

VII СЪЕЗД ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА: ИТОГИ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

**16–20 ОКТЯБРЯ 2023 г.
ПЕТРОЗАВОДСК, РОССИЯ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ





Паразитологическое
общество



Зоологический
институт РАН



ФИЦ «Карельский научный
центр РАН»

**VII СЪЕЗД
ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА:
ИТОГИ И АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ**

*16–20 октября 2023 г.
Петрозаводск, Россия*

Тезисы докладов

Научное электронное издание

Петрозаводск
КарНЦ РАН
2023

ISBN 978-5-9274-0979-2

© Коллектив авторов, 2023
© ФИЦ «Карельский научный центр РАН», 2023

УДК 576.8(063)
ББК 28.083
С28

Редакционная коллегия:
*С.В. Бугмырин, Е.П. Иешко,
А.А. Сушук, Г.А. Яковлева*

С28 VII съезд Паразитологического общества: итоги и актуальные задачи, 16–20 октября 2023 г., Петрозаводск, Россия : тезисы докладов : научное электронное издание / редакционная коллегия: С.В. Бугмырин, Е.П. Иешко, А.А. Сушук, Г.А. Яковлева ; Паразитологическое общество, Зоологический институт РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН». – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2023. – 1 DVD-ROM. – Систем. требования: PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Microsoft Windows, MAC OSX; 256 Мб (RAM); видеосистема: разрешение экрана 800×600 и выше, графический ускоритель (опционально); мышь; Adobe Reader; дисковод DVD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-9274-0979-2

В сборнике представлены тезисы докладов съезда, которые посвящены различным областям теоретической и прикладной паразитологии. Рассмотрены современные методы исследований в систематике, эволюции и филогеографии паразитов животных и растений. Существенное внимание уделено анализу паразито-хозяйинных отношений, включая их молекулярные аспекты, а также структуре и динамике паразитарных сообществ.

Издание предназначено для паразитологов, зоологов, специалистов ветеринарных и карантинных служб, преподавателей и студентов.

УДК 576.8(063)
ББК 28.083

Текстовое (символьное) электронное издание

Системные требования: PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Microsoft Windows, MAC OSX; 256 Мб (RAM); от 500 Мб свободного пространства на жестком диске; видеосистема: разрешение экрана 800×600 и выше, графический ускоритель (опционально); мышь; Adobe Reader; дисковод DVD-ROM

© Коллектив авторов, 2023
© ФИЦ «Карельский научный центр РАН», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Авдеева Е.В., Заостровцева С.К., Евдокимова Е.Б.</i> Паразиты рыб естественных водоемов Калининградской области, представляющие опасность при работах по повышению рыбопродуктивности	23
<i>Агасой В.В.</i> Перепончатокрылые – паразиты преимагинальных фаз развития слепней (Diptera, Tabanidae)	24
<i>Агеев А.А., Астапенко С.А., Головина А.Н., Кириченко Н.И.</i> Комплексы паразитоидов и их роль в контроле численности популяций <i>Dendrolimus sibiricus</i> (Lepidoptera: Lasiocampidae) в азиатской части России	26
<i>Айбулатов С.В., Халин А.В., Кочерова Н.А., Беспятова Л.А., Федоров Д.Д., Бугмырин С.В.</i> Новые сведения по фауне кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) Карелии	28
<i>Арбузова Н.А., Лянгузова А.Д., Матач Д.А., Миролубов А.А.</i> Сравнительный анализ морфологии экстерн и их роль в транспорте питательных веществ у представителей группы Rhizocerphala	30
<i>Атаев Г.Л., Усманова Р.Р., Токмакова А.С.</i> Роль моллюсков <i>Succinea putris</i> в поддержании жизненного цикла трематод <i>Leucochloridium paradoxum</i>	32
<i>Атопкин Д.М., Семенченко А.А., Солодовник Д.А., Ивашко Я.И.</i> Митохондриальный геном трематоды <i>Azygia robusta</i> Odhner, 1911, ее новый окончательный хозяин на Дальнем Востоке России и особенности филогенетических связей внутри Digenea	34
<i>Атопкин Д.М., Солодовник Д.А., Семенченко А.А., Урабе М., Соколов С.Г.</i> Характеристика полного митохондриального генома <i>Aspidogaster ijimai</i> и первая оценка филогенетического положения <i>Aspidogastrea</i> (Plathyhelminthes: Neodermata: Trematoda) по митогеномным данным	36
<i>Бахмет И.Н., Николаев К.Е., Смуров А.О., Екимов Д.А.</i> Влияние заражения трематодами на сердечную активность морского моллюска <i>Littorina littorea</i> L.	37
<i>Белова О.А., Полиенко А.Е., Карганова Г.Г.</i> Гибриды клещей <i>Ixodes ricinus</i> – <i>I. persulcatus</i> (Acari, Ixodidae) как переносчики вируса клещевого энцефалита	40

Белодед А.Ю., Атопкин Д.М. Молекулярная систематика и филогенетические связи трематод <i>Harporiidae</i> (Digenea) Восточно-Азиатского региона	42
Беспалая Ю.В., Кропотин А.В., Палатов Д.М., Кондаков А.В., Болотов И.Н. Ассоциации личинок поденок с двустворчатыми моллюсками рода <i>Corbicula</i>	44
Беспятова Л.А., Белова О.А., Холодилов И.С., Гмыль Л.В., Поленко А.Е., Карганова Г.Г., Бугмырин С.В. Видовой состав и относительная численность иксодовых клещей (Acari: Ixodinae) на острове Валаам (Республика Карелия)	45
Бисерова Н.М., Кутырев И.А. Нейросекреторные нейроны – новый механизм для манипулирования хозяином у цестод, паразитов рыб	47
Бовыкина Г.В., Потанов Г.С., Кондаков А.В. Выявление <i>Sicus ferrugineus</i> (Diptera: Conopidae) в <i>Vombus cryptarum</i> (Hymenoptera: Apidae) на территории Архангельской области методом ДНК-баркодинга	49
Богачёва А.С., Шайкевич Е.В., Лопатина Ю.В., Ганушкина Л.А. Роль кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) как переносчиков дирофилярий (Spirurida: Onchocercidae) в отдельных регионах России	51
Богданова Е.Н. Влияние процессов инвазивности и синантропизации членистоногих на их эпидемиологическое значение	53
Бочкова Е.В., Тарасов В.Е. Первый случай выявления вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани (ИНГТ) у чавычи (<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>) на Камчатке	55
Бугмырин С.В., Беспятова Л.А. Распространение и численность клещей <i>Ixodes persulcatus</i> и <i>Ixodes ricinus</i> на севере ареала (Республика Карелия)	57
Будаева И.А., Газарян Э.А., Елизарова А.А. Кровососущие двукрылые (Diptera: Simuliidae, Tabanidae) Липецкой области	58
Бухлина А.А., Симакова А.В. Зараженность метацеркариями рода <i>Diplostomum</i> Nordmann, 1832 (Trematoda: Diplostomidae) рыб семейства карповые (Cyprinidae) в бассейне средней Оби	60
Василевич Ф.И., Никанорова А.М. Прогнозирование численности популяции комаров с использованием математического моделирования	62
Василевич Ф.И., Никанорова А.М. Биотопы иксодовых клещей в областном центре Калужской области – г. Калуге	63
Васильева Т.А., Скачков Д.П. Эффективность различных лекарственных форм против ботриоцефалеза карповых	65

<i>Виноградова А.А., Прохорова Е.Е.</i> Пресноводные трематоды семейства Notocotylidae – паразиты утиных	67
<i>Висконтене А.Л.</i> Эктопаразиты лесного нетопыря (<i>Pipistrellus nathusii</i>) на территории Северо-Запада европейской части России . . .	68
<i>Власенков С.А.</i> Филогенетическая оценка <i>Lecithodollfusia arenula</i> (Creplin, 1825) подтверждает плеурогенидную концепцию <i>Lecithodollfusia</i> Odening, 1964 (Trematoda: Microphalloidea)	70
<i>Воронин В.Н., Дудин А.С., Каменченко А.В.</i> Факторы, определяющие сезонность микоспоридий рыб	72
<i>Воронина Е.А., Проскурина В.В., Лахтина А.Э.</i> Санитарно-значимая трематодофауна промысловых видов рыб дельты Волги	74
<i>Галактионов К.В.</i> Что и как лимитирует трансмиссию трематод морских птиц в прибрежье морей севера Голарктики	76
<i>Ганина М.Д., Морозов С.В., Тюрин М.В., Носков Ю.А., Крюков В.Ю.</i> Изменение липидного состава личинок колорадского жука при микозе, вызванном паразитическим грибом <i>Metarhizium robertsii</i>	78
<i>Ганкевич В.Д., Четвериков Ф.Е., Жук А.С.</i> Митогеномика фитопаразитических арахид: новые данные о разнообразии митохондриальных геномов Eriophyoidea	80
<i>Ганюкова А.И., Малышева М.Н., Агасой В.В., Фролов А.О.</i> <i>Crithidia versiformis</i> – первый представитель трипаносоматид (Kinetoplastea: Trypanosomatida), обнаруженный в сетчатокрылых насекомых (Neuroptera). Жизненный цикл, морфогенез, филогения	81
<i>Ганюкова А.И., Малышева М.Н., Фролов А.О.</i> Обнаружение двух видов фитомонад (Trypanosomatidae: <i>Phytomonas</i>), паразитов плодов томата <i>Solanum lycopersicum</i> на юге РФ	83
<i>Геворкян И.С., Богданова Е.Н., Комаров В.Ю.</i> Изучение ольфакторных поведенческих реакций синантропных грызунов на аттрактивность компонентов родентицидных приманок	85
<i>Германт О.М., Ушакова Е.В., Ахметшина М.Б.</i> Перспективы поиска репеллентов и разработки новых репеллентных средств	87
<i>Гопко М.В., Марьямяки Т., Миронова Е.И., Таскинен Й., Салонен Й.</i> Эффект Олли в инфрапопуляциях паразитов	88
<i>Гопко М.В., Ткаченко Д.А., Шпагина А.А., Миронова Е.И.</i> Влияние заражения трематодой <i>Diplostomum pseudospathaceum</i> на поведение мальмы в условиях различной освещенности	90

Гордеев И.И., Соколов С.Г. Зараженность морских рыб Дальнего Востока гельминтами – результаты океанических съе­мок	92
Давыдова О.Е., Кузнецова Е.В., Васильева Н.А., Савинецкая Л.Е., Шекарова О.Н. Эндопаразитофауна эймериид фило­группы « <i>Eimeria callospermophilii</i> » у сусликов желтого и крапчатого (Rodentia: Scuridae: <i>Spermophilus fulvus</i> , <i>Spermophilus suslicus</i>) в природных биотопах Саратовской, Воронежской и Липецкой областей	94
Денисова С.А., Щенков С.В., Лебеде­нков В.В. Микроанатомия марит <i>Renicola parvicaudatus</i> (Digenea, Rencolidae), паразита серебристой чайки <i>Larus argentatus</i> Белого моря	96
Дмитриева Е.В., Водясова Е.А., Лях А.М., Атопкин Д. Морфология против генетики в таксономии и филогении моно­гены рода <i>Ligophorus</i>	98
Докучаев Н.Е. Нематоды бурозубок (<i>Sorex</i>) Камчат­ки и острова Парамушир	99
Долгих В.В., Сендерский И.В., Тимофеев С.А., Иг­натьева А.Н., Шухалова А.Г., Байазыт К-Д.К., Фа­деев Р.Р., Кудрявцева Ю.С. Молекулярные стратегии борьбы с микроспоридиями <i>Nosema bombycis</i> и <i>Vairimorpha ceranae</i> , внутриклеточными паразитами шел­ковичного червя и медоносной пчелы	101
Домбровская Я.В., Шишкина Е.М., Колесникова Ю.А., Катловская И.С., Опаев А.С. Новые данные по гемоспоридиям птиц южного Вьетнама	103
Елизаров А.С., Малышева Н.С. Цифровизация в современной паразитологии	105
Елисеева Т.А., Любас А.А., Пешич В., Кондаков А.В. Первая находка личинок трематод <i>Asymphylodora</i> (Trematoda: Lissorchiidae) в пив­ках <i>Glossiphonia</i>	107
Ерохина М., Бушуев А., Палинаускас В., Платонова Е., Хайтов В., Давыдов А., Мухин А. Инфицирование малярией раз­ного географического происхождения по-разному повлияло на физиологическое состояние чижей	109
Жигилева О.Н., Аляжкин Г.В., Колесников И.П. Дан­ные по распространению и генетическому полиморфизму цестоды <i>Nippotaenia togurndae</i> как маркер путей расселения ее хозяина, ротан­головешки <i>Perccottus glenii</i>	111

<i>Запарина О., Капушак Я.К., Ковнер А.В., Багинская Н.В., Мордвинов В.А., Пахарукова М.Ю.</i> Иммуноглобулин А (IgA) нефропатия при экспериментальном описторхозе на модели сирийских хомячков <i>Mesocricetus auratus</i>	113
<i>Захарова В.В., Шестенеров А.А.</i> Цифровая фитопаразитология	115
<i>Иброгимова П.К., Чернигова П.И., Шмаков П.Ф., Зенкин А.А., Созонова П.И., Свинин А.О.</i> Молекулярно-генетическая детекция трематод, паразитирующих в <i>Gyraulius acronicus</i> лесопарка «Утиная Заводь» (г. Владивосток)	116
<i>Иванов А.В.</i> Использование ITS-последовательностей для идентификации и дифференциации цистообразующих нематод рода <i>Heterodera</i>	118
<i>Иванов А.В., Ушкова М.В.</i> ПЦР в реальном времени для обнаружения и идентификации <i>Aphelenchoides besseyi</i>	120
<i>Ивашко Я.И., Атонкин Д.М., Татонова Ю.В.</i> Сравнительный анализ популяционно-генетической структуры двух видов трематод карася <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) юга Дальнего Востока России	121
<i>Игнатъева А.Н., Румянцева А.С., Уткузова А.М., Токарев Ю.С.</i> Взаимоотношения микроспоридий чешуекрылых насекомых с их естественными врагами	123
<i>Израильская А.В., Татонова Ю.В.</i> Интегративный подход для определения таксономического статуса представителей семейства Notocotylidae Luhe, 1909 (Trematoda)	124
<i>Илинский Ю.Ю., Быков Р.А.</i> Генетический паттерн эндосимбионта <i>Wolbachia</i> у членистоногих и проблема поиска механизма горизонтального переноса симбионта между видами	126
<i>Исакова Н.П., Виноградова А.А., Прохорова Е.Е.</i> Экспериментальная постановка жизненного цикла <i>Leucochloridiomorpha lutea</i> (Trematoda, Leucochloridiomorphae)	127
<i>Калинина К.А., Татонова Ю.В., Беспрозванных В.В., Щелканов М.Ю.</i> Новые молекулярные данные для короткохвостых представителей рода <i>Echinochasmus</i> (Echinochasmidae)	129
<i>Калинкина Д.С., Сузук А.А., Матвеева Е.М.</i> Фитопаразитические нематоды в почве под древесными растениями, произрастающими в условиях интродукции и в естественных биоценозах на территории Северо-Запада России	131

<i>Камышацкая О.Г., Насонова Е.С.</i> Сравнительный анализ ультраструктуры аппаратов инвазии розеллид и микроспоридий	133
<i>Карасев А.Б.</i> Паразитологический мониторинг промысловых рыб Баренцева моря. Стратегия	134
<i>Катохин А.В.</i> Сравнительный анализ полных митохондриальных геномов трематод рода <i>Metorchis</i> (Opisthorchiidae)	136
<i>Киреева Д.С., Малыш С.М., Володарцева Ю.В., Токарев Ю.С.</i> Недооцененная роль тератоцитов при микроспориidioзе наездников (на примере апантелеса беляночного и микроспоридии <i>Vairimorpha</i> sp.)	138
<i>Клементьева Т.Н., Поленогова О.В., Крюкова Н.А., Глухов В.В.</i> Культивирование <i>Galleria mellonella</i> с амикацином способствует увеличению плотности минорных симбионтов, влияет на физиологию хозяина и чувствительность к <i>Bacillus thuringiensis</i>	140
<i>Кобернюк Е.Н.</i> Паразитологические и гистологические показатели молоди тихоокеанских лососей из рыбоводных заводов Камчатки и их базовых водоемов	142
<i>Ковнер А.В., Капуцак Я.К., Мордвинов В.А., Пахарукова М.Ю.</i> Ранозаживляющий потенциал <i>Opisthorchis felineus</i> : перспективные исследования в области регенеративной биомедицины	144
<i>Козминский Е.В.</i> Динамика зараженности беломорских литоральных моллюсков <i>Littorina saxatilis</i> и <i>L.obtusata</i> (Gastropoda: Prosobranchia) партенитами трематод	146
<i>Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю.</i> Зараженность кишечными гельминтозами лошадей табунного содержания в Центральной Якутии	148
<i>Кокколова Л.М., Гаврильева Л.Ю., Сафронев А.Э.</i> Экологическая характеристика <i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1789) в Вилюйском водохранилище и их зараженность паразитами	150
<i>Колесников И.А., Бисерова Н.М.</i> Ультраструктура пограничных тканей инкапсулированных личинок <i>Triaenophorus nodulosus</i> в печени окуня	152
<i>Комиссаров А.А., Токмакова А.С.</i> Клеточные реакции моллюсков на трематодную инвазию	154
<i>Кондаков А.В., Бедрицкая Т.В., Юницына О.А., Пестова Е.П.</i> Идентификация фитопатогенных грибов семян хвойных пород в лесных питомниках Архангельской области	155

Кондаков А.В., Кузнецова И.А. Первые генетические данные о <i>Salmincola corpulentus</i> (Copepoda: Lernaeopodidae) в Красноярском крае	157
Кондаков А.В., Кузнецова И.А., Елисеева Т.А. Генетические данные о <i>Lernaea suprinacea</i> (Copepoda: Lernaeidae) в Архангельской области	159
Конончук А.Г., Малыш С.М., Белякова Н.А., Илинский Ю.Ю., Рябинин А.С., Игнатъева А.Н., Токарев Ю.С. Поиск эндосимбионтов у кокцинеллид	161
Конрат А.Н., Шестенеров А.А. Стандарты для первичного скрининга химических соединений, растительных экстрактов, пестицидов на нематодицидную активность <i>in vitro</i>	162
Корнийчук Ю.М. Долговременные изменения фауны трематод Черного моря	164
Корнийчук Ю.М., Белоусова Ю.В. Состояние изученности жизненных циклов трематод в крымской части шельфа Черного моря	165
Кочерова Н.А., Беспятова Л.А., Медведев С.Г., Бугмырин С.В. Блохи мелких млекопитающих Карелии: видовой состав и паразито-хозяйинные связи	167
Кочнева А.А., Борвинская Е.В. Сравнительный анализ пептидных профилей смывов из полости тела трехиглой колюшки, не зараженной и зараженной плероцеркоидами <i>Schistocephalus solidus</i>	169
Крапивин В.А. Экспериментальная оценка различий заражения симбионтами литоральных и сублиторальных <i>Mytilus edulis</i> в Белом море	171
Кремнев Г.А., Гончар А.Г., Крапивин В.А., Скобкина О.А., Миролюбов А.А., Белолобская К.И., Крупенко Д.Ю. Секрет эволюционного успеха трематод из семейства Brachycladiidae, паразитов морских млекопитающих	173
Кривонос К.С., Олифер В.В., Еремина О.Ю. Альтернативные средства борьбы с постельными клопами	174
Кривопапов А.В., Власенко П.Г., Шиллинг А.Е. Филогеография четырех широко распространенных в Евразии видов аноплоцефалин грызунов	176
Кропотин А.В., Беспалая Ю.В., Кондаков А.В., Хребтова И.С., Болотов И.Н. Эндосимбионты моллюсков рода <i>Corbicula</i> в нативном ареале	178

<i>Крупенко Д.Ю., Кремнев Г.А., Гончар А.Г., Гублер А.Г., Скобкина О.А.</i> Уже расходимся? Криптические виды паразитов со сложными жизненными циклами, на примере <i>Podocotyle</i> spp. (Oprescoelidae, Digenea)	180
<i>Крюков В.Ю., Носков Ю.А., Ярославцева О.Н., Косман Е.С., Чумакова Я.Ю., Поленогова О.Н., Воронцова Я.Л., Слепнева И.А.</i> Изменение параметров иммунитета и развитие инфекций у колорадского жука в период зимней спячки	182
<i>Крюкова Н.А., Черткова Е.А., Алексеев А.А., Лобанова А.</i> Влияние эндосимбиотической бактерии <i>Wolbachia</i> на содержание дофамина и активность фенолоксидаз у паразитоида <i>Habrobracon hebetor</i>	183
<i>Куклин В.В.</i> Динамика гельминтофауны моевок (<i>Rissa tridactyla</i>) Мурманского побережья в условиях климатических изменений	185
<i>Куклина М.М.</i> Взаимоотношения в системе «паразит – хозяин» на примере атлантического глупыша и <i>Tetrabothrius minor</i> (Cestoda: Tetrabothriidae)	187
<i>Кукушкин О.В.</i> Новые данные о границах ареалов <i>Arceuthobium oxycedri</i> и <i>Viscum album</i> в Крыму	189
<i>Кутырев И.А.</i> Молекулярные и клеточные основы взаимоотношений паразитов и иммунной системы их хозяев: фундаментальные основы и поиск природных иммунорегуляторов для ветеринарии и медицины	191
<i>Ласкова Е.П., Лянгузова А.Д., Арбузова Н.А., Репкин Е.А., Гафарова Е.Р., Голофеева Д.М., Нестеренко М.А., Миролубов А.А.</i> Анализ влияния <i>Peltogaster reticulata</i> (Cirripedia: Rhizocephala) на нервную систему хозяина	193
<i>Лебедева Д.И., Мэндсайхан Б., Зайцев Д.О.</i> Паразиты рыб Тайширского водохранилища (Западная Монголия)	195
<i>Левакин И.А., Федоров Д.Д., Николаев К.Е., Виноградова А.А., Галактионов К.В.</i> Моделирование годовой эмиссии церкарий в свете климатических изменений: проблемы и подходы к их решению	196
<i>Леднев Г.Р., Левченко М.А., Шумилова П.А., Казарцев И.А., Левченко М.В.</i> Скрининг изолятов энтомопаразитических грибов по признаку вирулентности к <i>Musca domestica</i> L. при пероральном заражении	198
<i>Лишай Е.А., Запарина О., Мордвинов В.А., Пахарукова М.Ю.</i> Три вида эпидемиологически значимых трематод семейства Opisthorchiidae: транскриптомный анализ печени хозяина	200

Логонова О.А. <i>Capillaria</i> spp. у <i>Rangifer tarandus</i> : индикатор домашних северных оленей?	201
Лопатина Ю.В., Ушакова Е.В., Сычева К.А., Федорова М.В. Чувствительность к циперметрину комаров <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse) на юге России	203
Лычагина С.В. Результаты сортоиспытания картофеля разных групп спелости по восприимчивости к дитиленхозу	205
Львова М.Н., Цыганов М.А., Минькова Г.А., Пономарев Д.В. Влияние производных артемизинина на трематоду <i>Opisthorchis felineus</i> : исследование <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i>	206
Малыш С.М., Киреева Д.С., Грушевая И. В., Уткузова А.М., Игнатьева А.Н., Конончук А.Г., Токарев Ю.С. Новый изолят микроспоридии <i>Nosema</i> sp. из хлопковой совки <i>Helicoverpa armigera</i>	208
Малыш Ю.М., Малыш С.М., Трапезникова О.В., Белякова Н.А., Токарев Ю.С. <i>Wolbachia</i> супергруппы В, обнаруженная в <i>Neoseiulus agrestis</i> (Acari: Mesostigmata)	210
Мальшева Н.С., Елизаров А.С. Формирование очагов паразитарных зоонозов в условиях Курской области	212
Манафов А.А. Взгляд на паразитизм с позиции причинно-следственных взаимоотношений	213
Мартемьянов В.В., Павлушин С.В., Аханаев Ю.Б., Харламова Д.Д., Субботина А.О., Якимова М.Е., Белоусова И.А. Биологические особенности нового штамма вируса цитоплазматического полиэдроза сибирского шелкопряда DsCPV-1	216
Маслов Д.Е., Ершов Н.И., Пахарукова М.Ю., Мордвинов В.А. Структурно-функциональные особенности генома печеночного сосальщика <i>Opisthorchis felineus</i> (Rivolta, 1884)	218
Матач Д.А., Миролубов А.А., Лянгузова А.Д., Полякова Н.В., Арбузова Н.А., Крупенко Д.Ю. Морфологические особенности взаимодействия в паразито-хозяйинной системе метацеркарии <i>Diplostomum</i> sp. и миноги <i>Lampetra fluviatilis</i>	220
Медведев С.Г. Фауна блох (Insecta, Siphonaptera) Северо-Запада России и Фенноскандии	221
Миронова Е.И., Гопко М.В. Питание пресноводных беспозвоночных расселительными стадиями трематод: последствия для паразитов, хозяев и консументов	223

<i>Миронова Е.И., Голко М.В.</i> Передача паразитов при повышении температуры воды и роль моллюсков-фильтраторов в сдерживании инфекции	225
<i>Миронова Е.И., Савина К.А., Сотников Д.А., Шпагина А.А., Спиридонов С.Э., Голко М.В.</i> Успех инфекции при моно- и поликлональным заражением мальмы трематодой <i>Diplostomum pseudospathaceum</i>	227
<i>Митина Г.В., Черепанова М.А., Чоглокова А.А., Степанычева Е.А.</i> Особенности влияния летучих соединений <i>Lecanicillium</i> -подобных кордицепитоидных грибов на поведенческие реакции и жизнеспособность фитофагов отряда Hemiptera и фитопатогенные микроорганизмы	229
<i>Насонова Е.С.</i> Метагеномный и филогеномный подходы к изучению ранней эволюции микроспоридий	230
<i>Нековаль С.Н., Чурикова А.К., Чернякович М.Н., Иванов В.В., Глушков С.М.</i> Оценка нематичидной активности изолятов аборигенных грибов, выделенных в условиях юга России	232
<i>Нигматуллин Ч.М.</i> Паразитофауна колеоидных головоногих моллюсков: уровень изученности, состав и эколого-эволюционные аспекты ее становления	234
<i>Никишин В.П., Скоробрехова Е.М., Давыденко Т.В.</i> О новых находках в морфологии скребней и их взаимоотношениях с хозяевами: старые вопросы, новые ответы, открытия, интерпретации	236
<i>Николаев К.Е., Аристов Д.А., Левакин И.А., Галактионов К.В.</i> Многолетнее исследование сезонной динамики зараженности беломорских моллюсков партенитами трематод	238
<i>Новокрещенных С.В.</i> О зараженности тихоокеанских лососей в открытых водах Тихого океана	240
<i>Носков Ю.А., Томилова О.Г., Тюрин М.В., Ярославцева О.Н., Крюков В.Ю.</i> Энтомо-паразитические грибы рода <i>Metarhizium</i> : генетическое разнообразие и патогенность для колорадского жука	242
<i>Олифер В.В., Кривонос К.С., Еремина О.Ю.</i> Новые подходы к регулированию численности комнатной мухи	244
<i>Орлова М.В., Орлов О.Л.</i> По следам Covid-19: рукокрылые, их паразиты, инфекции и перспективы новой эпидемии	246
<i>Павлов А.В., Быков Ю.А.</i> Мухи-кровососки (Diptera, Hippoboscidae), паразиты птиц на территории Республики Дагестан	248

Павлов А.В., Быков Ю.А. Экологические особенности мух-паучниц (Diptera, Nycteribiidae), паразитов летучих мышей на территории европейской части России	249
Павлушин С.В., Илинский Ю.Ю., Белоусова И.А., Байбородин С.И., Кечин А.А., Мартемьянов В.В. Обманчивое сходство вирусных инфекций на примере патогенов непарного шелкопряда	251
Паришуков А.Н., Иешко Е.П. Моногенети рода <i>Gyrodactylus</i> у садковой радужной форели в водоемах Карелии	252
Пахарукова М.Ю., Лишай Е.А., Запарина О.Г., Мордвинов В.А. Трехсторонние взаимоотношения паразит – хозяин: микробиота, трематоды семейства Opisthorchiidae и млекопитающие	254
Петрова А.Д., Шестенеров А.А., Чернятьева Е.А. Фитопаразиты земляники садовой <i>Fragaria ananassa</i> в коллективных, фермерских, личных подсобных хозяйствах	256
Петрова В.В., Шапкин О.А., Мельникова А.М. Фауна эктопаразитов рукокрылых Дарвинского природного биосферного заповедника	257
Плаксина М.П., Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Личинки нематод <i>Hysterothylacium aduncum</i> у амфипод <i>Ischyrocerus commensalis</i> , заселяющих камчатского краба в Баренцевом море	259
Подвязная И.М., Галактионов К.В. Морфофункциональные изменения в репродуктивных органах партенит трематод в холодное время года	261
Поленогова О.В., Артемченко А.С., Клементьева Т.Н., Ходырев В.П., Крюкова Н.А., Глухов В.В. Значение бактериальных ассоциантов колорадского жука в восприимчивости к энтомопатогенным бактериям <i>Bacillus thuringiensis</i>	263
Полиенко А.Е., Белова О.А., Карганова Г.Г. Межпопуляционные и межгодовые различия клещей <i>Ixodes persulcatus</i> Schulze, 1930 (Acari, Ixodidae) при оценке толерантности к репелленту ДЭТА и способности поддерживать репродукции вируса клещевого энцефалита	265
Поляева К.В. Паразитофауна сиговых рыб нижнего течения реки Енисей в 2022 г.	267
Полякова Т.А., Водясова Е.А., Уппе В.А., Во Тху Ха. Цестоды <i>Lecanicephalum</i> (Lecanicephalidea) – новые виды паразитов скатов <i>Hemityrgon</i> (Dasyatidae) у побережья Вьетнама	268
Полянина К.С., Рысс А.Ю. Фауна ксилобионтных нематод листовых древесных растений	270

Пономарев Д.В. Молекулярные механизмы взаимоотношений «паразит – хозяин» кошачьей двуустки <i>Opisthorchis felineus</i> : роль внеклеточных везикул	272
Пономарева Н.М., Орлова Т.В., Власенко П.Г., Сербина Е.А., Юрлова Н.И. Влияние температуры воды на развитие <i>Opisthorchis felineus</i> в первом промежуточном хозяине моллюске <i>Bithynia troschelii</i> : экспериментальное исследование	274
Пономарева Н.М., Юрлова Н.И. Зараженность птиц отряда Passeriformes трематодами семейства Plagiorchiidae в бассейне оз. Чаны (юг Западной Сибири)	276
Поспехова Н.А. Тонкая морфология секреторных процессов в покровах метацистод отряда Cyclophyllidea	277
Прокофьев В.В. Влияние pH, температуры и солености воды на двигательную активность церкарий трематод. Методический аспект	279
Пронькина Н.В., Дмитриева Е.В. Внутривидовая изменчивость склеротинизированных структур прикрепительных дисков <i>Ligophorus vanbenedeni</i> и <i>L. szidati</i>	281
Прохорова Д.А., Плаксина М.П., Водясова Е.А., Дмитриева Е.В. Морфологическая и генетическая характеристики <i>Gyrodactylus flesi</i> и <i>Gyrodactylus</i> sp. от камбалы <i>Platichthys flesus</i> из морей Европы	283
Прохорова Е.Е. Иммунные реакции лёгочных моллюсков на трематодную инвазию	285
Репкин Е.А., Павлова П.А., Варфоломеева М.А., Шаварда А.Л., Гранович А.И., Мальцева А.Л. Физиологические взаимодействия в системе «паразит – хозяин» на примере трематод <i>Microphallus</i> spp. и моллюсков <i>Littorina</i> spp.	287
Рзаев Ф.Г., Гасымов Э.К., Насиров А.М. Ультраструктура гельминта <i>Heterakis dispar</i> Schrank, 1790 (Nematoda: Heterakidae)	289
Рогожин Е.А., Фролова Т.В., Извекова Г.И. Идентификация новых антимикробных белков цестоды <i>Triaenophorus nodulosus</i> – молекулярных факторов регуляции микробиомов пресноводных рыб	291
Ромашов Б.В., Бахтина А.В., Ромашова Н.Б. Особенности инвазирования карповых рыб метацеркариями описторхий (Opisthorchiidae) в бассейне Верхнего Дона	293
Ромашова Е.Б. Наиболее актуальные эктопаразитозы пушных зверей при клеточном разведении (Тверская область)	295

Ромашова Н.Б., Ромашов Б.В. Некоторые аспекты влияния климатических факторов на биоразнообразие гельминтов в популяциях млекопитающих	297
Рославцева С.А., Алексеев М.А. Активность современных инсектицидов в отношении личинок инвазивного комара <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i>	299
Роцкая У.Н., Крюков В.Ю., Косман Е.Н., Тюрин М.В., Глунов В.В. Рицино-подобный лектин LdRBLk колорадского жука <i>L. decemlineata</i> и его влияние на экспрессию генов энтомопатогенного гриба <i>M. robertsii</i>	301
Румянцева А.С., Агеев А.А., Уткузова А.М., Киреева Д.С., Игнатъева А.Н., Токарев Ю.С. Исследование инфекционных свойств нового изолята микроспоридии <i>Tubulinosema cf loxostegi</i>	303
Рыбкина Е.В., Галактионов К.В. Паразитарные сообщества трехиглой колюшки <i>Gasterosteus aculeatus</i> L. до и во время нереста рыб в Кандалакшском заливе Белого моря	304
Рысс А.Ю. Эволюция паразитарных систем ствольных фитонематод	306
Рязанова Т.В. Патогенные грибы и простейшие у крабов-литодид прикамчатских вод: потенциальные риски для аквакультуры	308
Самойлова Е.П., Григорьева Л.А., Осипова Т.Н. Северная граница ареалов европейского лесного (<i>Ixodes ricinus</i> L.) и таежного (<i>Ixodes persulcatus</i> Sch.) клещей (Acari: Ixodidae) на европейской территории России	310
Свинин А.О. <i>Strigea robusta</i> и морфологические аномалии у амфибий: история открытия и современное состояние проблемы	312
Сейидли Я.М., Насиров А.М., Рзаев Ф.Г., Бунятова К.И., Ибрагимова Н.Э. Особенности паразитофауны толстолобика (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Valenciennes, 1844) в зависимости от ее морфометрических показателей	314
Селюк А.О., Кремнев Г.А., Федоров Д.Д., Крупенко Д.Ю., Карпов С.А. Ультраструктура и жизненный цикл <i>Piridium sociabile</i> (Chrompodellida) – паразита брюхоногого моллюска <i>Vuccinum undatum</i>	315
Сербина Е.А. Изменение уровня зараженности первых промежуточных хозяев за последние четверть века (система Vithyniidae – партениты терматод)	317

Сербина Е.А., Интересова Е.А. Зараженность рыб трематодами сем. Diplostomidae в р. Томь (юг Западной Сибири)	319
Серебрякова М.К., Токмакова А.С. Влияние трематодной инвазии на клеточный состав гемолимфы <i>Planorbarius corneus</i>	321
Симакова А.В., Бабкина И.Б., Бабкин А.М. Многолетняя динамика зараженности вселенца-уклейки метацеркариями <i>Opisthorchis felineus</i> в бассейне средней Оби	322
Синкевич О.В. Фитосанитарное состояние территории Республики Карелия в отношении золотистой картофельной нематоды	324
Скобкина О.А., Кремнев Г.А., Крупенко Д.Ю. Строение и формирование цистофорных церкарий <i>Progonus muelleri</i> (Digenea, Derogenidae)	326
Смольянинова А.Р., Соловьева А.И. Дифференциальная экспрессия мобильных элементов на разных стадиях жизненного цикла трематоды <i>Himasthla elongata</i>	328
Соколова А.И., Гончар А.Г., Галактионов К.В. <i>Microphallus pseudopygmaeus</i> (Microphallidae, Digenea) – вид с необычно широкой специфичностью?	330
Соколова А.С., Фролова Т.В., Извекова Г.И. Влияние заражения трематодами <i>Aporhallus</i> sp. на некоторые физиолого-биохимические показатели моллюска <i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfeiffer, 1828)	331
Соловьева А.И., Скалон Е.К., Панюшев Н.В., Подгорная О.И. Экспрессия мобильных элементов генома на разных стадиях жизненного цикла <i>Fasciola hepatica</i> и <i>Fasciola gigantica</i>	333
Солодовник Д.А. Новые данные о видовой идентификации представителей рода <i>Metorchis</i> Looss, 1899 (Trematoda: Opisthorchiidae)	335
Старостина Е.С., Шестеперов А.А., Приданников М.В. Оценка влияния обработки земляники садовой нематодицидами на зараженность <i>Ditylenchus dipsaci</i>	336
Старунова З.И., Зайцева О.В., Старунов В.В. Проще простого: сравнение организации нервной системы паразитических личинок <i>Unio pictorium</i> и <i>Anadonta cygnea</i> (Unionidae)	339
Субботина А.О., Мартемьянов В.В., Белоусова И.А. Молекулярный метод детекции нового штамма <i>Dendrolimus sibiricus</i> Cypovirus-1 в альтернативном хозяине	341

Сусло Д.С., Довнар Д.В. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) г. Могилева (Республика Беларусь)	342
Татонова Ю.В. Первые промежуточные хозяева трематод и их влияние на микроэволюционные процессы внутри популяций паразитов	344
Теренина Н.Б., Крещенко Н.Д. <i>Dicrocoelium dendriticum</i> : окраска ТРИС-меченым фаллоидином мышц прикрепительных органов – ротовой и брюшной присосок	345
Тимофеев С.А., Шухалова А.Г., Сендерский И.В., Митина Г.В., Долгих В.В. Токсины из ядов наземных членистоногих в генетической модификации энтомопатогенных грибов и вирусов	347
Токарев Ю.С. Проблемы и перспективы массового производства энтомопатогенных микроспоридий	349
Токарев Ю.С., Дроздов К.А., Миролюбов А.А., Гордеев И.И. Поиск микроспоридий на Южном Сахалине	351
Токмакова А.С., Атаев Г.Л. Сравнительный анализ герминального материала материнских спороцист <i>Echinostoma caproni</i> и <i>Schistosoma mansoni</i>	352
Толоконникова Х.П., Томилова О.Г., Крюков В.Ю., Крюкова Н.А., Токарев Ю.С., Румянцева А.С., Алексеев А.А., Глухов В.В. Пассажи через насекомых и растения меняют физиологические свойства энтомопаразитического гриба <i>Metarhizium robertsii</i>	354
Толстогозузов А.О., Бугмырин С.В. Новые данные о встречаемости у птиц иксодовых клещей в Карелии	356
Травина О.В., Беспалая Ю.В., Аксёнова О.В., Кропотин А.В., Хребтова И.С., Кондаков А.В., Любас А.А., Соболева А.А., Вухрев И.В. Первая находка трематод <i>Opisthioglyphe ranae</i> (Digenea: Telorchiiidae) и <i>Echinostoma bolschewense</i> (Digenea: Echinostomatidae) в популяциях <i>Dreissena polymorpha</i> (Bivalvia: Dreissenidae), подтвержденная молекулярными данными	358
Уппе В.А., Водясова Е.А., Серебрякова М.К., Токмакова А.С., Дмитриева Е.В. Изучение влияния заражения грегаринами рода <i>Nematopsis</i> на физиологическое состояние мидии	360
Усманова Р.Р., Прохорова Е.Е. Генотипическое разнообразие трематод <i>Leucochloridium paradoxum</i>	361

Уткузова А.М., Игнатъева А.Н., Черткова Е.А., Крюкова Н.А., Токарев Ю.С. Изучение факторов, влияющих на развитие наездника <i>Habrobracon hebetor</i> в лабораторных условиях	363
Ушакова Е.В., Кузовлев А.С., Лопатина Ю.В. Репеллентное действие нуткатона на иксодового клеща <i>Dermacentor reticulatus</i> (Parasitiformes: Ixodidae)	365
Федоров Д.Д., Левакин И.А., Галактионов К.В. Влияния изменений рН воды на гео- и фотореакции церкарий <i>Himasthla elongata</i> (Himasthliidae) и <i>Cryptocotyle concava</i> (Opisthorchiidae) в условиях литорали Белого моря	367
Фёдорова О.А., Крестовошина К.С., Мельничук А.Д., Силиванова Е.А. Роль кровососущих двукрылых насекомых в распространении кровепаразитарных болезней сельскохозяйственных животных	369
Фролов Е.В. Гельминтозоозы рыб южного Сахалина	371
Фролова Е.В., Паскерова Г.Г., Смирнов А.В., Насонова Е.С. Морфогенетическое разнообразие мечниковеллид из грегариин полихеты <i>Ryugospio elegans</i>	374
Фролова Т.В., Извекова Г.И. Метаболическая адаптация гельминтов кишечника рыб: ингибирующая способность по отношению к протеазам у цестод <i>Triaenophorus nodulosus</i>	375
Халаимова А.В., Во Тхи Ха, Водясова Е.А., Дмитриева Е.В. Моногениеи рода <i>Calicotyle</i> от ската <i>Okamejei hollandi</i> из Вьетнама	377
Хребтова И.С., Аксёнова О.В., Кондаков А.В. Результаты изучения зараженности пресноводных моллюсков трематодами с помощью молекулярно-генетических методов	379
Хребтова И.С., Аксёнова О.В., Кондаков А.В., Воронцова М.М. Оценка зараженности трематодами пресноводных моллюсков в разнотипных водоемах Архангельской области	381
Хрисанфова Г.Г., Толстой Е.А., Воронин М.В., [Бэер С.А.], [Водяницкая С.Н.], Пономарева Н.М., Юрлова Н.И., Жукова Т.В., Семенова С.К. Полиморфизм митохондриальных генов в популяциях птичьей трематоды <i>Trichobilharzia szidati</i> (Schistosomatidae) с территории Евразии	383
Хусаинов Р.В. Цистообразующие и галловые нематоды в личных подсобных хозяйствах северо-западных регионов Европейской части России	384

<i>Цепилова И.И., Шемякова С.А.</i> Гельминтофауна диких жвачных животных природного парка «Олений» имени Юрия Петровича Лихацкого	386
<i>Чалкин А.А., Кулинич О.А., Арбузова Е.Н., Горбач В.В.</i> Опыт выделения нематод-ксилофагов методом Бермана при различных температурных режимах	388
<i>Чернякович М.Н., Нековаль С.Н., Чурикова А.К., Маскаленко О.А., Глушков С.М., Муравьев В.С.</i> Разнообразие аборигенных грибов и бактерий, выделенных из ризосферы пораженных мелойдогинозом растений	390
<i>Чистякова Л.В., Сказина М.А., Белоконь М.Е., Алексеева О.С., Корнилова О.А.</i> Видовое разнообразие инфузорий – эндобионтов редких видов непарнокопытных в условиях содержания в неволе	392
<i>Чугунова Ю.К.</i> Паразитофауна рыб в процессе формирования Богучанского водохранилища. Современное состояние	394
<i>Чурикова А.К., Нековаль С.Н., Чернякович М.Н., Маскаленко О.А., Глушков С.М., Вертий М.Н.</i> Скрининг мутантных форм томата на устойчивость к мелойдогинозу	395
<i>Шабунин А.П., Дергачева К.А., Симакова А.В.</i> Микроспоридии малярийных комаров (Diptera: Culicidae) бассейна средней Оби (Томская область)	397
<i>Шаталова Е.И., Андреева И.В., Ходакова А.В.</i> Паразитические перепончатокрылые капустной моли (<i>Plutella xylostella</i> L.) Новосибирской области	399
<i>Шестеперов А.А., Щитков Г.С.</i> Пути происхождения паразитизма у фитопаразитических животных	400
<i>Шуменко П.Г., Татонова Ю.В.</i> Использование сканирующей электронной микроскопии для поиска дифференцирующих признаков трематод <i>Metagonimus</i> (Heterophyidae)	401
<i>Щенков С.В., Денисова С.А., Лебедеков В.В., Соколов С.Г.</i> Морфология церкарий двух видов рода <i>Podocotyle</i> (Opencolidae) из литоральных моллюсков Керетского архипелага Белого моря	403
<i>Щенков С.В., Нестеренко М.А., Денисова С.А., Старунов В.В., Халтурин К.В.</i> Экспрессия родопсинов у <i>Psilotrema</i> cf. <i>simillimum</i> (Trematoda: Psilostomatidae)	404

<i>Юрахно В.М.</i> Микоспоридии рода <i>Kudoa</i> в различных систематических группах рыб мировой фауны и связанные с этим вопросы специфичности	406
<i>Юрахно В.М., Во Тхи Ха.</i> Различия в зараженности микоспоридиями рыб в Нячанге и более южных провинциях Вьетнама, Восточное море (по данным 2022 г.)	407
<i>Якимова М.Е., Еришов Н.И., Боднев С.А., Мартемьянов В.В.</i> Реассортация в геноме нового штамма <i>Surovirus-1</i> , выделенного из <i>Dendrolimus sibiricus</i>	409

ОТ ПРЕЗИДЕНТА ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Очередной VII съезд Паразитологического общества (ПО) проведен в г. Петрозаводске, где в 2003 г. состоялся III съезд ПО. Большое спасибо коллегам-петрозаводчанам за столь активную организационную деятельность. Съезды ПО за более чем 30-летнюю историю Общества (основано 21 октября 1992 г.) стали крупнейшими в России форумами паразитологов самых различных профилей – от морфологов и экологов до молекулярных биологов и иммунологов. Столь высокое «биоразнообразие» участников съездов позволяет представить общую картину достижений отечественных паразитологов, способствует налаживанию междисциплинарных связей, установлению контактов между коллегами, работающими в разных областях и в разных географических регионах.

