

Rivers Volonga, Sea-U, the basin Kara River (Rivers Kara, Halmer-U and Nikaramata Lake) and Mercempertato Lake (peninsula Yamal). We studied 436 specimens of *Phoxinus phoxinus* 1+– 3+.

In the studied reservoirs, with the exception of Kolva River, parasite fauna minnow impoverished and largely random nature. In Rivers Kolva and Schapkina the component communities of parasites of the minnow are mature (balanced). These communities of parasites of the minnow consist of three species groups distinguished by their proportions in the total biomass. In Rivers Sea-U, Vorkuta, Kara, Halmer-U, Lake Nikaramata and Crooked Lake on Kolguev, and, probably, Mercempertato Lake community immature parasites (unbalanced). These communities of parasites of the minnow consist of one to three species groups, distinguished by their proportions in the total biomass. Characteristics of communities of parasites from Mercempertato Lake and Volonga River require clarification. Communication of conditions of the described parasitic communities of a minnow with geological age (quaternary history) of the territory is tracked.

УДК 576.895.132:577.2

### НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СИСТЕМАТИКУ ВОЛОСАТИКОВ В СВЕТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ДАННЫХ

Б.Д. Ефейкин<sup>1,3</sup>, К.В. Михайлов<sup>2,3</sup>, О.В. Попова<sup>2</sup>, В.В. Алёшин<sup>2,3</sup>, С.Э. Спиридонов<sup>1</sup>,  
Ю.В. Панчин<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
г. Москва; bocha19@yandex.ru;

<sup>2</sup>НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ, г. Москва;

<sup>3</sup>Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, г. Москва

До настоящего времени волосатики (класс Nematomorpha) остаются малоизученным высшим таксоном (класс или тип в различных классификациях) многоклеточных. Этот таксон состоит исключительно из паразитических форм – личиночные стадии волосатиков паразитируют в различных беспозвоночных, тогда как взрослые стадии обитают в воде. Морские волосатики – нектонематиды являются паразитами морских беспозвоночных (ракообразных), а пресноводные волосатики – гордииды паразитируют в водных и наземных насекомых и многоножках. Взрослые стадии волосатиков не питаются и существуют за счет запасов, накопленных на паразитической стадии развития.

В настоящий момент известно около 300 видов волосатиков. Их видовое определение затруднено, поскольку пробы волосатиков состоят обычно из одного экземпляра, пределы вариации морфологических признаков остаются невыясненными. В тех случаях, когда были изучены многочисленные особи из многих точек сбора, была выявлена значительная полиморфность взрослых волосатиков одного вида (Schmidt-Rhaesa, 2001). Разграничение родов волосатиков основывается на признаках, связанных с тонкой морфологией поверхности их кутикулы, а также со строением хвостового конца самцов и самок. Система волосатиков пополнялась новыми родами с момента описания первого рода К. Линнеем в 1758 г. (род *Gordius*). Число родов волосатиков достигло двух десятков к середине прошлого века. Затем были описаны два новых рода волосатиков (*Dacochordodes* Căpuse 1965 и *Noteochordodes* de Miralles et de Villalobos, 2000), а один род (*Chordodiolus*) сведен в синоним.

Нами была предпринята попытка использовать для разработки системы пресноводных волосатиков методы молекулярной систематики. В нашем распоряжении имелись коллекции некоторых музеев (в том числе обширные коллекции ЗИН РАН), а также собственные сборы и образцы, переданные нам коллегами из различных учреждений России и ближнего зарубежья.

Собранные нами образцы фиксировали в 96% спирте, экстракцию ДНК осуществляли с помощью набора Isolate II (Bioline), в отдельных случаях использовали выделение по

Холтерману (Holterman *et al*, 2006) в присутствии протеиназы К и меркаптоэтанола. Музейный материал, хранившийся длительное время в спирту, перед выделением инкубировали ночь в буфере, содержащем SDS и EDTA.

В сложных случаях (при работе с поврежденной от неправильного хранения образца ДНК) мы применяли набор PreCR (New England Biolabs). К сожалению, даже применение специальных наборов не позволяет в большинстве случаев получать ПЦР продукты от длительно хранящихся проб.

Для проведения ПЦР был использован набор Encyclo Plus PCR Kit (компания «Евроген», Россия). Исследовали участки 18S, ITS1, 5.8S, ITS2, 28S рДНК, а также COI мтДНК. Из использованных праймеров 6 пар были взяты из литературы, 4 пары разработаны самостоятельно. Секвенирование проводили на базе ЦКП «Геном».

Для анализа полученных данных использовали последовательности, депонированные в Генбанке NCBI. Выравнивание последовательностей проводили в программе ClustalW, выбор оптимальной модели эволюции – в программе MEGA6, филогенетические деревья строили в программе BEAST, версия 1.8.2.

Проведенный ранее отбор наиболее информативных для разграничения видов и родов волосатиков нуклеотидных последовательностей (Ефейкин и др., 2016) показал пригодность для этих целей гена 18S рибосомной РНК. Также полезными для целей систематики оказались некоторые участки гена 28S рРНК, тогда как участок внутренних транскрибируемых спейсеров (ITS) оказался крайне изменчивым, хотя и он может использоваться для разграничения близких видов. Также в филогенетическом анализе использовали частичную последовательность митохондриального гена субъединицы I цитохромоксидазы.

