphorhynchus laevis</i> (Zoega in Müller, 1776)	Кишечник	Плотва
<i>Acanthocephalus lucii</i> (Müller, 1776)	Кишечник	Окунь, линь, язь, сом

Проведённые нами исследования установили, что степень заражённости рыб различными видами паразитов неодинакова (таблица 2). Высокая экстенсивность инвазии характерна для трематоды *O. felineus*, которая была обнаружена у 9 видов рыб – 37,41 %, изменяясь от 5,1 % у карася до 74,1 % у леща. Высокая степень поражения также характерна для *Ps. truncatum* (30,61 %), варьируя от 5,0 % у густеры до 62,5 % у чехони. Встречаемость метациклических диплостоматид составляет 26,53 %. Паразиты *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Holostephanus sp.*, *Bothriocephalus opsariichthydis*, *Posthodiplostomum brevicaudatum*, *Camallanus lacustris*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Philometra sanguineum* и *Pomphorhynchus laevis* отмечены нами единично у отдельных видов рыб с небольшой интенсивностью инвазии.

Значительная интенсивность инвазии среди паразитов отмечается у моногеней *Dactylogyrus anchoratus* – 38,33 экз. и *Diplozoon paradoxum* – 25,5 экз. на одного зараженного хозяина, при этом индекс обилия у них составил 0,39 и 1,21 соответственно. Также высокой интенсивностью инвазии характеризуются скребни *Acanthocephalus lucii* и трематоды *Tetracotyle sp.*

Таблица 2 – Зараженность рыбы различными видами паразитов

Паразит	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.	ИД, %
<i>Dactylogyrus anchoratus</i>	1,02	38,33	0,391	1,981
<i>Diplozoon paradoxum</i>	4,46	25,50	1,214	6,181
<i>Caryophyllaeus fimbriceps</i>	0,34	4,0	0,013	0,069
<i>Holostephanus sp.</i>	0,34	2,0	0,007	0,032
<i>Khawia sinensis</i>	0,68	2,50	0,017	0,085
<i>Bothriocephalus opsariichthydis</i>	0,34	3,0	0,010	0,051
<i>Apophallus muenlingi</i>	5,10	5,33	0,272	1,382
<i>Aspidogaster limacoides</i>	1,02	4,66	0,048	0,242
<i>Azugia lucii</i>	1,02	2,0	0,020	0,103
<i>Diplostomum sp.</i>	26,53	9,09	2,411	12,277
<i>Echinochasmus perfoliatus</i>	1,70	9,40	0,159	0,814
<i>Metorchis bilis</i>	15,64	10,37	1,622	8,266
<i>Metorchis xanthosomus</i>	20,06	11,95	2,398	12,208
<i>Metagonimus yokogawai</i>	2,04	7,0	0,142	0,727
<i>Opisthorchis felineus</i>	37,41	19,9	6,323	32,208
<i>Phyllodistomum elongatum</i>	1,02	9,0	0,092	0,461
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	1,02	8,33	0,085	0,423
<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i>	0,34	12,0	0,041	0,207
<i>Pseudoamphistomum truncatum</i>	30,61	11,75	3,599	18,301
<i>Sanguinicala inermis</i>	1,02	2,33	0,024	0,121
<i>Tetracotyle sp.</i>	1,02	23,66	0,241	1,218
<i>Camallanus lacustris</i>	0,34	1,0	0,003	0,017
<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	0,34	15,0	0,051	0,251
<i>Philometra sanguineum</i>	0,34	1,0	0,003	0,017
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	0,34	1,0	0,003	0,017
<i>Acanthocephalus lucii</i>	1,70	27,4	0,466	2,341

При характеристике каждого паразитического вида в иерархии доминирования в биоценозе мы установили, что лидирующее место в паразитоценозе занимает трематода *O. felineus*, имеющая индекс доминирования 32,2 %. Многочисленными были также *Ps. truncatum* и представители рода *Diplostomum*. Эти паразиты встречаются в больших количествах и отмечены у многих видов рыб. Виды паразитов, имеющие индекс доминирования < 1 , имеют небольшую роль в паразитарном комплексе.