В этом отношении не стал исключением и VII съезд ПО, материалы которого составляют настоящий сборник. В него вошли тезисы пленарных и секционных устных докладов и постеров, посвященные общим проблемам паразитологии, аспектам экологической и эволюционной паразитологии, особенностям взаимоотношений в системах паразит – хозяин, морфофункциональной организации паразитов. Особое внимание уделено биологическим основам медицинской и ветеринарной паразитологии, паразитам растений, переносчикам трансмиссивных заболеваний и влиянию климатических изменений на паразитарную компоненту экосистем, включая и распространение патогенов. В целом сборник дает срез современного состояния паразитологии в России и, надеюсь, будет способствовать широкой презентации научных достижений коллег.

К.В. Галактионов

ПАЗАРТЫ РЫБ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

Авдеева Е.В., Заостровцева С.К., Евдокимова Е.Б.

*Калининградский государственный технический университет,
Советский пр., 1, Калининград, 236000 Россия,
elena.avdeeva@klgtu.ru, zaostrov@klgtu.ru*

В Калининградской области сотрудниками ФГБНУ Атлант-НИРО проводятся работы по искусственному воспроизводству молоди сига в экспериментальном рыбноводном цеху, расположенном на Куршской косе. Молодь ежегодно выпускается в залив в рамках компенсационных мероприятий.

В паразитофауне рыб водоемов Калининградской области обнаружены паразиты с прямым и со сложным циклами развития, которые могут перейти от паразитирования на своих хозяевах на нового хозяина – сига.

Для сиговых рыб опасность представляют инфузории (хилодонеллы, триходины, ихтиофтириусы), моногенеи родов *Dactylogyrus*, *Tetraonchus*, трематоды рода *Diplostomum*, нематода *Cystidicola farionis*, паразитические ракообразные родов *Ergasilus*, *Caligus*.

В Куршском заливе встречаются паразиты рыб, имеющие эпизоотическое значение. Это цестода *Diphyllbothrium latum* и трематода *Opisthorchis felineus*, интенсивность заражения рыб ими единичная. Также опасность представляют метацеркарии трематод: *Paracoenogonimus ovatus* и *Apophallus muehlingi*. Метацеркарии *Paracoenogonimus ovatus* поражали плотву с экстенсивностью инвазии 86 %, густеру – 78 %, *Apophallus muehlingi* поражали язя с экстенсивностью инвазии 67 %.

Для угря опасность представляет нематода *Anguillicola crissum*, которая паразитирует в плавательном пузыре, а при разрыве его – в полости тела угря. Это крупный гельминт сероватого цвета. Данная нематода – вселенец в паразитофауну

рыб залива. Вызывает воспалительный процесс плавательного пузыря и внутренних органов. Оказывает сильное механическое и токсическое воздействие на хозяина. Паразит приводит к снижению темпа роста и массы хозяина, портит товарные качества этой ценной промысловой рыбы.

Сильное заражение, сопровождаемое разрывом плавательного пузыря, может привести к гибели угря. Если будут осуществляться компенсационные мероприятия по выпуску угря в Куршский залив или в озеро Виштынецкое, это может привести к возникновению эпизоотий.

FISH PARASITES DANGEROUS TO FISH CAPACITY IN NATURAL RESERVOIRS OF THE KALININGRAD REGION

Avdeeva E.V., Zaostroveva S.K., Evdokimova E.B.

Potentially dangerous parasites have been found in fish from the water bodies of the Kaliningrad region. These need to be considered when implementing compensatory measures to increase fish capacity. Among these parasite species are trichodinans, monogeneans, trematodes, nematodes, and parasitic crustaceans. Particular attention should be given to monitoring the extent of infection with opisthorchid larvae, which pose a health risk to humans.

УДК 595.772

ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫЕ – ПАРАЗИТЫ ПРЕИМАГИНАЛЬНЫХ ФАЗ РАЗВИТИЯ СЛЕПНЕЙ (DIPTERA, TABANIDAE)

Агасой В.В.

*Псковский государственный университет, пл. Ленина, 2, Псков,
180000 Россия, agasoi_87@mail.ru*

В целях изучения фауны, биологии и экологии слепней Псковской области с мая по июль 2023 г. проводили сбор преимагинальных фаз табанид. Личинок и куколок собирали на берегу стоячего

эвтрофного водоема в районе д. Молоди (58.025701° N, 28.699875° E) и на окраине низинного болота вблизи д. Аннинское (56.119777° N, 28.417975° E). Сбор кладок слепней осуществляли по берегам стоячего эвтрофного водоема в окрестностях д. Молоди. Собранных личинок и куколок поодиночке помещали в пластмассовые контейнеры объемом 100–120 мл, на дно которых размещали субстрат с места сбора и наливали воду до уровня 10–15 мм от дна. Яйцекладки вместе с участком растения, на котором они располагались, помещали в пластмассовые пробирки объемом 50 мл, в которые наливали 5,0–7,5 мл воды. Отверстие стакана и пробирки затягивали бязью и закрепляли резинкой. Емкость с исследуемыми преимагинальными фазами располагали в лаборатории при комнатной температуре и естественной освещенности.

В процессе наблюдений часть личинок и куколок погибла. При этом среди погибших куколок, принадлежащих к виду *Hybomitra muehlfeldi*, два экземпляра оказались заражены наездником *Diglochis* sp. В контейнерах с этими куколками было обнаружено 28 и 39 экземпляров имаго *Diglochis* sp. Среди собранных 50 яйцекладок более половины (29) оказались зараженными яйцеедами. Зараженность яиц колебалась в пределах от 18 до 60 % от общего количества яиц в кладке (в среднем зараженность яиц составила 33,4 %). Вылет перепончатокрылых из зараженных яиц происходил через 6–10 дней после вылупления личинок из интактных яиц. Большинство вылетевших перепончатокрылых относились к яйцеедам *Telenomus* sp. Две яйцекладки оказались заражены двумя видами яйцеедов. В них помимо *Telenomus* sp. были обнаружены 6 экземпляров имаго *Trichogramma* sp.

Таким образом, на территории Псковской области встречаются наездники и яйцееды, паразитирующие на преимагинальных стадиях слепней. Поскольку процент заражения ими достаточно высокий, то наездников и яйцеедов можно рассматривать как естественный фактор, ограничивающий количество вылетающих слепней. Детальное изучение биологии перепончатокрылых – паразитов преимагинальных фаз слепней могло бы помочь в разработке методов биологической борьбы с табанидами как потенциальными переносчиками болезней, опасных для человека и сельскохозяйственных животных.

HYMENOPTERA – PARASITES OF THE PREIMAGINAL PHASES OF THE DEVELOPMENT OF HORSEFLIES (DIPTERA, TABANIDAE)

Agasoï V.V.

Diglochis sp. riders were found in the larva and pupa of *Hybomitra muehlfeldi*. The eggs of horseflies are infected with the egg-eating *Telenomus* sp. and sometimes egg-eating *Trichogramma* sp.

УДК 57.055

КОМПЛЕКСЫ ПАРАЗИТОИДОВ И ИХ РОЛЬ В КОНТРОЛЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ *DENDROLIMUS SIBIRICUS* (LEPIDOPTERA: LASIOCAMPIDAE) В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Агеев А.А.¹, Астапенко С.А.¹, Головина А.Н.¹, Кириченко Н.И.²

¹ Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии», Крупской, 42, Красноярск, 660062 Россия, ageevaa@firescience.ru

² Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», ул. Академгородок, 50/28, Красноярск, 660036 Россия

Сибирский шелкопряд, *Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov, 1908 (Lepidoptera: Lasiocampidae), – опасный вредитель таежных лесов Сибири и Дальнего Востока. Основным способом борьбы с вредителем остается применение инсектицидов. В природе же не последнюю роль в регулировании численности *D. sibiricus* играют паразитические насекомые. Знания об их видовом разнообразии, распространении, численности, особенностях биоэкологии важны для биоконтроля шелкопряда.

На основе литературных данных, накопленных за последнее столетие, и собственных полевых исследований в очагах и резервуарах сибирского шелкопряда в регионах азиатской России обобщены данные о региональных особенностях комплексов паразитоидов и их роли в популяционной динамике сибирского шелкопряда.

Комплекс паразитоидов *D. sibiricus* насчитывает порядка 93 видов из 12 семейств из отряда Hymenoptera и 1 семейство из Diptera. Среди них 17 видов определены нами с помощью ДНК-баркодинга. Ключевыми, способными вносить вклад в регуляцию численности вредителя, можно считать 6 видов из родов *Telenomus*, *Masicera*, *Aleiodes*, *Ooencyrtus*, *Cotesia* и *Trichogramma*. В отдельные годы они способны приводить к гибели до 90 % особей сибирского шелкопряда в его очагах.

Требуется уточнение ареалов распространения основных видов паразитоидов, анализ микроклиматических и лесорастительных особенностей их стадий. Полученные результаты необходимы для эффективного развития направления биологической защиты лесных насаждений от *D. sibiricus*.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФ (№ 22-16-00075).

PARASITOID COMPLEXES AND THEIR ROLE IN THE CONTROL OF *DENDROLIMUS SIBIRICUS* (LEPIDOPTERA: LASIOCAMPIDAE) POPULATIONS IN THE ASIAN PART OF RUSSIA

Ageev A.A., Astapenko S.A., Golovina A.N., Kirichenko N.I.

The Siberian moth, *Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov, 1908 (Lepidoptera: Lasiocampidae), is a devastating coniferous pest in Siberia and the Russian Far East. Based on the literature information accumulated during the previous century and our own field studies performed in 2018–2023 in several Siberian regions, we summarized data about parasitoid complexes and their role in the pest control in the Asian part of Russia. Overall, about 93 species of parasitoids from 12 families from the order Hymenoptera and 1 families (Diptera) attack *D. sibiricus*. Among them, 17 species have been identified by us using DNA barcoding. Six parasitoids from the genera *Telenomus*, *Masicera*, *Aleiodes*, *Ooencyrtus*, *Cotesia*, and *Trichogramma* can be considered as the key species capable to control the pest. In some years, they can lead to the death of up to 90 % of Siberian moth individuals in its foci.

The study is supported by the Russian Science Foundation (grant No. 22-16-00075).

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ФАУНЕ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA, CULICIDAE) КАРЕЛИИ

Айбулатов С.В.^{1,2}, Халин А.В.^{1,2}, Кочерова Н.А.², Беспятова Л.А.², Федоров Д.Д.¹, Бугмырин С.В.²

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, s.v.aibulatov@gmail.com

² Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, sbugmyr@mail.ru

Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) – преобладающий компонент комплекса гнуса на территории северо-запада РФ. Важность их изучения определяется участием комаров в циркуляции возбудителей ряда опасных заболеваний. Основные сведения по комарам были получены в Карелии еще в 1950–1970-х гг., что определяет необходимость актуализации современных данных по их географическому распространению и видовому составу. В 2023 г. были проведены сборы комаров (личинок, зимующих и активных имаго) на территории Беломорского, Кондопожского, Костомукшского ГО, Лахденпохского, Лоухского, Муезерского, Олонецкого, Питкярантского, Прионежского, Пряжинского, Пудожского, Сортавальского, Суоярвского р-нов Карелии. Личинок собирали в постоянных и временных водоемах с различной степенью освещенности; самок отлавливали с использованием ловушек Кришталя и MosquitoMagnet. Мониторинг нападающих самок проводился еженедельно с мая по сентябрь в среднетаежной подзоне Карелии (д. Гомсельга, Кондопожский р-н). В результате сборов личинок и имаго обнаружено 15 видов сем. Culicidae: *Anopheles maculipennis* s. l.; *Aedes cinereus* Meigen, 1818; *A. cantans* (Meigen, 1818); *A. excrucians* (Walker, 1856); *A. communis* (De Geer, 1776); *A. diantaeus* Howard, Dyaret Knab, 1913; *A. intrudens* Dyar, 1919; *A. pionips* Dyar, 1919; *A. punctor* (Kirby, 1837); *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889); *Culex pipiens* Linnaeus, 1758; *C. torrentium* Martini, 1925; *Culiseta alaskaensis* (Ludlow, 1906); *C. bergrothi* (Edwards, 1921) и *C. morsitans* (Theobald, 1901). В целом видовой

состав комаров типичен для таежной зоны северо-запада России. Для некоторых видов получены новые сведения о географическом распространении. Так, регистрация самок *Coquillettidia richiardii* в окрестностях оз. Западное (65.02° N, 30.33° E) на сегодняшний день является самой северной находкой в России представителей рода *Coquillettidia* (и трибы Mansoniini в целом).

Работа выполнена при поддержке РФФ (№ 23-14-20020).

NEW DATA ON THE MOSQUITO FAUNA (DIPTERA, CULICIDAE) OF KARELIA

**Aibulatov S.V., Khalin A.V., Kocherova N.A., Bespyatova L.A.,
Feodorov D.D., Bugmyrin S.V.**

Mosquitoes (Diptera, Culicidae) are important bloodsucking dipterans in northwestern Russia and studying them is relevant as some mosquito species transmit pathogens. In 2023 we started sampling mosquitoes in Karelia. Larvae were collected in permanent and temporary water bodies, including shaded and open ones; females were captured using a Krishtal or a MosquitoMagnet trap. Counts of the females attacking the collector were conducted weekly from May through September in the middle taiga subzone of Karelia. Fifteen mosquito species were recorded in Karelia: *Anopheles maculipennis* s. l.; *Aedes cinereus* Meigen, 1818; *A. cantans* (Meigen, 1818); *A. excrucians* (Walker, 1856); *A. communis* (De Geer, 1776); *A. diantaeus* Howard, Dyar et Knab, 1913; *A. intrudens* Dyar, 1919; *A. pionips* Dyar, 1919; *A. punctor* (Kirby, 1837); *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889); *Culex pipiens* Linnaeus, 1758; *C. torrentium* Martini, 1925; *Culiseta alaskaensis* (Ludlow, 1906); *C. bergrothi* (Edwards, 1921), and *C. morsitans* (Theobald, 1901). In large part the mosquito fauna is specific to the taiga of northwestern Russia, but new data on the distribution of some species were obtained. For example, the record of female *Coquillettidia richiardii* near Lake Zapadnoye (65.02° N, 30.33° E) is the northernmost for the genus *Coquillettidia* Dyar, 1904 in Russia.

The studies were supported by the Russian Science Foundation (grant No 23-14-20020).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИИ ЭКСТЕРН И ИХ РОЛЬ В ТРАНСПОРТЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГРУППЫ RHIZOSERPHALA

Арбузова Н.А.¹, Лянгузова А.Д.¹, Матач Д.А.¹, Миролубов А.А.²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия

Циркуляторные системы, необходимые для транспорта внутри организма и интеграции отдельных его частей, характерны для большинства Metazoa. К сожалению, организация таких систем у паразитических организмов до сих пор слабо изучена.

Одним из примеров сильно видоизмененных паразитов являются корнеголовые ракообразные (Cirripedia: Rhizosephala). Тело взрослой эндопаразитической самки состоит из двух отделов. В гемоцеле хозяина расположена интерна – система столонов, которые поглощают питательные вещества и транспортируют их ко второму отделу тела – экстерне. Последняя вынесена за пределы тела хозяина и выполняет репродуктивную функцию. Просвет столонов интерны через стебелек соединен с лакунарной системой экстерны; совокупность этих полостей, по-видимому, и является циркуляторной системой корнеголовых. Однако механизмы транспорта у этих животных остаются неизученными. У большинства корнеголовых экстерны обладают развитой мускулатурой и способны сокращаться. Как считается, это необходимо для вентиляции мантийной полости с развивающимися личинками. Мы предполагаем, что эти сокращения важны также и для перемещения жидкости по лакунам экстерны.

Целью нашей работы были визуализация и описание мышечной и лакунарной систем у трех видов ризоцефал: *Peltogasterella gracilis* (сем. Peltogasterellidae), *Polyascus polygeneus* (сем. Polyascidae) и *Lernaediscus rybakovi* (сем. Peltogastridae). Эти три вида корнеголовых относятся к разным семействам, обладают

разными размерами и формой экстерн. По всем видам были получены данные конфокальной микроскопии и компьютерной микротомографии. Вероятно, мышечная система экстерны эволюционно пластична, и ее строение больше зависит от формы и размера экстерны у конкретного вида, а не от филогенетического положения. Нами также было описано мышечное утолщение в основании экстерны *P. gracilis*, которое может играть роль пропульсаторного органа. Пространственная организация лакунарной системы у разных видов в основном связана с общей морфологией экстерны. Однако часть этой системы, связанная с «яичником», более консервативна в строении и схожа у филогенетически близких видов.

Наши результаты позволяют получить предварительные представления о том, как может происходить транспорт питательных веществ в теле корнеголовых.

COMPARATIVE ANALYSIS OF EXTERNAE MORPHOLOGY AND THEIR ROLE IN NUTRIENT TRANSPORT IN RHIZOCEPHALA (CRUSTACEA: CIRRIPIEDIA)

Arbuzova N.A., Lianguzova A.D., Matach D.A., Miroljubov A.A.

Organisation of circulatory systems in different organisms is one of the key aspects of functional morphology. Unfortunately, it is still poorly studied in highly modified parasites. We have visualised lacunar and muscular systems in the externae of three rhizocephalan species. Obtained results could elucidate the transport mechanisms in rhizocephalans.

**РОЛЬ МОЛЛЮСКОВ *SUCCINEA PUTRIS*
В ПОДДЕРЖАНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТРЕМАТОД
*LEUCOCHLORIDIUM PARADOXUM***

Атаев Г.Л., Усманова Р.Р., Токмакова А.С.

*Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург,
191186 Россия, атаев.gennady@gmail.com*

На основании результатов исследования развития трематод *Leucochloridium paradoxum* в природе и лабораторных условиях, а также многолетнего мониторинга зараженности моллюсков *Succinea putris* составлена схема реализации жизненного цикла этого вида в условиях Северо-Запада России и Белоруссии. В ходе изучения внутримоллюскового развития *L. paradoxum* установлено, что разветвленные спороцисты с окрашенными отростками относятся к дочернему поколению партенит, а паразитическая фаза развития материнских спороцист у этого вида отсутствует.

Инвазия трематодами *L. paradoxum* как окончательных (различные птицы), так и промежуточных (моллюски *S. putris*) хозяев происходит с конца апреля до начала сентября. На протяжении холодного периода птицы освобождаются от инвазии, однако партениты в моллюсках сохраняются до весны в состоянии, в котором ушли на зимовку. Соответственно, в зараженных улитках в конце апреля – начале мая обнаруживаются разновозрастные спороцисты, относящиеся к разным когортам.

Первую когорту составляют спороцисты, сформированные в конце июля – августе. До похолодания они не успевают достичь зрелости и на зимовку уходят на стадии ювенили. Их созревание происходит в начале лета следующего года, и именно они обеспечивают основное заражение птиц в июне – июле, а затем погибают в августе.

Если спороцисты начали свое развитие в начале лета, то они составляют вторую когорту. В августе они достигают стадии зрелости

и обеспечивают заражение птиц в конце лета – начале осени. На зимовку они уходят на различной стадии дегенерации. Тем не менее до весны спороцисты второй когорты могут сохранять окрашенные отростки с инвазионными метацеркариями, которыми в мае заражаются птицы. Уже через 2–3 недели мариты массово откладывают яйца, которыми заражаются моллюски.

Таким образом, в условиях Северо-Запада именно промежуточные хозяева – моллюски *S. putris* – играют в жизненном цикле трематод *L. paradoxum* депонирующую роль. На протяжении зимнего сезона в улитках сохраняются инвазионные дочерние спороцисты с отростками. Последними и заражаются в начале теплого сезона как зимующие, так и перелетные птицы.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Министерства Просвещения РФ (№ проекта VRFY-2023-0009).

THE ROLE OF THE *SUCCINEA PUTRIS* MOLLUSC IN MAINTAINING THE LIFE CYCLE OF THE *LEUCOCHLORIDIUM PARADOXUM* TREMATODES

Ataev G.L., Usmanova R.R., Tokmakova A.S.

The life cycle of *Leucochloridium paradoxum* trematodes has been studied. The depositing role of *Succinea putris* snails in its preservation during the winter period has been established. In spring, migratory and wintering birds become infected with metacercariae from sporocysts that survive in snails during the cold season.

The research was supported by the Ministry Education of the Russian Federation (project No. VRFY-2023-0009).

**МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ ГЕНОМ ТРЕМАТОДЫ
AZYGIA ROBUSTA ODHNER, 1911, ЕЕ НОВЫЙ
ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ХОЗЯИН НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ
РОССИИ И ОСОБЕННОСТИ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ
СВЯЗЕЙ ВНУТРИ DIGENEA**

Атопкин Д.М.^{1,2}, Семенченко А.А.¹, Солодовник Д.А.¹,
Ивашко Я.И.¹

¹ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159/1,
Владивосток, 690022 Россия

² Институт мирового океана, Дальневосточный федеральный
университет, пос. Аякс, 10, Владивосток, 690922 Россия

Трематоды семейства Azygiidae Lühe, 1909 являются группой с неопределенным таксономическим статусом. Данную группу выделяют как подотряд Azygiata La Rue, 1957, как отряд Azygiida Odening, 1963 и также как надсемейство Azygioidea Lühe, 1909. Однако последние филогенетические исследования полноразмерных митогеномов Digenea Carus, 1863 показали, что Azygiidae являются базальной ветвью для большинства групп трематод, кроме Schistosomatidae Stiles & Hassall, 1898. Для уточнения таксономического положения азигиид необходимо использовать больший набор данных, поэтому нами с помощью метода NGS были получены полноразмерные последовательности мтДНК двух особей *Azygia robusta*. Взрослые черви были извлечены из естественно зараженных лососевых рыб: *Hucho taimen* (Pallas, 1773) (р. Арму, Приморский край) и *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) (р. Самарга, Приморский край), причем *P. perryi* впервые зафиксирован как окончательный хозяин *A. robusta*.

Новые результаты филогенетического анализа показали, что Azygiidae занимает базальное положение ко всем группам Digenea и может рассматриваться как самостоятельный отряд. При этом, вероятно, при добавлении новых данных в анализ таксономическое

положение и статус Azygiidae снова могут измениться. Поэтому вопрос таксономии данной группы остается открытым и требует дополнительных исследований.

Работа поддержана Российским научным фондом: проект № 22-24-00896.

**MITOCHONDRIAL GENOME OF THE TREMATODE
AZYGIA ROBUSTA ODHNER, 1911, ITS NEW
DEFINITIVE HOST FROM THE RUSSIAN FAR EAST,
AND PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS WITHIN DIGENEA**

Atopkin D.M., Semenchenko A.A., Solodovnik D.A., Ivashko Y.I.

Trematodes of the family Azygiidae Lühe, 1909 are a group with uncertain taxonomic status. This group is distinguished as the suborder Azygiata La Rue, 1957, as the order Azygiida Odening, 1963, and also as the superfamily Azygioidea Lühe, 1909. However, recent phylogenetic studies using Digenea Carus, 1863 complete mitochondrial genomes data have shown that Azygiidae is the basal lineage for most trematode groups, except Schistosomatidae Stiles & Hassall, 1898. To clarify the taxonomic position of azygiids, it is necessary to use a larger data set, therefore, using the NGS method, we obtained mitochondrion sequences of two individuals of *Azygia robusta*. Adult worms were collected from two naturally infected salmonids, *Hucho taimen* (Pallas, 1773) (the Armu River, Primorsky Krai) and *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) (the Samarga River, Primorsky Krai). Noted that *P. perryi* recorded as the definitive host of *A. robusta* for the first time.

New results of phylogenetic analysis have shown that Azygiidae occupies a basal position to all groups of Digenea and can be considered as an independent order. At the same time, it is likely that when new data are added to the analysis, the taxonomic position and status of Azygiidae may change again. Therefore, the question of the taxonomy of this group remains open and requires additional research.

This study was supported by Russian Scientific Foundation, project No. 22-24-00896.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛНОГО МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА *ASPIDOGASTER IJIMAI* И ПЕРВАЯ ОЦЕНКА ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ *ASPIDOGASTREA* (PLATHYHELMINTHES: NEODERMATA: TREMATODA) ПО МИТОГЕНОМНЫМ ДАННЫМ

Атопкин Д.М.^{1,2}, Солодовник Д.А.¹, Семенченко А.А.¹, Урабе М.³, Соколов С.Г.⁴

¹ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159/1, Владивосток, 690022 Россия, info@biosoil.ru

² Институт мирового океана, Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, 10, Владивосток, 690922 Россия

³ Департамент экосистемных исследований, Школа экологических наук, Университет Префектуры Сига, Хиконэ, Япония

⁴ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский пр., 33, Москва, 11907 Россия

Методом высокопроизводительного секвенирования на платформе Ion S5 впервые получены данные о первичной нуклеотидной последовательности полного митохондриального генома представителя *Aspidogastrea* – *Aspidogaster ijimai* Kawamura, 1915 от сазана *Cyprinus carpio* s. lato из канала около озера Бива, Япония. Корректировка нуклеотидных последовательностей отдельных фрагментов выполнялась с помощью метода секвенирования ДНК по Сэнгеру с применением набора видоспецифических праймеров, разработанных для данного исследования. Длина митохондриального генома *A. ijimai* составила 13429 п. н., его последовательность включала 12 белок кодирующих генов, 22 гена тРНК, 2 гена рРНК и две некодирующие области (NCRs). Расположение белок кодирующих генов и генов тРНК относительно друг друга не отличалось от такового для остальных *Digenea*, исключая *Schistosomatidae*. Уникальная особенность структуры мт-генома *A. ijimai* заключалась в расположении одной из некодирующих областей (NCR1) между генами *nad4* и *tRNA-Gln*. Также к особенностям мт-генома *A. ijimai* можно отнести специфическую

структуру генов *tRNA-Ser1* и *tRNA-Trp*. Филогенетические связи *A. ijimai* с разными представителями Neodermata реконструированы по данным объединенных аминокислотных последовательностей, а также объединенных генов рРНК и тРНК. Результаты обсуждаются.

Работа поддержана грантом РФФ № 22-24-00896.

CHARACTERIZATION OF COMPLETE MITOCHONDRIAL GENOME OF *ASPIDOGASTER IJIMAI* (PLATYHELMINTHES: TREMATODA) AND PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS OF *ASPIDOGASTREA* BASED ON MITOGENOMIC DATA

Atopkin D.M., Solodovnik D.A., Semenchenko A.A., Urabe M., Sokolov S.G.

The complete mitochondrial genome of *Aspidogaster ijimai* from Japan was generated with the NGS technique on the basis of the Ion S5 platform. The mt-genome of *A. ijimai* was 13429 bp in length and has a structure that is usual for most digeneans. Phylogenetic relationships were reconstructed on the basis of amino acid and rRNA+tRNA gene sequences.

УДК 595.122

ВЛИЯНИЕ ЗАРАЖЕНИЯ ТРЕМАТОДАМИ НА СЕРДЕЧНУЮ АКТИВНОСТЬ МОРСКОГО МОЛЛЮСКА *LITTORINA LITTOREA* L.

Бахмет И.Н.¹, Николаев К.Е.², Смуров А.О.², Екимов Д.А.³

¹ Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, igor.bakhtmet@gmail.com

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, gal@zin.ru

³ Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия

Исследования отношений паразит – хозяин в системе «моллюски – партениты трематод» проводились с использованием самых различных методик – от классических морфологических

до молекулярно-биологических. Работы, направленные на оценку уровня метаболизма зараженных и незараженных моллюсков, с применением методики оценки скорости потребления кислорода (Berger, 1976) выполнялись только в лабораторных условиях. Оценка скорости роста (Mouritsen, Jensen, 1994; Taskinen, 1998) и уровня смертности (Jokela et al., 1999; Montaudouin et al., 2003) требовала достаточно длительных наблюдений. В последние десятилетия был разработан и стал активно применяться метод неинвазивной регистрации сердечной активности беспозвоночных (Depledge, Andersen, 1990). Данная методика была с успехом апробирована при оценке влияния как абиотических, так и биотических факторов на метаболическую активность различных видов беспозвоночных (Marshall, McQuaid, 1993, 1994). Работы выполнялись в июле 2019 г. на базе Беломорской биологической станции Зоологического института РАН «Мыс Картеш» (губа Чупа, Кандалакшский залив, Белое море). В качестве объекта исследования были выбраны брюхоногие моллюски *Littorina littorea* L., 1758 (Caenogastropoda: Littorinidae), зараженные партенитами трематод *Himasthla elongata* и *Cryptocotyle lingua*. Перед началом лабораторного опыта к литоринам на раковины были приклеены датчики CNY70 (VishnaySemiconductors, PA, USA) в районе, соответствующем расположению перикарда. Регистрацию сердечной ритмики осуществляли в течение 25 часов в непрерывном режиме. После лабораторных исследований все моллюски помещались в средней зоне каменистой литорали. Через трое суток начинали регистрацию сердечной активности литорин, которая выполнялась в постоянном режиме в течение 54 часов.

Сердечная активность средних показателей моллюсков, зараженных *C. lingua*, была достоверно ниже ЧСС незараженных. В случае же *H. elongata* было отмечено разделение моллюсков на две группы: первая (N = 5) характеризовалась показателями ЧСС, достоверно не отличающимися от сердечной активности контрольных литорин. У второй же (N = 4) ЧСС была достоверно ниже, чем у незараженных моллюсков. Еще одно серьезное отличие между сердечной активностью различных групп моллюсков заключается во внутригрупповой дисперсии показателей ЧСС, которая была значительно выше именно у зараженных литорин.

В полевых условиях характерной чертой сердечной активности литорин являлось резкое понижение ЧСС по время осушки и подъем в прилив. У пяти литорин, зараженных *H. elongata*, сердечная активность была синхронизирована с отливно-приливной волной (аналогично контрольным животным). В то же время сердечная ритмика четырех моллюсков достоверно не изменялась во время осушки или прилива и находилась на одном уровне. Среди литорин, зараженных *C. lingua*, у трех моллюсков показатели ЧСС коррелировали с отливно-приливной волной; у трех животных сердечная активность достоверно не изменялась на всем протяжении регистрации; у одной литорины сердечные сокращения аperiodически прекращались. Результаты исследований обсуждаются с точки зрения степени повреждающего эффекта.

EFFECTS OF TREMATODE INFECTIONS ON THE CARDIAC ACTIVITY OF A MARINE GASTROPOD *LITTORINA LITTOREA* L.

Bakhmet I.N., Nikolaev K.E., Smurov A.O., Ekimov D.A.

The knowledge of physiological mechanisms of the relationships between the molluscan hosts and the trematode parthenitae is very limited. In this study, we estimated the cardiac function of gastropods *Littorina littorea* L., 1758 (Caenogastropoda: Littorinidae) infected with *Himasthla elongata* (Mehlis, 1831) (family Himasthlidae) and *Cryptocotyle lingua* (Creplin, 1825) Fiscoeder, 1903 (family Heterophyidae) under the laboratory conditions and in situ. The heart rate (HR) in the infected periwinkles was significantly lower than in the uninfected ones, both in the laboratory and in situ. We showed for the first time that HR of the uninfected periwinkles in the natural environment followed a clear tidal pattern, with high HR at high tide and low HR at low tide. However, HR in most of the infected molluscs did not follow this rhythm. The decrease in HR was more pronounced in the periwinkles infected with *C. lingua* than with *H. elongata*. Thus, infection with *C. lingua* had a greater effect on the physiology and metabolic rate of periwinkles than the infection with *H. elongata*. Our results indicate that the cardiac activity may be a promising indicator in studies dealing with the influence of parasites on the organism of their molluscan hosts.

ГИБРИДЫ КЛЕЩЕЙ *IXODES RICINUS* – *I. PERSULCATUS* (ACARI, IXODIDAE) КАК ПЕРЕНОСЧИКИ ВИРУСА КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА

Белова О.А., Полиенко А.Е., Карганова Г.Г.

ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), поселение Московский, посёлок Института полиомиелита, вл. 8, к. 1, Москва, 108819 Россия, mikasusha@bk.ru

Эволюция вируса клещевого энцефалита (ВКЭ), одного из наиболее актуальных арбовирусов в Европе и Азии, привела к формированию трех стабильных субтипов, ассоциированных с определенным видом переносчика: Европейский субтип приурочен к клещам *Ixodes ricinus* (L. 1758), а Сибирский и Дальневосточный субтипы – к *I. persulcatus* Sch. 1930. Ареалы указанных видов клещей образуют обширную зону симпатрии на Восточно-Европейской равнине и в странах Балтии. Ранее была доказана возможность спаривания клещей *I. ricinus* и *I. persulcatus* с дальнейшим появлением стерильных гибридов, а также показано существование гибридных особей в природе. Гибридизация клещей может повлиять не только на распространение клещей, но и на свойства природных очагов арбовирусных инфекций, в частности КЭ. В данной работе проанализирована эффективность передачи ВКЭ от зараженных мышей личинкам и нимфам *I. ricinus*, *I. persulcatus* и их гибридам, а также эффективность трансфазовой передачи (личинка – нимфа – имаго) у перечисленных групп иксодид.

В опытах использовались гибридное потомство от скрещивания самок *I. persulcatus* с самцами *I. ricinus* и штаммы Сибирского и Европейского субтипов ВКЭ. Было показано, что после питания на зараженных ВКЭ мышах зараженность клещей вирусом снижается с течением времени, однако после линьки зараженных клещей отмечалась обратная тенденция. Для гибридных

особей наблюдалась наиболее высокая зараженность и количество копий РНК ВКЭ Сибирского субтипа при восприятии вируса от зараженных мышей. Эффективность трансфазовой передачи обоих субтипов ВКЭ была сходной у гибридов и родительских видов. После второй трансфазовой передачи существенное увеличение доли зараженных клещей было отмечено только при специфичном сочетании субтипа вируса с характерным видом клещей. Полученные данные демонстрируют возможные особенности циркуляции ВКЭ в зоне симпатрии клещей *I. ricinus* и *I. persulcatus*.

HYBRIDS OF *IXODES RICINUS* – *I. PERSULCATUS* TICKS (ACARI, IXODIDAE) AS VECTORS OF THE TICK-BORNE ENCEPHALITIS VIRUS

Belova O.A., Polienko A.E., Karganova G.G.

It has previously been shown that crossing between *I. ricinus* (L. 1758) and *I. persulcatus* Sch. 1930 is possible, with the appearance of sterile hybrids. In the present study, the effectiveness of tick-borne encephalitis virus (TBEV) transmission from infected mice to larvae and nymphs and trans-stadial transmission in *I. ricinus*, *I. persulcatus*, and hybrids was analysed. A hybrid generation from the crossing of *I. persulcatus* females and *I. ricinus* males was bred, and the Siberian and European TBEV subtypes were used. After feeding on infected mice, virus prevalence in engorged ticks decreased over time, and after molting, the opposite was true. In hybrids the highest acquisition effectiveness and RNA copy numbers during Siberian subtype transmission was observed. After the second trans-stadial TBEV transmission, a significant increase in ticks' infection rates was observed only in specific subtype-tick combination. Our data demonstrate the possible features of TBEV circulation in the *I. ricinus* and *I. persulcatus* sympatry area.

