

УДК 576.89

**Молекулярно-генетическая детекция трематод планорбидных моллюсков верховьев р. Хопёр**

**А.О. Свинин<sup>1</sup>, П.И. Чернигова<sup>2</sup>, П.К. Иброгимова<sup>3</sup>,  
И.В. Башинский<sup>4</sup>, О.А. Ермаков<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3</sup>ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень);

<sup>4</sup>ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова  
Российской академии наук (г. Москва);

<sup>5</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (г. Пенза);  
e-mail: <sup>1</sup>ranaesc@gmail.com

**Резюме:** в работе приводятся сведения по видовому разнообразию, встречаемости и эпидемиологическому значению трематод, паразитирующих в планорбидных моллюсках верховьев р. Хопёр. Оценено разнообразие трематод в исследуемых водоемах. Обсуждается роль трематоды *Strigea robusta*, вызывающей деформации у ряда видов бесхвостых амфибий, в экосистемах верхнего Хопра.

**Ключевые слова:** трематоды, Planorbidae, *Strigea robusta*

**Molecular detection of trematodes from mollusks inhabited headwaters of the Khoper river**

**Anton O. Svinin<sup>1</sup>, Polina I. Chernigova<sup>2</sup>, Polina K. Ibrogimova<sup>3</sup>,  
Ivan W. Bashinsky<sup>4</sup>, Oleg A. Ermakov<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3</sup>University of Tyumen (Tyumen);

<sup>4</sup>Severtsov Institute of Ecology and Evolution  
of the Russian Academy of Sciences (Moscow);

<sup>5</sup>FSBEI HE «Penza state University» (Penza);  
e-mail: <sup>1</sup>ranaesc@gmail.com

**Abstract:** The paper provides information on the species diversity, occurrence and epidemiological significance of trematodes parasitizing in planorbid mollusks inhabited headwaters of the Khoper River. The diver-

*sity of trematodes in the studied water bodies was assessed. The role of the trematode Strigea robusta, which causes deformities in a number of anuran species, in the Upper Khoer drainage ecosystems is discussed.*

**Keywords:** trematodes, Planorbidae, Strigea robusta

### **Введение**

В водоемах верховьев р. Хопёр лесостепной зоны складываются уникальные водные экосистемы. Разнообразие лесостепных ландшафтов предоставляет большое количество возможных ниш, способствующих увеличению разнообразия видов животных [5] и, как следствие, их паразитофауны. Число местообитаний и, следовательно, видовое разнообразие пресноводных моллюсков, служащих первыми промежуточными хозяевами для многих видов трематод, может увеличиваться в связи с трансформацией водных экосистем, вызванной деятельностью реинтродуцированных евразийских бобров [3]. В данных локалитетах также обнаружены очаги с высокой встречаемостью морфологических аномалий у амфибий, вызванных трематодной инвазией («anomaly P hotspots») [9]. Исследование разнообразия трематод в данных местообитаниях может способствовать выявлению сложных экологических закономерностей во взаимодействии высоко патогенных видов трематод и подверженных развитию морфофункциональных деформаций амфибий.

### **Материалы и методы**

Сбор моллюсков проводился посредством ручного сбора и гидробиологическим сачком с мая по сентябрь 2017 - 2022 гг. в старицах р. Хопёр, расположенных в лесном массиве и на открытой местности, в бобровых прудах реки Южной на территории участка «Островцовская лесостепь» (52°48'55" с.ш., 44°27'33" в.д.) Государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» (Пензенская область, Россия). Всего обследовано около 7000 моллюсков: 4621 особей *Planorbarius corneus*, 2095 *Planorbis planorbis* и 86 экземпляров трех видов *Anisus*. Моллюски высаживались в индивидуальные пластиковые контейнеры объемом 200 мл. Выход церкарий наблюдался в течение суток. Первичное определение церкарий проводилось по морфологии [4, 6]. В качестве диагностических молекулярно-генетических маркеров выбраны

один митохондриальный (COI) и два ядерных (рибосомальных) маркера (28S rRNA и ITS2). Исследуемые праймеры для COI, 28S rRNA и ITS2, а также методы выделения ДНК и условия проведения ПЦР взяты из работ по филогении трематод [8, 10, 11].