Сравнение показателей видового разнообразия сообществ паразитов рыб позволяет установить степень сходства инфрасообществ (сообщество паразитов отдельной популяции хозяина). Мы проанализировали видовое разнообразие паразитов в популяциях различных видов, используя коэффициент Жаккара (K_g). Установлено, что сходство отсутствует в популяциях «сом-карповые» и «окунь-карповые» ($K_g < 0,2$). Высокое сходство отмечено в инфрасообществах «густера-жерех, лещ, синец», «жерех-лещ, плотва, синец, чехонь, язь», «плотва-лещ», «синец-лещ, линь», «чехонь-карась, линь, плотва, синец, язь» ($K_g = 0,4-0,64$). Полное сходство паразитофауны зарегистрировано у густеры и чехони ($K_g > 0,65$).

На основе численности всех обнаруженных паразитов был рассчитан индекс Маргалёфа, отражающий видовое богатство паразитов в определенной популяции рыб. Среднее значение индекса составило 1,34, абсолютные значения индекса изменялись от 0,73 до 1,95. Среди сообществ паразитов рыб наименьшим индексом характеризуются окунь и густера – 0,73–0,92, затем следует язь (1,06), синец (1,24), чехонь (1,26), жерех (1,29) и лещ (1,53). Наибольший индекс имеют плотва, карась и линь (1,71–1,95).

Индекс биоразнообразия Шеннона отражает сложность структуры сообществ. Минимальное значение индекса ($H' = 0,27$) наблюдается у сома и окуня, что указывает на малую представленность видов. У карповых рыб этот показатель изменяется от 0,39 у густеры, далее следует карась и плотва ($H' = 0,66$), язь ($H' = 0,67$), синец ($H' = 0,72$), лещ ($H' = 0,73$), чехонь ($H' = 0,74$), жерех ($H' = 0,73$), достигая своего максимума у линя ($H' = 0,84$). Значения индекса Шеннона < 1 указывают на малое количество видов паразитов в популяциях рыб.

Индекс Симпсона, или концентрация доминирования, является показателем общего доминирования в сообществе. Низкое значение индекса у жереха, линя, чехони, леща ($C = 0,2$), синца ($C = 0,25$), карася, язя и плотвы свидетельствует о том, что в сообществе доминируют большое число видов. Высокий показатель 0,5 у густеры и 0,7 у окуня свидетельствует об устоявшемся сообществе со стабильной структурой.

Заключение. Проведенные паразитологические исследования рыбы, обитающей в водоемах и водотоках на территории ПГРЭС позволили выявить 26 видов паразитов. В количественном отношении у рыб заповедника преобладают трематоды, которыми заражены 65,98 % исследованных особей. Полученные данные свидетельствуют, что наиболее широкий спектр хозяев характерен для личинок трематод рода *Diplostomum*, которые были обнаружены у 10 видов рыб. Полигостальностью также обладают метацеркарии трематод сем. *Opisthorchiidae*, имеющие эпидемическое значение. Метацеркарии эпидемически значимых гельминтов были найдены у плотвы, синца, язя, чехони, карася серебряного, леща, линя, густеры и жереха. Высокая экстенсивность инвазии характерна для трематоды *O. felineus*, которая была обнаружена у 9 видов рыб – 37,41 %, и занимает лидирующее место в паразитоценозе (имеющая индекс доминирования 32,2 %). В составе паразитоценозов рыб доминируют виды со сложным жизненным циклом, при этом 73 % видов паразитируют на личиночных стадиях. Значительная интенсивность инвазии среди паразитов отмечается у моногеней.