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ СИСТЕМАТИКА
И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ТРЕМАТОД
НАРЛОРОРИДАЕ (DIGENEA)
ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО РЕГИОНА**

Белодед А.Ю., Атопкин Д.М.

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022 Россия, info@biosoil.ru*

На основе морфологических и молекулярных данных восстановлен род *Parasaccocoelium* с переописанием типового вида *P. mugili* и выделением двух новых видов, *P. hametochelium* n. sp. и *P. polyovum* n. sp., от кефалей Приморского края.

Выполнено переписание и генотипирование типового вида рода *Skrjabinolecithum* – *S. spasskii*, проанализирована генетическая изменчивость трематод этого вида на территории юга ДВР и Вьетнама. Показано, что трематоды *S. spasskii* из разных локаций юга ДВР и Вьетнама обладают специфическими вариантами последовательностей рДНК и претендуют на статус отдельных видов. В пределах рода также описано два новых для науки вида, *S. pyriforme* и *S. spinosum*.

Восстановлен род *Paraunisaccoides* и выделено два новых вида трематод в составе рода *Unisaccus* для гельминтофауны кефалей Вьетнама.

Показано, что видовые и родовые молекулярные характеристики в пределах Нарлорориде на фоне морфологических различий в основном неоднородны и не могут быть сведены к строгим границам значений показателей.

Результаты анализа филогенетических связей по данным секвенирования гена 28S рРНК показывают, что ареалы трематод выделяемых подсемейств Нарлорориде в основном приурочены к определенным зоогеографическим областям, а также указывают на наличие ближайших общих предковых форм для географически удаленных групп трематод. Выявлены терминальные

группы гаплопорид, объединяющих разные виды трематод, специфических как к эвригалинным (Mugilidae), так и пресноводным рыбам Cyprinidae и Cichlidae, что подтверждает гипотезу о ключевой роли кефалевых рыб в дивергенции гаплопорид, специфичных представителям эстуарной и пресноводной ихтиофаун.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 22-24-00896.

MOLECULAR SYSTEMATICS AND PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS OF TREMATODES HAPLOPORIDAE (DIGENEA) OF THE EAST ASIAN REGION

Beloded A.Yu., Atopkin D.M.

The genus *Parasaccocoelium* was restored with a redescription of the type species – *P. mugili*. A redescription and genotyping of the type species of the genus *Skrjabinolecithum*, *S. spasskii*, was performed, and the genetic variability of this trematode species in the south of the Russian Far East and Vietnam was analyzed. Based on complex data, the genus *Paraunisaccoides* was restored. Based on the partial 28S rRNA gene sequencing data, the phylogenetic relationships of trematodes within Haploporidae have been reconstructed. The data obtained indicate the presence of the nearest common ancestral forms geographically distant trematode groups. Terminal groups of haploporids that unite species of trematodes specific both to euryhaline (Mugilidae) and freshwater fishes Cyprinidae and Cichlidae were identified. This result confirms the hypothesis about the key role of mullet fish in the divergence of haploporids specific to representatives of estuary and freshwater ichthyofauna.

АССОЦИИИ ЛИЧИНОК ПОДЕНОК С ДВУСТВОРЧАТЫМИ МОЛЛЮСКАМИ РОДА *CORBICULA*

Беспалая Ю.В.¹, Кропотин А.В.¹, Палатов Д.М.², Кондаков А.В.¹,
Болотов И.Н.¹

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики им. акад. Н.П. Лаверова УрО РАН, Никольский пр., 20,
Архангельск, 163020 Россия

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия

Характер взаимоотношений между двустворчатыми моллюсками и их эндосимбионтами является одной из приоритетных областей исследований с целью оценки состояния и динамики их популяций (Ferreira et al., 2019). В настоящее время паразиты и симбионты моллюсков *Corbicula* остаются слабо изученными. В данной работе описаны два новых для науки вида поденок из бассейна реки Меконг *Symbiocloeon corbiculinus* Palatov, 2023 и *Symbiocloeon laoensis* Palatov, 2023, ассоциированных с двустворчатым моллюском *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) (Bespalaya et al., 2023). Полученные результаты и обзор доступных опубликованных данных указывают на то, что поденки, ассоциированные с пресноводными двустворчатыми моллюсками, являются специфичными в выборе хозяев. Установлено, что личинки поденок обладают специфическими морфологическими признаками по сравнению со свободноживущими видами, которые включают уменьшение хитинизации покровов и значительное уменьшение поверхностных структур на сегментах (Bespalaya et al., 2023). Также было зафиксировано увеличение площади дыхательной поверхности личиночных тергалей. Обсуждается возможное положительное и отрицательное воздействие поденок на моллюсков-хозяев.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 21-14-00092 «Филогения, биогеография, интегративная таксономия и особенности репродукции двустворчатых моллюсков рода *Corbicula* (Bivalvia: Cyrenidae)».

ASSOCIATIONS OF MAYFLY LARVAE WITH *CORBICULA* CLAMS

Bespalaya Y.V., Kropotin A.V., Palatov D.M., Kondakov A.V.,
Bolotov I.N.

In this study, we describe, we describe two *Symbiocloeon* species new to science: *Symbiocloeon corbiculinus* Palatov, 2023 and *Symbiocloeon laoensis* Palatov, 2023 from the Mekong basin. Our results and a review of available published data indicate that freshwater bivalve-associated mayflies are narrow host specialists. The bivalve-associated mayfly larvae have several specific morphological traits compared with free-living species, which include a reduction of integument chitinization and a significant reduction of the surface structures on segments. An increase in area of the respiratory surface of larval tergalia was also recorded. The possible positive and negative effects of mayflies on the clam hosts are discussed.

УДК 576.895.42:599:591.54(470.22)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ACARI: IXODINAE) НА ОСТРОВЕ ВАЛААМ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Беспятова Л.А.¹, Белова О.А.², Холодиллов И.С.², Гмыль Л.В.²,
Полиенко А.Е.², Карганова Г.Г.², Бугмырин С.В.¹

¹ Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
185910 Россия, gamazina@mail.ru

² ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки
иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН»,
поселение Московский, поселок Института полиомиелита, вл. 8, к. 1,
Москва, 108819 Россия

Систематические эколого-фаунистические исследования иксодовых клещей, имеющих важное эпидемиологическое значение на территории Карелии, начатые в 50-е годы прошлого века, продолжаются и в настоящее время. Фауна иксодовых клещей обособленных участков суши (островов) в Карелии изучена недостаточно. Остров

Валаам (61.39° с. ш., 30.95° в. д., Сортавальский район, Республика Карелия), являясь самым большим в составе Валаамского архипелага, расположен в северной части Ладожского озера. Наиболее характерная черта валаамских лесов, которые занимают 80 % территории, – абсолютное преобладание хвойных насаждений, с доминированием сосны и ели. Изучение видового состава иксодовых клещей было начато нами в 2013–2015 гг. В результате проведенных исследований было установлено обитание двух видов клещей, имеющих медицинское значение, – *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 и *I. ricinus* (L, 1758), численность которых составляла 3,8 и 1,2 экз. на флаго-км, соответственно. В 2023 г. для оценки возможных изменений численности двух переносчиков были проведены повторные исследования. В июне 2023 г. в сборах на флаг преобладал *I. ricinus*, у которого были отмечены все активные фазы развития (личинки, нимфы, самцы, самки). Численность взрослых и нимф *I. ricinus* составила 3,1 и 1,5 экз. на флаго-км, соответственно. Численность *Ixodes persulcatus* (самцы, самки) составила 2,2 экз. на флаго-км, нимфа была единичной. В августе в сборах был отмечен только *I. ricinus* с доминированием самок (более 60 %), нимфы были единичными. Численность половозрелых фаз развития превышала таковую в июне и составила около 7 экз. на флаго-км. Являясь зоной совместного обитания таежного и лесного европейского клещей, территория о. Валаам требует дальнейших исследований как паразитологов, так и инфекционистов.

Работа выполнена при поддержке РФФ (№ 23-14-20020).

ABUNDANCE OF IXODID TICKS (ACARI: IXODINAE) ON VALAAM ISLAND (REPUBLIC OF KARELIA)

**Bespyatova L.A., Belova O.A., Kholodilov I.S., Gmyl L.V.,
Polienko A.E., Karganova G.G., Bugmyrin S.V.**

Valaam Island (61.39° N, 30.95° E, Sortavalsky District, Republic of Karelia) lies in the northern part of Lake Ladoga and is the largest island of the Valaam Archipelago. The key characteristic feature of Valaam forests, which occupy 80 % of the territory – is a vast predominance of coniferous stands, where pine and spruce prevail. We started studying the species composition of ixodid ticks there in June 2013–2015.

Surveys revealed the presence of two tick species, which have medical implications: *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 and *I. ricinus* (L, 1758). Their abundance was 3.8 and 1.2 ticks per flag-km, respectively. In June 2023, *I. ricinus* prevailed in flagging surveys. The abundance of *I. ricinus* adults and nymphs was 3.1 and 1.5 ticks per flag-km. The abundance of *I. persulcatus* (males, females) was 2.2 ticks per flag-km, with only one nymph found. Samples collected in August contained only *I. ricinus*: females dominated (over 60 %), nymphs were singular. The abundance of adults was approx. 7 ticks per flag-km. As an area co-inhabited by *I. persulcatus* and *I. ricinus*, Valaam Island needs to be studied further by specialists in parasitology as well as infectology.

УДК 592 + 57.04 + 591.48 + 591.14 + 576.8

НЕЙРОСЕКРЕТОРНЫЕ НЕЙРОНЫ – НОВЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ХОЗЯИНОМ У ЦЕСТОД, ПАРАЗИТОВ РЫБ

Бисерова Н.М.¹, Кутырев И.А.²

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

² *Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия*

Цестоды выделяют манипуляционные факторы, которые влияют на физиологию и ЦНС их хозяев. Эти манипуляционные факторы представляют собой сложную смесь разнообразных молекул, или экскреторно-секреторных продуктов, включающих множество белков, нейромодуляторов и иммуномодуляторов, которые выделяются цестодами и воздействуют на функционирование ЦНС хозяина. Проблема состоит в том, что не изучены цитологические источники и структурные механизмы, которые вовлечены в этот процесс.

При исследовании ультраструктуры нервной системы у пяти видов цестод, плероцеркоидов из рыб, обнаружены новые структурные механизмы воздействия на хозяина путем экзокринной секреции нейроактивных молекул периферическими нейросекреторными

нейронами (ПНСН). Свободные окончания ПНСН, выделяющие секрет во внешнюю среду – ткани и кровь хозяина-рыбы, впервые обнаружены у представителей отрядов *Diphyllobothriidea* и *Bothriocephallidea*. В организме цестод нейросекреторные нейроны образуют контакты паракринового типа вблизи мембран клеток фронтальных желез, тегумента и мышечных клеток. У изученных видов ПНСН характеризуются сходными ультраструктурными признаками: размерами и расположением в плексусе; диаметром нейросекреторных гранул; отсутствием микротрубочек и митохондрий в отростках. Выявлено уменьшение размера нейросекреторных гранул от перикариона к отросткам, ведущим к тегументу. Установлено, что нейросекреторные нейроны периферической нервной системы цестод могут выполнять как функцию эндокринных желез, выделяя секрет вблизи тегумента, мышц, фронтальных желез, так и функцию экзокринных желез, выделяющих секрет на поверхность тегумента в организм хозяина-рыбы. С учетом данных, полученных с помощью иммуноцитохимических методов, высказано предположение об участии FMRFаминоподобных родственных пептидов (FaRP) в нейроэксокринной секреции.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 23-24-00118.

NEUROSECRETORY NEURONS – A NEW TYPE OF EXOCRINE GLANDS IN CESTODES, PARASITES OF FISH

Biserova N.M., Kuttyrev I.A.

The study of the ultrastructure of the nervous system in 5 species of cestodes, new structural mechanisms of influence on the host by exocrine secretion of neuroactive molecules by peripheral neurosecretory neurons were found. Free endings of peripheral neurosecretory neurons that secrete a neuroactive substances into the external environment, tissues and blood of the fish host were first discovered in *Diphyllobothriidea* and *Bothriocephallidea*. In the body of cestodes, neurosecretory neurons form paracrine-type contacts near the cell membranes of the frontal glands, tegument, and muscle cells. It has been established that the neurosecretory neurons of the PNS of cestodes can perform both

the function of endocrine glands, releasing a secret near the tegument, muscles, frontal glands, and the function of exocrine glands, releasing a secret on the surface of the tegument into the body of the fish host. Considering the data acquired via immunocytochemical methods, there is an assumption about involvement of FMRFamide-like related peptides (FaRPs) in the neuro-exocrine secretion is proposed.

Supported by the RSF, No. 23-24-00118.

УДК 595.799

**ВЫЯВЛЕНИЕ *SICUS FERRUGINEUS*
(DIPTERA: CONOPIDAE) В *BOMBUS CRYPTARUM*
(HYMENOPTERA: APIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ
ДНК-БАРКОДИНГА**

Бовыкина Г.В., Потапов Г.С., Кондаков А.В.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН, Никольский пр., 20,
Архангельск, 163020 Россия*

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,
наб. Северной Двины, 17, Архангельск, 163002 Россия*

Шмели (род *Bombus* Latreille, 1802) на севере Евразии являются одними из основных опылителей как дикорастущих энтомофильных растений, так и культурных, поскольку исследуемая группа насекомых хорошо приспособлена к экстремальным климатическим условиям высоких широт (Реккаринен, 1988). На территории севера Архангельской области одними из наиболее распространенных являются шмели *Bombus lucorum-complex*. К данному комплексу относятся криптические виды *B. lucorum* (Linnaeus, 1761) и *B. cryptarum* (Fabricius, 1775), которые в большинстве случаев достаточно сложно разграничить по морфологическим признакам, поэтому для их идентификации применяют метод ДНК-баркодинга.

Для идентификации криптических видов шмелей, собранных в Онежском районе Архангельской области, в процессе амплификации

фрагмента митохондриального гена COI (460 п. н.) использовали разработанный нами обратный праймер COI_BMBR 3'-gatccaataat agaagaattcctg-5', а в качестве прямого праймера – универсальный для насекомых COI_LepF (Hajibabaei et al., 2006). В одном из экземпляров рабочей особи шмеля *B. cryptarum* было выявлено наличие паразита *Sicus ferrugineus* (Linnaeus, 1761). Ранее *S. ferrugineus* на севере Архангельской области не регистрировался.

S. ferrugineus является широко распространенным видом в семействе Conopidae на территории Европы (Smith, 1959). Личинки *S. ferrugineus* является эндопаразитами шмелей. Для Британских островов (Smith, 1959) известно паразитирование на *B. terrestris* (Linnaeus, 1761), *B. pascuorum* (Scopoli, 1763), *B. hortorum* (Linnaeus, 1761), *B. lapidarius* (Linnaeus, 1758). Самки *S. ferrugineus* имеют специализированные структуры, используемые для захвата и введения одного яйца в брюшко шмеля-хозяина. После вылупления образовавшаяся личинка питается гемолимфой хозяина (Schmid-Hempel, 1996). *S. ferrugineus* зимуют на стадия пупария, выходя через разрывы стенки брюшка мертвого шмеля-хозяина на следующий год (Alford, 1975).

Таким образом, впервые для территории Архангельской области у *B. cryptarum* выявлено поражение личинками *S. ferrugineus*. Полученные данные представляют немалый интерес для дальнейших исследований, которые будут направлены на изучение распространения данного паразита в регионе.

THE RECORD OF *SICUS FERRUGINEUS* (DIPTERA: CONOPIDAE) IN *BOMBUS CRYPTARUM* (HYMENOPTERA: APIDAE) IN THE ARKHANGELSK REGION BY DNA BARCODING

Bovykina G.V., Potapov G.S., Kondakov A.V.

For the first time in the Arkhangelsk Region, the presence of the dipteran parasite *Sicus ferrugineus* was recorded in the bumblebee *Bombus cryptarum* by the DNA barcoding. Our data have a considerable interest for further research, which will be aimed at studying the distribution of this parasite in the region.

РОЛЬ КРОВСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA: CULICIDAE) КАК ПЕРЕНОСЧИКОВ ДИРОФИЛЯРИЙ (SPIRURIDA: ONCHOCERCIDAE) В ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Богачёва А.С.¹, Шайкевич Е.В.², Лопатина Ю.В.³, Ганушкина Л.А.⁴

¹ ЧОУ ОО «МШСО», Профсоюзная, 92, Москва, 117485 Россия,
bannikovaas@yandex.ru

² ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН, Губкина, 3, Москва, 117971 Россия,
elenashaikevich@mail.ru

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, 119234 Россия, yloratina@mail.ru

⁴ Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова, Большая Пироговская, 2, стр. 4, Москва,
119435 Россия, lganushkina@mail.ru

Кровососущие комары сем. Culicidae являются переносчиками различных возбудителей трансмиссивных заболеваний человека, в том числе и дирофилярий. В России патогенными для человека являются два вида дирофилярий, передающихся кровососущими комарами: *Dirofilaria repens* (Raillet, Henry) и *D. immitis* (Leidy) (Spirurida, Onchocercidae). Дефинитивные хозяева дирофилярий – плотоядные, среди которых важное эпидемиологическое значение имеют бездомные и служебные собаки.

Дирофилярии поражают внутренние органы, подкожную жировую клетчатку и органы зрения человека и плотоядных. После попадания в организм комара микрофилярии локализуются в мальпигиевых сосудах, где в среднем в течение 14 дней развиваются до инвазионной стадии (личинки третьего возраста, L3). Комар способен к передаче дирофилярий животным и человеку после того, как личинки третьего возраста мигрируют в слюнные железы и хоботок насекомых. По данным литературы, для некоторых видов кровососущих комаров показано, что эндосимбиотическая бактерия *Wolbachia pipientis* Hertig (Rickettsiales: Anaplasmataceae) ограничивает развитие в них возбудителей заболеваний, в том числе и филярий.

Комаров собирали с помощью эксгаустера в течение летнего сезона в 2012–2017 гг. в регионах центральной России и на юге страны в антропогенных и природных биотопах, после чего определяли до вида и исследовали на наличие дирофилярий и вольбахии методом ПЦР с помощью видоспецифичных праймеров. Молекулярно-генетические исследования проводили для головногрудных и брюшных отделов отдельно, чтобы выявить комаров, содержащих инвазионных личинок (L3) и неинвазионных личинок, соответственно. В результате исследования установлено, что роль кровососущих комаров как переносчиков дирофилярий определяется наличием источника инвазии, суммой эффективных температур, необходимой для полного цикла развития дирофилярий в промежуточном хозяине, и для некоторых видов комаров – наличием эндосимбиотической бактерии вольбахии.

**MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE)
AS VECTORS OF *DIROFILARIA* (SPIRURIDA:
ONCHOCERCIDAE) IN SOME REGIONS OF RUSSIA**

Bogacheva A.S., Shaikevich E.V., Lopatina Yu.V., Ganushkina L.A.

Mosquitoes are vectors of various pathogens of human transmissible diseases, including *Dirofilaria repens* (Railiet, Henry) and *D. immitis* (Leidy) (Spirurida, Onchocercidae). Mosquitoes are capable to transmit *Dirofilaria* to animals and humans after the third stage of larvae migrate to the salivary glands and proboscis of the insects. According to the literature, it has been shown for some species of mosquitoes that the endosymbiotic bacterium *Wolbachia pipientis* Hertig (Rickettsiales: Anaplasmataceae) limits the development of pathogens in them, including filariae. Mosquitoes were collected throughout mosquito seasons (2012–2017) using exhauster in central and south regions in urban and natural areas. Afterwards mosquitoes were identified using taxonomic keys. DNA extraction was performed separately to thorax-heads and abdomens in order to determine infective and infected mosquito specimens, respectively, using PCR analysis. As a result of the study, it was revealed that the role of mosquitoes as vectors of *Dirofilaria* is determined by the presence of a source of invasion,

the *Dirofilaria* development unit is necessary for the full development cycle of *Dirofilaria* in the definitive host, and for some mosquito species, by the presence of the endosymbiotic *Wolbachia*.

УДК 595.7:614.48

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНВАЗИВНОСТИ И СИНАНТРОПИЗАЦИИ ЧЛЕНИСТОНОГИХ НА ИХ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Богданова Е.Н.

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2А, Мытищи, 141914 Россия, bogdanova.en@fferisman.ru

Развитие современного человеческого общества характеризуется постоянной тенденцией урбанизации, концентрацией населения в городах, увеличением масштабов и усложнением инфраструктуры населенных пунктов. Процессы урбанизации сопровождаются многими нерегулируемыми последствиями, в том числе заселением городских территорий многими представителями растительного и животного мира. Синантропизация – освоение антропогенных территорий – свойственна и многим видам членистоногих, имеющих медицинское значение. Тесная связь их с человеком в условиях обитания рядом с ним существенно увеличивает вероятность распространения инфекционных трансмиссивных заболеваний. Другим важным процессом являются инвазии синантропных популяций членистоногих на другие материки, в другие географические зоны, что связано с увеличением активности перемещения людей и, главным образом, с развитием транспортных средств, и это влечет за собой появление на территории РФ в настоящее время так называемых «новых и возвращающихся инфекций».

Одним из значимых факторов, влияющим на повышение заболеваемости иксодовым клещевым энцефалитом и клещевым боррелиозом, является синантропизация иксодовых клещей – освоение некоторыми видами, в частности *Ixodes persulcatus*

и *I. ricinus*, антропогенных биотопов на территории городов РФ, увеличение контактов клещей с людьми и передача ими возбудителей заболеваний.

Интродукция на территорию РФ инвазивных видов кровососущих комаров, таких как комары *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus*, которые в последние десятилетия активно расселяются в Северной Америке, южной Европе и Азии, может вызывать появление связанных с этими видами возбудителей таких трансмиссивных болезней, как лихорадка желтая, Денге, Чикунгунья, Эбола, Зика и др.

Синантропные популяции комаров комплекса *Culex pipiens molestus* и *Cx. p. pipiens*, завезенные на территорию РФ в середине XX в., в настоящее время значительно повысили свой эпидемиологический статус. Среди многочисленных видов переносчиков возбудителей заболеваний лихорадкой Западного Нила и дирофиляриозов, которые в последние годы значительно расширили свои ареалы, эти виды комаров доминируют именно вследствие обитания на антропогенных территориях, что увеличивает возможности их контактов с человеком и передачи возбудителей.

Таким образом, современная эпидемиологическая ситуация с трансмиссивными заболеваниями требует проведения постоянных карантинных мероприятий и мониторинга инвазивных и синантропизирующихся видов членистоногих.

INFLUENCE OF THE PROCESSES OF INVASIVENESS AND SYNANTHROPIZATION OF ARTHROPODS ON THEIR EPIDEMIOLOGICAL SIGNIFICANCE

Bogdanova E.N.

The processes of invasiveness and synanthropization of arthropods of medical importance increase their role as vectors of pathogens of infectious diseases. Synanthropization of ixodid ticks *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus* increases the incidence of ixodid tick-borne encephalitis and tick-borne borreliosis in the cities. Introduction to the territory of the Russian Federation of invasive species of blood-sucking mosquitoes, such as mosquitoes *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*, can cause the appearance of vector-borne diseases associated with these

species, such as yellow fever, Dengue, Chikungunya, Ebola, Zika, etc. Thus, the current epidemiological situation with vector-borne diseases requires constant quarantine measures and monitoring of invasive and synanthropizing arthropod species.

УДК 639.3.09

ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ ВЫЯВЛЕНИЯ ВИРУСА ИНФЕКЦИОННОГО НЕКРОЗА ГЕМОПОЭТИЧЕСКОЙ ТКАНИ (ИНГТ) У ЧАВЫЧИ (*ONCORHYNCHUS TSHAWYTSCHA*) НА КАМЧАТКЕ

Бочкова Е.В., Тарасов В.Е.

*Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»),
ул. Набережная, 18, Петропавловск-Камчатский, 683000 Россия,
bochkova.e.v@kamniro.ru*

Вирус инфекционного некроза гемopoэтической ткани (ИНГТ) – особо опасный для молоди лососей в аквакультуре высококонтагиозный патоген, включенный в перечень Международного эпизоотического бюро. Ежегодно с 2001 г. у половозрелой камчатской нерки (*Oncorhynchus nerka*) выявляется носительство этого вируса. На рыбоводных заводах Камчатки у сеголеток нерки трижды фиксировали вспышки ИНГТ, в результате которых погибло и/или было уничтожено от 30 до 70 % мальков.

Один из камчатских заводов, подращивающих нерку, единственный в России занимается также воспроизводством чавычи (*O. tshawytscha*), самого крупного и ценного вида тихоокеанских лососей. В 2022 г. в ходе скрининга на патогены половозрелых тихоокеанских лососей, используемых для заводского воспроизводства, вирус ИНГТ обнаружили у нерки и впервые в России у половозрелой чавычи. Выделение патогена проводили на клеточной линии ЕРС, для идентификации провели твердофазный иммуноферментный анализ и гнездovou OT-ПЦР с двумя парами праймеров к вирусу ИНГТ: оба метода показали положительный результат. Распространенность вируса составила 3,3–16,7 % у чавычи (1 пул из 6 пулов

по 5 рыб каждый) и 43,3 % у нерки (13 из 30 обследованных рыб), значения титров выделенных изолятов превышали эпизоотически значимые ($0,4 \times 10^{-6,8} - 0,4 \times 10^{-7,4}$ ТЦД₅₀/мл).

Известно, что один и тот же изолят вируса ИНГТ может показывать высокую вирулентность по отношению к определенному виду лососей, не вызывая при этом заболевания у других. В результате филогенетического анализа большого количества изолятов ИНГТ разного географического распространения было выделено пять основных геногрупп: U, M, L, J и E, в каждой из которых наблюдали некоторую специфичность к хозяину. Изоляты U-геногруппы в первую очередь были вирулентны для нерки, M – для радужной форели, L – для чавычи. Ранее мы проводили серию экспериментов по заражению мальков чавычи и кеты выделенным от нерки изолятом ИНГТ. У кеты заболевание развивалось с характерными клиническими симптомами. У чавычи никаких визуальных признаков патологии не наблюдали, на линиях клеток патогена не выявили. Что послужило причиной появления вирулентного вируса у камчатской чавычи в 2022 г. – мутация, которая помогла адаптироваться к новому хозяину; горизонтальная передача патогена от нерки-вирусоносителя (он легко передается через воду, сроки нереста этих двух видов перекрываются, действие стресс-факторов усиливает восприимчивость рыб, а летом 2022 г. отмечали аномально высокие температуры воды) или неизвестный источник инфекции в морской воде (многие виды морских рыб невосприимчивы к ИНГТ, но могут являться его переносчиками)? На этот вопрос позволят ответить дальнейшие генетические исследования.

FIRST ISOLATION OF INFECTIOUS HEMATOPOIETIC NECROSIS VIRUS (IHNV) FROM MATURE CHINOOK SALMON (*ONCORHYNCHUS TSHAWYTSCHA*) AT KAMCHATKA FISH HATCHERY

Bochkova E.V., Tarasov V.E.

Infectious hematopoietic necrosis (IHNV) is a dangerous viral disease of salmon fish. This virus is widespread in Kamchatka sockeye salmon populations. In 2022, for the first time in Russia, IHNV was isolated in mature chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) at Kamchatka salmon hatchery.

УДК 576.895.42:591.522(470.22)

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ КЛЕЩЕЙ
IXODES PERSULCATUS И *IXODES RICINUS*
НА СЕВЕРЕ АРЕАЛА
(РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)**

Бугмырин С.В., Беспятова Л.А.

*Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11,
Петрозаводск, 185910 Россия,
sbugmyr@mail.ru*

Иксодовые клещи (Acarina, Ixodidae) – переносчики возбудителей опасных для человека заболеваний. На севере Европы видами, определяющими эпидемиологическую ситуацию, являются *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus*. В последние десятилетия наблюдаются существенные изменения численности и распространения этих видов. При всей сложности и комплексности факторов, влияющих на формирование границ ареала, наиболее обсуждаемыми по-прежнему остаются климатические изменения и связанные с ними процессы. В ходе нашего исследования проведена оценка связи биоклиматических переменных и численности *Ixodes ricinus* и *I. persulcatus*. Два набора данных по распространению иксодовых клещей в Карелии – современные (2010-х гг.) и ретроспективные (1950-х) – были интегрированы в среду QQIS. При проведении многофакторного регрессионного анализа были использованы 19 стандартных биоклиматических переменных (WorldClim). В результате было показано, что более высокое согласование наблюдаемого и ожидаемого значений численности как *I. persulcatus*, так и *I. ricinus* получено для ретроспективных данных. В 1950-х гг. наибольший вклад в модель пространственного распределения для обоих видов вносят значения температуры зимнего периода. Современные данные по численности *I. persulcatus* и *I. ricinus* в Карелии показывают низкое их согласование с биоклиматическими переменными.

Работа выполнена при поддержке РФФ (№ 23-14-20020).

DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF *IXODES PERSULCATUS* AND *IXODES RICINUS* TICKS IN THE THE NORTH OF THE RANGE (KARELIA, RUSSIA)

Bugmyrin S.V., Bespyatova L.A.

Ixodid ticks (Acarina, Ixodidae) are transmitters of infections dangerous for humans. The species that determine the epidemiological situation in the European north are *Ixodes ricinus* and *Ixodes persulcatus*. The abundance and distribution of these species has been changing significantly in recent decades. In the complex interplay of factors influencing their distribution boundaries, the ones discussed most frequently both in the past and now are the climate change and the processes related to it. In this study, we assessed the correlation between bioclimatic variables and the abundance of *Ixodes ricinus* and *I. persulcatus*. Two datasets on the distribution of ixodid ticks in Karelia: the modern (2010s) and the retrospective (1950s), were integrated into the QGIS environment. Multivariate regression analysis was performed with 19 standard Bioclimatic variables (WorldClim). A better fit between the observed and the expected abundance of both *I. persulcatus* and *I. ricinus* was demonstrated by retrospective data. In the 1950s, the greatest contribution to the spatial distribution model for both species was made by the wintertime temperature variable. Modern data on *I. persulcatus* and *I. ricinus* numbers in Karelia are in poor agreement with bioclimatic variables.

The studies were supported by the Russian Science Foundation (grant No. 23-14-20020).

УДК 595.77 (470.322)

КРОВОСОСУЩИЕ ДВУКРЫЛЫЕ (DIPTERA: SIMULIIDAE, TABANIDAE) ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Будаева И.А., Газарян Э.А., Елизарова А.А.

*Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1,
Воронеж, 394018 Россия, irbudaeva@yandex.ru*

Сведения о фауне и экологии кровососущих двукрылых Липецкой области немногочисленны: данные по слепням Центрально-

Черноземного региона содержатся в работах К. В. Скуфьина 50–60-х гг. XX в., но касаются главным образом соседней Воронежской области; имеется указание о выявлении отдельных видов мошек (Будаева и др., 2006).

Исследования симулиид и табанид проводились нами в ходе экспедиционных выездов в 2011–2021 гг. в 11 районах Липецкой области. Сборы включали поимку взрослых насекомых различными методами, для мошек также применялся отлов преимагинальных стадий.

На территории Липецкой области выявлены 14 видов мошек, относящихся к 8 подродам рода *Simulium*. По показателю обилия в водотоках наиболее массовыми видами являлись: *S. (Boophthora) erythrocephalum* (De Geer, 1776), *S. (Odagmia) ornatum* Meigen, 1818 и *S. (Simulium) noelleri* Friederichs, 1920. Также отмечено доминирование этих видов при нападении на прокормителей. Среди обнаруженных видов мошек преобладают поливольтинные (9 видов), завершающие до 3–4 генераций в течение года. Лёт симулиид начинается в апреле за счет зимующих на стадии личинки видов и заканчивается в середине сентября. Наибольшая кровососущая активность мошек в области ежегодно наблюдается в конце мая – первой половине июня. Медико-эпидемиологическое значение этих кровососущих двукрылых на территории Липецкой области велико, так как из 14 обнаруженных видов 6 являются доказанными (на территории РФ) переносчиками онхоцеркоза КРС, туляремии и гемоспоридиозов птиц. При массовом нападении кровососущих насекомых у животных и человека возможно развитие симулиотоксикоза, проявляющегося в виде местных реакций и общего ухудшения физиологических показателей.

Всего на территории Липецкой области выявлено 16 видов табанид из 5 родов: *Atylotus*, *Chrysops*, *Haematopota*, *Hybomitra*, *Tabanus*. В западных районах области фауна слепней беднее, активность нападения слабая и умеренная; преобладают в сборах *A. rusticus* (Linnaeus, 1761), *H. pluvialis* (Linnaeus, 1758) и *H. ciureai* (Séguy, 1937). Окрестности г. Липецка и соседние районы по активности нападения слепней и наличию мест их выплода можно отнести к территориям с массовой и умеренной пораженностью; доминирующими кровососами являются *H. bimaculata* (Macquart, 1826), *H. muehlfeldi* (Brauer, 1880) и *C. viduatus* (Fabricius, 1794). Пик нападения слепней в регионе

наблюдается во второй половине июня. Обнаруженные виды слепней являются потенциальными переносчиками зарегистрированных на территории области трансмиссивных заболеваний: лейкоза крупного рогатого скота, туляремии, сибирской язвы.

BLOOD-SUCKING DIPTERA (DIPTERA: SIMULIIDAE, TABANIDAE) OF THE LIPETSK REGION

Budaeva I.A., Gazaryan E.A., Elizarova A.A.

The data on the fauna, abundance and medical and epidemiological significance of blackflies and horseflies in the Lipetsk region are presented.

УДК 639.3.09

ЗАРАЖЕННОСТЬ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ РОДА *DIPLOSTOMUM* NORDMANN, 1832 (TREMATODA: DIPLOSTOMIDAE) РЫБ СЕМЕЙСТВА КАРПОВЫЕ (CYPRINIDAE) В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ

Бухлина А.А., Симакова А.В.

Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, Томск, 634050 Россия, aleksandrabuhlina@gmail.ru

Исследование паразитологической обстановки в различных водоемах имеет фундаментальное и прикладное значение. Знание зараженности и распространения отдельных видов паразитов рыб может использоваться в гигиене, санитарной экспертизе, фаунистике, экологической паразитологии и мониторинге состояния водоемов.

Цель работы – исследование на зараженность глазными формами метацеркарий трематод рода *Diplostomum* рыб семейства Cyprinidae бассейна средней Оби.

Рыбы отловлены в разных типах водоемов Томской области: магистральная река Обь (56.3209° с. ш., 84.1015° в. д.; 58.2328° с. ш., 81.1043° в. д.), приток первого порядка река Томь (56.0819° с. ш., 84.5749° в. д.; 56.1940° с. ш., 84.5244° в. д.), приток второго порядка река Басандайка (56.2517° с. ш., 84.5827° в. д.),

озеро Савинское (56.4902° с. ш., 84.9138° в. д.). Отлов был проведен в летний и осенний периоды 2022 г. и в зимний период 2023 г.

Из всей отловленной рыбы путем случайной выборки были отобраны экземпляры для лабораторного исследования. Всего исследовано 387 экземпляров рыб семи видов: голянь (*Phoxinus phoxinus*), елец (*Leuciscus leuciscus*), лещ (*Abramis brama*), плотва (*Rutilus rutilus*), уклейка (*Alburnus alburnus*), карась (*Carassius gibelio*), верховка (*Leucaspius delineatus*).

В ходе работы оценивались количественные показатели зараженности: экстенсивность (ЭИ), интенсивность инвазии (ИИ) и индекс обилия (ИО). Наиболее зараженными оказались лещ (ЭИ 100 %, ИИ $2,5 \pm 0,5$ экз./рыбу, ИО 2,5 экз./рыбу), плотва (ЭИ 77 %, ИИ $9 \pm 1,7$ экз./рыбу, ИО 6,9 экз./рыбу), елец (ЭИ 69 %, ИИ $8,3 \pm 1$ экз./рыбу, ИО 5,7 экз./рыбу) и верховка (ЭИ 63 %, ИИ $6 \pm 0,8$ экз./рыбу, ИО 3,7 экз./рыбу), наименее – карась (ЭИ 30 %, ИИ $2,4 \pm 1$ экз./рыбу, ИО 0,7 экз./рыбу) и уклейка (ЭИ 8 %, ИИ $2 \pm 0,9$ экз./рыбу, ИО 0,2 экз./рыбу). У голяня паразитов не выявлено.

У всех видов рыб обнаружен только один вид паразита – *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi, 1819). Наблюдается устойчивая тенденция роста показателей зараженности с возрастом рыбы. Также отмечается повышение экстенсивности инвазии в осенне-зимний период. Значительной разницы показателей зараженности между самцами и самками не наблюдается. В разных типах биотопов зараженность рыб не различается.

INFECTION WITH METACERCARIAE GENUS *DIPLOSTOMUM* NORDMANN, 1832 (TREMATODA: DIPLOSTOMIDAE) FISH OF THE CYPRINIDAE FAMILY IN THE MIDDLE OB BASIN

Bukhlina A.A., Simakova A.V.

The article presents the results of parasitological researches of 7 species wild fish from the Middle Ob basin. The *Leuciscus leuciscus*, *Abramis brama*, *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus*, *Carassius gibelio*, *Leucaspius delineatus* were infected with trematodes *Diplostomum spathaceum*. Parasites weren't detected in *Phoxinus phoxinus*.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ КОМАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Василевич Ф.И.¹, Никанорова А.М.^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина, ул. акад. Скрябина, 23, Москва, 109472 Россия

² ФГБОУ ВО Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, ул. Степана Разина, 26, Калуга, 248023 Россия, annushkianorova@gmail.com

Комары являются активными паразитами, нападающими на домашних и диких животных, птиц и человека. Важно учитывать факт особой токсичности их слюны, которая оказывает вредоносное воздействие. Повышается температура тела, возможны воспалительные реакции кожи, меняется картина крови, общие физиологические показатели. Но особенно важно, что комары являются переносчиками и резервуарами возбудителей инфекционных и инвазионных болезней. В последние годы математическое моделирование находится на пике развития и представляет определенный интерес в паразитологии, так как дает возможность изучения качественных и количественных особенностей течения инвазий и трансмиссивных инфекций.

Материалы и методы. Для прогноза численности комаров использовался многофакторный эксперимент типа 2к. Математическое моделирование проводилось с использованием программ MsWord, MsExcel, Ptc Mathcad.

Результаты и заключение. В Центральном регионе РФ в связи с недостаточным количеством теплых дней происходит постепенное позднее нарастание численности комаров (к последней декаде мая). Выбраны следующие факторы: X1 – среднемесячная годовая температура (t, °C), X2 – среднемесячное годовое количество осадков (S, мм), X3 – среднее атмосферное давление годовое (P, мм рт. ст.). Откликом Y являлась численность комаров.

Расчетная математическая модель:

$$N = 42,673P + 609,111S + 2685,069t - 0,746PS - 3,543Pt - 2,829St$$

позволяет рассчитать численность популяции комаров, не прибегая к трудоемким полевым сборам.

Достоинство применяемого моделирования позволяет учитывать воздействие на наблюдаемый объект совокупности всех факторов и их эффектов взаимодействия в сравнительном аспекте.

MOSQUITO POPULATION PREDICTION USING MATHEMATICAL MODELING

Vasilevich F.I., Nikanorova A.M.

Mosquitoes are active parasites that attack domestic and wild animals, birds and humans. It is important to take into account the fact of the special toxicity of their saliva, which has a harmful effect. To predict the number of mosquitoes, a multifactorial experiment of type 2k was used. A computational mathematical model has been obtained that makes it possible to calculate the number of mosquito populations without resorting to time-consuming field collections.

The advantage of the applied modeling makes it possible to take into account the impact on the observed object of the totality of all factors and their interaction effects in a comparative aspect.

УДК 619:616, 632.771, 574:34

БИОТОПЫ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В ОБЛАСТНОМ ЦЕНТРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ – г. КАЛУГЕ

Василевич Ф.И.¹, Никанорова А.М.^{1,2}

¹ *ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина, ул. акад. Скрябина, 23, Москва, 109472 Россия*

² *ФГБОУ ВО Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, ул. Степана Разина, 26, Калуга, 248023 Россия, annushkanianorova@gmail.com*

Во всем мире клещевые заболевания являются постоянной проблемой здравоохранения между людьми, дикой природой, домашними и сельскохозяйственными животными. Последние десятилетия заболеваемость клещевыми инфекциями и инвазиями возрастает.