### Результаты и их обсуждение

Всего в водоемах «Островцовской лесостепи» отмечено 17 видов трематод (табл. 1), 11 из которых паразитировало в *Planorbis planorbis*, 8 видов в *Planorbarius corneus* и два вида отмечено для моллюсков рода *Anisus*. Трематоды *Haematoloechus asper* и *Strigea robusta* встречались как у *Pl. corneus*, так и у *P. planorbis*, тогда как *Diplodiscus subclavatus* был отмечен помимо *P. planorbis* у моллюска *Anisus vortex*. Было получено 95 сиквенсов по трем маркерам, при этом 48 из них были уникальными, не представленными в генетических базах данных.

Моллюск *Planorbis planorbis* описан как первый промежуточный хозяин для порядка 28 видов трематод в Центральной Европе [6] и 20 видов в Беларуси [1]. В большой роговой катушке *Pl. corneus* паразитирует 9 видов трематод в Беларуси [1], а также 9 видов в Чехии и 13 видов в Центральной Европе [6]. Высокое таксономическое разнообразие трематод, отмеченное в нашем исследовании (17 видов трематод для одного локалитета), связано с обнаружением криптических видов и уникальными ландшафтами, представляющими собой экотонные сообщества лесостепи, располагающиеся на границе лесной и степной зон, традиционно характеризующиеся увеличением видового богатства.

Таблица 1  
Видовой состав и встречаемость трематод планорбидных моллюсков "Островцовской лесостепи"

Виды	Открытая старица	р. Южная	Бобровые пруды	Лесная старица	Березовский пруд	Всего
<i>Planorbis corneus</i>						
<i>Haematoloechus asper</i>	2,3	0,1	1,0	0,9	2,2	1,3
<i>Rubensstrema exasperatum</i>	7,2	58,2	20,6	37,7	19,9	28,7
<i>Notocotylus ephemera</i>	0,5	1,8	5,5	0,9	6,1	3,0
<i>Echinostoma nasincovae</i>	0,4	0,1	-	-	-	0,1
<i>Bilharziella polonica</i>	0,4	0,3	0,1	4,4	0,6	1,2
<i>Tylodelphys circibuteonis</i>	0,2	0,2	0,6	1,8	-	0,5
<i>Strigea robusta</i>	0,2	0,2	0,4	-	1,1	0,4
<i>Australapatemon burti</i>	-	0,04	-	-	-	0,01
<i>Planorbis planorbis</i>						
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	0,9	-	-	-	-	0,2
<i>Haematoloechus asper</i>	2,4	7,8	2,6	2,1	-	3,7
<i>Paralepoderma cloacicola</i>	3,4	1,6	0,5	0,6	-	1,5
<i>Macrodera longicollis</i>	-	-	0,2	-	-	0,04
<i>Stichorchis subtriquetrus</i>	0,4	1,6	1,2	0,2	-	0,9
<i>Echinoparyphium recurvatum</i>	0,9	-	0,5	0,4	-	0,5
<i>Echinostoma revolutum</i>	0,6	3,1	0,5	0,8	-	1,3

<i>Neodiplostomum spathula</i>	0,1	-	-	-	0,4	-	0,1
<i>Australapatemon burii</i>	2,1	3,1	0,9	-	1,0	-	1,8
<i>Strigea strigis</i>	-	-	0,2	-	-	-	0,04
<i>Strigea robusta</i>	-	1,6	-	-	-	-	0,4
<i>Anisus spirorbis</i>							
<i>Haematoloechus variegatus</i>	-	-	-	-	3,8	-	3,8
<i>Anisus vortex</i>							
<i>Diplodiscus subclavatus</i>	3,3	-	-	-	-	-	3,3

\* % от общего числа пойманных моллюсков исследуемого вида

В ходе исследований было обнаружено несколько видов трематод, ранее не зарегистрированных на территории Волжского бассейна и страны в целом. Среди них – *Echinostoma nasincovae*, найденная в моллюске *Pl. corneus*, *Australapatemon burti*, описанный в Аргентине и в Европе (Словакии), а также *Tylodelphys circibuteonis*, криптический вид в группе *Tylodelphys excavata*, самостоятельный видовой статус которого продемонстрирован в недавнем исследовании [7]. Также в ходе исследования молекулярно-генетической структуры популяций *Diplodiscus subclavatus sensu lato* выявлено скрытое генетическое разнообразие, свидетельствующее о существовании двух видов: центрально-европейского (*Diplodiscus subclavatus*) и восточно-европейского, вероятно, представляющего собой новый вид дигеней. Дальнейшие исследования с привлечением материала со всего ареала диплодискусов в данной группе трематод смогут позволить детально ответить на данный вопрос.