Анализ наиболее полных данных по 18S rDNA показал, что пресноводные волосатики в полном соответствии с традиционной систематикой разделяются на две группы: хордодид и гордиид. Последняя группа представлена только родом *Gordius*. Результаты анализа двух других участков (28S rDNA и COI mtDNA) в целом подтверждают такое разделение пресноводных волосатиков на две группы, однако четкость разграничения родов по этим последовательностям значительно уступает таковой по результатам анализа 18S rDNA. Есть несколько образцов, которые выпадают за пределы клад, составленных другими видами рода, в который они формально включены. К числу таких форм неопределенного таксономического положения относятся волосатики *Gordionus alpestris* из Адыгеи, а также некоторые последовательности волосатиков, депонированные в ГенБанке NCBI.

Также совместно с коллегами из Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН и НИИ ФХБ МГУ имени М.В. Ломоносова было осуществлено полногеномное секвенирование представителей четырех разных видов волосатиков; наибольшее внимание уделено волосатику *Gordionus alpestris*. Результаты данного исследования будут опубликованы позднее.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-50-00150.

### Список литературы

Ефейкин Б.Д., Шматко В.Ю., Спиридонов С.Э. Сравнительная филогенетическая информативность отдельных участков рибосомального кластера пресноводных волосатиков (Gordiaceae, Nematomorpha) // Известия РАН. Сер. биол. – 2016. – № 1. – С. 41–49.

de Miralles, D.A.B., de Villalobos, L.C. Noteochordodes, un nuevo género para la republica Argentina (Nematomorpha, Gordiaceo) // Revista del Museo de La Plata (NS) Zoologia. – 2000. – Vol. 14, no. 163–165. – P. 279–283.

Holterman M., van der Wurff A., Elsen S., van Megen H. Bongers T., Holovachov O., Bakker J., Helder, J. Phylumwide analysis of SSU rDNA reveals deep phylogenetic relationships among nematodes and accelerated evolution toward crown clades // Molecular Biology and Evolution. – 2006. – Vol. 23, iss. 9. – P. 1792–1800.

Schmidt-Rhaesa, A. Variation of cuticular characters in the Nematomorpha: studies on *Gordionus violaceus* (Baird, 1853) and *G. wolterstorffii* (Camerano, 1888) from Britain and Ireland // Systematic Parasitology. – 2001. – Vol. 49, iss. 1. – P. 41–57.

## NEW INSIGHTS TO THE NEMATOMORPHA TAXONOMY IN LIGHT OF MOLECULAR DATA

B.D. Efeykin<sup>1,2</sup>, K.V. Mikhaylov<sup>2,3</sup>, O.V. Popova<sup>2</sup>, V.V. Aleshin<sup>2</sup>, S.E. Spiridonov<sup>1</sup>,  
Y.V. Panchin<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>A.N. Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology MSU, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, Moscow, Russia

Horsehair worms (Nematomorpha) are a phylum of parasitic aschelminthes, whose systematics remains unclear. The identification keys available permit only formal division of many species. We used molecular methods based on analysis of nucleotide sequences and NGS data that ensured new possibilities in systematics of this group with a deficit of distinct morphological features.

УДК 004:576.8

### ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ГЕЛЬМИНТОЛОГИИ

С.В. Зиновьева, Н.Н. Буторина, Ж.В. Удалова, О.С. Хасанова, В.Г. Петросян

Центр паразитологии ИПЭЭ РАН, г. Москва, Россия, zinovievas@mail.ru

Коллекции паразитических червей имеются во многих музеях мира. Крупнейшие из них располагаются в: Музее естествознания в Лондоне (типовой материал в коллекции составляет более 1,5 тысяч видов), Зоологическом музее в Берлине (2 тыс. типовых экземпляров гельминтов); Американская национальная коллекция паразитов в Национальном музее естествознания в Вашингтоне (7 тыс. типовых экземпляров); Латино-Американском Музее в Институте Освальдо Круза в Бразилии (около 2 тыс. типовых экземпляров гельминтов различных классов); Австралийская коллекции в Аделаиде в Южно-Австралийском музее; Японском Национальном музее естествознания и науки (Токио) и Паразитологическом музее в Мегуро; коллекции и базы данных (БД) паразитических червей в Польше в Институте паразитологии Польской АН; гельминтологическая коллекция Института паразитологии в Чешской республике; Зоологический фонд коллекции Института зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины (Зиновьева, Буторина, Удалова и др. 2015). Отечественные коллекции гельминтов имеются в нескольких научных центрах: Зоологическом Институте (ЗИН РАН), во Всероссийском НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений им. К.И. Скрябина (ВНИИП), в Центре паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (ИПЭЭ РАН) и Биолого-почвенном Институте Дальневосточного отделения РАН) и ряде других научных учреждений. Эти коллекции вошли в справочник «A Guide to parasitic collections of the world» (1982).

Коллекция Центра паразитологии ИПЭЭ РАН, насчитывающая более чем 300 тыс. единиц хранения из различных географических точек сбора и различных таксонов хозяина и паразита, требует разработки соответствующих БД и информационных систем локального и глобального уровня для обеспечения доступа для научного сообщества. Разработка концептуальной и физической модели БД была ориентирована на адекватное отображение типовых коллекций гельминтов растений и животных различных таксономических групп, морфологии и систематики, их хозяевах, локализации в органах и тканях, регионах