Боррелиоз Лайма (LB), клещевой энцефалит, риккетсиоз, пироплазмидозы животных, анаплазмоз – далеко не полный список болезней, в передаче которых участвуют клещи семейства Ixodidae.

Применялись методы визуального наблюдения, сбора с помощью волокуши, географической информации и картографирования, использовался коэффициент относительной биотопической приуроченности.

За весь период исследования с 2019 по 2022 г. в г. Калуге было собрано 1280 особей голодных имаго, из них 618 особей (52 %) – вид *Ixodes ricinus* и 662 особей (48 %) – вид *Dermacentor reticulatus*.

В г. Калуге основная активность иксодовых клещей приходится на весеннее время, 71,9 % (921 клещ) было собрано в период со второй декады апреля по 2 декаду июня.

В целом в зеленых районах пригородной зоны было собрано 1112 клещей, что составило 86,8 %, и 13,2 % пришлось на центральную часть города, что объясняется менее благополучными условиями для жизни иксодовых клещей из-за урбанистических влияний (асфальтированных дорог, многоэтажных зданий, относительно меньшим озеленением и т. д.).

Особую роль в поддержании численности иксодовых клещей играет Калужский бор, площадь которого частично относится непосредственно к городу. Всего за период исследований в бору собрано 224 особи *D. reticulatus* (33,8 % от общего количества данного вида) и 408 особей *I. ricinus* (66,0 % от общего количества данного вида). Это свидетельствует о приуроченности вида *I. ricinus* к лесным биотопам с учетом более частого обитания его именно в лесной чаще, в то время как вид *D. reticulatus* встречался на открытых местах, берегах водохранилища и озера.

BIOTOPES OF IXODID TICKS IN THE REGIONAL CENTER OF THE KALUGA REGION – KALUGA

Vasilevich F.I., Nikanorova A.M.

All over the world, tick-borne diseases are a permanent health condition of people, wildlife, dangerous and farm animals.

In the article biotopes of ixodid ticks in the city of Kaluga were analyzed.

For the entire period of the study from 2019 to 2022, 1280 individuals of hungry adults were collected in Kaluga, of which 618 individuals (52 %) are the *Ixodes ricinus* species and 662 individuals (48 %) are the *Dermacentor reticulatus* species.

In general, 1112 ticks were collected in the green areas of the suburban zone, which accounted for 86.8 %, and 13.2 % were in the central part of the city, which is explained by less favorable conditions for the life of ixodid ticks.

УДК 619:616.995.1-085

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ ПРОТИВ БОТРИОЦЕФАЛЕЗА КАРПОВЫХ

Васильева Т.А., Скачков Д.П.

ВНИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «ФНЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН», Москва, 117218 Россия, ershova@vniigis.ru, skachkov@vniigis.ru

Длительное время в лаборатории экспериментальной терапии ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН ведутся разработка и испытания антигельминтных препаратов против цестодозов карповых рыб, а также мониторинг эффективности применения цестодоцидов против ботриоцефалеза карпа. Это заболевание широко распространено в хозяйствах РФ и наносит значительный экономический ущерб, связанный с интенсификацией процессов и ежегодным увеличением объемов производства в товарной аквакультуре. Сотрудниками лаборатории, а также рядом авторов отмечается снижение эффективности разрешенных к применению в РФ антигельминтиков в товарном рыбоводстве. Это обусловлено длительным применением лекарственных средств с одинаковым механизмом действия, применением субтерапевтических

доз препаратов и частыми профилактическими дегельминтизациями. Весь этот комплекс приводит к возникновению большого количества паразитов, резистентных к антигельминтикам.

За последние пять лет в лаборатории было разработано и испытано в условиях садкового хозяйства несколько рецептур как микронизированных, так и комбинированных микронизированных лекарственных форм на основе известных субстанций антигельминтиков, обладающих цестоцидным действием. Лекарственные формы испытывались при ботриоцефалезе карпа в составе лечебных кормов при однократном применении в дозе 5 % от массы рыб.

Предварительные испытания показали наибольшую эффективность микронизированных лекарственных форм альбендазола и празиквантела (дозы по ДВ 25 и 30 мг/кг, соответственно) – ЭЭ 58,3 % и 75,0 %, а также комбинированных микронизированных лекарственных форм на основе альбендазола и никлозамида (дозы по ДВ 50 и 40 мг/кг, соответственно) – ЭЭ 100 % и 60 %, соответственно. Исследования в данном направлении продолжаются.

THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS DOSAGE FORMS AGAINST BOTRYOCEPHALOSIS OF CYPRINIDS

Vasileva T.A., Skachkov D.P.

Helminthosis of fish, in particular botryocephalosis, significantly hinder the development of fish farming and increase the fish productivity of reservoirs.

The preliminary tests showed the highest efficiency of micronized dosage forms of albendazole and praziquantel (doses of the active substance 25 and 30 mg/kg, respectively) – 58.3 % and 75.0 % efficacy, as well as combined micronized dosage forms based on albendazole and niclosamide (doses of the active substance 50 and 40 mg/kg, respectively) showed 100 % and 60 % efficacy, respectively. Research in this direction continues.

ПРЕСНОВОДНЫЕ ТРЕМАТОДЫ СЕМЕЙСТВА NOTOCOTYLIDAE – ПАРАЗИТЫ УТИНЫХ

Виноградова А.А., Прохорова Е.Е.

Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186 Россия,
gennadyeva@yandex.ru

Трематоды сем. Notocotylidae распространены в морских и пресноводных экосистемах. Для представителей данной группы характерен диксенный жизненный цикл, в котором в роли промежуточного хозяина выступают брюхоногие моллюски, а в роли окончательного – преимущественно птицы сем. Утиные. Однако описание циклов нотокотилид затруднено из-за сложностей их видовой идентификации на основании морфологических критериев. Поэтому для определения трематод сем. Notocotylidae широко применяются молекулярно-генетические методы.

В работе были изучены редии и мариты представителей сем. Notocotylidae, полученные из моллюсков и птиц на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Партенит получали из пресноводных моллюсков *Planorbarius corneus* (n = 4) и *Bithynia tentaculata* (n = 1). Мариты были извлечены из кишечника чирка-свистунка (*Anas crecca*, n = 1) и кряквы обыкновенной (*A. platyrhynchos*, n = 2). Исследованные мариты имеют три ряда вентральных папилл, что позволяет отнести их к роду *Notocotylus*. Генотипирование всех образцов осуществляли по участку ITS1-5.8S-ITS2-28S рДНК с использованием пар праймеров BR-Dig11 (Boyce et al., 2012) и Dig12-1500R (Izrailskaja et al., 2018). Полученные нуклеотидные последовательности (более 4000 п. н.) использовали для филогенетической реконструкции. Нуклеотидные последовательности образцов редий из *Planorbarius corneus* (n = 4) полностью идентичны друг другу и значительно обособлены от исследованных марит и представленных GenBank образцов рода *Notocotylus*. Мариты из кряквы образуют единую кладу с образцами редий из *Bithynia tentaculata*, а также с ранее представленной последовательностью *Notocotylus* sp. (GenBank, MN726957).

Марита из чирка-свистунка не кластеризуется с другими образцами данного исследования, а также с представленными в GenBank последовательностями. Таким образом, в составе гельминтофауны утиных присутствуют виды нотокотилид, реализующих свои жизненные циклы преимущественно при помощи пресноводных гастропод.

Работа выполнена в рамках госзадания при финансовой поддержке Министерства Просвещения РФ (№ проекта VRFY-2023-0009).

FRESHWATER NOTOCOTYLIDAE TREMATODES FROM ANATIDAE BIRDS

Vinogradova A.A., Prokhorova E.E.

Notocotylidae are common in marine and freshwater ecosystems. However, the description of notocotylid cycles is difficult due to the difficulties of their species identification based on morphological criteria. The redia from *Planorbarius corneus* and *Bithynia tentaculata* molluscs and marites from birds *Anas crecca* and *A. platyrhynchos* were genotyped by ITS1-5.8S-ITS2-28S rDNA. The results of phylogenetic reconstruction show the belonging of studied specimens to 3 species from Notocotylidae family.

The research was supported by the Ministry Education of the Russian Federation (project No. VRFY-2023-0009).

УДК 591.531.213:599.4 (470.331)

ЭКТОПАРАЗИТЫ ЛЕСНОГО НЕТОПЫРЯ (*PIPISTRELLUS NATHUSII*) НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Висконтене А.Л.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, Aviskontene@yandex.ru*

Лесной нетопырь, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling et Blasius, 1839), – широко распространенный вид летучих мышей, чей ареал охватывает территорию всей Европы до Кавказа и Уральских гор

(Dietz, Kiefer, 2016). Районы размножения находятся на северо-востоке, а районы зимовки расположены больше на юго-западе. Лесному нетопырю присущи сезонные миграции на расстояние до 2486 км по прямой (Vasenkov et al., 2022). Обитает в смешанных лиственных или хвойных лесах, в парках, обычно возле водоемов. Лесной нетопырь регулярно меняет убежища, используя дупла, расщелины скал, щели в облицовке зданий или мостов. Материнские колонии крупные, от 20 до 200 самок; могут делить убежище с *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774), *Myotis brandtii* Eversmann, 1845 и *M. dasycneme* (Boie, 1825).

Сбор эктопаразитов с *Pipistrellus nathusii* осуществлен в 2022–2023 гг. На территории Калининградской обл. (Куршская Коса) обследовано 77 особей, в Псковской обл. – 46, в Ленинградской обл. и Санкт-Петербурге – 4. На Куршской Косе рукокрылые были пойманы паутинными сетями и собраны в дуплянках для птиц в августе. В Псковской обл. в июле колония нетопырей была обнаружена под сайдингом жилого дома, где гнездилась совместно с тремя самками *P. pygmaeus* Leach, 1825.

Из 229 обнаруженных блох 77 % были самками и все принадлежали к виду *Ischnopsyllus variabilis* (Wagner, 1898). Индекс обилия для Калининградской обл. 0,81, для Псковской – 1,49. В коллекции Зоологического института РАН представлены блохи, собранные с лесного нетопыря на приграничных с Северо-Западом России территориях: в Эстонии (30 экз.), Латвии (53 экз.) и Белоруссии (4 экз.). Все они также относятся к виду *I. variabilis*. В Вологодской области на лесном нетопыре обнаружен тот же вид, а также *I. octactenus* (Kolenati, 1856) (Петрова, Мельникова, 2022). В сборах в Псковской области *I. octactenus* не встречались на лесном нетопыре, но были обнаружены на *Pipistrellus pygmaeus*, пойманном на вылете из того же убежища. Среди гамазовых клещей преобладал *Steatonyssus periblepharus* Kolenati, 1858. Также были обнаружены *Macronyssus flavus* (Kolenati, 1856) и *Spinturnix mystacinus* (Kolenati, 1857). В Калининградской и Псковской областях на нетопырях паразитировали личинки *Carios vespertilionis*. Встреченные виды типичны для лесного нетопыря и ранее обнаруживались на нем в Прибалтике (Станюкович, 1990), Белоруссии

(Orlova, 2021) и Польше (Orlova, 2012). Имеется единичная находка *Cimex* sp., который был снят с молодого самца лесного нетопыря в Санкт-Петербурге.

ECTOPARASITES OF THE NATHUSIUS' PIPISTRELLE (*PIPISTRELLUS NATHUSII*) IN THE NORTH-WEST RUSSIA

Viskontene A.

Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839) is a widespread bat species. It is characterized by longdistance seasonal migration and nursery roosts composed up to 200 females. In this study ectoparasites were collected in 2022–2023 in Kaliningrad region (77 bats examined), Pskov region (46), Leningrad region (1) and in St. Petersburg (3). All found fleas are represented by *Ischnopsyllus variabilis* (Wagner, 1898). Among the mites prevailed *Steatonyssus periblepharus* Kolenati, 1858. Also *Macronyssus flavus* (Kolenati, 1856), *Spinturnix mystacinus* (Kolenati, 1857) and *Carios vespertilionis* were found. In St. Petersburg 1 *Cimex* sp. was captured on a young male *Nathusius*' pipistrelle.

УДК 576.895.122

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА *LECITHODOLLFUSIA ARENULA* (CREPLIN, 1825) ПОДТВЕРЖДАЕТ ПЛЕУРОГЕНИДНУЮ КОНЦЕПЦИЮ *LECITHODOLLFUSIA ODENING*, 1964 (TREMATODA: MICROPHALLOIDEA)

Власенков С.А.

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, svlasenkov22@gmail.com*

Род *Lecithodollfusia* – небольшая группа микрофаллоидных трематод, включающая от двух до трех видов. Концепции семейственного положения рода неоднократно пересматривались с течением времени. Согласно таксономической модели Lotz and Font, данный род относится к семейству Phaneropsolidae. Однако морфология церкарий *Lecithodollfusia*, а именно наличие четырех пар желез

проникновения, свидетельствует в пользу принадлежности этого рода к Pleurogenidae, как это ранее предлагалось И.А. Хотенковским (1970). Настоящее исследование посвящено оценке филогенетического положения *Lecithodollfusia* на основе молекулярных данных, полученных для его типового вида *Lecithodollfusia arenula*. Трематоды были собраны при вскрытии *Fulica atra*, добытой в охотничьих угодьях в окрестностях села Полдневое (Астраханская область, Россия). Идентификация вида паразита осуществлена по совокупности морфологических и экологических признаков, а также региона сбора. Три экземпляра *L. arenula* были использованы в качестве гологенофоров. Из двух образцов были получены частичные последовательности гена 28S рРНК и полные последовательности локуса ITS2 ядерной ДНК, а также для трех – были получены частичные последовательности гена *cox1* митохондриальной ДНК. Анализ последовательностей 28S рРНК показал, что наши образцы объединяются вместе с церкарией Pleurogenidae gen. sp. 2, обнаруженной Schwelm et al. (2020) у *Bithynia tentaculata* в Германии, в одну хорошо поддерживаемую кладу и вместе с ней помещаются в большую кладу Pleurogenidae + Collyriclidae в качестве хорошо поддерживаемой сестринской группы к плеурогенидному роду *Leyogonimus*. При этом Pleurogenidae выступают как парафилетичный таксон и формируют монофилетичную группу только в сочетании с *Collyriclum* (Collyriclidae). По причине ограниченного набора данных по маркерам ITS2 и *cox1* у плеурогенид нам пришлось ограничиться сравнением экземпляров *L. arenula* между собой и с Pleurogenidae gen. sp. 2 (только по локусу ITS2). Две полные последовательности локуса ITS2 по отношению друг к другу были идентичны и, в свою очередь, очень похожи с последовательностью церкарии Pleurogenidae gen. sp. 2 (p-дистанция 0,2–0,3 %). Три частичные последовательности гена *cox1* обнаруженных нами экземпляров показали высокую степень сходства между собой (p-дистанция 0,2–0,4 %). Таким образом, наши молекулярные данные в сочетании с информацией о морфологии церкарий подтверждают правоту плеурогенидной концепции *Lecithodollfusia*. Кроме того, полученные результаты позволяют ликвидировать Collyriclidae и перенести *Collyriclum* в Pleurogenidae.

PHYLOGENETIC ASSESSMENT OF *LECITHODOLLFUSIA ARENULA* (CREPLIN, 1825) SUPPOTRS PLEUROGENID CONCEPT OF *LECITHODOLLFUSIA* ODENING, 1964 (TREMATODA: MICROPHALLOIDEA)

Vlasenkov S.A.

The present study focuses on the phylogenetic position assessment of *Lecithodollfusia* based on molecular data obtained for its type species *Lecithodollfusia arenula*. Our data in combination with information on the morphology of cercariae confirm the pleurogenid concept correctness of *Lecithodollfusia*. In addition, our results allow us to abolish Collyriclidae and transfer *Collyriclum* to Pleurogenidae.

УДК 576.893.194

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СЕЗОННОСТЬ МИКСОСПОРИДИЙ РЫБ

Воронин В.Н., Дудин А.С., Каменченко А.В.

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»), наб. Макарова, 26, Санкт-Петербург, 199053 Россия, vnvoronin@mail.ru

Развитие миксоспоридий в рыбах происходит путем множественного деления (трофозоиты, плазмодии), завершающегося образованием спор, по которым определяют систематическое положение паразитов и отмечают их сезонность. После открытия у миксоспоридий сложного, диксенного жизненного цикла было установлено, что эти паразиты от 1 до 4 месяцев (при температуре около 20 °С) развиваются в беспозвоночном хозяине (чаще всего в аннелидах) с образованием актиноспор, служащих для заражения рыб. Несмотря на сложный, обычно годичный жизненный цикл, присутствие спор в рыбах, т. е. сезонность, у разных видов миксоспоридий варьирует в широких пределах. По литературным (Шульман, 1966; Molnar, 1998) и нашим данным, жаберные миксоспоридии рыб семейства окуневых начинают

спорообразование еще зимой и исчезают весной. У карповых рыб этот процесс сдвинут на весенне-летнее время. Напротив, споры *Myxobolus pseudodispar* из мышц, *M. fundamentalis* из жаберных дуг и *Myxidium rhodei* из почек присутствуют в организме плотвы практически круглогодично. Отсутствие выраженной сезонности у этих видов может быть объяснено их тропизмом и сложностью выхода спор из организма рыб. Под воздействием защитных сил хозяина он возможен, но растянут, занимает много месяцев, а возможно, и годы. Это затрудняет наблюдение над повторным заражением, т. е. реальной сезонностью. В свою очередь, плазмодии (цисты) миксоспоридий со зрелыми спорами, располагающиеся в поверхностных тканях жабр, весной превращаются в чужеродные тела и быстро отторгаются защитными силами хозяина. Не ясен механизм, запускающий процесс спорообразования в плазмодиях. Для *Henneguya creplini* из судака было показано, что плазмодии появляются в жабрах еще летом (Molnar, 1998), но спорообразование начинается только зимой. У вида *M. intimus* плазмодии также присутствуют в плотве с лета, но спорообразование имеет место только в апреле (Molnar et al., 2018). Не исключая влияния изменения температуры, как фактора, запускающего этот процесс, предполагаем, что главным триггером являются преднерестовые гормональные изменения у рыб. У окуневых рыб они начинаются несколько раньше, чем у карповых рыб, что и определяет уже зимнее спорообразование миксоспоридий у первых и несколько более позднее (ранняя весна) у вторых.

FACTORS DETERMINING SEASONALITY OF FISH MYXOSPORIDIA

Voronin V.N., Dudin A.S., Kamenchenko A.V.

The long-term presence of myxosporidium spores in the body and lack of seasonality is commonly found in tissue fish parasites. Pronounced seasonality is noted in easily leaving fish of gill parasites. The winter-spring seasonality noted in percidae fish, and spring-summer seasonality noted in cyprinidae fish, may be caused by prednest hormonal changes.

САНИТАРНО-ЗНАЧИМАЯ ТРЕМАТОДОФАУНА ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ

Воронина Е.А., Проскурина В.В., Лахтина А.Э.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (КаспНИРХ),
ул. Савушкина, 1, Астрахань, 414056 Россия,
Voroninaea7@yandex.ru

В ходе паразитологического анализа (2020–2022 гг.) обследовано 1274 экз. карповых и окуневых рыб, выловленных в западной и восточной частях дельты Волги.

Видовой состав трематод, опасных для человека и/или теплокровных животных, половозрелых особей леща, воблы, густеры, красноперки и окуня, включал следующих паразитов: *Apophallus muehlingi*, *Apophallus donicus* (Trematoda: Heterophyidae), *Pseudamphistomum truncatum*, *Opisthorchis felineus* (Trematoda: Opisthorchidae), *Clinostomum complanatum* (Trematoda: Clinostomatidae).

Метацеркарии трематод сем. Heterophyidae отмечали в плавниках, кожных покровах и мышцах густеры, красноперки, леща, воблы и окуня, при этом у густеры и красноперки гельминтов выявляли ежесезонно (ЭИ в среднем составляла $28,34 \pm 6,12$ % и $38,21 \pm 7,93$ %, соответственно) с максимальной интенсивностью инвазии 486 экз. у красноперки в осенний период 2022 г. Инвазию воблы наблюдали весной ($7,28 \pm 5,18$ %); леща, напротив, в осенний период в среднем у $18,98 \pm 5,96$ % рыб; у окуня отмечали практически ежесезонно (ЭИ $11,31 \pm 3,34$ % особей), за исключением 2022 г.

Представители сем. Opisthorchidae паразитировали исключительно в мышцах в среднем у $3,72 \pm 2,00$ % густеры, у $1,90 \pm 1,56$ % воблы и $5,05 \pm 1,91$ % красноперки. Личиночные формы трематод *O. felineus* и *P. truncatum* регистрировали ежесезонно у красноперки и густеры, у воблы только весной. При этом смешанную инвазию описторхидами отмечали у красноперки и воблы. Наибольшая

численность трематод выявлена у воблы (ИИ 21 экз.) весной 2022 г. В данный период исследования были зарегистрированы единичные случаи описторхоза у населения Астраханской области.

Трематоды *C. complanatum* найдены в подкожном слое мускулатуры окуня ($5,18 \pm 2,36$ %) при максимальной интенсивности 11 экз. в весенний период 2020 г. У красноперки встречались единично только летом в 2021 г.

Наличие живых личинок санитарно-значимых паразитов у воблы, густеры, красноперки, леща и окуня свидетельствовало о принадлежности этих рыб к разряду «условно годная», то есть продукция из данных видов рыб допускается в реализацию после предварительного обеззараживания с последующей сертификацией.

В целом, несмотря на невысокий, но стабильный уровень зараженности, регулярное выявление опасных для человека и/или теплокровных животных метацеркарий трематод свидетельствовало о сохранении природных очагов антропозоонозов в дельте Волги.

SANITARY-SIGNIFICANT TREMATODOFAUNA OF COMMERCIAL FISH SPECIES OF THE VOLGA DELTA

Voronina E.A., Proskurina V.V., Lakhtina A.E.

The species composition of the sanitary-significant fauna of cyprinid and perch trematodes is represented by the fam. Heterophyidae, Opisthorchidae, Clinostomatidae. Infestation of fish over the past three years has remained insignificant, but stable. The detection of viable larvae of dangerous helminths requires compliance with safety standards when selling fish products. The regular detection of epidemiologically significant parasites testified to the preservation and functioning of natural foci of anthrozooses caused by trematodes in the Volga delta.

ЧТО И КАК ЛИМИТИРУЕТ ТРАНСМИССИЮ ТРЕМАТОД МОРСКИХ ПТИЦ В ПРИБРЕЖЬЕ МОРЕЙ СЕВЕРА ГОЛАРКТИКИ

Галактионов К.В.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, kirill.galaktionov@zin.ru
Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия*

Трематоды морских мигрирующих птиц – наиболее богатая видами группа паразитов, циркулирующих в прибрежье северных морей. Им удается преуспеть, несмотря на сложности с реализацией жизненных циклов из-за суровых условий внешней среды и непродолжительного пребывания дефинитивных хозяев (ДФ) в биотопе. Это определяет краткость периода, в который возможна трансмиссия. На Белом море показано, что передача инвазии от первого промежуточного хозяина (1ПХ) ко второму (2ПХ) на 70–80 % осуществляется на протяжении одного летнего месяца в году. Основным регулятором эмиссии церкарий из 1ПХ служит температура воды, которая в условиях Белого моря почти шесть месяцев в году ниже нуля. Группировки партенит в моллюсках-1ПХ в это время находятся в состоянии гипобиоза, и для восстановления функциональной активности при весеннем прогреве воды им требуется от нескольких дней до месяца. В арктических регионах трансмиссия трематод со свободноживущими церкариями, которым необходимо заразить 2ПХ, становится малореальной. Здесь доминируют виды с диксенным жизненным циклом, лишенным свободных во внешней среде личинок. Помимо диксении, у трематод выработался еще один вариант реализации жизненного цикла в нестабильных условиях – дополнительные этапы партеногенетического размножения на стадии метацеркарии во 2ПХ. Это существенно усиливает «паразитарный сигнал» и способствует успеху видов *Parvatrema* spp., обладающих таким циклом.

Внедрение молекулярных методов, помимо уточнения биоразнообразия трематод Арктики и Субарктики и расшифровки их жизненных циклов, сделало возможным выполнение филогеографических реконструкций. Это позволило прояснить вопрос о становлении фаун трематод морских птиц в Северной Пацифике (СП) и Северной Атлантике (СА) и вычленили факторы, определяющие их современное распространение. Помимо вагильности ДХ – морских птиц, значимым фактором оказалось распространение ИПХ и особенности жизненного цикла конкретного вида трематод. На это наложились климатические осцилляции плейстоцена, в ходе которых периодически становилась возможной связь между биотой СП и СА. Различные комбинации этих факторов привели к формированию у трематод викарирующих видов в СА и СП, видов с амфибореальным ареалом и с таким же ареалом, но формирующих в СП и СА генетически изолированные друг от друга популяции. Полученные материалы позволяют прогнозировать возможность взаимопроникновения фаун трематод морских птиц СА и СП.

Работа поддержана грантом РФФИ № 23-14-00329.

WHAT AND HOW LIMITS THE TRANSMISSION OF SEABIRD TREMATODES IN INSHORE AREAS OF THE NORTHERN HOLARCTIC SEAS

Galaktionov K.V.

The factors limiting the transmission of trematodes in the Arctic and Subarctic seas and determining their ranges and population structure are considered.

ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ЛИЧИНОК КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ПРИ МИКОЗЕ, ВЫЗВАННОМ ПАРАЗИТИЧЕСКИМ ГРИБОМ *METARHIZIUM ROBERTSII*

**Ганина М.Д.¹, Морозов С.В.¹, Тюрин М.В.², Носков Ю.А.²,
Крюков В.Ю.²**

¹ Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова
СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 9, Новосибирск, 630090 Россия,
tosya2021@yandex.ru

² Институт систематики и экологии животных СО РАН,
ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия

Энтомопаразитические грибы проникают в организм насекомых через кутикулу и, размножаясь в гемоцеле, метаболизируют различные липиды хозяина. Известно, что линейные и разветвленные углеводороды стимулируют рост и усиливают вирулентность гриба. Однако изменения липидных композиций в моделях *in vivo* недостаточно поняты. В данной работе проводился анализ изменения липидного состава целого тела (живые и мумифицированные личинки), а также личинок шкурки личинок колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*), обработанных конидиями *Metarhizium robertsii*, методом хромато-масс-спектрометрии.

Грибная инфекция приводила к резкому снижению общего содержания метилразветвленных алканов в экстракте целого тела мумифицированных личинок (в 16 раз). При этом для всех 16 метилразветвленных алканов (C28-C32) отмечено уменьшение концентрации. Суммарное содержание связанных кислот (C14-C20) не изменялось, а уровень свободных кислот (C12-C20) снижался при микозе.

С целью выяснения являются ли наблюдаемые эффекты результатом изменений метаболизма насекомого при развитии микоза или результатом утилизации этих соединений грибом, проведен анализ личинок шкурки, обработанных конидиями. Нами подтверждено снижение содержания метилразветвленных углеводородов, при этом наибольшее уменьшение наблюдалось для

терминально разветвленных алканов (2,10-, 2,18-диметилС28; 2,12-, 2,18-диметилС30). Общее содержание связанных кислот существенно не изменялось при развитии гриба на шкурках. Однако уровень свободных кислот значительно увеличивался. Кроме проведенных тестов нами выполнен анализ липидной композиции конидий *M. robertsii*, показавший полное отсутствие в них углеводов и преобладание связанных и свободных жирных кислот.

Таким образом, нами впервые установлена активная утилизация грибом *M. robertsii* метилразветвленных алканов личинок колорадского жука в процессе патогенеза. На основании результатов по жирным кислотам можно предположить, что гриб преобразует углеводороды в свободные жирные кислоты.

CHANGE IN LIPID COMPOSITION IN COLORADO POTATO BEETLE DURING MYCOSIS CAUSED BY *METARHIZIUM ROBERTSII*

**Ganina M.D., Morozov S.V., Tyurin M.V., Noskov Yu.A.,
Kryukov V.Yu.**

A lipid composition changes in Colorado potato beetle upon mycosis caused by *Metarhizium robertsii* were analysed. The main compounds in both the whole body and the cuticle were methyl-branched hydrocarbons and free and esterified fatty acids. The amount of all hydrocarbons decreased significantly during fungal development in both the whole body and the cuticle. Changes in fatty acids composition were also registered. Analysis of *M. robertsii* conidia showed absence of hydrocarbons and predomination of free and esterified fatty acids. We suggest that *M. robertsii* utilizes methyl-branched hydrocarbons of *L. decemlineata* and presumably transforms them into free fatty acids during mycosis.

МИТОГЕНОМИКА ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИХ АРАХНИД: НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАЗНООБРАЗИИ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОМОВ ERIOPHYOIDEA

Ганкевич В.Д.¹, Четвериков Ф.Е.¹, Жук А.С.²

*¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, vd.gankevich@gmail.com*

*² Институт прикладных компьютерных наук, Университет ИТМО,
Кронверкский пр., 49, Санкт-Петербург, 191002 Россия*

Четырехногие галловые клещи образуют крупное надсемейство Eriophyoidea (Acariiformes, Arachnida), включающее три семейства и более 4500 видов облигатных гостально специфических фитопаразитов. Эти клещи имеют червеобразное тело, несущее кольцевые складки кутикулы, и всего две пары ходильных конечностей. Систематика этих клещей до сих пор во многом остается непроясненной. Морфологические исследования не дают ответов на вопросы филогении этих организмов в силу наличия большого количества гомоплазий и невозможности выявить четкие синапоморфии. Использование отдельных молекулярных маркеров, таких как 18srRNA, 28srRNA, Cox1, тоже не приносит существенных результатов. В этой связи потенциальным решением проблемы может стать филогеномный подход. В своем исследовании мы сконцентрировались на изучении митохондриальных геномов большого количества различных видов галловых клещей. В работах предыдущих авторов было продемонстрировано, что митохондриальные геномы эриофиоидов характеризуются высокой степенью консерватизма и последовательность генов в них во многом соответствуют гипотетической предковой последовательности для всех членистоногих. Наши данные показывают, что разнообразие митогеномов галловых клещей намного выше, чем предполагалось ранее, и позволяют сделать выводы о кладогенезе внутри этой таксономической группы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 23-24-00063.

MITOGENOMICS OF PHYTOPARASITIC ARACHNIDS: NEW DATA ON THE DIVERSITY OF ERIOPHYOIDEA'S MITOCHONDRIAL GENOMES

Gankevich V.D., Chetverikov P.E., Zhuk A.S.

Our research is aimed at expanding knowledge about the mitochondrial genomes of Eriophyoidea mites and assessing their applicability in phylogenetic analysis. The data we have obtained show that the diversity of mitochondrial genomes is significantly higher than previously assumed. In addition, the result allow us to draw some conclusions about cladogenesis within the Eriophyoidea superfamily.

УДК 576.893.1

***CRITHIDIA VERSIFORMIS* – ПЕРВЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ТРИПАНОСОМАТИД (KINETOPLASTEА: TRYPANOSOMATIDA), ОБНАРУЖЕННЫЙ В СЕТЧАТОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (NEUROPTERA). ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ, МОРФОГЕНЕЗ, ФИЛОГЕНИЯ**

Ганюкова А.И.¹, Малышева М.Н.¹, Агасой В.В.^{1,2}, Фролов А.О.¹

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, Anna.Ganyukova@zin.ru

² Псковский государственный университет, пл. Ленина, 2, Псков,
180000 Россия

Современное биоразнообразие трипаносоматид представлено паразитическими протистами, эволюционная история которых была связана с освоением различных представителей кл. Insecta – предположительно, первоначальных хозяев этой группы. Жизненные циклы представителей известных родов трипаносоматид протекают при участии насекомых, за исключением «водной клады» трипаносом, у которых роль переносчиков могут вторично замещать пиявки. Из всего разнообразия насекомых представители пяти отрядов – Diptera, Siphonaptera, Heteroptera, Hymenoptera и Blattodea – установлены в качестве хозяев трипаносоматид. В этой работе мы описываем вид трипаносоматид, обнаруженных в пищеварительной системе златоглазок

Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae). Это первая находка трипаносоматид в насекомых, относящихся к отряду Neuroptera.

Жгутиконосцы были обнаружены в передней кишке *C. carnea*, пойманной в черте г. Санкт-Петербурга, и впоследствии изолированы в лабораторную культуру. Филогенетический анализ с использованием молекулярных маркеров 18S рРНК и GAPDH показал близость изолята к моноксенным трипаносоматидам *Crithidia dedva* из подсем. Leishmaniinae. В культуре клетки нового вида *Crithidia versiformis* представлены тремя основными морфотипами: крупными критидиальными клетками (тип А), мелкими эндомастиготами (тип В) и про/парамастиготами промежуточных размеров (тип С). Отмечен ряд структурных особенностей среди указанных морфотипов: клетки типа А отличаются развитым разветвленным митохондрионом и особыми ацидофильными вакуолями, заполненными мелкими электронно-плотными гранулами, в то время как для клеток типа С отмечены простой тубулярный митохондрион и присутствие ацидокальцисом в их типичном варианте строения. *C. versiformis* является первым видом моноксенных трипаносоматид из насекомых, для которого показан митохондриальный диморфизм.

Серия экспериментальных заражений имаго *C. carnea* успешно продемонстрировала способность нового вида трипаносоматид к формированию устойчивой инфекции. На первых этапах заражения клетки *C. versiformis* образуют скопления на кутикулярной выстилке пищевода и в складках дивертикула, активно там размножаясь. В дальнейшем трипаносоматиды распространяются в среднюю и заднюю кишку, после чего выводятся с фекалиями насекомого.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 22-24-00033.

***CRITHIDIA VERSIFORMIS*: THE FIRST TRYPANOSOMATID SPECIES (KINETOPLASTEA: TRYPANOSOMATIDA) FOUND IN LACEWING INSECTS (NEUROPTERA). LIFE CYCLE, MORPHOGENESIS, PHYLOGENY**

Ganyukova A.I., Malysheva M.N., Agasoy V.V., Frolov A.O.

A new species of trypanosomatids, *Crithidia versiformis*, was found in the foregut of *Chrysoperla carnea* collected within the city of

St. Petersburg. Phylogenetic analysis showed the closeness of this species to *Crithidia dedva* from the subfam. Leishmaniinae. The has been described for cells from a laboratory culture and the host intestine; for the first time, mitochondrial dimorphism has been shown for monoxenous trypanosomatids. A series of experimental infections confirmed the ability of *C. versiformis* to parasitize the foregut of this host.

УДК 576.893.1

ОБНАРУЖЕНИЕ ДВУХ ВИДОВ ФИТОМОНАД (TRYPANOSOMATIDAE: *PHYTOMONAS*), ПАРАЗИТОВ ПЛОДОВ ТОМАТА *SOLANUM LYCOPERSICUM* НА ЮГЕ РФ

Ганюкова А.И., Малышева М.Н., Фролов А.О.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, Anna.Ganyukova@zin.ru*

Phytomonas – единственный род трипаносоматид, представители которого способны развиваться в различных видах высших растений. Фитомонады обладают диксенными жизненными циклами, в которые, помимо растений, вовлечены переносчики – клопы-фитофаги. Фитомонады имеют всесветное распространение и на сегодня обнаружены в представителях 24 семейств растений. В ряде стран тропического пояса они серьезно влияют на экономику, являясь причиной эпифитотий пальмовых плантаций.

Фитомонады, часть жизненного цикла которых протекает в плодах томатов, были ранее обнаружены на трех континентах: *Phytomonas serpens* описан из клопов *Phthia picta* (Hemiptera, Coreidae) в Южной Америке, *Leptomonas serpens* – из клопа *Nezara viridula* (Hemiptera, Pentatomidae) в Южной Африке, а *Phytomonas* sp. (изолят ТСС 305Е) найден в томатах на юге Европы, и его переносчик на данный момент не известен. Нам удалось обнаружить два из указанных видов фитомонад на юге России и Украины. *P. serpens*, ранее не отмеченный за пределами Бразилии, был найден в слюнных железах и средней кишке двух имаго соснового семенного клопа *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera, Coreidae), пойманного в Республике Крым.

Клоп является вселенцем из Северной Америки, он впервые появился в Италии в 1999 г. и к 2010 распространился до территорий России и Украины. Клоп *L. occidentalis*, рацион которого обычно ограничивается семенами растений сем. Pinaceae и Cupressaceae, вряд ли может быть специфическим переносчиком *P. serpens*; тем не менее обнаружение фитомонад в его слюнных железах свидетельствует о том, что паразит способен успешно развиваться в его организме. Серия экспериментальных заражений показала выживаемость клеток крымского изолята *P. serpens* в плодах томатов до трех с половиной месяцев. Результаты экспериментов по заражению потенциальных векторов продемонстрировали способность этих фитомонад формировать устойчивую инфекцию в пищеварительном тракте *Coreus marginatus*, в то время как в кишке *N. viridula* мы не наблюдали развития инфекции. Второй вид фитомонад, идентичный «испанскому» изоляту *Phytomonas* sp. ТСС 305Е, был обнаружен в слюнных железах *N. viridula* в Краснодарском крае. Данный вид на филогенетических деревьях кластеризуется с европейскими жгутиконосцами, выделенными из *Annona cherimola*, *Trifolium* sp. и *Amaranthus retroflexus*. Вектор нового вида фитомонад не известен, однако наша находка в клопе *N. viridula*, который является видом-вселенцем из Северной Африки, может пролить свет на биологию этого паразита.

Работа выполнена при финансовой поддержке темы государственного задания № 122031100260-0 (Зоологический институт РАН).

**DISCOVERING OF TWO PHYTOMONAD SPECIES
(TRYPANOSOMATIDAE: *PHYTOMONAS*),
PARASITES OF *SOLANUM LYCOPERSICUM*
FRUITS IN THE SOUTH OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Ganyukova A.I., Malysheva M.N., Frolov A.O.

During the study of trypanosomatid diversity in the south of Russia and Ukraine, we found two phytomonad species identified as parasites of tomato fruits. *Phytomonas serpens*, previously reported in Brazil, has been found on the territory of the Republic of Crimea in the gut and salivary glands of the pine seed bug *Leptoglossus occidentalis*

(Hemiptera, Coreidae), an invasive species from North America. The second species, identical to the Spanish isolate *Phytomonas* sp. TCC 305E, has been found in the the Krasnodarsky Krai in the salivary glands of the *Nezara viridula* (Hemiptera, Pentatomidae), an invasive bug from North Africa. Given the practical importance of tomatoes as vegetable crops in the south of Russia, these findings may be of great practical importance.

УДК 661.167.2

ИЗУЧЕНИЕ ОЛЬФАКТОРНЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ СИНАНТРОПНЫХ ГРЫЗУНОВ НА АТТРАКТИВНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ РОДЕНТИЦИДНЫХ ПРИМАНОК

Геворкян И.С., Богданова Е.Н., Комаров В.Ю.

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Семашко, 2А, Мытищи, Московская область, 141014 Россия, gevorkeyan.is@fferisman.ru

В настоящее время для контроля численности синантропных грызунов наиболее широко используют родентициды в виде разнообразных приманок на пищевой основе с содержанием родентицидного действующего вещества от 0,0025 до 3,0 %. На сегодняшний день в России зарегистрировано более 200 родентицидных приманок с различными вкусовыми ароматами. Одной из актуальных проблем в современной дератизации остается их поедаемость, которая напрямую зависит от вкусовых качеств приманок и вкусовых предпочтений грызунов. Для этого в Институте дезинфектологии была поставлена задача выяснить, какие аттрактанты имеют большую привлекательность для домашних мышей, а также установить наиболее привлекательные концентрации.

Для проведения лабораторных опытов было отобрано шесть промышленных пищевых ароматизаторов с ароматами банана, вишни, миндаля, сыра, ванильного пломбира и с шоколадно-ореховым ароматом. Исследования были проведены в лабораторных условиях

в модульной установке на домашних мышах при свободном выборе приманок. Поедаемость зерновых приманок, пропитанных ароматизаторами в трех концентрациях: 1 %, 0,1 % и 0,01 %, сравнивали с контрольными образцами – необработанное (чистое) зерно и зерно, обработанное подсолнечным маслом.