Доля зараженных моллюсков значительно варьировала от местообитания и сезона, составляя в среднем у моллюсков *Pl. corneus* 41,5% особей, *P. planorbis* – 11,1% особей. Доминирующим видом у *Pl. corneus* была трематода *Rubensstrema exasperatum* (28,7%), у *P. planorbis* преобладал вид *Haematoloechus asper* (3,7%). Была встречена случайная инвазия моллюска *Pl. corneus* трематодой *Australapatemon burti* (одна улитка из 4621, т. е. 0,02%). Всего зарегистрировано семь случаев двойной инвазии (0,11% у *Pl. corneus*, 0,09% у *P. planorbis*): трематода *Rubensstrema exasperatum* обнаружена вместе с *Tylodelphys circibuteonis*, *Notocotylus ephemera* (два случая) и *Bilharziella polonica*; в одном случае трематода *Strigea robusta* заражала *Pl. corneus* вместе с *Haematoloechus asper*. В моллюске *P. planorbis* червь *Diplodiscus subclavatus* сосуществовал с *Paralepoderma cloacicola*.

Индексы видового разнообразия имели схожие значения в исследуемых местообитаниях. Наибольшее значение индекса Симпсона отмечено для фауны трематод *Pl. corneus* из бобровых прудов, которое обусловлено преобладанием *Rubensstrema exasperatum* (0.910). Уменьшение зараженности данным видом, сопоставимое со встречаемостью других видов трематод, обусловило высокие значения индекса Шеннона для открытой старицы р. Хопёр (1.117).

Частота встречаемости трематоды *Strigea robusta*, вызывающей деформации у озерных лягушек, была во всех водоемах сравнительно

низкой, составляя в среднем 0,4 для обоих видов моллюсков, которых она выбирает в качестве первых промежуточных хозяев (*Pl. corneus* и *P. planorbis*).

В результате исследований выявлены виды, имеющие эпидемиологическое и эпизоотическое значение: виды родов *Echinostoma* и *Echinoparyphium*, вызывающие эхиностоматидозы у домашних птиц и млекопитающих, а также ведущих к ренальной дисфункции с метаморфическими отеками у головастиков амфибий, выступающих в качестве вторых промежуточных хозяев; *Notocotylus ephemera*, вызывающих нотокотилидозы у водоплавающих птиц; *Strigea robusta*, вызывающая стригеидоз у утиных птиц; *Bilharziella polonica*, вызывающая билгарциеллез у птиц и «зуд купальщика» у человека; *Stichorchis subtriquetrus*, паразитирующий у речного бобра. Учитывая разнообразие путей циркуляции трематод, которые включают в себя ди-, три- и тетраксенные циклы, в которых промежуточными и/или амфиксеническими хозяевами могут являться в том числе птицы и млекопитающие, для которых трематоды представляют серьезную угрозу для здоровья и жизни [2], полученные данные могут быть использованы в дальнейшем для детекции трематодозов у сельскохозяйственных животных, дополняя существующие генетические данные по патогенным видам трематод.

### Список литературы/ References

1. *Акимова, Л. Н.* Видовое разнообразие личинок трематод брюхоногих моллюсков водоемов Беларуси / Л. Н. Акимова, В. В. Шималов, Е. И. Бычкова // *Паразитология*. – 2011. – Том 45. – №4. – С. 287-305.

2. *Кириллов, А. А.* Трематоды наземных позвоночных Среднего Поволжья / А. А. Кириллов, Н. Ю. Кириллова, И. В. Чихляев. – Тольятти: Кассандра, 2012. – 329 с. – ISBN 978-5-91687-093-0.