При оценке биологического разнообразия сообществ паразитов в популяциях различных видов рыб было установлено, что сходство паразитов отсутствует в инфрасообществах рыб «сом-карповые» и «окунь-карповые». Высокое видовое сходство наблюдается среди представителей одного семейства *Cyprinidae*, достигая полного сходства в ассоциации «густера-чехонь». Наибольшее видовое богатство через отношение видов и особей имеют плотва и линь (1,71–1,95), при этом абсолютные значения индекса изменяются от 0,73 до 1,95. Стабильная структура сообщества паразитов отмечена у густеры и окуня.

Литература

1. Дегтярик, С.М. Паразиты рыб в озерах Беларуси / С.М. Дегтярик // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. – 2005. – № 5. – С. 181–182.
2. Шималов, В.В. Личинки гельминтов рыб реки Буг, опасные для человека / В.В. Шималов // Мед. паразитология и паразит. болезни. – 2001. – № 2. – С. 28–31.
3. Гельминты позвоночных животных и человека на территории Беларуси: каталог / Е.И. Бычкова [и др.] ; Нац. Акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по биоресурсам. – Мн. : Беларуская навука, 2017. – 316 с.
4. Бычкова, Е.И. Паразитические организмы рыб водоемов севера Беларуси / Е.И. Бычкова, Г.А. Ефремова, М.М. Якович // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы 11-ой Международной научной конференции, Минск, 22–26 октября 2011 г. – Мн., 2011. – С. 52–55.
5. Видовое разнообразие паразитов рыб, обитающих в водоемах ГПУ НП «Браславские озера» / Э.К. Скурат [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. – 2012. – № 4. – С. 84–88.
6. Линник, В.Я. Паразитологический мониторинг у представителей ихтиофауны рыбохозяйственных водоемов Беларуси / В.Я. Линник, Т.В. Безнос, Е.Ю. Жук // Сахаровские чтения 2011 года: экологические проблемы XXI века : материалы 11-й Международной научной конференции, Минск, 19–20 мая 2011 г. – Мн. : МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2011. – С. 194–195.
7. Андросик, Н.Н. Видовое разнообразие паразитов рыб Республики Беларусь / Н.Н. Андросик, Т.В. Безнос, А.И. Чигир // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси: материалы VIII зоологической науч. конф., Минск, 1999 г. / Ин-т зоологии НАН Беларуси ; редкол.: Е.И. Бычкова [и др.]. – Мн., 1999. – С. 360–361.
8. Быховская-Павловская, Е.И. Паразиты рыб. Руководство по изучению: методы зоологических исследований / И.Е. Быховская-Павловская. – Л. : Наука, 1996. – 123 с.
9. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России / В.Е. Судариков [и др.] / под ред. В.И. Фрезе. – М. : Наука, 2002. – 298 с.
10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. / редкол.: О.А. Скарлато (гл. ред.) [и др.]. – Л. : Наука, 1985. – Т. 2. Паразитические многоклеточные (первая часть) / А.В. Гусев [и др.]. – 425 с.

11. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. / редкол.: О.А. Скарлато (гл. ред.) [и др.]. – Л. : Наука, 1987. – Т. 3. Паразитические многоклеточные (вторая часть) / О.Н. Бауэр [и др.]. – 583 с.
12. Ромашов, Б.В. Методика гельминтологических исследований позвоночных животных : учеб. пособ. / Б.В. Ромашов, Л.Н. Хицова, Е.И. Труфанова, Н.В. Ромашова. – Воронеж, 2003. – 35 с.
13. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева [и др.] / под ред. Н.С. Касимова. – М. : НУЦ, 2002. – 432 с.
14. Орлова, Ю.С. Использование индексов биологического разнообразия для анализа альгофлоры бассейна р. Алатырь / Ю.С. Орлова // Вестник Мордовского университета. – 2013. – № 3–4. – С. 53–57.
15. Юрченко, И.С. Современное состояние очагов описторхоза на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / И.С. Юрченко // Современные проблемы патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний: материалы X Республиканской науч.-практ. конфер. с междунар. участием, Витебск, 28 октября 2016. – Витебск, 2016. – С. 230–234.

Полесский государственный
радиационно-экологический заповедник

Поступила в редакцию 14.01.2020

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