В результате данных экспериментов было установлено, что наиболее привлекательными оказались аттрактанты, являющиеся имитацией ароматов белковых вкусов (указаны в порядке снижения привлекательности), с ароматами миндаля, сыра, ванильного пломбира и шоколадно-ореховым ароматом по сравнению с фруктовыми (растительными) – банановым и вишневым. С понижением концентрации аттрактантов поедаемость приманок увеличивалась. Так, при сравнительной оценке привлекательности синтетического аттрактанта со вкусом миндаля у домашних мышей при свободном выборе в лабораторных условиях она составила в концентрации 1 % – 58,08 %, 0,1 % – 72,33 % и 0,01 % – 76,54 %. В свою очередь, высокие концентрации аттрактантов могут оказывать обратное (репеллентное) действие, как в случаях с вишневым и банановым ароматами.

Таким образом, эффективность дератизации (поедаемость пищевой приманки) связана не только с привлекательностью аттрактанта, но и с его концентрацией. Данные исследования, проводимые в Институте дезинфектологии, продолжаются, и по окончании будут подготовлены соответствующие методические рекомендации для специалистов.

STUDY ON OLFACTORY BEHAVIORAL REACTIONS OF SYNANTHROPIC RODENTS TO THE ATTRACTIVENESS OF COMPONENTS OF RODENTICIDAL BAITS

Gevorkyan I., Bogdanova E., Komarov V.

In the laboratory conditions, 6 synthetic flavors (food attractants) were studied on house mice. Attractants with aromas of almond, cheese, vanilla ice cream and chocolate-nut (imitation of aromas of protein flavors) were more attractive than aromas of cherry and banana (fruit aromas). With a decrease in the concentration of attractants, the palatability (efficiency) of baits increased.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКА РЕПЕЛЛЕНТОВ И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ РЕПЕЛЛЕНТНЫХ СРЕДСТВ

Германт О.М., Ушакова Е.В., Ахметшина М.Б.

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2А, Мытищи, Московская область, 141014 Россия

Летающие кровососущие насекомые являются серьезной проблемой во всем мире. Они переносят возбудителей опасных природноочаговых трансмиссивных инфекций – малярии, лихорадок денге, Зика, Чикунгунья, желтой, туляремии и других. Основным способом индивидуальной защиты человека от укусов летающих кровососущих насекомых до сих пор остается применение репеллентных (отпугивающих) средств.

Подавляющее большинство современных исследователей признает наиболее эффективной репеллентной субстанцией ДЭТА, но часто при этом отмечают ее существенные недостатки (относительную токсичность, пластифицирующие свойства и т. д.), что приводит их к выводу о необходимости поиска альтернативы ДЭТА. Определенные надежды ученые возлагают на природные соединения.

Продолжаются попытки создать более совершенные композиции из вытяжек растительных экстрактов за счет специальных добавок, снижающих всасывание репеллентов через кожу. Тенденциями в разработке репеллентных средств становится использование природных репеллентных веществ, таких как эфирные масла, и использование составов, основанных на системах контролируемого высвобождения репеллентов (полимерные микро- и нанокапсулы, микро- и твердые липидные наночастицы, нано- и микроэмульсии, липосомы, ниосомы, наноструктурированные гидрогели, полимерные мицеллы и циклодекстрины), которые позволяют изменять физико-химические свойства связанных молекул, обеспечивая дозированный выход действующих веществ, увеличивая длительность репеллентного действия и снижая токсичность за счет уменьшения кожной абсорбции веществ.

Материалы, отпугивающие комаров, заслуженно пользуются спросом у потребителей, так как могут обеспечить длительную защиту. Разработки ведут в разных направлениях: изготовление текстиля из нановолокна, содержащего репеллент, предварительная подготовка ткани к нанесению репеллента, например, пропитанная репеллентом альгинатная сшитая хлопчатобумажная ткань обладает большей устойчивостью к стирке, чем обычная, что связано с эффективным физическим захватом репеллента альгинатными матрицами; изготовление специальных материалов, например, содержащий репеллент термопластичный полимер или адсорбирующие материалы на основе диоксида кремния и биоматериалов (такие как хитозан-глутаровый альдегид), способных выделять репеллент, которые могут быть использованы, например, для изготовления репеллентных браслетов, или полимер, пропитанный жидкой композицией из репеллента и вещества, которое уменьшает его испарение за счет снижения давления пара и таким образом контролируемо его выделяет. Нанесение на ткани микрокапель циклодекстрина с репеллентом или микрокапсул, содержащих репелленты, не только увеличивает длительность защитного действия, но и придает ткани устойчивость к стирке.

УДК 595.122

ЭФФЕКТ ОЛЛИ В ИНФРАПОПУЛЯЦИЯХ ПАРАЗИТОВ

**Гопко М.В.¹, Марьомяки Т.², Миронова Е.И.¹, Таскинен Й.²,
Салонен Й.²**

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, gorkomt@yandex.ru*

² *Университет Ювяскюли, PO Box 35, FI-40014, Ювяскюля, Финляндия*

Если воспринимать эволюционный процесс чересчур прямолинейно (в духе теннисоновского «Природа с красными клыками и обгравившая их кровь»), то рост плотности популяций – несомненное зло для представителей этих популяций. Чем больше особей одного вида рядом, тем выше конкуренция и меньше ресурсов, которые

отдельная особь может направить на рост и развитие. В инфрапопуляциях паразитов такая ситуация обычна и носит название «эффекта скученности» (crowding effect). Однако мир устроен весьма причудливо, и нередки случаи, когда особи в популяциях выигрывают от наличия поблизости представителей своего вида. Увеличение приспособленности отдельных особей с ростом плотности популяции называется эффектом Олли. У свободноживущих организмов эффект Олли имеет самое непосредственное отношение к устойчивости популяций к вымиранию, успеху интродукции видов и восстановлению исчезающих популяций. Особенно часто встречается он у видов с относительно низкими плотностями популяции и видов, осваивающих новые территории (аналогия со многими паразитами напрашивается). Тем удивительнее, что применительно к паразитам об эффекте Олли говорят исключительно редко. В докладе будет рассказано об эффекте Олли у двух эволюционно далеких видов паразитов: глохидий европейской жемчужницы и метацеркарий трематоды *Diplostomum pseudospathaceum*. Будут обсуждаться возможные причины появления эффекта, его значение для популяций паразитов и возможное использование для восстановления видов паразитов, находящихся под угрозой исчезновения.

Поддержка: грант Минобрнауки (№ 075-15-2022-1134).

THE ALLEE EFFECT IN PARASITIC INFRAPOPULATIONS

Gopko M.V., Marjomäki T., Mironova E.I., Taskinen J., Salonen J.

Perceiving the evolutionary process too straightforwardly (in the spirit of Tennyson's "Nature, red in tooth and claw"), implies that the increase in population density is an undeniable evil for individuals in the populations. The more conspecifics nearby, the higher the competition and the fewer resources are available for individual's growth and development. In infrapopulations of parasites, this situation is usual and is called the 'crowding effect'. However, in the real world, it is not uncommon for individuals in populations to benefit from the presence of conspecifics nearby. An increase in individual fitness with the population density is called the Allee effect. In free-living organisms, the Allee effect is closely related to

the resilience of populations to extinction, the success of invasive species, and the recovery of endangered species. It is especially common in species with relatively low population densities and in those that colonize new habitats (similar to many parasites). Surprisingly, the Allee effect is rarely mentioned in the parasitological context. We studied the Allee effect in two evolutionary distant species of parasites: European pearl mussel's glochidia and metacercariae of the trematode *D. pseudospathaceum*. Possible reasons for the presence of the effect, its significance for the exploitation of host resources by parasites, and its possible implications for the restoration of endangered parasitic species are discussed.

Financial support: Russian Ministry of Education and Science (grant No. 075-15-2022-1134).

УДК 595.122

ВЛИЯНИЕ ЗАРАЖЕНИЯ ТРЕМАТОДОЙ *DIPLOSTOMUM PSEUDOSPATHACEUM* НА ПОВЕДЕНИЕ МАЛЬМЫ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Гопко М.В., Ткаченко Д.А., Шпагина А.А., Миронова Е.И.

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, gopkov@gmail.com*

Паразиты способны менять фенотип своего хозяина с целью увеличить свою приспособленность (Poulin, 2010). Так, широко распространенная трематода *Diplostomum pseudospathaceum* подавляет защитное поведение разных видов пресноводных рыб, делая их более подходящей добычей для рыбацких птиц (окончательных хозяев трематоды) (Гопко et al., 2017). Подобные манипуляции поведением хозяина способствуют завершению жизненного цикла паразита. Распространено мнение, что поведенческие изменения, вызываемые *D. pseudospathaceum*, объясняются ухудшением зрения хозяина вследствие формирования катаракты (Karvonen et al., 2004; Seppälä et al., 2005). Нет сомнений, что инфекция ухудшает зрение хозяина, хотя остается неясным, связано ли ослабление защитного поведения зараженной рыбы именно с ухудшением зрения. Чтобы

оценить связь зрения с поведенческими изменениями у рыб, мы изучали влияние трематоды *D. pseudospathaceum* на поведение мальмы (*Salvelinus malma*) на свету и в темноте. Как и предполагалось изначально, паразиты делали хозяев менее осторожными, подавляя их защитное поведение. Зараженные рыбы были активнее, хуже избегали сачка и держались ближе к поверхности воды, чем контрольные. Важно, что освещенность не влияла на различия в поведении зараженных и контрольных рыб, то есть разница в поведении сохранялась даже тогда, когда зрение не могло играть существенной роли в ориентации рыб в пространстве. Это ставит под сомнение гипотезу о том, что *D. pseudospathaceum* меняет поведение хозяев, ухудшая их зрение, и намекает на иной механизм манипуляции поведением хозяина (возможно, химический).

Финансирование: гранты РФФ (№ 23-24-00418, 19-14-00015).

INFLUENCE OF THE INFECTION BY THE TREMATODE *DIPLOSTOMUM PSEUDOSPATHACEUM* ON THE BEHAVIOR OF DOLLY VARDEN UNDER DIFFERENT LIGHT CONDITIONS

Gopko M.V., Tkachenko D.A., Shpagina A.A., Mironova E.I.

Parasites can change the phenotype of their host to increase their own fitness (Poulin, 2010). The trematode *Diplostomum pseudospathaceum* suppresses the defensive behavior of fishes making them more suitable prey for fish-eating birds (final hosts). It is believed that the behavioral changes caused by *D. pseudospathaceum* are due to deterioration of the host's vision because of cataract formation (Karvonen et al., 2004; Sepälä et al., 2005). However, experimental data (Gopko et al., 2015) do not always support this hypothesis. Although it is likely that this trematode impairs the host's vision, it is unclear whether the deterioration of the host's defensive behavior is only due to vision impairment. We studied the effect of *D. pseudospathaceum* on the behavior of Dolly Varden (*Salvelinus malma*) under different light conditions. As expected, the parasites made their hosts less cautious, suppressing their defensive behavior. Infected fish were more active, avoided the dip net worse, and stayed closer to the water surface than the control ones. Importantly, differences

in the behavior of infected and control fish remained similar both in the dark and in the light, i.e., persisted even when vision could not play a significant role in spatial orientation. This casts doubt on the hypothesis that *D. pseudospathaceum* alters hosts' behavior only by impairing their vision and hints at another mechanism of manipulation.

Financial support: RSF (grants No. 23-24-00418 and 19-14-00015).

УДК 595.122

ЗАРАЖЕННОСТЬ МОРСКИХ РЫБ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ГЕЛЬМИНТАМИ – РЕЗУЛЬТАТЫ ОКЕАНИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Гордеев И.И.^{1,2}, Соколов С.Г.³

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Окружной пр., 19, Москва, 105187 Россия, gordeev_ilya@bk.ru*

² *МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1/12, Москва, 119234 Россия*

³ *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, sokolovsg@mail.ru*

В июне–июле 2018 г. и в сентябре–октябре 2019 г. в рамках ресурсных исследований ФГБНУ «ВНИРО» были проведены две эпипелагические траловые съемки в Охотском море, Беринговом море, а также в открытой части Тихого океана к востоку от Курильских островов. В результате съемки на предмет зараженности экто- и эндопаразитами было исследовано 1657 особей 31 вида костистых рыб и 3 особи двух видов акул. Зараженность рыб эпипелагиали северо-западной части Тихого океана характеризуется высокими показателями экстенсивности и интенсивности инвазии и относительно низким видовым разнообразием паразитов. Всего обнаружено 50 видов экто- и эндопаразитов, среди которых доминирующую группу составляли известные генералисты: анизакидные и рафидаскаридные личинки, плероцеркоиды *Nybelinia surmenicola* и *Pelichnibothrium speciosum* s. l. и скребни *Echinorhynchus gadi*. Однако у отдельных видов рыб – эврибатных *Aptocyclus ventricosus*

(Cyclopteridae), *Zaprora silenus* (Zaproridae), *Leuroglossus schmidti* (Bathylagidae) и *Icichthys lockingtoni* (Centrolophidae) – на передовых позициях по обилию и встречаемости были кишечные трематоды. Впервые получены данные о зараженности трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* (Gasterosteidae) в открытой части океана, свидетельствующие о присутствии у этого вида рыб преимущественно пресноводных видов паразитов.

Исследование выполнено за счет гранта РФФ № 23-24-00419.

HELMINTH INFECTION OF MARINE FISH OF THE FAR EAST: THE RESULTS OF OCEAN SURVEYS

Gordeev I.I., Sokolov S.G.

Two epipelagic trawl surveys were conducted in the Sea of Okhotsk, the Bering Sea, and in the open part of the Pacific Ocean east of the Kuril Islands in June-July 2018 and in September-October 2019 within the framework of the resource research of VNIRO. As a result of the survey, 1657 individuals of 31 species of bony fish and 3 individuals of two species of sharks were examined for infection with ecto- and endoparasites. The infestation of fish in the epipelagic zone of the north-western part of the Pacific Ocean is characterized by high indices of the prevalence and infection intensity and a relatively low species diversity of the parasites. Fifty species of ecto- and endoparasites were found, the dominant group being represented by well-known generalists: anisakid and raphidascarid larvae, plerocercoids of *Nybelinia surmenicola* and *Pelichnibothrium speciosum* s. l., and acanthocephalans *Echinorhynchus gadi*. However, in some fish species, such as eurybatic *Aptocyclus ventricosus* (Cyclopteridae), *Zaprora silenus* (Zaproridae), *Leuroglossus schmidti* (Bathylagidae), and *Icichthys lockingtoni* (Centrolophidae), intestinal trematodes dominated in terms of abundance and frequency of occurrence. The data on the infection of the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* (Gasterosteidae) in the open part of the ocean were obtained for the first time. They indicate that this fish is predominantly infected with freshwater parasites.

The research was supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-24-00419.

**ЭНДОПАРАЗИТОФАУНА ЭЙМЕРИИД
ФИЛОГРУППЫ «EIMERIA CALLOSPERMOPHILII»
У СУСЛИКОВ ЖЕЛТОГО И КРАПЧАТОГО (RODENTIA:
SCURIDAE: SPERMOPHILUS FULVUS, SPERMOPHILUS
SUSLICUS) В ПРИРОДНЫХ БИОТОПАХ САРАТОВСКОЙ,
ВОРОНЕЖСКОЙ И ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТЕЙ**

Давыдова О.Е.¹, Кузнецова Е.В.², Васильева Н.А.²,
Савинецкая Л.Е.², Шекарова О.Н.²

¹ ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, ул. Академика Скрябина, 23,
Москва, 109472 Россия, o.davydova66@mail.ru

² ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, grandusweet@gmail.com

В клетках эпителия кишечника сусликов паразитируют многочисленные виды простейших-кокцидий, относящихся к филогруппе (кладе) «*Eimeria callospermophilii*» (Motriuk-Smith et al., 2005), не менее 6–7 видов из них – *E. callospermophili*, *E. citelli*, *E. synomisis*, *E. lateralis*, *E. beecheyi*, *E. morainensis* – встречаются у различных видов рода *Spermophilus* Старого и Нового Света, а также имеют полигостальность с другими видами сем. Беличьих (Мусаев, Вейсов, 1965; Seville et al., 2005; 2011; Hnida et al., 2022). Тем не менее фауне эймериид сусликовых на территории Евразийского региона посвящено лишь незначительное число работ (Сванбаев, 1960; Мусаев, Вейсов, 1965). Пробы фекалий отбирались индивидуально при отлове сусликов (учет численности и состояния популяции) в природных поселениях в ареалах охраняемых видов: *S. fulvus* – 79 проб (апрель и июнь–июль; Саратовская область), *S. suslicus* – 65 проб (июнь–июль; Воронежская область; колония в черте г. Липецка). В пробах с предварительно обнаруженными флотационным методом ооцистами затем проводилась споруляция в водном растворе хромовокислого калия (2,5–3 %), а по ее окончании – пробы микроскопировались для изучения видовых особенностей возбудителей (x400).

Экстенсивность инвазии у суслика желтого составила: весной – 43 %, летом – до 88,6 %, у суслика крапчатого – 57 %. Обнаружено, что во всех трех природных биотопах (степной – *S. fulvus* и *S. suslicus*; городской – *S. suslicus*) выявляются три вида эймерий, соответствующих по размерам и деталям морфологии (confer) видам *E. callospermophilii*, *E. citelli*, *E. beecheiy*. Еще один вид встречался только у крапчатых сусликов городского биотопа г. Липецка (территория кладбища) и был сходен с видом *E. alischerica*, обычным для серой и черной крыс (Гурбанова, Мамедова, 2013). Возможная встречаемость у крапчатого суслика эймерии вида *E. alischerica* требует дальнейшего изучения, при этом нельзя отрицать возможности транзитности ооцист эймерий крыс через пищеварительный тракт сусликов при обитании в едином биотопе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-00610.

**ENDOPARASITOFFAUNA OF EIMERIIDAE OF THE
PHYLOGROUP "EIMERIA CALLOSPERMOPHILII"
IN YELLOW AND SPECKLED GROUND SQUIRRELS
(RODENTIA: SCURIDAE: SPERMOPHILUS FULVUS,
SPERMOPHILUS SUSLICUS) IN NATURAL COLONIES
OF THE SARATOV, VORONEZH AND LIPETSK REGIONS**

**Davydova O.E., Kuznetsova E.V., Vasilieva N.A., Savinetskaya L.E.,
Shekarova O.N.**

The fauna of the protozoa of the genus *Eimeria* of the gastrointestinal tract was studied in yellow ground squirrels (*S. fulvus*) and speckled ground squirrels (*S. suslicus*) from 3 natural populations. Extensiveness of invasion in *S. fulvus* was 43 % in spring and up to 88.6 % in summer; in *S. suslicus* it was 57 % in summer. Three *Eimeria* species were identified both in *S. fulvus* and *S. suslicus*, and one additional morphologically different species was found only in speckled ground squirrels within the Lipetsk urban area.

Supported by the Russian Science Foundation, project No. 22-24-00610.

МИКРОАНАТОМИЯ МАРИТ *RENICOLA PARVICAUDATUS* (DIGENEA, RENICOLIDAE), ПАРАЗИТА СЕРЕБРИСТОЙ ЧАЙКИ *LARUS ARGENTATUS* БЕЛОГО МОРЯ

Денисова С.А., Щенков С.В., Лебеденков В.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия*

Мариты *Renicola parvicaudatus* обнаружены в почках *Larus argentatus* в Керетском архипелаге Кандалакшского залива Белого моря. Новые морфологические данные получены с использованием электронной и конфокальной микроскопии, проведен сравнительный анализ анатомии марит и церкарий данного вида. Видовая идентичность личинок и половозрелых особей подтверждена с помощью молекулярно-филогенетического анализа.

В тегументе ротовой и брюшной присосок марит отсутствуют шипы. В толще ротовой присоски обнаружены крупные цитоны, заполненные осмиофильными гранулами. Многочисленные липидные капли и митохондрии содержатся в цитонах тегумента. Их отростки формируют щелевые контакты как между собой, так и с мембранами клеток выделительной системы. Ее особенностью является наличие крупных циртоцитов, несущих по пять отдельных пучков ресничек. Нервная система марит имеет типичную ортогональную организацию. Нейроны ЦНС и ПНС характеризуются сходной ультраструктурой и участвуют в формировании специализированных соматических синапсов. Сенсорный аппарат включает типичные моноцилиарные сенсиллы и большое количество нецилиарных сенсорных папилл, которые имеют сложный цитоскелет и множество пузырьков в цитоплазме.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00046, <https://rscf.ru/project/23-24-00046/>, на базе УНБ «Беломорская» и ресурсного центра «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

**MICROANATOMY OF THE ADULT DIGENEAN
RENICOLA PARVICAUDATUS (DIGENEA, RENICOLIDAE),
A PARASITE OF THE HERRING GULL *LARUS ARGENTATUS*
OF THE WHITE SEA**

Denisova S.A., Shchenkov S.V., Lebedenkov V.V.

Adult worms of *Renicola parvicaudatus* were found in the kidneys of *Larus argentatus* in the Keret archipelago of the Kandalaksha Bay of the White Sea. New morphological data were obtained using electron and confocal microscopy; a comparative analysis of the anatomy of adults and cercariae was performed. The species identity of larvae and sexual adults was confirmed by molecular phylogenetic analysis.

Tegument of oral and ventral suckers without spines. In the thickness of the oral sucker, large cytons containing osmiophilic granules were observed. Tegumental cytons are filled with lipid droplets and mitochondria. Projections of the tegumental cytons form numerous gap junctions both with each other and with the cells of the excretory system. The latter is characterized by large flame cells, each bearing five separate groups of cilia. The nervous system has a typical orthogonal organization. CNS and PNS neurons with a similar ultrastructure form specific somatic synapses. The sensory apparatus includes typical monociliated sensory papillae and a large number of non-ciliated papillae containing a complex cytoskeleton and numerous vesicles.

The research was supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-24-00046, <https://rscf.ru/project/23-24-00046/>. The results were obtained using the equipment of the Research and Educational Station "Belomorskaia" and Research Park (Centre for Molecular and Cell Technologies) of SPbU.

МОРФОЛОГИЯ ПРОТИВ ГЕНЕТИКИ В ТАКСОНОМИИ И ФИЛОГЕНИИ МОНОГЕНЕЙ РОДА *LIGOPHORUS*

Дмитриева Е.В.¹, Водясова Е.А.¹, Лях А.М.¹, Атопкин Д.²

¹ ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия, genijadmitrieva@gmail.com

² Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159/1, 690022 Россия

Целью данной работы является анализ согласованности идентификации таксонов и филогенетических реконструкций на основе морфологических и молекулярно-генетических данных на примере моногеной рода *Ligophorus* Euzet et Suriano, 1977. В анализ включены последовательности рибосомного кластера ядерной ДНК (18S, ITS1, 28S) от более чем 100 экземпляров 16 видов *Ligophorus*, собранных из Черного, Южно-Китайского и Японского морей, а также дополнительные данные по 28 видам из NCBI GenBank. Для анализа морфологии структур прикрепительного диска использована геометрическая морфометрия. Анализ географической внутривидовой изменчивости последовательностей рДНК для некоторых видов показал превышение межвидовых расстояний. При филогенетической реконструкции на основе генетических данных морфологически сходные виды, как правило, составляли монофилетичные клады, однако ряд видов, существенно различающихся по морфологии, также образовали кластеры родственных видов. Между морфологическим сходством и генетическим родством видов, с одной стороны, и общностью происхождения хозяев и их географических ареалов, с другой стороны, не выявлено четкой зависимости. Отмеченные противоречия между морфологической и генетической изменчивостью свидетельствуют о разных темпах дивергенции видов этого рода. Таким образом, для корректной реконструкции филогенеза этих моногеной необходимо комплексное морфологическое и генетическое исследование с учетом экологии, филогеографии и изоляции популяций хозяев.

Исследование поддержано госзаданиями ФИЦ ИнБЮМ № 121030100028-0 и ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН № 0267-2019-0018.

MORPHOLOGY VERSUS GENETICS IN THE TAXONOMY AND PHYLOGENY OF *LIGOPHORUS* SPP. (MONOGENEA)

Dmitrieva E.V., Vodiasova E.A., Lyakh A.M., Atopkin D.

The aim of this study is to analyse the consistency of taxa identification and phylogenetic reconstructions based on morphological and molecular genetic data by example of 35 species from the *Ligophorus* Euzet et Suriano, 1977. The analysis includes sequences of nuclear DNA ribosomal cluster (18S, ITS1, 28S) from more than 100 specimens of 16 species of *Ligophorus*, collected from the Black Sea, South China Sea and Japan Sea, as well as additional data on 28 species from the NCBI GenBank. Geometric morphometry was used to analyse the morphology of the haptor structures. Revealed contradictions between morphological and genetic variability indicate different rates of divergence of species of this genus. Thus, a comprehensive morphological and genetic study, considering the ecology, phylogeography and isolation of host populations, is necessary for the correct phylogenetic reconstruction of these monogeneans.

УДК 576.895.132:599.363(571.65)

НЕМАТОДЫ БУРОЗУБОК (*SOREX*) КАМЧАТКИ И ОСТРОВА ПАРАМУШИР

Докучаев Н.Е.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, ул. Портовая, 18, Магадан, 685000 Россия, dokuchaev@ibpn.ru

Сведения о нематодах бурозубок о. Парамушир отсутствуют, а по Камчатке такие данные ограничены тремя публикациями (Надточий, Рассказова, 1971; Карпенко, 1997; Транбенкова, 2006). Согласно этим авторам, у бурозубок на Камчатке паразитируют

следующие виды нематод: *Capillaria capillaris*, *C. minuta*, *Liniscus incrassatus*, *Longistriata depressa*, *Syphacia muris*, *Soboliphyme jamesoni*, *S. baturini* (larva) и *Porrocaecum* sp. (larva).

Многую материал собран в окрестностях пос. Эссо (2002 г.), на о. Парамушир и в окрестностях пос. Пиначево (2007 г.), в кальдере Узон (2009 г.) и в окрестностях пос. Усть-Большерецк (2011 г.). Также были просмотрены бурозубки с территории Кроноцкого заповедника, любезно переданные А.П. Никаноровым. Исследовалась диафрагма, легкие (у перезимовавших зверьков), желудок, мочевой пузырь и полость тела. Мелкие кишечные нематоды не учитывались. Капиллярии из желудка обозначались как *Capillaria* sp. Всего было исследовано 375 экз. бурозубок 4 видов (*Sorex caecutiens*, *S. camtschaticus*, *S. daphaenodon*, *S. isodon*).

В окрестностях пос. Эссо в желудках *S. caecutiens*, *S. daphaenodon* и *S. isodon* в основном были найдены *Capillaria* sp., и лишь в одном случае в мочевом пузыре средней бурозубки – *Liniscus incrassatus*. У *S. daphaenodon* обнаружена личинка *Porrocaecum* sp. В окрестностях пос. Пиначево капиллярии также в основном отмечались в желудках бурозубок, тогда как в мочевом пузыре они встречались почти в 2 раза реже. Здесь на диафрагме бурозубок были найдены личинки *S. baturini*, а в полости тела – *Porrocaecum* sp. (larva). В окрестностях пос. Усть-Большерецк были вскрыты только три бурозубки, при этом в желудках двух *S. caecutiens* были найдены *S. jamesoni*, а на диафрагме *S. isodon* – личинки *S. baturini*. С территории Кроноцкого заповедника в желудках *S. caecutiens* и *S. isodon* были найдены *Capillaria* sp., а в мочевом пузыре – *L. incrassatus*, причем встречаемость капиллярий в мочевом пузыре была в 2,7 раза ниже, чем в желудке. Также здесь была отмечена личинка *Porrocaecum* sp. и в трех случаях у зимовавших *S. caecutiens* были найдены нематоды в легком. У бурозубок в легких паразитируют два вида круглых червей – *Stefanskostrongylus* (= *Angiostrongylus*) *soricis* и *Paracrenosoma skryabini*. В нашем случае видовая принадлежность нематод не была установлена. На о. Парамушир было вскрыто 90 экз. бурозубок. В желудках *S. caecutiens* и *S. isodon* здесь были обнаружены нематоды *Capillaria* sp. У *S. isodon* найдены также *Porrocaecum* sp. (larva).

Таким образом, на Камчатке бурозубки служат паратеническими хозяевами для *S. baturini* и *Porrocaecum* sp. В их желудках паразитирует *S. jamesoni*, в мочевом пузыре – *L. incrassatus*. Видовая принадлежность легочных нематод и капиллярий из желудка требует уточнения, равно как и личинки рода *Porrocaecum*. На о. Парамушир у бурозубок обнаружены нематоды только в желудках (*Capillaria* sp.) и *Porrocaecum* sp. (larva).

NEMATODES OF SHREWS (*SOREX*) IN KAMCHATKA AND PARAMUSHIR ISLAND

Dokuchaev N.E.

The following nematodes were found in shrews in Kamchatka and Paramushir Island: *Soboliphyme baturini* (larva), *S. jamesoni*, *Liniscus incrassatus*, *Porrocaecum* sp. (larva). Pulmonary nematodes and capillariae from the stomach of shrews require further study.

УДК 576.893.1.577.2

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СТРАТЕГИИ БОРЬБЫ С МИКРОСПОРИДИЯМИ *NOSEMA BOMBUCIS* И *VAIRIMORPHA CERANAE*, ВНУТРИКЛЕТОЧНЫМИ ПАРАЗИТАМИ ШЕЛКОВИЧНОГО ЧЕРВЯ И МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ

Долгих В.В., Сендерский И.В., Тимофеев С.А., Игнатъева А.Н., Шухалова А.Г., Байазыт К-Д.К., Фадеев Р.Р., Кудрявцева Ю.С.

ФГБНУ Всероссийский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, dollslav@yahoo.com

Расшифровка множества паразитических геномов предоставляет исследователям новые возможности не только для изучения особенностей их взаимоотношений с организмом хозяина на молекулярном уровне, но и для разработки новых методов борьбы с практически значимыми инфекциями, инвазиями и эпизоотиями. Среди микроспоридий, широко распространенной группы близких к грибам облигатных внутриклеточных паразитов, наиболее важные

для практики болезни тутового шелкопряда *Bombyx mori* и медоносной пчелы *Apis mellifera* вызывают виды *Nosema bombycis* и *Vairimorpha (Nosema) ceranae*, соответственно. В докладе будут рассмотрены новые молекулярные стратегии повышения устойчивости одомашненных насекомых к этим патогенам, основанные на экспрессии в зараженных клетках рекомбинантных одноцепочечных антител к белкам микроспоридий и РНК-интерференции паразитических генов. Анализ (1) особенностей конструирования и наработки эффекторных молекул в виде scFv-антител, фрагментов двуцепочечной РНК (дцРНК), малых интерферирующих РНК, (2) экспериментальных методов отбора вариантов, эффективно подавляющих развитие паразитов, (3) возможности встраивания отобранных последовательностей в геном хозяина, (4) эффективности кормления одомашненных насекомых отобранными фрагментами в виде дцРНК позволит оценить перспективность разрабатываемых молекулярных подходов для борьбы с микроспоридиозами медоносной пчелы и шелковичного червя.

Работа выполнена при поддержке РФФ, № 23-16-00247.

MOLECULAR STRATEGIES TO CONTROL THE MICROSPORIDIA NOSEMA BOMBYCIS AND VAIRIMORPHA CERANAE, INTRACELLULAR PARASITES OF THE SILKWORM AND HONEY BEE

Dolgikh V.V., Senderskiy I.V., Timofeev S.A., Ignatieva A.N., Shuhalova A.G., Bayazyt K-D.K., Fadeev R.R., Kudryavtseva Yu.S.

Sequencing of many parasitic genomes provides researchers with opportunities to devise new methods to control practically important infections, invasions, and epizootics. Among microsporidia, a widespread group of fungi-related obligate intracellular parasites, the most important the silkworm *Bombyx mori* and the honey bee *Apis mellifera* diseases are caused by the species *Nosema bombycis* and *Vairimorpha (Nosema) ceranae*, respectively. This report will consider new molecular strategies to increase the resistance of domesticated insects to these pathogens, which are based on the expression of recombinant single-chain antibodies to microsporidia proteins and on

RNA-interference of parasitic genes. Analysis of (1) the peculiarities of constructing and production of effector molecules in the form of scFv- antibodies, double-stranded RNA (dsRNA) fragments, small interfering RNAs, (2) experimental methods for selecting variants that effectively suppress the development of parasites, (3) the possibility of integrating the selected sequences into the host genome, (4) the effectiveness of feeding domesticated insects with selected fragments in the form of dsRNA will allow to evaluate the prospects of these molecular approaches for the control of silkworm and honey bee microsporidiosis.

The work was supported by the Russian Science Foundation, No. 23-16-00247.

УДК 593.192.6

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕМОСПОРИДИЯМ ПТИЦ ЮЖНОГО ВЬЕТНАМА

**Домбровская Я.В.¹, Шишкина Е.М.¹, Колесникова Ю.А.^{1,2},
Катловская И.С.¹, Опаев А.С.¹**

*¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, dombrovskaya@mail.ru*

*² Совместный российско-вьетнамский тропический
научно-исследовательский и технологический центр,
Южное Отделение, Хошимин, 70000 Вьетнам*

Гемоспоридии (Haemosporida) – внутриклеточные паразиты птиц, встречающиеся практически на всех континентах. Птицы являются промежуточными хозяевами гемоспоридий, а двукрылые насекомые – основными. Фауна гемоспоридий птиц Юго-Восточной Азии, в том числе ее связи с другими регионами, изучена недостаточно. Мы анализировали пробы крови и мазки крови разных видов птиц, отловленных на юге Вьетнама, в национальных парках Катъен (N 11°25.274', E 107°25.663', 175 м н.у.м.) и Бидуп (N 12°10.973', E 108°40.811', 1392 м н.у.м.). Наличие/отсутствие гемоспоридий определяли по мазку крови под оптическим

микроскопом и при помощи ПЦР по методу Hellgren et al. (2004), а также проводили секвенирование некоторых образцов. Зараженность оценивали отдельно для паразитов из родов *Haemoproteus* и *Plasmodium* (далее – Н–Р) и *Leucocytozoon* (L). Всего отловлено 114 особей 27 видов птиц, из них в Катъене 62 особи 11 видов, а в Бидупе – 52 (16 видов). В Катъене преобладали Н–Р (выявлены у 15 % птиц). Зараженность L = 2 %. При этом зараженность Н–Р отличалась у разных групп. Так, у земляных тимелий (*Malacocincla abbotti*, *Pellorneum ruficeps*) Н–Р = 26,5 %, а у бюльбюлей рода *Pycnonotus* Н–Р = 33,3 %. В Бидупе значительную часть отловленных птиц (60 %) составили вьетнамские зеленушки *Chloris monguilloti*. У 32 птиц этого вида Н–Р = 62,5 %, а L = 46,9 %. Высокая зараженность L необычна, так как эти паразиты циркулируют главным образом в умеренных широтах. Мы секвенировали положительные пробы зеленушек и выявили одну новую линию L и три ранее описанные (по одной Н, Р и L). Все известные линии встречаются в Европе. Некоторые из них выявлены у большого числа видов птиц, а другие – только у родственных видов (в том числе у обыкновенной зеленушки *Chloris chloris*).

Молекулярно-генетический анализ поддержан грантом РФФ № 22-24-00001.

NEW DATA ON THE HAEMOSPORIDA OF SOUTH VIETNAM BIRDS

Dombrovskaya Y.V., Shishkina E.M., Kolesnikova Y.A., Katlovskaya I.S., Opaev A.S.

Haemosporidians (Haemosporida) are intracellular parasites of birds. They cause birds' disease and use dipteran insects as vectors. Haemosporidians of birds in Southeast Asia has not been studied enough. We analyzed blood samples and blood smears from different species of birds captured in the south of Vietnam, in Cat Tien (N 11°25.274', E 107°25.663', 175 m a. s. l.) and Bidoup-NuiBa (N 12°10.973', E 108°40.811', 1392 m a. s. l.) National parks. The presence/absence of haemosporidians was determined from a blood smear under an optical microscope and using PCR protocol of Hellgren et al.

(2004). We also sequenced some samples. The prevalence of parasites was evaluated separately for *Haemoproteus* and *Plasmodium* genera (hereafter H–P) and *Leucocytozoon* (L). In total, 114 individuals of 27 bird species were caught: 62 individuals of 11 species were caught in Kat Tien, and 52 individuals (16 species) in Bidoup. In Cat Tien, H–P predominated (detected in 15 % of birds). Prevalence of L = 2 %. H–P prevalence differed among taxa, as in two species of Pellorneidae (*Malacocincla abbotti*, *Pellorneum ruficeps*) H–P = 26.5 %, and in bulbuls *Pycnonotus* sp. H–P = 33.3 %. In Bidoup, a significant part of the captured birds (60 %) were the Vietnamese greenfinches *Chloris monguilloti*. In 32 birds of this species, H–P = 62.5 % and L = 46.9 %. The high prevalence of L is unusual, as these parasites circulate mainly in temperate regions. In *C. monguilloti*, we identified 1 new line L and 3 previously described lines (H, P and L). All known lines are found in Europe. Some of them were found in a large number of bird species, while others were found only in related species (mainly, common greenfinch *Chloris chloris*).

This study was supported by RSF project No. 22-24-00001.

УДК 576.89(908)

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ПАРАЗИТОЛОГИИ

Елизаров А.С., Мальшева Н.С.

Курский государственный университет, ул. Радищева, 33, Курск,
305000 Россия, yelizarov_alex@mail.ru

В настоящее время наиболее перспективным направлением в методическом обеспечении современной паразитологии является цифровизация. Использование новых компьютерных технологий стало неотъемлемой частью современной науки как на территории РФ, так и за ее пределами.

В НИИ паразитологии КГУ нами разрабатывается и апробируется цифровая имитационно-моделирующая обучающая система на базе технологии дополненной реальности. Она состоит из программно-аппаратного комплекса и внешнего инструментария,

обеспечивающих диалог смоделированного конкретного вида возбудителя паразитозов и ученого-экспериментатора. В настоящее время данная система апробируется студентами и магистрантами Курского государственного университета по направлению подготовки «Паразитология» и по программам образовательного центра поддержки одаренных детей «Сириус». Система внесена в стратегическую программу развития Курского государственного университета до 2030 г., как составляющая системы обучения IT в паразитологии.

Совместно со специалистами ОБУ ДО Детский технопарк «Кванториум», г. Курск, в настоящее время нами разрабатывается также интерактивная цифровая программа «Сфера», доступная как в версии для настольного компьютера, так и в виде мобильного приложения. Данный продукт анализирует гипотетические ареалы обитания хозяев гельминта – представляет их в виде сфер диаметром от нескольких метров (для земноводных и пресмыкающихся) до нескольких километров (для млекопитающих), учитывает наличие поверхностных водных объектов, типов почв, видов растительности, а также метеорологические условия, направление течения воды, сменяемость сезонности внешних воздействий. При пересечении нескольких сфер программа делает логическое заключение о расширении природного очага, при воздействии природных условий – например, засуха или чрезмерные осадки – его трансформации. Информация программы выводится на электронную карту в виде вероятности обнаружения той или иной формы паразитического объекта в процентах – например, в конкретном лесу – вероятность нахождения зараженного животного составляет 60 %, на конкретной открытой местности – 40 % и т. д.

Используя алгоритмы искусственного интеллекта и нейросетей, имея значительные базы данных, которые имеют возможность периодического пополнения, программа «Сфера» может указать возможное расположение очага гельминтоза, указать с погрешностью до нескольких процентов вероятность нахождения той или иной формы паразитарного организма на конкретной территории.

DIGITALIZATION IN MODERN PARASITOLOGY

Elizarov A.S., Malysheva N.S.

It describes modern digital methodological aspects that are used in the study of parasitology at Kursk State University. The digital augmented reality system and the Sphere predictive program are able to raise the study of parasitology to a higher level.