3. *Bashinskiy, I. W.* The more Diverse Beaver Ponds are Better – a Case Study of Mollusc Communities of Steppe Streams / I.W. Bashinskiy, T.G. Stojko // *Wetlands*. – 2022. – Vol. 42. – № 8.

4. *Combes, C.* Atlas mondial des cercaires / C. Combes. – Paris: Muséum national d’Histoire naturelle, 1980. – 235 p.

5. *Despommier, D.* The Role of Ecotones in Emerging Infectious Diseases / D. Despommier, B. R. Ellis, B. A. Wilcox // *EcoHealth*. – 2007. – Vol. 3. – № 4. – P. 281-289.

6. *Faltýnková, A.* Larval trematodes (Digenea) of planorbid snails (Gastropoda: Pulmonata) in Central Europe: a survey of species and key to their identification / A. Faltýnková, V. Našincová, L. Kablásková // *Systematic Parasitology*. – 2008. – Vol. 69. – № 3. – P. 155-178.

7. *Heneberg, P.* Cryptic speciation among *Tylodelphys* spp.: the major helminth pathogens of fish and amphibians / P. Heneberg, J. Sitko // *Parasitology Research*. – 2021. – Vol. 120. – P. 1687-1697.

8. *Sinsch, U.* Helminth endoparasites of the smooth newt *Lissotriton vulgaris*: linking morphological identification and molecular data / P. Heneberg, M. Těšínský, C. Balczun, P. Scheid // *Journal of Helminthology*. – 2019. – Vol. 93. – № 3. – P. 332-341.

9. *Svinin, A. O.* First record of the Jean Rostand's "anomaly P" in the marsh frog, *Pelophylax ridibundus*, in central Russia / A.O. Svinin, I.V. Bashinskiy, S. N. Litvinchuk, [et al.] // *Alytes*. – 2019. – Vol. 37. – №1/2. – P. 31-45.

10. *Tkach, V. V.* Molecular phylogenetic analysis of the Microphalloidea Ward, 1901 (Trematoda: Digenea) / V. V. Tkach, D. T. J. Littlewood, P.D. Olson, [et al.] // *Systematic Parasitology*. – 2003. – Vol. 56. – №1. – P. 1-15.

11. *Wilson, W. D.* A molecular phylogenetic study of the genus *Ribeiroia* (Digenea): trematodes known to cause limb malformations in amphibians / P. T. J. Johnson, D. R. Sutherland, H. Moné, [et al.] // *Journal of Parasitology*. – 2005. – Vol. 91 – №5. – P. 1040-1045.

### Сведения об авторах / Information about the authors

**Свинин Антон Олегович**, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией экологической генетики и метагеномики Института экологической и сельскохозяйственной биологии (X-BIO) ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»; г. Тюмень, e-mail: ranaesc@gmail.com

**Anton O. Svinin**, Candidate of Biological Sciences, head of Ecological Genetics and Metagenomics Laboratory of the Institute of Environmental and Agricultural Biology (X-BIO) at University of Tyumen; Tyumen, e-mail: ranaesc@gmail.com

**Чернигова Полина Ивановна**, лаборант лаборатории экологической генетики и метагеномики Института экологической и сельскохозяйственной биологии (X-BIO) ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»; г. Тюмень.

**Polina I. Chernigova**, laboratory assistant of Ecological Genetics and Metagenomics Laboratory of the Institute of Environmental and Agricultural Biology (X-BIO) at University of Tyumen.

**Иброгимова Полина Комиловна**, лаборант лаборатории экологической генетики и метагеномики Института экологической и сельскохозяйственной биологии (X-BIO) ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»; г. Тюмень.

**Polina K. Ibrogimova**, laboratory assistant of Ecological Genetics and Metagenomics Laboratory of the Institute of Environmental and Agricultural Biology (X-BIO) at University of Tyumen.

**Башинский Иван Викторович**, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской академии наук; Москва;

**Ivan W. BASHINSKY**, Candidate of Biological Sciences, research associate at Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences; Moscow.

**Ермаков Олег Александрович**, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»; г. Пенза.

**Oleg A. ERMAKOV**, Candidate of Biological Sciences, assistant professor at FSBEI HE «Penza state University»; Penza.