УДК 595.122/ 595.143

ПЕРВАЯ НАХОДКА ЛИЧИНОК ТРЕМАТОД *ASYMPHYLODORA* (TREMATODA: LISSORCHIIDAE) В ПИЯВКАХ *GLOSSIPHONIA*

Елисева Т.А.^{1,2}, Любас А.А.¹, Пешич В.³, Кондаков А.В.¹

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН, Никольский пр., 20, Архангельск, 163020 Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская набережная, 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, tania.eliseeva2014@yandex.ru

³ Университет Черногории, ул. Цетиньски Пут, 2, Подгорица, 81000 Черногория

Большинство трематод имеют сложный жизненный цикл, связанный со сменой животных-хозяев. Очень часто исследователям удается установить только конечного хозяина, когда трематоды являются половозрелыми и уже инфицируют животное. Поэтому выявление промежуточных хозяев партенит трематод позволяет не только восполнить недостающую информацию об отдельных этапах развития паразитов, но и установить взаимодействие между ними. Данные о промежуточных хозяевах являются основой для определения присутствия трематод в пресноводных водоемах.

Целью настоящей работы было установление родовой принадлежности личинок трематод, обнаруженных в пресноводной

пиявке *Glossiphonia* sp., отобранной в августе 2021 г. в верховье реки Црноевича (Черногория).

В ходе исследования тотальную ДНК, выделенную из тканей зафиксированной в 96 % этаноле пиявки *Glossiphonia* sp., использовали для амплификации рибосомной 18S рДНК. По результатам ПЦР было установлено, что происходит амплификация двух близких по длине фрагментов. В процессе секвенирования фрагментов в ЦКП «Геном» ИМБ РАН было установлено, что один из ПЦР-продуктов принадлежит пиявке *Glossiphonia*, а второй относится к трематодам (Digenea). Для установления родовой принадлежности обнаруженной трематоды была проведена ПЦР с использованием праймеров, разработанных для трематод: LSU-5 и 1500R (Tkach et al., 2003), которые позволили амплифицировать и секвенировать 28S рДНК паразита. Данный маркер успешно используется в систематике и филогении трематод.

По результатам сравнения полученной последовательности с данными в базе GenBank NCBI было установлено, что партени-ты трематоды, обнаруженные в пиявке, относятся к представителям *Asymphylogora*. Это первая находка партенит трематод данного рода в пресноводных пиявках.

Полученные данные свидетельствуют о том, что пиявки рода *Asymphylogora* могут использовать в качестве промежуточных хозяев пресноводных пиявок *Glossiphonia*.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-14-00066-П.

THE FIRST RECORD OF LARVAE OF THE TREMATODE *ASYMPHYLODORA* (TREMATODA: LISSORCHIIDAE) IN THE *GLOSSIPHONIA* LEECHES

Eliseeva T.A., Lubas A.A., Pešić V., Kondakov A.V.

The study presents the results of detection of larvae of the trematodes *Asymphylogora* (Trematoda: Lissorchiidae) in freshwater leeches *Glossiphonia* using molecular genetic methods. The obtained data show that trematodes of the genus *Asymphylogora* can use freshwater leeches as intermediate hosts.

ИНФИЦИРОВАНИЕ МАЛЯРИЕЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПО-РАЗНОМУ ПОВЛИЯЛО НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧИЖЕЙ

Ерохина М.М.^{1,2}, Бушуев А.^{1,2}, Палинаускас В.³, Платонова Е.В.^{1,3}, Хайтов В.^{4,5}, Давыдов А.¹, Мухин А.¹

¹ Биологическая станция «Рыбачий» ЗИН РАН, Рыбачий, 238535 Россия

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

³ Nature Research Centre, Вильнюс, 08412 Литва

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 199034 Россия

⁵ Кандалакшский государственный природный заповедник, Кандалакша, 184042 Россия

Считается, что инфицирование птиц видами малярийного плазмодия рода *Plasmodium* (Haemosporida), которые не встречаются на территории их естественного обитания, может вызвать серьезные негативные последствия для заболевших птиц. Такие случаи хорошо известны для изолированных островных популяций, а также экзотических видов птиц, содержащихся в зоопарках. Предполагается, что степень совместной коэволюции птицы с незнакомыми видами малярии ниже по сравнению с теми видами, которые регулярно обнаруживаются у птиц в их естественной среде обитания. В условиях глобального потепления и возможности распространения векторов в новые места обитания возникает потенциальная угроза заболевания для тех видов птиц умеренных широт, которые никогда ранее не сталкивались с тропическими видами малярии. Мы провели эксперимент по инфицированию двух групп молодых чижей (*Spinus spinus*) малярией разного географического происхождения. Одна группа птиц была инфицирована паразитом с доказанной локальной трансмиссией *Plasmodium relictum* (линия SGS1), вторая – паразитом с известной трансмиссией в центральной и южной Африке – *P. ashfordi* (линия GRW2), но с не доказанной на данный момент трансмиссией

в северной Палеарктике. Чтобы сравнить воздействие разных видов малярии на физиологическое состояние чижей, мы использовали такие физиологические характеристики, как уровень метаболизма покоя и уровень интерлейкина (ИЛ-6). Измерение метаболизма покоя является одним из способов оценить энергетическую стоимость заболевания, а ИЛ-6 относится к провоспалительным цитокинам, запускающим острую воспалительную реакцию в ответ на инфекцию в рамках врожденного иммунного ответа. Результаты нашего эксперимента показывают, что во время острой фазы при инфицировании SGS1 у чижей происходит снижение метаболизма покоя и уменьшение уровня ИЛ-6. Отчасти похожая картина для ИЛ-6 наблюдалась и в группе птиц, инфицированных GRW2, во время острой фазы, но не в период развития хронической инфекции. Динамика метаболизма покоя чижей из этой группы достоверно отличалась от таковой в группе с SGS1. Таким образом, хотя нам не удалось однозначно показать, что тропическая малярия (GRW2) несет более негативные последствия для инфицированных чижей, мы достоверно показали, что заболевание протекало в двух группах по-разному.

INFECTION WITH AVIAN MALARIA OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN CAUSES DIFFERENT DYNAMICS OF RESTING METABOLIC RATE AND INNATE IMMUNE RESPONSE IN INFECTED EURASIAN SISKINS

Erohina M., Bushuev A., Palinauskas V., Platonova E., Haitov V., Davydov A., Muhin A.

It is believed that infection of birds with species of malarial parasite of genus *Plasmodium* (Haemosporida) that are not present in their natural habitat can lead to serious negative consequences for the infected birds. Such cases are well-known for isolated island bird populations as well as exotic bird species kept in zoos. It is assumed that the degree of co-evolution of birds with unfamiliar malaria species is lower compared to those species that are regularly found in birds in their natural habitat. In the context of global warming and the spread of vectors to new habitats, there is a potential threat of infection to moderate latitude bird species that have never encountered tropical malarial species before. We conducted

an experiment infecting two groups of young siskins (*Spinus spinus*) with malaria of different geographic origins. One group was infected with a parasite with proven local transmission, *Plasmodium relictum* (SGS1 lineage), while the second group was infected with a parasite with transmission within Central and Southern Africa – *P. ashfordi* (GRW2 lineage), but currently not proven transmission in Northern Palearctic. To compare the effects of different malarial species on the physiological state of siskins, we used physiological parameters such as resting metabolic rate (RMR) and interleukin-6 (IL-6) levels. Resting metabolic rate measurement is a method to assess the energetic cost of the disease, while IL-6 is one of the pro-inflammatory cytokines triggering the acute phase response to infection within the context of the innate immune response. The results of our experiment show that during the acute phase of SGS1 infection, there is a decrease in resting metabolic rate and a reduction in IL-6 levels in siskins. A partially similar pattern for IL-6 was observed in the group of birds infected with GRW2 during the acute phase, but not during the later stages of chronic infection. The dynamics of resting metabolic rate in siskins from this group significantly differed from that in the SGS1 group. Thus, while we were unable to demonstrate that tropical malaria has more severe consequences for infected siskins, we observed that the course of the disease differed between the two groups.

УДК 591.69:597.55

**ДАННЫЕ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ
И ГЕНЕТИЧЕСКОМУ ПОЛИМОРФИЗМУ
ЦЕСТОДЫ *NIPPOTAENIA MOGURNDAE*
КАК МАРКЕР ПУТЕЙ РАССЕЛЕНИЯ ЕЕ ХОЗЯИНА,
РОТАНА-ГОЛОВЕШКИ *PERCCOTTUS GLENII***

Жигилева О.Н., Алямкин Г.В., Колесников И.П.

*Тюменский государственный университет, Володарского, 6, Тюмень,
625003 Россия, zhigileva@mail.ru*

Цестода *Nippotaenia mogurndae* Yamaguti et Myiata, 1940 – специфичный паразит одного из самых успешных инвазивных видов

рыб – ротана-головешки *Perccottus glenii* Dubowski, 1877. Инвазия ротана способствовала широкомасштабному расселению цестоды за пределы ареала. Данные по распространению и генетическому сходству разных популяций паразита могут предоставить дополнительную информацию о путях расселения и источниках инвазии хозяина.

Сбор материала производился с 2007 по 2022 г. в реках Исеть, Тобол, Иртыш, Тавда, Малый Емец, озерах Теренкуль, Сингуль, Сундукуль, Ипкуль, Андреевское, Оброчное, Песьяное, Долгоньякая, Плоское в пределах Тюменской области, а также оз. Малое Плоское на территории Казахстана. Генетическую изменчивость цестод изучали методом ISSR-PCR, с использованием праймеров: UBC-808, UBC-809, UBC-807 и UBC-823. Параллельно изучали генетический полиморфизм хозяина методами ISSR-PCR и секвенирования участка гена *сytb* мтДНК. Всего было генотипировано 170 особей рыб и 60 экземпляров цестод.

В исследованиях 2007–2010 гг. инвазия ротанацестодой *N. mogurndae* не выявлена. Впервые цестода была обнаружена в бассейне Иртыша в 2011 г. (Zhigileva, Kulikova, 2016). Начиная с 2013 г. этот паразит регистрировался во всех обследованных нами местообитаниях ротана, причем с высокими показателями инвазии. В бассейне Среднего Иртыша экстенсивность заражения ротана цестодой составила 88–95 %, интенсивность – от 1 до 42 экземпляров, индекс обилия варьировал в пределах 5,1–11,8. Исключением является оз. Малое Плоское (Северный Казахстан), где зараженность ротана этим паразитом не выявлена. Интересно, что популяция ротана из этого изолированного озера имела наибольшие генетические дистанции от всех остальных изученных нами популяций этого вида на юге Тюменской области. Кроме того, в озерах Бердюжского района и Северного Казахстана, с одной стороны, и во всех остальных водоемах Тюменской области, с другой, выявлены разные, довольно сильно различающиеся, гаплотипы мтДНК ротана. Паразитологические и генетические данные указывают на наличие разных источников инвазии ротана на юге Сибири и в Северном Казахстане.

**DATA ON THE DISTRIBUTION AND GENETIC
POLYMORPHISM OF THE CESTODE *NIPPOTAENIA
MOGURNDAE* AS A MARKER OF THE INVASION ROUTES
OF ITS HOST, THE CHINESE SLEEPER *PERCCOTTUS GLENII***

Zhigileva O.N., Alyamkin G.V., Kolesnikov I.P.

The genetic polymorphism of the cestode *Nippotaenia mogurndae* and of its host, the chinese sleeper *Perccottus glenii* from the water bodies of the south of Western Siberia and Northern Kazakhstan was studied. The cestode was found with high rates of infection in all studied populations of sleeper in the water bodies of Siberia, but was not found in an isolated lake in the North of Kazakhstan. The genetic distances between the populations of sleeper from Siberia and Kazakhstan were significant. Parasitological and genetic data indicate the presence of different sources of invasion of *P. glenii* in southern Siberia and northern Kazakhstan.

УДК 616-092.9

**ИММУНОГЛОБУЛИН А (IgA) НЕФРОПАТИЯ
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОПИСТОРХОЗЕ
НА МОДЕЛИ СИРИЙСКИХ ХОМЯЧКОВ
*MESOCRICETUS AURATUS***

**Запарина О.¹, Капушак Я.К.¹, Ковнер А.В.¹, Багинская Н.В.¹,
Мордвинов В.А.¹, Пахарукова М.Ю.^{1,2}**

¹ Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10,
Новосибирск, 630090 Россия, zp.oksana.93@gmail.com

² Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1,
Новосибирск, 630090 Россия

Описторхоз – природноочаговое антропозоонозное заболевание, вызываемое кошачьей двуусткой *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884), широко распространено на территории России. Описторхоз сопровождается нарушениями гепатобилиарной системы. Хотя есть косвенные доказательства того, что описторхоз может быть

связан с поражением других органов, точных данных связи между описторхозом и патологией почек все еще недостаточно. Целью работы было провести анализ гистопатологических и функциональных изменений в почках золотистых хомячков *M. auratus*, инфицированных кошачьей двуусткой *O. felineus*.

Гистологический анализ изменений в тканях почек проводили с помощью окрашивания гематокслинин-эозином, трихромом по Массону, импрегнацией серебром, а также методами иммуногистохимии и дот блот анализа. Была показана линейная зависимость развития почечной патологии от длительности инфекции, что сопровождалось увеличением биохимических маркеров поражения почек, в частности, повышением уровня белка в моче, креатинина в сыворотке крови и маркера повреждения почек КИМ-1 (Kidney Injury Molecule-1) в моче и сыворотке крови. Было отмечено увеличение содержания иммуноглобулина А (IgA) в моче и сыворотке животных на фоне описторхоза.

Таким образом, было показано, что при экспериментальном описторхозе развивается почечная патология, выраженность которой прямо пропорциональна времени инфекции. При этом одним из вероятных механизмов развития почечной патологии может быть накопление IgA в гломерулах в виде отложения иммунных комплексов, что приводит к развитию IgA нефропатии.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и правительства Новосибирской области (№ 22-24-20010).

IMMUNOGLOBULIN A (IgA) NEPHROPATHY IN EXPERIMENTAL OPISTHORCHIASIS ON GOLDEN HAMSTERS *MESOCRICETUS AURATUS*

**Zaparina O., Kapushchak Y.K., Kovner A.V., Baginskaya N.V.,
Mordvinov V.A., Pakharukova M.Y.**

Opisthorchiasis is a zoonthroponotic disease caused by the liver fluke *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) widespread in Russia. Opisthorchiasis is accompanied by hepatobiliary lesions. There is still insufficient evidence for an association between opisthorchiasis and kidney disease. The aim of the study was to analyze histopathological

and functional changes in the kidneys of *M. auratus* infected with the *O. felineus*. Thus, it was shown that experimental opisthorchiasis causes renal disorders in time dependent manner. Accumulation of IgA in glomeruli may lead to IgA nephropathy in opisthorchiasis.

УДК 632.004.942

ЦИФРОВАЯ ФИТОПАРАЗИТОЛОГИЯ

Захарова В.В., Шестеперов А.А.

Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», ул. Б. Черемушкинская, 28, Москва, 117218 Россия, zakharova@vniigis.ru

В фитопаразитологии цифровой уровень характеризуется полной оценкой фитосанитарной ситуации каждого поля, севооборота на основе представления всех данных в цифровой форме, что делает их пригодными для хранения, обработки и анализа. Источником исходной информации для цифровой фитопаразитологии являются результаты непосредственных измерений и наблюдений в очагах фитопаразитозов и данные многолетних наблюдений. Компьютерные модели максимально приспособлены к решению задач управленческой деятельности и являются инструментом, призванным оказывать помощь фермерам, агрономам, специалистам по защите растений, принимающим решения при выращивании картофеля в агрохолдингах, агрофирмах, коллективных фермерских, крестьянских, личных подсобных хозяйствах. Проведение компьютерных экспериментов на прогностической компьютерной диалоговой модели поможет теоретически обосновать оптимальные мероприятия по профилактике и мерам борьбы с возбудителем глободероза картофеля. В настоящее время нами разработаны три компьютерные диалоговые прогностические модели поддержки принятия решений в управлении защитой картофеля от золотистой картофельной нематоды: «Прогноз

потерь урожайности картофеля в зависимости от интенсивности развития глободероза», «Прогноз плотности популяции ЗКН в почве после выращивания зерновых, бобовых, кормовых, овощных, технических, лекарственных и декоративных растений», «Прогноз плотности популяции ЗКН в почве после выращивания восприимчивых и глободероустойчивых сортов картофеля разных групп спелости».

Проведение компьютерных экспериментов на прогностических компьютерных диалоговых моделях поможет теоретически обосновать оптимальные мероприятия по профилактике и мерам борьбы с возбудителем глободероза картофеля.

DIGITAL PHYTOPARASITOLOGY

Zakharova V.V., Shesteporov A.A.

The digital level in phytoparasitology is characterized by a complete assessment of the phytosanitary situation of the field based on all data in digital form, which makes them suitable for storage, processing and analysis. Prognostic models help theoretically substantiate optimal measures for the prevention and control of the causative agent of potato globoderosis.

УДК 576.895.122

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДЕТЕКЦИЯ ТРЕМАТОД, ПАРАЗИТИРУЮЩИХ В *GYRAULUS ACRONICUS* ЛЕСОПАРКА «УТИНАЯ ЗАВОДЬ» (г. ВЛАДИВОСТОК)

**Иброгимова П.К., Чернигова П.И., Шмаков П.Ф., Зенкин А.А.,
Созонова П.И., Свинин А.О.**

*Тюменский государственный университет, ул. Ленина, 25, Тюмень,
625003 Россия, pibrogimova@bk.ru*

Детекция трематод из моллюсков, паразитирующих на личиночных стадиях, выявляет существенную часть представителей локальной трематодофауны, при этом детекция, сопровождаемая

использованием молекулярно-генетических методов, позволяет обнаружить также скрытое генетическое разнообразие, особенности расселения и жизненного цикла дигеней.

В августе 2022 г. в соленой протоке лесопарка «Утиная Заводь» г. Владивостока (43.243° N, 132.027° E) был проведен отлов моллюсков *Gyraulus acronicus* ($n = 85$) с целью детекции церкарий трематод. Церкарии для молекулярной диагностики фиксировались в 70 % этаноле. Для идентификации трематод выбраны последовательности гена первой субъединицы цитохром-с-оксидазы (COI) и двух маркерных генов рибосомальной ДНК (28S rRNA и ITS2).

Моллюски *G. acronicus* были заражены трематодами семейств Schistosomatidae и Echinostomatidae. Трематоды эхиностомного типа от одной улитки были определены как *Echinoparyphium recurvatum*: последовательности COI и 28S rRNA соответствовали таковым в GenBank NCBI для *E. recurvatum* из европейской части России (OP709666), тогда как фрагмент 28S rRNA также соответствовал на 99 % *E. recurvatum* из Финляндии (MZ409803). Церкарии из двух других моллюсков по маркеру COI оказались близки к *Echinoparyphium* sp. ML (OQ606490). Представитель сем. Schistosomatidae от одного моллюска по маркерам COI и 28S отнесен к птичьим шистосомам, близким к Schistosomatidae sp. 2 W165 (MF598179), детектированным в настоящее время только по молекулярным данным из округа Сан-Жуаким (штат Минас-Жерайс, Бразилия). По маркеру ITS2 данный вид был близок к виду *Avian schistosomatid* sp. I6 (FJ786027), отмеченному в Чехии. Наши исследования показывают принадлежность данных двух видов к одному и свидетельствуют о его наличии в Приморском крае.

Обнаруженные виды трематод имеют важное эпидемиологическое и эпизоотическое значение: *E. recurvatum* вызывает эхиностоматидозы, тогда как представители сем. Schistosomatidae – шистосоматидозы у утиных птиц и церкариальные дерматиты у человека. «Утиная Заводь» г. Владивостока является постоянным местом гнездования мандаринок, *Aix galericulata* (Linnaeus, 1758), занесенных в Красную книгу России и являющихся потенциальным дефинитивным хозяином обнаруженных патогенов.

**MOLECULAR DETECTION OF TREMATODES
PARASITIZING IN *GYRAULUS ACRONICUS*
FROM THE UTINAYA ZAVOD' FOREST PARK
(THE CITY OF VLADIVOSTOK)**

**Ibrogimova P.K., Chernigova P.I., Shmakov P.F., Zenkin A.A.,
Sozonova P.I., Svinin A.O.**

Molecular detection of trematodes parasitizing in *Gyraulus acronicus* mollusk of the Utinaya Zavod' Forest Park population in the city of Vladivostok was carried out. Invasions by trematodes of the families Echinostomatidae and Schistosomatidae have been revealed. The mandarin duck (*Aix galericulata*) nested in the waterbodies examined serve as potential definitive hosts for species of the Schistosomatidae family, previously found only in the Czech Republic and Brazil, as well as for two echinostomatid species detected.

УДК 577.29

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ITS-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ
ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ
ЦИСТООБРАЗУЮЩИХ НЕМАТОД
РОДА *HETERODERA***

Иванов А.В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»,
ул. Пограничная, 32, р. п. Быково, Раменское, Московская область,
140150 Россия, tonijons8@mail.ru

Heterodera glycines (соевая цистообразующая нематода рода *Heterodera*) считается одним из самых опасных вредителей сои во всем мире. Особенности, возникающие при морфологической идентификации цистообразующих нематод рода *Heterodera*, привели к широкому внедрению молекулярных методов диагностики и дифференциации видов. Только точное определение нематод может являться основой для разработки действенных мер борьбы и внедрения эффективных методов исследования.

База общедоступных данных о последовательностях значительно выросла за последние десятилетия, и более половины всех известных видов *Heterodera* были охарактеризованы с использованием одного или нескольких молекулярных маркеров, обычно применяемых для штрихкодирования ДНК (18S, внутренний транскрибируемый спейсер ITS, 28S, *cox1*). Оригинальные последовательности внутреннего транскрибируемого спейсера ITS вида *Heterodera glycines* и последовательности рода *Heterodera*, полученные из базы данных NCBI GenBank, были использованы в процессе исследования для построения филогенетического дерева.

USE OF ITS SEQUENCES FOR THE IDENTIFICATION AND DIFFERENTIATION OF CYST NEMATODES OF THE GENUS *HETERODERA*

Ivanov A.V.

Heterodera glycines (soybean cyst nematode of the genus *Heterodera*) is considered one of the most dangerous soy pests around the world. Particular qualities arising in the morphological identification of cyst nematodes of the genus *Heterodera*, has led to broad adoption of molecular methods for diagnosing and differentiating species. Only the exact definition of nematodes can be the basis for the development of effective struggle measures and the implementation of effective research methods. The base of publicly available sequence data has grown significantly over the past few decades, and over half of all known species of *Heterodera* have been characterized using one or more molecular markers commonly employed in DNA barcoding (18S, internal transcribed spacer [ITS], 28S, *coxI*). The original sequences of the internal transcribed spacer of the ITS species *Heterodera glycines* and the sequence of the genus *Heterodera*, obtained from the NCBI Genbank database, were used in the process of building a phylogenetic tree.

ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ *APHELENCHOIDES BESSEYI*

Иванов А.В., Ушкова М.В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», ул. Пограничная, 32, р. п. Быково, Раменское, Московская область, 140150 Россия, tonijons8@mail.ru

Одним из вредителей риса является листовая нематода *Aphelenchoides besseyi* Christie (1942), вызывающая значительную потерю урожая в большинстве рисосеющих регионов тропиков и субтропиков. Рисовая листовая нематода *A. besseyi* считается субтропическим и тропическим видом, но встречается также в умеренных широтах. Беловершинность, вызываемая рисовой листовой нематодой *A. besseyi*, также называется афеленхоидозом и известна более 100 лет, обнаружена впервые в Японии в 1915 г. Для диагностики нематод рода *Aphelenchoides* используются те же молекулярные методы, что и для большинства других видов нематод, включая ПЦР-ПДРФ, ПЦР с видоспецифичными праймерами, ПЦР в реальном времени, а также методы частичного секвенирования ДНК. Целью нашего исследования являлось испытание и оптимизация ПЦР в реальном времени с доступными отечественными коммерческими наборами для эффективной идентификации рисовой листовой нематоды *A. besseyi*, в том числе с использованием специфичных праймеров.

REAL-TIME PCR FOR DETECTION AND IDENTIFICATION OF *APHELENCHOIDES BESSEYI*

Ivanov A.V., Ushkova M.V.

One of the rice pests is the leaf nematode *Aphelenchoides besseyi* Christie (1942), causing significant yield loss in most rice-growing regions of the tropics and subtropics. The rice leaf nematode *A. besseyi* is considered a subtropical and tropical species, but also occurs in temperate latitudes. "Whitehead" caused by the rice leaf nematode *A. besseyi*, also called aphelenchoidosis, has been known for over 100 years, and was first detected

in Japan in 1915. Diagnosis of *Aphelenchoides* nematodes uses the same molecular methods as for most other nematode species, including PCR-RFLP, PCR with species-specific primers, real-time PCR, and partial DNA sequencing methods. The aim of our study was to test and optimize real-time PCR with available Russian commercial kits for the effective identification of the rice leaf nematode *A. besseyi*, including the use of specific primers.

УДК 576.89

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХ ВИДОВ ТРЕМАТОД КАРАСЯ *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782) ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Ивашко Я.И.^{1,2}, Атопкин Д.М.^{1,2}, Татонова Ю.В.^{1,3}

¹ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159/1, Владивосток, 690022 Россия, ivashko.yana@bk.ru

² Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, 10, Владивосток, 690922 Россия

³ НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова, ул. Сельская, 1, Владивосток, 690087 Россия

Методом терминирующего синтеза с использованием флуоресцентно меченых дидезоксинуклеотидов получены частичные нуклеотидные последовательности двух молекулярных маркеров: митохондриального гена первой субъединицы цитохром оксидазы С (*COI*) и первого внутреннего транскрибируемого спейсера ITS1. По этим данным выполнен сравнительный анализ внутривидового генетического разнообразия двух видов кишечных трематод, *Asymphylogora cf. japonica* (Yamaguti, 1938) и *Carassotrema koreanum* Park, 1938 от карася *Carassius gibelio* из разных водоемов Приморского края.

Различия в генетической изменчивости и дифференциации между двумя видами трематод более выражены по данным секвенирования гена *COI* мтДНК. Вид *C. koreanum* генетически гетерогенен в большей степени, чем *A. cf. japonica*, как по значениям параметров

гаплотипического (Hd) и нуклеотидного разнообразия (Pi): Hd = 0,873 против 0,419 и Pi = 0,011 против 0,00088, соответственно, так и по генетическим дистанциям между локальными популяциями: d = 0,99–2,07% против 0–0,22%, соответственно. Диапазон значений индекса дифференциации Gst для *C. koreanum* составляет от 0,13 до 0,29, а для *A. cf. japonica* – от 0 до 1, что указывает на значительное влияние внутривидовой компоненты в дифференциации всех локальных выборок *C. koreanum* и наличие генетически гомогенных локальных выборок у *A. cf. japonica*.

Распределение попарных различий по обоим маркерам и топология медианной сети по данным секвенирования гена COI указывают на разную степень изоляции локальных выборок *C. koreanum* и возможные вторичные контакты между ними. Распределение попарных различий и медианные сети по обоим маркерам указывают на резкое снижение численности вида *A. cf. japonica* на исследуемой территории в прошлом. В целом полученные данные говорят о ключевой роли первых промежуточных хозяев, брюхоногих моллюсков, в формировании популяционно-генетической структуры изученных видов трематод.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF POPULATION AND GENETIC STRUCTURE TWO SPECIES OF TREMATODES OF THE FISH *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782) OF THE SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST

Ivashko Ya.I., Atopkin D.M., Tatonova Yu.V.

Comparative population-genetic analysis of the two trematode species, *Asymphylogora cf. japonica* and *Carassotrema koreanum*, an intestinal parasites of *Carassius gibelio* in the Russian Far East was performed. Interspecific genetic diversity was estimated by nuclear ITS1 and mitochondrial COI gene sequence data. Worms *C. koreanum* demonstrated the highest genetic variation and heterogeneity in comparison to *A. cf. japonica* by most parameters of the genetic variation and differentiation. Mismatch distribution analysis and Median-Joining network on the basis of COI gene sequence data indicate that the local populations of *C. koreanum* have different isolation periods and

possible secondary contacts. Mismatch distribution and median-joining analyses show a dramatic decreasing of magnitude of population of *A. cf. japonica* in the past. In a whole, obtained data show a key role of the first intermediate hosts, gastropods, in formation of population-genetic structures of trematode species studied.

УДК 616.993.195

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МИКРОСПОРИДИЙ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ С ИХ ЕСТЕСТВЕННЫМИ ВРАГАМИ

Игнатьева А.Н., Румянцева А.С., Уткузова А.М., Токарев Ю.С.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия,
edino4estvo@mail.ru*

Микроспоридии – облигатные внутриклеточные паразиты, близкие к грибам. Некоторые виды микроспоридий высокопатогенны для беспозвоночных и позвоночных животных, а также для человека. Среди микроспоридий известно несколько родов, представители которых способны регулировать численность чешуекрылых насекомых, к ним относится группа из рода *Nosema*. Данные микроспоридии заражают не только многие виды чешуекрылых, но и передаются их паразитоидам и естественным врагам.

Как хищные, так и паразитические насекомые могут заражаться микроспоридиями при питании всеми стадиями развития чешуекрылых насекомых, в которых содержится достаточное количество спор (от яйца до имаго). Например, по литературным данным, *Trichogramma chilonis* восприимчива к заражению микроспориდი-ей *Vairimorpha* sp., многочисленные споры которой присутствуют в яйцах капустной моли, где паразитирует этот яйцеед, при этом его показатели жизнеспособности и репродуктивного успеха снижаются на порядок. С другой стороны, описаны случаи, когда паразиты и хищники различными способами способствуют распространению микроспоридий в популяциях чешуекрылых хозяев.

Мы провели ряд экспериментов с двумя микроспоридиями рода *Nosema*: *N. bombycis* из тутового шелкопряда *Bombyx mori* и *Nosema pyrausta* из кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis*. Спорами заражали гусениц различных чешуекрылых и содержали их с имаго наездников и предоставляли личинкам хищных насекомых. В результате *Cotesia glomerata* и *Habrobracon hebetor* оказались восприимчивы к микроспоридиям из чешуекрылых, что соответствует литературным данным. В некоторых случаях инфекция сохранялась в ряду поколений наездников, поддерживаемых в лабораторных условиях. Аналогичные данные получены и для некоторых хищных насекомых.

Исследование выполнено при поддержке РНФ, проект № 23-16-00262.

THE RELATIONSHIPS OF MICROSPORIDIA FROM LEPIDOPTERAN INSECTS WITH THEIR NATURAL ENEMIES

Ignatieva A.N., Rumiantseva A.S., Utkuzova A.M., Tokarev Y.S.

Our studies have shown that some parasitic and predatory insects are susceptible to infection when feeding on microsporidia-infected lepidopteran larvae. In certain cases, the infection was persistent in a row of generations of parasitoids and predators, maintained under lab conditions.

УДК 595.122

ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СТАТУСА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА NOTOCOTYLIDAE LUHE, 1909 (TREMATODA)

Израильская А.В., Татонова Ю.В.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022 Россия, Anna.kharitonova92@yandex.ru

Дальневосточный федеральный университет, Школа медицины и наук о жизни, пос. Аякс, 10, о. Русский, Владивосток, 690922 Россия

В результате изучения морфологических и молекулярных характеристик представителей семейства Notocotyliidae Luhe, 1909

было установлено, что основной критерий дифференциации родов (количество и расположение тегументальных образований) оказался неэффективным при решении вопросов таксономии представителей отдельных родов (Izrail'skaia et al., 2019).

В настоящей работе исследование продолжено: получены новые морфологические и молекулярные данные для нескольких видов Notocotylidae. Реконструкция на основе новых данных для частичных последовательностей гена 28S рРНК подтверждает ранее полученные результаты. Кроме того, получены нуклеотидные последовательности для митохондриальных маркеров *cox1* и *nad1*. Установлено, что митохондриальный маркер *cox1* лучше подходит для видовой дифференциации нотокотилид.

Помимо молекулярных исследований, для паразитов из семейства Notocotylidae изучены особенности циркуляции и проанализирован список первых промежуточных хозяев, участвующих в жизненном цикле этих червей.

На основании полученных данных предложен новый род в структуре семейства Notocotylidae, а также выведены новые диагностические критерии для дифференциации родов Notocotylidae. Таким образом, результаты исследования подтвердили важность одновременного использования морфологических и молекулярных характеристик, а также данных о жизненном цикле трематод, при видовой идентификации и описании новых видов исследуемой таксономической группы.

AN INTEGRATIVE APPROACH FOR DETERMINING THE TAXONOMIC STATUS OF MEMBERS OF THE FAMILY NOTOCOTYLIDAE LUHE, 1909 (TREMATODA)

Izrail'skaia A.V., Tatonova Y.V.

In this work, the new data were obtained for representatives of the family Notocotylidae, which confirm the results submitted by Izrail'skaia et al. (2019). In addition, it was found that the mitochondrial marker *cox1* is more suitable for species differentiation of notocotylids. A new genus has also been suggested in the structure of the family Notocotylidae, and new diagnostic criteria have been proposed for

differentiating the genera within the family. The results of the study confirmed the importance of the simultaneous use of both morphological and molecular characteristics, as well as data on the life cycle of the trematodes, in species identification and description of new species.

УДК 576.8

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПАТТЕРН ЭНДОСИМБИОНТА *WOLBACHIA* У ЧЛЕНИСТОНОГИХ И ПРОБЛЕМА ПОИСКА МЕХАНИЗМА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА СИМБИОНТА МЕЖДУ ВИДАМИ

Илинский Ю.Ю., Быков Р.А.

Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090 Россия, paulee@bionet.nsc.ru

Бактерии рода *Wolbachia* – это наследуемые симбионты членистоногих и нематод. Передача *Wolbachia* осуществляется от инфицированной самки потомку через яйцо. На коротком эволюционном времени такое материнское наследование происходит стабильно. Так, на уровне вида мы видим строгое сонаследование *Wolbachia* и митохондрий, что выражается согласованными изменениями в геномах симбионта и органеллы. Однако на больших эволюционных расстояниях история эволюции видов-хозяев и родословная *Wolbachia* не совпадают. Действительно, у эволюционно далеких видов могут быть обнаружены близкие или даже идентичные генотипы *Wolbachia*, а у одного вида – генетически далекие штаммы симбионта. Кроме того, очевидно, что материнская родословная вида-хозяина может утратить *Wolbachia* и вновь приобрести симбионта.

Наши результаты говорят о том, что генетический паттерн *Wolbachia* у видов-хозяев отдельных семейств и отрядов насекомых имеет неслучайный характер. В отдельной таксономической группе насекомых присутствует определенный генетический комплекс *Wolbachia*, который отличается от комплекса другой группы. Актуальны вопросы: как формируются эти комплексы и как

происходит горизонтальный перенос эндосимбионта *Wolbachia* между видами. Для ответа на последний вопрос предложены разные гипотезы, и в частных исследованиях найдены свидетельства в их пользу. Так, рассматриваются идеи переноса *Wolbachia* от жертвы хищнику, через паразитоида, клещей, растения, пищевой субстрат. Однако ни одна из этих гипотез не может быть представлена как главный путь переноса *Wolbachia*, равно как и реализация всех упомянутых механизмов (путей) не может объяснить формирование генетических комплексов симбионтов в отдельных таксонах насекомых. В докладе мы актуализируем эти проблемы и обсуждаем возможные пути решения.

THE GENETIC PATTERN OF THE *WOLBACHIA* ENDOSYMBIONT IN ARTHROPODS AND THE PROBLEM OF FINDING A MECHANISM OF HORIZONTAL SYMBIONT TRANSFER BETWEEN SPECIES

Ilinsky Yu.Yu., Bykov R.A.

In the report we present results of *Wolbachia* genetic pattern in certain insect taxa and consider the problem of mechanism(s) of horizontal *Wolbachia* transmission.

УДК 576.895.122

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА *LEUCOCHLORIDIOMORPHA LUTEA* (TREMATODA, LEUCOCHLORIDIOMORPHIDAE)

Исакова Н.П., Виноградова А.А., Прохорова Е.Е.

*Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург,
191186 Россия, i_np@mail.ru*

Жизненные циклы трематод сем. Leucochloridiomorphidae плохо изучены. Только для одного вида – *Leucochloridiomorpha constantiae* – известен полный жизненный цикл, который реализуется

с участием североамериканского переднежаберного моллюска *Campeloma decisum* (Allison, 1943). На территории России для *Leucochloridiomorpha lutea* и *L. constantiae* описаны только метацеркарии, паразитирующие в моллюсках сем. Viviparidae, и мариты из водоплавающих птиц.

В работе были использованы церкарии и метацеркарии *Leucochloridiomorpha lutea* и *L. constantiae* из лужанок (*Viviparus* sp.), собранных в водоемах Санкт-Петербурга и Ленинградской области в 2016–2019 и в 2023 гг. Параллельно было выполнено экспериментальное заражение второго промежуточного хозяина – моллюсков *V. viviparus* – и окончательного хозяина – утят *Anas platyrhynchos domesticus*. В результате из *V. viviparus* были получены молодые метацеркарии, а из утят – мариты (n = 5) *L. lutea*. Метацеркариями *L. constantiae* птенцы не заразились. Метацеркарии обоих исследуемых видов и полученные в эксперименте мариты *L. lutea* были генотипированы по протяженному участку рДНК (фрагмент 18S-ITS1-5.8S-ITS2-фрагмент 28S). Нуклеотидные последовательности марит и использованных для заражения метацеркарий *L. lutea* полностью идентичны. Филогенетический анализ подтвердил принадлежность исследуемых образцов метацеркарий к разным видам – *L. lutea* (GenBank: MK411398.1) и *L. constantiae* (GenBank: MK411399.1).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ (проект № 22-24-20057) и гранта СНФ (проект № 49/2022).

EXPERIMENTAL LIFE CYCLE OF *LEUCOCHLORIDIOMORPHA LUTEA* (TREMATODA: LEUCOCHLORIDIOMORPHIDAE)

Isakova N.P., Vinogradova A.A., Prokhorova E.E.

Leucochloridiomorpha lutea and *L. constantiae* metacercariae was collected from *Viviparus* sp. molluscs in St. Petersburg its surroundings in 2016–2019 and in 2023. Experimental infection of the ducklings of *Anas platyrhynchos domesticus* was performed. As a result, marites (n = 5) of *L. lutea* were obtained. Infection with *L. constantiae* was not successful. Metacercariae of both studied species and *L. lutea* marites

obtained in the experiment were genotyped by an rDNA region (fragment 18S-ITS1-5.8S-ITS2-fragment 28S). The nucleotide sequences of marites and *L. lutea* metacercariae used for infection are completely identical. Phylogenetic analysis confirmed the belonging of the studied samples to different species – *L. lutea* (GenBank: MK411398.1) and *L. constantiae* (GenBank: MK411399.1).

The study was carried out with the support of the Russian Science Foundation (project No. 22-24-20057) and Saint-Petersburg Science Foundation (project No. 49/2022).

УДК 595.122

НОВЫЕ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КОРОТКОХВОСТЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ECHINOCHASMUS* (ECHINOCHASMIDAE)

**Калинина К.А.^{1,2}, Татонова Ю.В.^{1,2}, Беспрозванных В.В.¹,
Щелканов М.Ю.^{1,2}**

¹ Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159а,
Владивосток, 690022 Россия

² НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова, ул. Сельская, 1,
Владивосток, 690022 Россия

Семейство Echinochasmidae Odhner 1910 представляет собой гетерогенную группу космополитов, гермафродитных дигенеев. Взрослые эхиностоматиды преимущественно встречаются у птиц, а также паразитируют на млекопитающих, включая человека, и реже – на рептилиях. Но несмотря на значимость и распространенность этих паразитов, в базе данных (NCBI) размещено небольшое количество последовательностей для семейства, а для многих представителей этой таксономической группы молекулярно-генетические данные отсутствуют. Поэтому в настоящей работе получены новые молекулярные данные по маркеру 28S рРНК для дальневосточного представителя *Echinochasmus*, а также дополнительно изучены филогенетические отношения внутри рода.

Новое филогенетическое дерево, построенное в данной работе, совпадает по топологии с деревом из статьи Татоновой с соавторами (Tatonova et al., 2020): на новом дереве повторяется разделение всех видов семейства Echinochasmidae на два кластера, где первый включает короткохвостых церкарий, а второй объединяет длиннохвостых паразитов. Анализ филогенетической конструкции показал, что полученные образцы *Echinochasmus* на Юге Дальнего Востока России вероятнее всего являются новым дальневосточным видом, а не принадлежат *E. beleocephalus*, как считалось ранее, исходя из морфологических данных. Также не исключено, что самый близкий по морфологии паразит из Европы, обозначенный как *E. beleocephalus*, был ошибочно определен, поскольку в работе Ткача с соавторами (Tkach et al., 2016) приведены только молекулярные данные, а описание морфологических признаков отсутствует.

NEW MOLECULAR DATA FOR SHORT-TAILED REPRESENTATIVES OF THE GENUS *ECHINOCHASMUS* (ECHINOCHASMIDAE)

Kalinina K.A., Tatonova Yu.V., Besprozvannykh V.V., Shchelkanov M.Yu.

Worms of the genus *Echinochasmus* obtained during an experimental study of the trematode life cycle were studied in this work. Molecular data on the 28S rRNA gene showed that Far Eastern worms do not belong to the species *E. beleocephalus* despite morphological similarities. Analysis of the phylogenetic relationships within the family Echinochasmidae revealed the species independence of the Far Eastern worms. In addition, taking into account the new data, the subdivision into two groups was confirmed for representatives of the genus *Echinochasmus*.

ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИЕ НЕМАТОДЫ В ПОЧВЕ ПОД ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ, ПРОИЗРАСТАЮЩИМИ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ И В ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОЦЕНОЗАХ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Калинкина Д.С., Сущук А.А., Матвеева Е.М.

Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, kalinkinads@gmail.com

Исследованы комплексы фитопаразитических нематод (эктопаразиты и мигрирующие эндопаразиты растений) в почве биоценозов с древесными интродуцентами, выполнено сравнение с естественными лесными и луговыми биоценозами. Проанализирована численность и разнообразие фитопаразитов, оценена встречаемость отдельных таксонов. Показано, что численность и таксономическое разнообразие нематод-паразитов растений в целом выше в условиях интродукции древесных растений, чем в естественных биоценозах. Установлено, что в местах посадок древесных интродуцентов нематоды родов *Pratylenchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus* являются наиболее широко распространенными среди фитопаразитов, т. е. имеют высокую встречаемость и численность в пробах. Высокая встречаемость данных родов также характерна и для лугов. Это связано с рядом особенностей, которые имеют биоценозы с интродуцентами: разреженные посадки растений, отсутствие сомкнутого древесного яруса и, как следствие, высокий уровень освещенности создают благоприятные условия для формирования разнообразной растительности в травяном ярусе, что, в свою очередь, определяет специфику комплексов фитопаразитов. Другой особенностью биоценозов с интродуцентами является наибольшая встречаемость видов сем. *Trichodoridae* (42,5% всех исследованных проб) по сравнению с естественными биоценозами. Кроме того, в условиях интродукции выявлена высокая встречаемость нематод вида *Nagelus leptus*, обнаружены

представители других редких для региона таксонов (*Longidorus*, *Cephalenchus*, *Rotylenchus*). Таким образом, под влиянием дендроинтродукции выявлены высокие значения численности и относительного обилия нематод-паразитов растений, найдены редкие виды. Полученные в результате исследования данные свидетельствуют о распространении редких видов паразитических нематод при планомерной интродукции чужеродных видов растений в экосистемы Севера, что может быть объяснено локальными микроклиматическими условиями, складывающимися в подкroновом пространстве древесных интродуцентов.

Финансовая поддержка: ГЗ КарНЦ РАН (тема № 122032100130-3).

PLANT-PARASITIC NEMATODES IN THE SOIL UNDER INTRODUCED TREE SPECIES AND IN NATURAL BIOCOENOSES IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Kalinkina D.S., Sushchuk A.A., Matveeva E.M.

Plant-parasitic nematodes (PPN) in the soil of biocoenoses with introduced trees in comparison with natural biocoenoses (forests and meadows) were studied. Population density, taxonomic diversity and occurrence of plant parasites in the soil samples were analyzed. PPN density and diversity were higher in biocoenoses with introduced trees than in natural biocoenoses. A high occurrence of species of Trichodoridae fam. (42.5 % of all studied samples) under introduced trees was revealed. It was shown that plant introduction into northern ecosystems creates favourable conditions for the penetration of new and spreading of rare PPN species.

Financial support: state order to KarRC RAS (project No. 122032100130-3).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ АППАРАТОВ ИНВАЗИИ РОЗЕЛЛИД И МИКРОСПОРИДИЙ

Камышацкая О.Г., Насонова Е.С.

Институт цитологии РАН, Тихорецкий проспект, 4, Санкт-Петербург,
194064 Россия, oksana.kamyshatskaya@gmail.com

В настоящее время в вопросе изучения происхождения и эволюции микроспоридий особый интерес представляют исследования наиболее «примитивных» представителей этого таксона, например группы Metchnikovellida, а также филогенетически близких им организмов, объединяемых в группу Rozellida (syn.: Cryptomycota, Rozellomycota, Rozellosporidia). Розеллиды – многочисленная, но малоизученная группа облигатных паразитов, основное разнообразие которых представлено последовательностями генов рРНК, полученными из метагеномных данных. Лишь немногие из них имеют таксономические описания и изучены на организменном уровне.

Один из уникальных морфологических признаков микроспоридий – наличие в спорах специфического аппарата инвазии – сложноорганизованного комплекса органелл, участвующих в процессе внедрения в клетку хозяина инфекционного начала, спороплазмы, путем экстрюзии по полярной трубке. Схожесть жизненных циклов и филогенетическое родство с микроспоридиями позволяют анализировать тонкое строение спор мечниковеллид и розеллид, ассоциируя их органеллы с элементами аппарата экстрюзии классических микроспоридий.

Анализируя полученные нами ультраструктурные и литературные данные, удалось выявить общие особенности тонкого строения спор мечниковеллид и розеллид. Например, в отличие от классических микроспоридий эти организмы никогда не обладают длинными полярными трубками. Их трубки имеют лишь небольшое количество витков (*Mitosporidium*, *Chytridiopsis*, *Morellospora*) либо представляют собой манубриум – толстую, короткую трубку, как правило, не образующую витки спирали (мечниковеллиды и, вероятно, *Nucleophaga* и *Paramicrosporidium*).

Для большинства из них характерно отсутствие типичного для микроспоридий поляропласта, лишь в спорах *Mitosporidium* был обнаружен более «упрощенный» поляропласт.

Вышеупомянутые отличия ключевых элементов аппарата инвазии мечниковеллид и розеллид, по-видимому, свидетельствуют об отличном от типичного для классических микроспоридий процессе заражения клетки хозяина путем экструзии.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-74-00071 с использованием оборудования РЦ «Развитие молекулярных и клеточных технологий» Научного парка СПбГУ.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ULTRASTRUCTURE OF INVASION APPARATUSES OF ROZELLIDS AND MICROSPORIDIA

Камышатовская О.Г., Нассонова Е.С.

During our investigations we analyzed the ultrastructure of invasion apparatuses of metchnikovellids and rozellids. Comparing them with the classical microsporidian apparatus of extrusion we describe the unique ultrastructure features of rozellids and metchnikovellids spores and discuss the morpho-functional organization of these organelle complexes.

The work was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-74-00071.

УДК 597-169 (268.45)

ПАЗАРИТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ БАРЕНЦЕВА МОЯ. СТРАТЕГИЯ

Карасев А.Б.

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), ул. акад. Книповича, 6, Мурманск, 183038 Россия, paralab@pinro.ru

Полярный институт проводит паразитологический мониторинг промысловых рыб Баренцева моря с 1973 г., с момента создания специализированного сектора/лаборатории болезней

рыб. Первоначально такие наблюдения проводили факультативно. В последующем паразитологический мониторинг становится обязательным. Объект изучения – паразиты рыб, представляющие опасность для здоровья человека и портящие товарный вид рыбного сырья. Цель паразитологического мониторинга – характеристика масштабов заражения промысловых рыб паразитами с целью решения вопросов паразитарной чистоты рыбной продукции. Методика соответствует МУК 2.3.988-00. Паразитологическим мониторингом, проводимым институтом на постоянной основе с 2000 г., в общей сложности охвачены 17 видов донных и 8 видов пелагических промысловых рыб. Первый опыт обобщения многолетних данных (Карасев и др., 2022) на примере донных (6) и пелагических (2) видов показал межгодовые флюктуации показателей зараженности рыб в уловах. Причины этого кроются, по нашему мнению, в особенностях состояния кормовой базы и спектра питания рыб-хозяев, масштабах потребления ими тех или иных кормовых объектов, служащих промежуточными хозяевами в жизненных циклах паразитов, а также в размерно-возрастной динамике инвазии. Немаловажную роль играет район промысла, в особенности для рыб, не совершающих значительных миграций. Все эти вопросы – предмет дальнейших первоочередных задач паразитологических исследований в рамках проводимого мониторинга.

PARASITOLOGICAL MONITORING OF COMMERCIAL FISHES IN THE BARENTS SEA. STRATEGY

Karasev A.B.

The Polar Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) has conducted parasitological monitoring of commercial fishes in the Barents Sea since 1973, when the special laboratory of fish diseases was established. The parasitological monitoring were optional. In the coming years parasitological monitoring became an integral part of surveys and research activities. The object of the studies is fish harmful parasites to human health.

Being regularly performed by PINRO since 2000, the parasitological monitoring covers totally 17 species of bottom fish and 8 species of pelagic commercial fish. The first experience in summarizing long-term data 2000–2022 years (Karasev et al., 2022), using the samples of bottom fishes and pelagic fish species showed interannual variations in fish infestation rates in catches. In our opinion, those variations were caused by the status of food availability and the diet of host fish, the amount of available prey species they consume which serve as intermediate hosts in the life cycles of parasites, and the length-age dynamics of infestation. A fishing area is also important to be taken into consideration, particularly for fishes that do not make long migrations. These issues are the priority tasks of future parasitological studies as an integral part of the ongoing monitoring.

УДК 575.86576.895.122

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛНЫХ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОМОВ ТРЕМАТОД РОДА *METORCHIS* (OPISTHORCHIIDAE)

Катохин А.В.

*Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10,
Новосибирск, 630090 Россия, katokhin@bionet.nsc.ru*

Два вида из рода *Metorchis* наиболее распространены в Северной Евразии: *M. bilis* и *M. xanthosomus*. Они значительно различаются по хозяйинной специфичности и по эпидемиологической значимости. Молекулярные данные, подтверждающие таксономию, филогению и идентификацию *Metorchis* spp., все еще малочисленны. Мы секвенировали полные митохондриальные (мт) геномы этих двух меторхов (номера последовательностей в GenBank NC_079698 и NC_079699) и сравнили их с мт-геномом *M. orientalis* (NC_028008). Мт-геномы *M. bilis* и *M. xanthosomus* демонстрируют набор и последовательность генов, аналогичные таковому у *M. orientalis* и характерные для описторхид: 12 белок-кодирующих генов, 20 генов для тРНК и 2 – для рибосомных РНК. Длины мт-геномов

у *M. bilis* и *M. xanthosomus* составляют 13854 и 13851 пн, соответственно, что чуть больше такового у *M. orientalis* (13834 пн). Филогенетический анализ на основе мт-генов представителей р. *Metorchis*, а также подсемейства Opisthorchiinae и семейств Heterophyidae и Paragonimidae показал, что отделение *M. orientalis* от общего предка для описторхин и меторхин произошло раньше, чем разделение *M. bilis* и *M. xanthosomus*. Используя оценку появления общего предка Troglotrematoidea (126 млн л. н.), указанную Vainutis и др., 2022, мы предположили, что появление меторхин произошло около 20 млн л. н., а разделение видов *M. bilis* и *M. xanthosomus* – около 8 млн л. н.

COMPARATIVE ANALYSIS OF COMPLETE MITOCHONDRIAL GENOMES OF TREMATODES OF THE GENUS *METORCHIS* (OPISTHORCHIIDAE)

Katokhin A.V.

The two *Metorchis* species are most widespread in Northern Eurasia: *M. bilis* and *M. xanthosomus*. They known to have considerable difference in their host specificity and epidemiological significance. Molecular data supporting the taxonomy, phylogeny and identification of *Metorchis* spp. are still limited. We have sequenced complete mitochondrial genomes of the two flukes (GenBank accession NC_079698 and NC_079699) and compared them with mitochondrial genome of *M. orientalis* (NC_028008). The mitochondrial genomes of *M. bilis* and *M. xanthosomus* display the gene set and succession like in *M. orientalis* and characteristic of opisthorchids: 12 protein-coding genes, 20 transfer RNA genes and two ribosomal RNA genes. The lengths of the mt genomes of *M. bilis* and *M. xanthosomus* are 13854 and 13851, respectively. which is slightly longer than that of *M. orientalis* (13834 bp). Phylogenetic analysis based on mt genes of representatives of the genus *Metorchis*, as well as the subfamily Opisthorchiinae and the families Heterophyidae and Paragonimidae showed that the separation of *M. orientalis* from the common ancestor for opisthorchins and metorchins occurred earlier than the separation of *M. bilis* and *M. xanthosomus*. Using the estimate of the common

ancestor origin for Troglotrematoidea (126 million years ago), indicated by Vainutis et al., 2022, we assumed that the appearance of Meteorchiinae occurred about 20 Ma, and separation of *M. bilis* and *M. xanthosomus* – about 8 Ma.

УДК 593.195:577.29:632.78:57.084.1

НЕДООЦЕНЕННАЯ РОЛЬ ТЕРАТОЦИТОВ ПРИ МИКРОСПОРИДИОЗЕ НАЕЗДНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ АПАНТЕЛЕСА БЕЛЯНОЧНОГО И МИКРОСПОРИДИИ *VAIRIMORPHA* SP.)

Киреева Д.С., Малыш С.М., Володарцева Ю.В., Токарев Ю.С.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, шоссе Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, d-kireeva-vizr@yandex.ru

У паразитоидов насекомых изучено три стратегии воздействия на хозяина: впрыскивание яда, инъекция вирусов/вирусоподобных частиц или воздействие тератоцитов. Последний вариант слабо изучен, но очень важен в жизни некоторых паразитоидов. Известно, что тератоциты важны для паразитоидов, так как выполняют ряд функций – трофическую, иммуносупрессивную, защитную и секреторную. Но при их отсутствии наблюдаются задержка развития, эндокринные нарушения, а также аномальное формирование коконов, что было описано другими авторами. Только у некоторых подсемейств они были обнаружены – Meteorinae, Euphorinae, Aphidiinae, Platygastroidea и Microgastrinae, и к последнему относится *Cotesia glomerata*. Этот вид представляет интерес, так как выступает в качестве естественного регулятора численности сельскохозяйственных вредителей *Pieris brassicae* и *P. rapae*, которые зачастую поражены микроспоридиями. При анализе литературы было выявлено, что энтомопатогены рода *Nosema* и *Vairimorpha* поражают не только основного хозяина, но и паразитоидов и гиперпаразитов в нем. В 2022 г. в Ленинградской области были обнаружены личинки последнего возраста

капустной белянки, которые оказались заселены *C. glomerata*. В тканях гусениц отсутствовали микроспоридии, но в гемолимфе были обнаружены тератоциты, частично или полностью заполненные спорами из рода *Vairimorpha* (сходство последовательности гена рРНК на 100 % с таковой *Microsporidium* sp. Oise, номер доступа в Генбанке HM566197). Это первое сообщение о подобном аспекте патологии насекомых, но уже можно сделать ряд предположений. Вероятно, что самка паразитоида была инфицирована, причем на поверхности яиц могли находиться споры, которые уже впоследствии смогли заселить тератоциты. Скорее всего, такие клетки перестают выполнять свои функции в полном объеме, что ведет к задержке развития и гибели паразитоидов.

Выполнено при поддержке РФФ, проект № 23-16-00262.

**THE UNDERESTIMATED ROLE OF TERATOCYTES
IN PARASITOID WASP MICROSPORIDIOSIS
(ON THE EXAMPLE OF *COTESIA GLOMERATA*
AND MICROSPORIDIA *VAIRIMORPHA* SP.).**

Kireeva D.S., Malysh S.M., Volodartseva Y.V., Tokarev Y.S.

Teratocytes of parasitoid wasp have an important role in the life of some subfamilies (Meteorinae, Euphorinae, Aphidiinae, Platygastroidea & Microgastrinae). In Leningrad region 2022, some larvae of the cabbage white *Pieris brassicae* were found affected by the parasitoid *Cotesia glomerata*. Host tissues were healthy, but teratocytes were found in the hemolymph, containing spores of the microsporidium *Vairimorpha* sp. This is the first report on such an aspect of insect pathology. It is likely that the female parasitoid was infected, microsporidian spores could be present on the surface of the eggs, leading to teratocyte infection. Most likely, such cells cease to perform their functions in full, which leads to a delay in the development and death of parasitoids.

Supported by the Russian Science Foundation project No. 23-16-00262.

**КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *GALLERIA MELLONELLA*
С АМИКАЦИНОМ СПОСОБСТВУЕТ УВЕЛИЧЕНИЮ
ПЛОТНОСТИ МИНОРНЫХ СИМБИОНТОВ,
ВЛИЯЕТ НА ФИЗИОЛОГИЮ ХОЗЯИНА
И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К *BACILLUS THURINGIENSIS***

Клементьева Т.Н., Поленогова О.В., Крюкова Н.А., Глупов В.В.

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия, red.klen@yandex.ru*

Микробиота кишечника насекомых выполняет защитную функцию, предотвращает колонизацию патогенами, продуцируя различные метаболиты, в том числе обладающие антибиотическим эффектом. Действие данных веществ может приводить к дисбалансу структуры и состава микробиоты, что влечет за собой изменения физиологических параметров, формирование резистентных форм микроорганизмов и изменение чувствительности хозяина к патогенам.

В данном исследовании мы культивировали вощинную огнёвку *G. mellonella* на диете с добавлением антибиотика (амикацин). Через 18 поколений мы изучили структуру микробиоты методом высокопроизводительного секвенирования гена 16S rRNA и физиологические показатели *G. mellonella*. Мы зарегистрировали 73-кратное увеличение минорных *Enterococcus mundtii*, а также увеличение кислых протеаз в 1,14 раза и глутатион-S-трансфераз в 1,12 раза в среднем отделе кишечника. Кроме того, нами было отмечено снижение веса куколок и появление резистентности к *B. thuringiensis*.

Мы предполагаем, что длительное культивирование личинок восковой моли на искусственной диете с антибиотиком приводит к ее адаптации за счет изменения как состава кишечной микробиоты, так и физиологического состояния организма насекомого.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 22-76-10051.

**CULTIVATION OF *GALLERIA MELLONELLA*
WITH AMIKACIN INCREASES THE DENSITY OF MINOR
SYMBIONTS, INFLUENCES HOST PHYSIOLOGY
AND SENSITIVITY TO *BACILLUS THURINGIENSIS***

**Klementeva T.N., Polenogova O.V., Kruykova N.A.,
Glupov V.V.**

The gut microbiota of insects performs a defense function, prevents colonization by pathogens, producing various metabolites, including those with an antibiotic effect. The action of these substances can lead to an imbalance in the structure and composition of the microbiota, which entails: changes in physiological parameters, the formation of resistant forms of microorganisms and changes in the sensitivity of the host to pathogens.

In this study, we cultured *G. mellonella* wax moth on a diet with antibiotic (amikacin). After 18 generations, we studied the microbiota structure by high-throughput sequencing of the 16S rRNA gene and the physiological parameters of *G. mellonella*. We registered a 73-fold increase of minor *Enterococcus mundtii*, as well as an increase of acidic proteases by 1.14 times and glutathione-S-transferases by 1.12 times in the middle intestine. In addition, we noted a decrease in the weight of pupae and the appearance of resistance to *B. thuringiensis*.

We suggest that long-term cultivation of wax moth larvae on an artificial diet with an antibiotic leads to its adaptation due to changes in both the gut microbiota community and in the physiological state of the insect organism.

The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 22-76-10051.

ПАЗАРИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ИЗ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ КАМЧАТКИ И ИХ БАЗОВЫХ ВОДОЕМОВ

Кобернюк Е.Н.

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, ул. Набережная, 18, Петропавловск-Камчатский, 683003 Россия, kobernukelizaveta@gmail.com

Базовыми водоемами для лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) Камчатки являются рр. Паратунка, Авача, притоки р. Большая и оз. Большой Вилуей. После выпуска из ЛРЗ до ската в море сеголетки культивируемой молоди лососей некоторое время остаются в пресных водах.

В 2022 г. паразитологическими и гистологическими методами изучали молодь лососей одного возраста, выловленную из базовых водоемов и отобранную на ЛРЗ. Всего исследовали 180 экземпляров молоди лососей: кеты *Oncorhynchus keta*, нерки *Oncorhynchus nerka* и кижуча *Oncorhynchus kisutch*. У заводской молоди всех трех видов выявили липоидную дегенерацию печени 1–2 степени. Эту патологию мы отмечаем у молоди лососей с ЛРЗ ежегодно. Напротив, у рыб из базовых водоемов патологии печени и других внутренних органов не регистрировали. Такие изменения в печени связывают с использованием искусственных кормов, недостаточно адаптированных для данных видов рыб. Считают, что при переходе рыб на естественное питание эта проблема исчезает. Паразитарных агентов у заводской молоди в 2022 г. не отмечали. С другой стороны, у дикой молоди исследованных видов был выявлен комплекс простейших паразитов: круглоресничные инфузории *Trichodina* sp., сидячие инфузории *Apiosoma piscicolum*, паразитические амёбы, жгутиконосцы *Ichthyobodo* sp. У молоди нерки из оз. Начикинское (бассейн р. Большая) отмечали в мозгу миксоспоридий *Mухobolus arcticus*. В плавательном пузыре

молоди кижуча из оз. Большой Виллой обнаружили личинок нематод, предположительно *Cystidicola farionis*. Особо следует отметить, что в хрящевой ткани молоди кижуча из этого же водоема выявили микоспоридий *Myxosoma cerebralis*. Этот паразит вызывает опасное заболевание – «вертеж» лососевых. При этом происходит разрушение хрящевой ткани, поражение органов равновесия и нарушение функции ЦНС. Погибает до 90% зараженных рыб. Выжившие особи становятся резервуаром для паразита, который выходит в воду после ее гибели. Заражение молоди происходит, главным образом, при питании дефинитивными хозяевами микоспоридий – олигохетами и мшанками. Также возможно непосредственное заражение свободно плавающими актиноспорами, проникающими через кожу рыб. Таким образом, если заражение молоди в период заводского подращивания остается маловероятным, то в естественном водоеме возможна инвазия различными паразитическими организмами, включая таких опасных, как *M. cerebralis*. Учитывая стрессовый фактор у заводской молоди при выпуске в естественный водоем, а также наличие патологии печени, можно предполагать, что она будет сильнее подвержена влиянию паразитов.

PARASITOLOGICAL AND HISTOLOGICAL PARAMETERS OF JUVENILE PACIFIC SALMON FROM FISH HATCHERIES OF KAMCHATKA AND THEIR BASIC RESERVOIRS

Kobernyuk E.N.

Parasitological and histological investigations of hatchery juvenile fish and juveniles from basic reservoirs were done. As a result of the analysis, pathological changes in the liver were found in hatchery fish, but no parasites were found. In juveniles from natural reservoirs, on the contrary, there were no changes in internal organs, but various parasites were present.

РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ *OPISTHORCHIS FELINEUS*: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ БИОМЕДИЦИНЫ

Ковнер А.В., Капушак Я.К., Мордвинов В.А., Пахарукова М.Ю.

Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090 Россия, anya.kovner@gmail.com

Проблематика хронически не заживающих ран весьма важна в связи с широким спектром триггерных факторов, включая сахарный диабет. В этой связи поиск новых подходов для коррекции процессов заживления ран представляется актуальной задачей. *Opisthorchiidae* обладают способностью уменьшать острое воспаление и стимулировать восстановление поврежденного эпителия и ремоделирование внеклеточного матрикса печени. Белки паразитарных трематод потенциально могут стать новыми перспективными ранозаживляющими агентами. Цель исследования – изучение ранозаживляющих свойств экскреторно-секреторного продукта *Opisthorchis felineus*. Эксперимент был проведен на мышах-самцах линии C57Bl/6 после индукции селективной гибели β -клеток поджелудочной железы (стрептозотоциновая модель сахарного диабета первого типа). Мышам наносили поверхностные раны кожи и разделяли на неспецифический контроль и лечение *O. felineus* экскреторно-секреторным продуктом (ЭСП) и его отдельными компонентами. Комплексное исследование показало, что ЭСП и внеклеточные везикулы оказывают схожие эффекты и способствуют уменьшению воспаления и влажной корки; полной реэпителизации; повышенной васкуляризации; реорганизации внеклеточного матрикса. Также были проведены контрольные эксперименты по заживлению ран у животных без индукции сахарного диабета. Протеомный анализ ЭСП и лизата *O. felineus* выявил общие мажорные белки, среди которых можно выделить белки с ранозаживляющим потенциалом. Таким образом, впервые было показано, что *O. felineus* экскреторно-секреторный продукт и его компоненты обладают

ранозаживляющими свойствами как у интактных животных, так и на модели сахарного диабета первого типа.

Работа поддержана РФФ и правительством Новосибирской области (№ 22-25-20018).

WOUND HEALING POTENTIAL OF *OPISTHORCHIS FELINEUS*: PROMISING RESEARCH IN REGENERATIVE BIOMEDICINE

Kovner A.V., Kapushchak Y.K., Mordvinov V.A., Pakharukova M.Y.

Currently, the problem of chronically non-healing wounds is a relevant topic. Liver flukes Opisthorchiidae have the ability to reduce acute inflammation and stimulate repair of damaged epithelium and remodeling of the extracellular matrix (ECM). Proteins of parasitic trematodes can potentially become promising wound healing agents. The aim of the study was to examine the ability of the excretory-secretory product (ESP) of *O. felineus* to wound healing processes. The experiment was carried out on male C57Bl/6 mice after induction of selective death of pancreatic β -cells (streptozotocin model of type 1 diabetes mellitus). Mice were subjected to superficial skin wounds and divided into: non-specific control and treatment of *O. felineus* with an excretory-secretory product (ESP) and its individual components. A comprehensive study showed that ESP and extracellular vesicles have similar effects and contribute to: reducing inflammation and moist crust; complete re-epithelialization; increased vascularization; reorganization of the extracellular matrix. Control experiments were also carried out on wound healing in animals without induction of diabetes mellitus. Proteomic analysis of *O. felineus* ESP and lysate revealed common major proteins, among which proteins with wound healing potential can be distinguished. Thus, it was shown for the first time that ESP and its components of *O. felineus* have wound-healing properties both in intact animals and in a model of type 1 diabetes mellitus.

The work was supported by the Russian Science Foundation and the Government of the Novosibirsk Region (No. 22-25-20018).

**ДИНАМИКА ЗАРАЖЕННОСТИ БЕЛОМОРСКИХ
ЛИТОРАЛЬНЫХ МОЛЛЮСКОВ *LITTORINA SAXATILIS*
И *L. OBTUSATA* (GASTROPODA: PROSOBRANCHIA)
ПАРТЕНИТАМИ ТРЕМАТОД**

Козминский Е.В.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, ekozminsky@gmail.com*

Проанализирована динамика зараженности десятью видами трематод моллюсков *Littorina saxatilis* (Olivì, 1792) и *L. obtusata* (Linnaeus, 1758) в Южной губе о. Ряжков (Кандалакшский государственный природный заповедник) в период с 2001 по 2020 г. Состав паразитофауны был сходным у обоих видов литторин. Наибольший вклад в общую зараженность (94%) вносят четыре вида паразитов – *Microphallus piniformes*, *M. pygmaeus*, *M. pseudopygmaeus* и *Podocotyle atomon*. Регулярно, но с низкой частотой встречаются *M. triangulatus* и *Himasthla* sp. Прочие виды трематод встречаются спорадически. Относительный вклад отдельных видов трематод в состав паразитофауны обоих видов хозяев несколько различается: у *L. saxatilis* отчетливо доминирует *M. piriformes*, у *L. obtusata* – *M. pygmaeus*; *M. pseudopygmaeus* несколько более обычен у *L. saxatilis*. Вклад других видов паразитов сходен у обоих видов литторин. Экстенсивность инвазии отдельными видами трематод была выше в случае *L. saxatilis*. Долговременные изменения зараженности отдельными видами паразитов носят неправильный характер. В случае *Microphallus piniformes*, *M. pygmaeus* и *M. pseudopygmaeus* многолетняя динамика зараженности обоих видов моллюсков партенитами была сходной. Изменения уровня зараженности определяются, по-видимому, флуктуациями численности дифинитивных хозяев паразитов.

**DYNAMICS OF TREMATODE INFECTION
IN WHITE SEA INTERTIDAL MOLLUSCS
LITTORINA SAXATILIS AND *L. OBTUSATA*
(GASTROPODA: PROSOBRANCHIA)**

Kozminsky E.V.

Infection dynamics by ten trematodes species of the periwinkles *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792) and *L. obtusata* (Linnaeus, 1758) in Yuznaya inlet of Ryashkov Island (Kandalaksha nature reserve) from 2001 to 2020 was analyzed. The composition of the parasite fauna was similar in both *Littorina* species. The greatest contribution to the total infection (94 %) is made by four species of trematodes – *Microphallus piniformes*, *M. pygmaeus*, *M. pseudopygmaeus* and *Podocotyle atomon*. *M. triangulatus* and *Himasthla* sp. occur regularly, but with low frequency. Other species of parasites are found sporadically. The relative contribution of individual trematode species to the composition of the parasite fauna in the two periwinkle species differs somewhat: *L. saxatilis* is clearly dominated by *M. pirifirmes*, *L. obtusata* – *M. pygmaeus*. *M. pseudopygmaeus* is somewhat more common in *L. saxatilis*. The contribution of other species of parasites is similar in both periwinkles species. The prevalence of individual trematode species was higher for *L. saxatilis*. Long-term changes in the prevalence of individual parasites species are irregular. In the case of *Microphallus piniformes*, *M. pygmaeus* and *M. pseudopygmaeus*, the long-term dynamics of infection of the two mollusc species by trematode partenites was similar. The changes in the prevalence are apparently determined by fluctuations in the abundance of their definitive hosts.

ЗАРАЖЕННОСТЬ КИШЕЧНЫМИ ГЕЛЬМИНТОЗАМИ ЛОШАДЕЙ ТАБУННОГО СОДЕРЖАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Коколова Л.М., Гаврильева Л.Ю.

*Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
им. М.Г. Сафронова, ул. Б-Марлинского, 23/1, Якутск, 677007 Россия,
kokolova_lm@mail.ru*

*Арктический государственный агротехнологический университет,
ш. Сергеляхское 3 км, 3, Якутск, 677007 Россия,
info@agatu.ru*

В Республике Саха (Якутия) табунное коневодство распространено практически повсеместно и имеет как продуктивное, так и рабочее направление. Инвазированность лошадей табунного содержания гельминтами в республике достаточно высокая, она определяет уровень заболеваемости животных. В настоящее время гельминты встречаются в основном в виде полиинвазии, вызывая у молодняка не только отставание в росте, но даже гибель отдельных особей, у взрослых животных – снижение работоспособности, у кобыл – снижение молочной продуктивности, иногда и аборт. Широкое распространение инвазии и высокая степень экстенсивности и интенсивности инвазии наносит серьезный экономический ущерб коневодству.

Гельминтозы пищеварительного тракта и оводовые инвазии являются наиболее широко распространенными паразитами у сельскохозяйственных животных в Якутии. Эти паразиты постоянно были в центре внимания исследователей. Исследования проведены в коневодческих хозяйствах Центральной Якутии. Всего было обследовано 209 голов жеребят и 229 голов взрослого поголовья лошадей табунного содержания, из них 203 головы кобыл и 26 голов жеребцов.

Результаты исследования показали повсеместную распространенность нематодозов. Пораженность поголовья лошадей нематодами различных видов составляла 100 %. При исследовании проб

фекалий жеребят оксиурами были поражены 56 голов, экстенсивность инвазии (ЭИ) составляла 26,7%, из взрослого поголовья оксиурами были заражены 64 головы (ЭИ = 27,9%). Из исследованных нами 209 голов молодняка и 229 взрослых животных все были поражены кишечными стронгилятами (ЭИ = 100%). Параскариды были обнаружены у 124 жеребят (ЭИ = 59,3%) и у 106 голов взрослого поголовья лошадей (ЭИ = 46,3%). Зараженность лошадей гельминтами протекала в форме микстинвазий. Плотность популяции стронгилят в организме лошадей разного возраста составила в среднем у молодняка $933,98 \pm 20,1$ экз. и колебалась в пределах от $772,8 \pm 37,5$ до $1072,3 \pm 107,5$ экз./гол., у лошадей старше четырех лет $818,9 \pm 20,6$ экз./гол. и колебалась в пределах от $215,8 \pm 11,5$ до $1215 \pm 120,5$ экз./гол. Заболевание стронгилятозом, параскаридозом наблюдали как среди взрослых лошадей, так и среди молодняка. Заражение параскаридами жеребят в первом году жизни начинается с мая, а пик инвазии наблюдали в осенне-зимний период.

INFECTION WITH INTESTINAL HELMINTHIASIS OF HERD HORSES IN CENTRAL YAKUTIA

Kokolova L.M., Gavrilyeva L.Yu.

In the Republic of Sakha (Yakutia), herd horse breeding is widespread almost everywhere and has both a productive and a working direction. The infestation of herd horses with helminths in the republic is quite high, it determines the level of animal morbidity. Currently, helminths occur mainly in the form of polyinvasion, causing not only stunting in young animals, but even the death of individual individuals, and in adult animals, a decrease in working capacity, especially in mares, is manifested by a decrease in milk productivity, sometimes by abortion. Widespread invasion and a high degree of extensiveness and intensity of invasion, has serious economic damage to the further development of horse breeding.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *COREGONUS PELED* (GMELIN, 1789) В ВИЛЮЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ ПАРАЗИТАМИ

Кокколова Л.М.^{1,3}, Гаврильева Л.Ю.^{1,3}, Сафронеев А.Э.^{1,2}

¹ *Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, ул. Б-Марлинского, 23/1, Якутск, 677007 Россия, kokolova_lm@mail.ru*

² *Якутский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», ул. Ярославского, 32/3, офис 1, Якутск, 677007 Россия, sofroneev@mail.ru*

³ *Арктический государственный агротехнологический университет, ш. Сергеляхское 3 км, 3, Якутск, 677007 Россия, info@agatu.ru*

Авторы доклада проводят исследование *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) и их зараженности паразитами в Вилюйском водохранилище. Рыбоводный завод на Вилюйской ГЭС был построен в целях компенсации ущерба, наносимого рыбным запасам реки Вилюй в результате производственной деятельности – энергетики и алмазо-золотодобывающей промышленности. В настоящее время пелядь популярна как объект акклиматизации: она легко приспосабливается к новым условиям обитания, переносит стрессовые ситуации, а икру успешно можно инкубировать в искусственных условиях. Пелядь также привлекает внимание рыболовов высокими вкусовыми качествами.

Пелядь в Якутии обитает во всех бассейнах рек, впадающих в море Лаптевых и Восточно-Сибирское море. В реках Оленек, Лена, Яна и Индигирка пелядь не образует речной формы, но в бассейнах этих рек пелядь представлена обычной озерной и карликовой озерной формами.

Исследование рыб проводили по методу полного паразитологического вскрытия по В.А. Догелю. Отобраны рыбы разных возрастных категорий в следующих количествах: личинок и мальков – не менее 25 экземпляров, сеголетков – 15–25, годовиков и всех рыб остальных возрастных групп – по 15 экземпляров. Обнаруженных

паразитов определяли до вида и вносили в журнал исследования, где указывали дату, место вылова, пол, возраст, вес и длину исследованной рыбы. Подсчет количества крупных паразитов (рачков, гельминтов, цист микроспоридий) проводили в абсолютных числах, а мелких (инфузорий и других простейших) – в относительных. Обнаруженных паразитов фиксировали, этикетировали и сохраняли для камеральной обработки.

По результатам паразитологических исследований у пеляди обнаружили 14 различных видов паразитов, из них простейших 1 вид – *Henneguya zschokkei*, моногеней 1 вид – *Discocotyle saqittata*, цестод 4 – *Triaenophorus nodulosus*, *Eubothrium crassum*, *Diphyllobothrium dendriticum*, *Proteocephalus exiquus*, трематод 2 – *Diplostomum* sp., *Ichthyocotukurus* sp., нематод 3 – *Cystidicola farionis*, *Philonema sibirica*, *Raphidascaris acus*, скребней 1 – *Neoechinorhynchus rutila*, ракообразных 2 – *Salmincola coregonorum*, *Salmincola extumescens*. Паразиты не только отнимают пищу у своего хозяина, но и выделяют токсины, замедляют рост рыбы, уменьшают вес, жирность, упитанность и ухудшают пищевые качества, а поражением гонад снижают воспроизводительную способность и численность популяции.

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *COREGONUS PELED* (GMELIN, 1789) IN THE VILYUI RESERVOIR AND THEIR INFESTATION WITH PARASITES

Kokolova L.M., Gavrilyeva L.Yu., Safroneev A.E.

The authors of the article consider the peled *Sogedopsis peled* (Gmelin, 1789) as a promising object of fish farming and acclimatization, study the ecological characteristics of the habitat and their infestation with parasites. Peled in Yakutia lives in almost all river basins flowing into the Laptev Sea and the East Siberian Sea. In the Olenek, Lena, Yana and Indigirka rivers, the peled does not form a river form, but in the basins of these rivers, the peled is represented by ordinary lake and dwarf lake forms. The fish hatchery at the Vilyuisk hydroelectric power station was built in order to compensate for the damage caused to the fish stocks of the Vilyu River as a result of the production activities of the energy

industry and the diamond and gold mining industry. Currently, peled is popular as an object of acclimatization, easily adapts to new living conditions, tolerates stressful situations, and eggs can be successfully incubated in artificial conditions.

УДК 595.121

УЛЬТРАСТРУКТУРА ПОГРАНИЧНЫХ ТКАНЕЙ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ ЛИЧИНОК *TRIAENOPHORUS NODULOSUS* В ПЕЧЕНИ ОКУНЯ

Колесников И.А., Бисерова Н.М.

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, 119234 Россия,
kolesivan96@gmail.com*

Природа взаимодействия между паразитами и их хозяевами привлекает все большее внимание как один из феноменов межвидовых отношений. На данный момент нет полного понимания особенностей структурного и биохимического взаимодействия цестод и их хозяев-рыб, а также механизмов, благодаря которым паразиту удается избежать иммунной реакции хозяина.

В этой связи целью исследования было комплексное описание ультраструктуры паразито-хозяинного интерфейса между инкапсулированными плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus* и тканями хозяина *Perca fluviatilis*. Материал собран в начале февраля 2021 г. на Рыбинском водохранилище. Методы трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии применяли для изучения ультраструктуры пограничных тканей.

Инкапсулированные в печени окуня плероцеркоиды были окружены видоизмененными тканями хозяина, составляющими стенку паразитарной капсулы. Наружный слой стенки имеет волокнистую структуру и состоит из межклеточных коллагеновых волокон и фибробластов. Внутренний слой представлен несколькими рядами клеток, соединенных друг с другом ясно заметными десмосомами. Стенка капсулы инфильтрирована клетками хозяина,

содержащими электронноплотные гранулы. Плероцеркоиды внутри капсулы имеют сформированный сколекс с крючьями, расположенными на сколексе под базальной мембраной тегумента. На поверхности тегумента имеется массивный слой гликокаликса, занимающий всю полость капсулы. Через тегумент в полость капсулы выделяются внеклеточные везикулы и вакуоли различного размера и морфологии. В области сколекса и крючьев тегумент имеет признаки разрушения. В полости капсулы наблюдали сброшенные микротрихии. Полость капсулы содержит обрывки мембран разнообразной формы и округлые игольчатые образования. Кроме секреторных продуктов тегументальных клеток, в полость капсулы выделяются секреторные гранулы клеток фронтальных желез и секреторные гранулы тумулусов, особых образований тегумента. Состав и функция секреторных продуктов не известны и требуют дальнейших исследований. В целом ультраструктура пограничных тканей свидетельствует об активных метаболических и иммунных процессах между плероцеркоидом *T. nodulosus* и тканями окуня.

Исследование поддержано Российским научным фондом (проект № 23-24-00118).

ULTRASTRUCTURE OF BORDER TISSUES OF *TRIAENOPHORUS NODULOSUS* LARVA ENCAPSULATED IN PERCH'S LIVER

Kolesnikov I.A., Biserova N.M.

Ultrastructure of the interface between the *Triaenophorus nodulosus* plerocercoid and liver tissue of the perch was characterized. The tapeworm's tegument was shown to be active by detecting several types of discharge of secretory products via apical glands, tumuli, and various vesicles and vacuoles released through the tegument. The whole space of the capsule cavity between the tegument and the capsule wall appeared to be occupied with fibrillary glycocalyx. In addition, individual host inflammatory cells were found in the capsule wall. Additionally, the tegument demonstrated signs of destruction. The host-parasite interface evidenced active metabolic and immune interactions between the parasite and the host.

КЛЕТОЧНЫЕ РЕАКЦИИ МОЛЛЮСКОВ НА ТРЕМАТОДНУЮ ИНВАЗИЮ

Комиссаров А.А., Токмакова А.С.

*Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186 Россия,
tritonspanis@mail.ru*

Защитные реакции моллюсков изучаются на клеточном и гуморальном уровнях. При этом в обоих случаях ключевым звеном являются циркулирующие клетки гемолимфы – гемоциты. Последние у гастропод могут быть представлены несколькими клеточными типами, различающимися по морфометрическим характеристикам, количеству гранул в цитоплазме, способности расплываться на субстрате и проявлению избирательности в отношении фагоцитируемых объектов.

Клеточная реакция моллюсков на заражение трематодами была изучена для паразито-хозяйственных моделей: *Echinostoma caproni* – *Biomphalaria glabrata* (резистентной линии); *Schistosoma mansoni* – *B. pfeifferi*; *Leucochloridium paradoxum* – *Succinea putris*; *Plagiorchis multiglandularis* – *Planorbarius corneus*; *Notocotylus ephemera* – *P. corneus*; *Bilharziella polonica* – *P. corneus*; *Echinoparyphium acaniatum* – *P. corneus*; *Echinostoma spiniferum* – *P. corneus*; *Diplostomum pseudospathaceum* – *Lymnaea auricularia*; *Trichobilharzia ocelata* – *L. auricularia*.

Первые признаки проявления защитной реакции моллюска при трематодной инвазии можно наблюдать вскоре после пенетрации мирацидия. Она проявляется в концентрации гемоцитов вокруг спороцисты. Данные агглютинации составляют клетки, мигрирующие из синусов, пронизывающих близлежащие ткани. В результате инвазии, как правило, развивается клеточная реакция, которая может привести к образованию агглютинаций, инкапсуляций или гемоцитарной мантии.

В природнозараженных моделях не всегда отмечается проявление клеточной реакции вокруг партенит в виде инкапсуляции. Обычно

обнаруживаются лишь единичные клетки в редких просветах между спороцистами. На поверхности спороцист *Leucochloridium paradoxum* и *Plagiorchis multiglandularis* обнаружена гемоцитарная мантия, защищающая паразита от иммунной системы моллюска-хозяина.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 22-74-00036.

CELLULAR RESPONSES OF MOLLUSCS TO TREMATODE INVASION

Komissarov A.A., Tokmakova A.S.

Hemocytes perform the main function in the implementation of cellular and humoral defense reactions of gastropods. As a result of invasion, a cellular reaction develops, which can lead to the formation of agglutinations, encapsulations, or a hemocytic paletot.

In naturally infected molluscs, the manifestation of a cellular reaction around parthenitis in the form of encapsulation is not always observed. On the surface of the sporocysts of *Leucochloridium paradoxum* and *Plagiorchis multiglandularis*, a hemocytic paletot was found that protects the parasite from the immune system of the mollusc.

The research was supported by RSF (project No. 22-74-00036).

УДК 601.4

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Кондаков А.В., Бедрицкая Т.В., Юницына О.А., Пестова Е.П.

*Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, 17, Архангельск,
163002 Россия, akondakov@yandex.ru*

Одним из высокоэффективных методов диагностики и видовой идентификации фитопатогенных микроорганизмов является молекулярно-генетический анализ. Именно генетические методы

позволяют диагностировать наличие патогенного организма, когда видимые признаки заражения еще не проявились. Это, в свою очередь, позволяет более точно подобрать необходимые средства биологической или химической защиты для предотвращения и устранения распространения инфекции.

В ходе проведенного исследования в лесных питомниках Архангельской области были обследованы сеянцы хвойных пород (*Picea abies* L. и *Pinus sylvestris* L.) с видимыми признаками изменения в окраске хвои. Для определения видовой принадлежности фитопатогенов из пораженной хвои была выделена тотальная ДНК, проведена амплификация и секвенирование нуклеотидных последовательностей ядерного рибосомального оперона ITS1–5.8S-ITS2. В случаях, когда в ходе ПЦР не удавалось получить весь оперон, проводилась амплификация спейсера ITS1, который используется систематиками в качестве видоспецифичного.

В ходе анализа генетических последовательностей фитопатогенов определено, что анализируемые сеянцы были заражены 8 видами грибов, относящимися к 6 родам, 2 классам отдела сумчатых грибов Ascomycota. У образцов ели европейской установлено наличие представителей родов *Phacidium* и *Cladosporium*. Выявлены три вида *Cladosporium*, у двух из них удалось установить видовую принадлежность: *Cladosporium fusiforme* и *Cladosporium cladosporioides*. Видовую принадлежность третьего гриба определить точно не удалось. У образцов сосны обыкновенной выявлены фитопатогенные грибы, которые относятся к грибам рода *Tetracladium*, *Alternaria* и *Herpotrichia*. У четвертого обнаруженного вида родовую принадлежность установить не удалось из-за отсутствия сходных нуклеотидных последовательностей, представленных в базах данных BOLD Systemv4 и NCBI GenBank.

Таким образом, применение современных молекулярно-генетических методов позволяет на ранних стадиях развития выявлять и идентифицировать фитопатогены, организовать контроль за качеством посевного материала на территории Архангельской области и окружающих ее субъектов РФ.

Работа выполнена при финансовой поддержке НОЦ мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

IDENTIFICATION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI IN SEEDLINGS OF CONIFERS IN FOREST NURSERIES OF THE ARKHANGELSK OBLAST

Kondakov A.V., Bedritskaya T.V., Yunitsyna O.A., Pestova E.P.

In the study presents the results of the analysis of phytopathogen on seedlings of coniferous species from forest nurseries in the Arkhangelsk Oblast. In the course of molecular genetic analysis, it was found that seedlings of *Picea abies* L. were exposed to phytopathogenic fungi represented by two genus *Phacidiopycnis* and *Cladosporium*. Phytopathogenic fungi *Tetracladium*, *Alternaria* and *Herpotrichia* were found on the affected seedlings of *Pinus sylvestris* L. All identified phytopathogenic fungi belong to the division Ascomycota.

УДК 595.342.7

ПЕРВЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О *SALMINCOLA* *CORPULENTUS* (СОРЕРОДА: LERNAEOPODIDAE) В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Кондаков А.В.^{1,2}, Кузнецова И.А.¹

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН, Никольский пр., 20, Архангельск, 163020 Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская набережная, 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Salmincola (Wilson, 1915) – род веслоногих ракообразных, относящихся к семейству Lernaeopodidae (Milne-Edwards, 1840). Представители рода *Salmincola* паразитируют на пресноводных и анадромных рыбах семейства Salmonidae. Одним из ярких представителей рода является *Salmincola corpulentus* (Kellicott, 1880) – паразитирующий

на сиговых рыбах, который имеет циркумполярное распространение и встречается в пресных водах Северной Америки, России и Финляндии. На жабрах и в жаберных полостях рыбы можно обнаружить 1–2 экз. представителя данного вида. Морфологическая идентификация паразитических ракообразных часто затруднена в связи с внутривидовой изменчивостью и полиморфизмом, а также из-за способов отбора образцов и подготовки их к исследованию.

Целью настоящей работы было морфологическое и генетическое исследование образца *Salmincola*, отобранного с *Coregonus nasus* (Pallas, 1776) из реки Пясины Красноярского края.

Морфологический анализ ракообразного произведен с помощью «Справочника по паразитам рыб Канады» (Kabata, 1988). На основании наличия редуцированного коготка на максиллепадах, широкого дисковидного якоря буллы и отсутствия концевой членика шиповидного эндопода второго усика образец был отнесен к виду *S. corpulentus*. Результаты морфологического анализа подтвердились в ходе ДНК-баркодинга образца. Полученная нуклеотидная последовательность фрагмента митохондриального гена COI исследуемого ракообразного на 1,3–1,8% отличается от последовательностей *S. corpulentus*, представленных в базе данных BOLD Systems. На основании современных представлений о генетической дистанции между видами, полученные данные продемонстрировали, что анализируемый образец относится к дивергентной линии *S. corpulentus*.

Полученные данные подтверждают информацию о распространении *S. corpulentus* в пресных водах Российской Арктики.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-14-00066-П.

FIRST GENETIC DATA ON *SALMINCOLA CORPULENTUS* (COPEPODA: LERNAEOPODIDAE) IN THE KRASNOYARSK KRAI

Kondakov A.V., Kuznetsova I.A.

The study presents data on the finding of a parasitic copepod on *Coregonus nasus* in the Pyasina River in the Krasnoyarsk Krai.

Morphological and genetic analyzes have shown that the specimen found is *Salmincola corpulentus*. Analysis of the obtained COI sequence showed a difference of 1.3–1.8% from the *S. corpulentus* sequences presented in the BOLD Systems database. The obtained data confirm the information about the distribution of *S. corpulentus* in the fresh waters of the Russian Arctic.

УДК 595.342.7

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О *LERNAEA CYPRINACEA* (COPEPODA: LERNAEIDAE) В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Кондаков А.В.¹, Кузнецова И.А.¹, Елисеева Т.А.^{1,2}

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова РАН, Никольский пр., 20, Архангельск, 163020 Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская набережная, 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, kia.iepn@gmail.com

Lernaea cyprinacea (Linnaeus, 1758) – космополитное, мезо-паразитическое веслоногое ракообразное семейства Lernaeidae (Cobbold, 1879), наиболее распространенный представитель своего рода. В экваториальном и тропическом климатических поясах *L. cyprinacea* способна вызывать вспышки лернеоза, приводящего к снижению товарной ценности рыбы и даже к массовым заморам. Отмечается наличие этого паразита в естественных популяциях рыб умеренного климатического пояса. Ввиду высокой степени внутривидовой изменчивости особей рода *Lernaea* и небольшого числа морфологических признаков точная дифференциация между видами затруднена, что делает необходимым проведение молекулярной идентификации.

Целью настоящей работы было морфологическое и генетическое исследование образцов *Lernaea*, отобранных в жаберной полости щуки *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), пойманной в реке Юла (бассейн р. Северная Двина) Архангельской области.

Морфологический анализ образцов был произведен по определителю паразитов рыб (Бауер, 1987) и справочнику по паразитам рыб Канады (Kabata, 1988).

На основании длинного трубчатого частично погруженного в ткани хозяина тела и развитых выростов головогруды («якоря») образец был отнесен к виду *L. cyprinacea*.

Отнесение к роду *Lernaea* подтвердилось в ходе ДНК-баркодинга образца. На основании р-дистанции, рассчитанной для фрагмента гена COI образца и последовательностей *Lernaea* sp. из базы данных GenBank (6,4%), можно утверждать, что обнаруженные образцы относятся к отдельному виду. Это также подтверждается двумя заменами, выявленными в гене 28S рДНК.

Учитывая, что типовой локалитет *L. cyprinacea* находится в Скандинавии, а пресноводная фауна Скандинавии и Европейского Севера России во многом совпадают, можно предположить, что обнаруженные образцы относятся к *L. cyprinacea*.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-14-00066-П.

GENETIC DATA ON *LERNAEA CYPRINACEA* (COPEPODA: LERNAEIDAE) IN THE ARHANGELSK OBLAST

Kondakov A.V., Kuznetsova I.A., Eliseeva T.A.

The study presents data on the finding of a parasitic copepod on gill cavity *Esox lucius* in the Yula River in the Arhangelsk Oblast. Morphological analyzes have shown that the specimen found is *L. cyprinacea*. Analysis of the obtained COI sequence showed a difference of 6.4% from the *L. cyprinacea* sequences presented in the GenBank database. Data on the type locality and the biogeographic pattern of distribution of freshwater species indicate that the discovered specimens are *L. cyprinacea*.

ПОИСК ЭНДОСИМБИОНТОВ У КОКЦИНЕЛЛИД

Конончук А.Г.¹, Малыш С.М.¹, Белякова Н.А.¹, Илинский Ю.Ю.²,
Рябинин А.С.², Игнатъева А.Н.¹, Токарев Ю.С.¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, kononchuk.vizr@yandex.ru

² Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090 Россия

Среди энтомофагов, успешно применяемых в защите растений, большое практическое значение имеют концинеллиды. В ходе работы был проведен скрининг популяций *Coccinella septempunctata* на предмет зараженности *Microsporidia* и *Harmonia axyridis*, на наличие таких эндосимбионтов, как *Microsporidia*, *Wolbachia*, *Spiroplasma*. В небольшой выборке *Coccinella septempunctata* из природы обнаружены одиночные споры микроспоридий в отдельных образцах, однако молекулярно-генетическими методами не удалось идентифицировать патогена до вида. В ходе исследования содержащихся в культуре особей божьей коровки *Harmonia axyridis* протестированы выборки имаго лабораторных культур объемом от 18 до 36 особей, созданных на основе сборов в популяциях из Гуанджоу (Китай), Донецка, Москвы, Белгорода и Сочи. В культуре из Китая часть проб показала интенсивный положительный ПЦР-сигнал, что соответствует заражению на уровне 14%. Аналогично, от 7 до 22% особей в культурах российского происхождения были положительными, и только в культуре из Донецка не обнаружено микроспоридий. Методом микроскопирования удалось обнаружить споры только в насекомых московского происхождения, но их количество незначительно.

Более 100 особей *H. axyridis* из лабораторных культур исследовано на присутствие внутриклеточных бактерий *Wolbachia* и *Spiroplasma*. Ни один из экспериментальных образцов не дал реакции с праймерами, специфичными для *Wolbachia*. Аналогично,

ни одна из проб божьей коровки из лабораторных культур также не была положительна на *Spiroplasma*, и только в одном из семи природных образцов из Новосибирской области получена положительная реакция. В результате секвенирования этой пробы установлена принадлежность выявленному виду *Spiroplasma ixodetis*.

Полученные данные указывают на то, что *Wolbachia* и *Spiroplasma* отсутствуют в протестированных лабораторных культурах божьей коровки *H. axyridis*, а микроспоридии сохраняются на протяжении ряда поколений, что в целом характерно для данной группы патогенов.

Выполнено при поддержке РФФИ, проект № 20-66-47010.

SEARCH FOR ENDOSYMBIONTS IN COCCINELLIDS

**Kononchuk A.G., Malysh S.M., Belyakova N.A., Plinsky Yu.Yu.,
Ryabinin S.A., Ignatieva A.N., Tokarev Y.S.**

Our study shows that microsporidia are widespread in laboratory colonies of coccinellids, while *Wolbachia* and *Spiroplasma* are absent.

УДК 632.952.635

СТАНДАРТЫ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО СКРИНИНГА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ, ПЕСТИЦИДОВ НА НЕМАТИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ *IN VITRO*

Конрат А.Н., Шестеперов А.А.

Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.П. Коваленко Российской академии наук», ул. Б. Черемушкинская, 28, Москва, 117218 Россия, Alenakonrat@vniigis.ru

С целью выявления соединений для разработки нематодицидов необходимо разработать методы скрининга *in vitro*. В наших исследованиях это отбор на выявление нематодицидных веществ

по отношению к объектам скрининга. В методических положениях описаны методы скрининга на нематодцидную активность «Методология по скринингу *in vitro* штаммов, изолятов бактерий, обладающих паразитарными и нематодцидными свойствами». Принципиальным отличием представленных методов скрининга от других является включение в тест-объекты нематод разных экологических групп, соответственно различающихся по степени проницаемости кутикулы и имеющих разное строение стомы, что является принципиальным для проникновения испытуемых веществ. Оценку на нематодцидность проводили путем сравнения с контрольным и стандартным вариантом. При применении методов скрининга мы установили важность контрольных и стандартных вариантов в методике скрининга *in vitro* химических соединений, растительных экстрактов, пестицидов. Для контроля использовали водопроводную воду, стерильную, дистиллированную воду, а также бутилированную с указанием рН и других веществ. Для химических соединений стандартным вариантом был Фитоверм. Для растительных соков, экстрактов, настоев, супернатанта стандартом были соки корней хрена и зубцов чеснока. Для инсектицидов, акарицидов, антигельминтиков за стандарт принимали Фитоверм. Разведения стандартов готовили согласно нашей методике 1, 1/1, 1/10, 1/100, 1/1000.

STANDARDS FOR PRIMARY SCREENING OF CHEMICAL COMPOUNDS, PLANT EXTRACTS, PESTICIDES FOR NEMATOCIDAL ACTIVITY *IN VITRO*

Konrat A.N., Shesteporov A.A.

The principal difference between the presented screening methods from others is the inclusion in the test objects of nematodes of different ecological groups, respectively differing in the degree of permeability of the cuticle and having a different structure of the stoma, which is fundamental for the penetration of the tested substances. The assessment for nematocidity was carried out by comparison with the control and standard variants. When applying screening methods, we have established the importance of control and standard options in the *in vitro* screening of chemical compounds, plant extracts, pesticides.

УДК 595.122 (262.5)

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ ТРЕМАТОД ЧЕРНОГО МОРЯ

Корнийчук Ю.М.

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия,
JuliaKorniychuk@gmail.com*

Исследования черноморских трематод у побережий Кавказа и Анатолии, в Прибосфорье, северо-западной и западной частях черноморского шельфа нерегулярны и/или ограничены несколькими таксономическими группами гидробионтов-хозяев, а в неритической зоне Черного моря – единичны. Напротив, изучение трематод в биоценозах крымской части черноморского шельфа ведется постоянно, изучена фауна трематод рыб, моллюсков, ракообразных, морских птиц и расшифрованы все ныне известные для Черного моря жизненные циклы трематод. Это позволяет оценить долговременные изменения фауны трематод в биоценозах данной области Черного моря.

Таксоцен дигенетических сосальщиков, осуществляющих жизненные циклы в крымской части черноморского шельфа, насчитывает 103 вида (преимущественно морские), относящихся к 75 родам из 30 семейств; Bunoderidae и Diplostomidae представлены формами, определенными только до уровня семейства. Уровень разнообразия как видов, так и надвидовых таксонов трематод наиболее высок среди всех групп паразитов, отмеченных у крымского побережья Черного моря. Ведущими семействами являются Opescoelidae (11 видов из 7 родов); Nemiuridae (10 видов из 5 родов), Fellodistomidae (8 видов из 7 родов) и Microphallidae (6 видов, принадлежащих к 4 родам); десять семейств трематод представлены только одним видом каждое. 14 видов дигеней – эндемики Черного моря.

Наиболее богата фауна трематод рыб: у этих хозяев в этой области моря за всю историю наблюдений зарегистрировано 89 видов трематод из 65 родов 24 семейств, для 40 видов дигенетических

сосальщиков черноморские рыбы являются окончательными, для 8 – дополнительными хозяевами, в 2 случаях рыбы совмещают функции окончательных и дополнительных хозяев. Современная фауна черноморских трематод на шельфе Крыма существенно обеднена: встречается 47 видов из 38 родов 19 семейств; в наибольшей степени снижение видового разнообразия трематод отразилось на трематодофауне пелагических рыб – в первую очередь, Carangidae. Регистрации новых для Черного моря видов трематод в районе исследований единичны. Основной тенденцией изменения численности гемипопуляций массовых видов трематод является ее снижение.

LONG-TERM CHANGES OF TREMATODA FAUNA IN THE BLACK SEA

Kornychuk Yu.M.

Long-term changes of Trematoda fauna in the biocenoses of the Crimean part of the Black Sea shelf were studied. The tendency to decrease both species diversity and the abundance of trematode populations was revealed.

УДК 595.122 (262.5)

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ ТРЕМАТОД В КРЫМСКОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

Корнийчук Ю.М., Белоусова Ю.В.

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,
пр. Нахимова, 2, 299011, Севастополь, Россия,
JuliaKorniychuk@gmail.com*

В крымской части черноморского шельфа реализуются жизненные циклы 103 видов трематод из 75 родов 30 семейств.

У рыб черноморского побережья Крыма насчитывается 89 видов этих гельминтов (в том числе 19 видов паразитирует в рыбах на стадии метацеркарии), у млекопитающих – мариты 4 видов,

у низших хордовых – метацеркарии одного вида трематод, ракообразные являются хозяевами метацеркарий 8 видов трематод, моллюски известны (по литературным и собственным данным) как хозяева метацеркарий трематод 11 видов и партеногенетических поколений трематод 40 видов. Тем не менее полностью расшифрованы циклы развития в Черном море только лишь четырех видов трематод, заканчивающих развитие в рыбах (*Bucephalus marinum*, *Diphtherostomum brusinae*, *Proctoeces maculatus*, *Helicometra fasciata*), и трех видов трематод, мариты которых паразитируют в птицах (*Gymnophallus rebecqui*, *Gynaecotyla adunca*, *Maritrema misenense*); все эти жизненные циклы – триксенные.

Впервые у моллюсков, населяющих крымский участок черноморского шельфа, зарегистрировано 9 видов трематод, среди которых 6 паразитируют на стадии партенит (*Lasiotocus* sp., *Haploplanchnus pachysoma*, *Gymnophallus rebecqui*, *Saccocoelium obesum*, *Maritrema misenense*, *Pronoprymna ventricosa*) и 4 вида – на стадии метацеркарий (*Himasthla elongata*, *Paratimonia* sp., *H. pachysoma*, *G. rebecqui*). Моллюски *Theodoxus fluviatilis* совмещают функции первого и второго промежуточных хозяев для трематоды *Notocotylus atlanticus*.

Моллюски пяти видов указаны как новые хозяева партеногенетических поколений трематод: гастроподы *Th. fluviatilis* для *N. atlanticus*, *M. nereitoides* для *M. misenense*, *H. acuta* для *H. pachysoma*; двустворчатые моллюски *A. segmentum* для *S. papernai* и *P. ventricosa*, а также *Ch. gallina* для *H. elongata*.

Установлено соответствие ранее описанных церкарий конкретным видам трематод: *Cercaria misenensis* = *Maritrema misenense*, *Cercaria pennata* = *Pronoprymna ventricosa*, *Cercaria plumosa* = *Bacciger bacciger*.

THE STATE OF KNOWLEDGE OF THE TREMATODA LIFE CYCLES IN THE CRIMEAN PART OF THE BLACK SEA SHELF

Kornychuk Yu.M., Belousova Yu.V.

New data on life cycles of trematodes in the coastal zone of the Black Sea are presented.

БЛОХИ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАРЕЛИИ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПАРАЗИТО-ХОЗЯИННЫЕ СВЯЗИ

Кочерова Н.А.¹, Беспятова Л.А.¹, Медведев С.Г.², Бугмырин С.В.¹

¹ Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, tasha_dein@mail.ru

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Отряд блох (Siphonaptera) представлен насекомыми с полным превращением, кровососущими эктопаразитами млекопитающих и птиц. Блохи – переносчики различных вирусов, бактерий, простейших, гельминтов. Нами проанализированы данные, полученные в ходе маршрутных и стационарных зоо-паразитологических исследований, проводимых в различных районах Карелии с 1950 г. по настоящее время. Материал хранится в виде постоянных и временных препаратов. Видовой состав мелких млекопитающих хозяев-прокормителей блох включает в себя представителей двух отрядов: Eulipotyphla (*Talpa europaea*, *Sorex araneus*, *S. caecutiens*, *S. isodon*, *S. minutus*, *Neomys fodiens*) и Rodentia (*Myodes glareolus*, *M. rufocanus*, *Microtus arvalis*, *M. agrestis*, *M. oeconomus*, *Apodemus agrarius*, *Sicista betulina*, *Micromys minutus*, *Rattus norvegicus*, *Arvicola amphibius* и *Sciurus vulgaris*). Согласно проведенному анализу фауна блох мелких млекопитающих Карелии представлена 21 видом из 4 семейств: Hystrichopsyllidae – 9, Ceratophylloidae – 9, Leptopsyllidae – 2 вида, Pulicidae – 1. Наибольшее число видов блох было отмечено на грызунах, преобладающих по количеству исследованных особей, рыжей и пашенной полевках. В составе фауны блох (13 видов) *M. glareolus* наиболее многочисленными были *Amalareus penicilliger* (Grube, 1851) и *Peromyscopsylla silvatica* (Meinert, 1896); у *Microtus agrestis* – *P. silvatica* и *Megabothris* (*Megabothris*) *walkeri* (Rothschild, 1902). Высокое видовое богатство блох отмечено у водяной полевки (10), обыкновенной бурозубки (10) и куторы (11 видов). У крота, серой крысы и обыкновенной белки были обнаружены узкоспецифичные паразиты (*Ctenophthalmus bisoctodentatus* Kolenati, 1863, *Palaeopsylla kohauti* (Dampf, 1911),

Nosopsyllus (*Nosopsyllus*) *fasciatus*, Bosc, 1800, *Ceratophyllus* (*Monopsyllus*) *sciurorum* (Schrank, 1803), *Tarsopsylla octodecimdentata* (Kolenati, 1863)). Основные географические особенности фауны блох мелких млекопитающих на территории Карелии определяются наличием видов, приуроченных к северным (*Megabothris* (*Megabothris*) *calcarifer*, Wagner, 1913, *Amphipsylla sibirica* (Wagner, 1898)) или южным (*Megabothris* (*Megabothris*) *turbidus* (Rothschild, 1909), *Ctenophthalmus agyrtes* (Heller, 1896)) районам.

FLEAS ON SMALL MAMMALS IN KARELIA: THE SPECIES COMPOSITION AND HOST-PARASITE RELATIONSHIP

Kocherova N.A., Bespyatova L.A., Medvedev S.G., Bugmyrin S.V.

Data from zooparasite surveys carried out along transects and at stations in Karelia since 1950 were analyzed. The species composition of hosts (small mammals) includes members of two orders: Eulipotyphla (6) and Rodentia (11 species). The flea fauna is represented by 21 species of 4 families: Hystrichopsyllidae – 9, Ceratophylloidea – 9, Leptopsyllidae – 2, Pulicidae – 1 species. The hosts from which the greatest number of flea species was collected were the bank vole (*Myodes glareolus*) and the field vole (*Microtus agrestis*) (14 and 13, respectively). The species dominating the flea fauna on *M. glareolus* were *Amalareus penicilliger* (Grube, 1851) and *Peromyscopsylla silvatica* (Meinert, 1896); the dominants on *Microtus agrestis* were *P. silvatica* and *Megabothris* (*Megabothris*) *walkeri* (Rothschild, 1902). The mole, Norway rat, and red squirrel hosted narrow specialists (*Ctenophthalmus bisoctodentatus* Kolenati, 1863, *Palaeopsylla kohauti* (Dampf, 1911), *Nosopsyllus* (*Nosopsyllus*) *fasciatus*, Bosc 1800), *Ceratophyllus* (*Monopsyllus*) *sciurorum* (Schrank, 1803), *Tarsopsylla octodecimdentata* (Kolenati, 1863)). The geographical distribution patterns are generated by the presence of species specific to either northern (*Megabothris* (*Megabothris*) *calcarifer*, Wagner, 1913, *Amphipsylla sibirica* (Wagner, 1898)) or southern districts of Karelia (*Megabothris* (*Megabothris*) *turbidus* (Rothschild, 1909), *Ctenophthalmus agyrtes* (Heller, 1896)).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕПТИДНЫХ ПРОФИЛЕЙ СМЫВОВ ИЗ ПОЛОСТИ ТЕЛА ТРЕХИГЛОЙ КОЛЮШКИ, НЕ ЗАРАЖЕННОЙ И ЗАРАЖЕННОЙ ПЛЕРОЦЕРКОИДАМИ *SCHISTOCEPHALUS SOLIDUS*

Кочнева А.А.¹, Борвинская Е.В.²

¹ *Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, kochnevaalbina@gmail.com*

² *Научно-исследовательский институт биологии Иркутского государственного университета, ул. Ленина, 3, Иркутск, 664011 Россия, borvinska@gmail.com*

Пептиды вовлечены в различные процессы жизнедеятельности паразитов, в том числе и во взаимоотношения с хозяином. Впервые проведен анализ пептидов смывов с поверхности тела инвазионных плероцеркоидов *Schistocephalus solidus* (Müller, 1776) и из полости тела трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* L., зараженной и не зараженной паразитом. В смывах из зоны физического контакта рыб и цестод, по сравнению с незараженными особями, было выше содержание С-терминального пептида белка Bridging integrator 3, N-терминального пептида аполипопротеина А-II и пептидов белка, содержащего домены глобина. N-терминальный пептид апоА-II входит в часть зрелого белка (с удаленной сигнальной последовательностью), который участвует в иммунных реакциях рыб. Пептиды глобина образуются в результате деградации гемоглобина и могут обладать биологически активными свойствами, а их наличие в смывах зараженных рыб может являться защитным механизмом хозяина. Только у зараженных особей колюшки выявлен С-терминальный пептид 60S рибосомального белка L29, с возможной антимикробной активностью (Seo et al., 2017). Также пептидом зараженных рыб отличался наличием пептидов малого ядерного рибонуклеопротеин-ассоциированного белка, H15 домен-содержащего белка, двух неохарактеризованных белков *S. solidus* (A0A0X3PC49 и A0A183SHK9) и Paired box 8. Роль данных пептидов неизвестна. Только у незараженных рыб обнаружены пептиды

пресинаптического белка цитоматрикса Piccolo и сперматозоид-связывающего белка 3 блестящей оболочки ооцита. Таким образом, в зоне физического контакта колюшки и плероцеркоидов *S. solidus* преобладали пептиды, вероятно, проявляющие антимикробную и иммуномодулирующую активность.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-34-90095) с использованием оборудования ЦКП КарНЦ РАН.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PEPTIDE PROFILES OF WASHES FROM THE BODY CAVITY OF THREE-SPINED STICKLEBACK UNINFECTED AND INFECTED WITH *SCHISTOCEPHALUS SOLIDUS* PLEROCERCOIDES

Kochneva A.A., Borvinskaya E.V.

The peptide profiles of washes from the body cavity of uninfected sticklebacks *Gasterosteus aculeatus* L. and from the surface of plerocercoids *Schistocephalus solidus* (Müller, 1776) and from the infected body cavity of sticklebacks are described. Washes from infected fish had higher levels of peptides from bridging integrator 3, apoA-II, proteins containing globin domains, probably involved in the fish's defense mechanisms. Peptides from ribosomal protein L29, small nuclear ribonucleoprotein-associated protein, H15 domain-containing protein, Paired box 8 and uncharacterized *S. solidus* proteins were found only in washes from infected fish. Thus, the zone of physical contact sticklebacks and worms *S. solidus* was dominated by peptides likely to have antimicrobial and immunomodulatory activity.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ ЗАРАЖЕНИЯ СИМБИОНТАМИ ЛИТОРАЛЬНЫХ И СУБЛИТОРАЛЬНЫХ *MYTILUS EDULIS* В БЕЛОМ МОРЕ

Крапивин В.А.

Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия,
v.krapivin@spbu.ru
Центр паразитологии ИПЭЭ РАН, ул. Мытная, 28, Москва,
119049 Россия

Мидия *Mytilus edulis* – один из массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря, к тому же обладающий широкой экологической пластичностью. Мидия является основным и промежуточным хозяином для многочисленных симбионтов. Логично предположить, что условия обитания влияют на характеристики симбиофауны мидии. Ранее нами были показаны качественные и количественные различия симбиофаун литоральных и сублиторальных мидий. Мы дополнили эти наблюдения полевыми экспериментами. В 2020 и 2021 гг. в четырех естественных поселениях *M. edulis* в районе УНБ СПбГУ «Беломорская» устанавливали по 8 садков с мидиями (4 садка на глубине 3 м, 4 – на нижней литорали, около 0,6 м над уровнем моря). В каждом садке находилось 30 мидий (15 – с длиной раковины 30–35 мм, 15 – с длиной раковины 40–55 мм), выращенных на подвешенных субстратах. С тех же субстратов было вскрыто по 200 моллюсков, которые оказались не заражены. В местах постановки садков была измерена плотность мидий, изучена фоновая зараженность симбионтами. Чтобы проверить гипотезу о том, что *U. cyprinae* не выживают в условиях литорали, в 2020 г. в одном из поселений мы установили по 2 садка на литорали и в сублиторали с мидиями, взятыми из сублиторальной части поселения. В 2021 и 2022 гг. мы снимали садки, выжившие мидии были измерены и вскрыты. Результаты обрабатывались при помощи генерализованных

смешанных моделей с логистической функцией связи. Пороговый уровень значимости был принят равным 0,05. Большинство садков было обнаружено на следующий год. Выживаемость мидий в садках в среднем составила около 50%. В мидиях из садков мы обнаружили два вида комменсальных турбеллярий (*U. cyprinae* и *Paravortex* sp.) и метацеркарий двух видов трематод (*Renicola roscovita* и *Himasthla* sp.). В мантийной жидкости и на жабрах некоторых особей были обнаружены инфузории (вероятно, симбиотические *Peniculistoma mytili* и *Anzistrum* sp.). В 2022 г. во многих моллюсках были обнаружены паразитические зеленые водоросли рода *Coccomixa*. Показано наличие различий в видовом составе симбиофауны и экстенсивности инфазии симбионтами *M. edulis* из литоральных и сублиторальных садков. Метацеркарии *R. roscovita* и *Himasthla* sp. чаще заражали мидий из литоральных садков (в обоих случаях $p < 0,001$). Турбеллярии *Paravortex* sp. встречались исключительно в мидиях из сублиторальных садков. *U. cyprinae* достоверно чаще встречались в сублиторальных садках ($p < 0,0001$). В литоральных садках с сублиторальными мидиями через год не было обнаружено моллюсков, зараженных *U. cyprinae*, а в аналогичных садках из сублиторали зараженность составляла 100% (что соответствует фоновой зараженности в данном поселении).

EXPERIMENTAL STUDY OF DIFFERENCES IN INFECTION RATE BETWEEN INTERTIDAL AND SUBTIDAL *MYTILUS EDULIS* IN THE WHITE SEA

Krapivin V.A.

Cages with uninfected *M. edulis* were put at the intertidal and subtidal parts of mussel beds in 2020 and 2021. After a year of exposure mussels were collected and searched for symbionts. Commensal turbellaria were mostly found in mussels from the subtidal cages and digenean metacercariae – in mussels from the intertidal cages.

СЕКРЕТ ЭВОЛЮЦИОННОГО УСПЕХА ТРЕМАТОД ИЗ СЕМЕЙСТВА BRACHYCLADIIDAE, ПАЗАРИТОВ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

**Кремнев Г. А.^{1,2*}, Гончар А. Г.^{1,2}, Крапивин В.А.¹, Скобкина О.А.¹,
Миролюбов А.А.², Белолюбская К.И.³, Крупенко Д.Ю.¹**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, *ekremnyov@yandex.ru

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1, Москва, 119991 Россия

Трематоды – это самая крупная группа паразитических плоских червей, обладающих сложным жизненным циклом с чередованием поколений и сменой хозяев. Окончательными хозяевами трематод выступают различные позвоночные животные, в том числе морские млекопитающие, которые неоднократно и независимо были колонизированы самыми разными группами трематод.

Из всех них особенно выделяются представители семейства Brachycladiidae, являющиеся единственным богатым видами таксоном дигеней, мариты которого паразитируют исключительно в морских млекопитающих. В качестве их окончательных хозяев зарегистрированы зубатые и усатые киты, настоящие и ушастые тюлени, морж и калан. Более того, они встречаются во всех морях и океанах нашей планеты, а также могут быть очень патогенными для морских млекопитающих.

Жизненные циклы Brachycladiidae до недавнего времени не были расшифрованы, однако давно известен их ближайший родственник – трематоды из семейства Acanthocolpidae, паразиты морских рыб. Для некоторых акантокольпид известны жизненные циклы, реализующиеся с участием морских ценогастропод (первый промежуточный хозяин) и морских рыб или двустворчатых моллюсков (второй промежуточный хозяин). В эту обобщенную схему плохо вписываются имеющиеся в литературе данные о жизненных циклах

видов рода *Neophasis*, традиционно относимого к акантокольпидам. Мы считаем, что перепроверка этих наблюдений не только будет ключом к пониманию жизненных циклов брахикладиид, но и поможет объяснить причины эволюционного успеха этих трематод.

В нашей работе мы обобщим результаты многолетних наблюдений и расскажем про полностью расшифрованный жизненный цикл одного из видов Brachycladiidae, обнаруженных редий и церкарий еще трех видов брахикладиид, двух из которых нам удалось связать с маридами, т. е. частично расшифровать еще два жизненных цикла. Кроме того, мы предложим новый взгляд на происхождение брахикладиид – и тем самым приоткроем завесу тайны эволюционного успеха этих трематод.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-14-00329.

THE SECRET OF EVOLUTIONARY SUCCESS OF DIGENEANS FROM THE FAMILY BRACHYCLADIIDAE, PARASITES OF MARINE MAMMALS

**Kremnev G., Gonchar A., Krapivin V., Skobkina O., Miroljubov A.,
Belolyubskaya K., Krupenko D.**

Here we present results of our long-term observations on intermediate hosts of the Brachycladiidae. We are going to talk about one entirely and two partly elucidated life cycles of this parasites of marine mammals, speculate on mystery of their origination and causes of the evolutionary success of this digeneans.

УДК 614.449.57:595.77

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СРЕДСТВА БОРЬБЫ С ПОСТЕЛЬНЫМИ КЛОПАМИ

Кривонос К.С., Олифер В.В., Еремина О.Ю.

*Институт дезинфектологии, Федеральный научный центр гигиены
им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи,
141014 Россия, krivonos.ks@fferisman.ru*

Постельные клопы (Hemiptera: Cimicidae) представляют собой важную группу облигатных гематофагов. *Cimex lectularius* L.

и *C. hemipterus* (F.) являются эктопаразитами как человека, так и сельскохозяйственных животных и птиц. Клопы вызывают у птиц стресс, инфекции и даже анемию (González-Morales et al., 2022; Doggett, Lee, 2023). Серьезные экономические последствия имеет заселение постельными клопами различных объектов: медицинских учреждений, гостиниц и круизных судов, птичников (Gressier et al., 2022; Gressier, Galakhoff, 2022). Считается, что глобальный подъем численности постельных клопов обоих видов, начавшийся в конце 1990-х годов, в значительной степени связан с развитием устойчивости к инсектицидам (Dang et al., 2017). По некоторым оценкам, мировая популяция постельных клопов увеличивается на 100–500% ежегодно (Lai et al., 2016). Большинство исследований по изучению устойчивости к инсектицидам было проведено на *C. lectularius* в Северной Америке и *C. hemipterus* в Азии. Показано, что у обоих видов выработался очень высокий уровень устойчивости к пиретроидам, с максимальными коэффициентами устойчивости 76389 и 315, соответственно (Moshaverinia et al., 2022). Высокая резистентность клопов к пиретроидам, ФОС и карбатам обнаружена и в России (Кривонос, 2021).

Большинство авторов сходятся на том, что проблему резистентности клопов можно решить путем введения в интегрированную систему борьбы альтернативных средств. Исследования показывают возможность использования в ветеринарии на птицефабриках таких системных эктопаразитарных препаратов, как ивермектин, моксидектин, флуранер (González-Morales et al., 2022; Sheele et al., 2020). Рассматривается возможность применения эфирных масел (тимьян, орегано, гвоздика, герань и кориандр) и их инсектицидных компонентов (тимол, карвакрол, эвгенол, гераниол и линалоол) (Gaire et al., 2020). Strickland с соавт. (Strickland et al., 2022) предлагают использовать репелленты метилбензоат и ДЭТА. Энтомопатогенные бактерии *Serratia marcescens*, *Pseudomonas fluorescens* и *Bacillus thuringiensis israelensis* или продукты, полученные из них, также могут иметь полезное применение для борьбы с постельными клопами (Pietri, Liang, 2018). Установлена эффективность энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* в отношении резистентных к пиретроидам популяций клопов (Barbarin

et al., 2012; Shikano, 2020). Многообещающим может быть признан вариант применения диатомовых порошков и силикагеля (Lilly et al., 2016; Кривonos, 2021). Некоторые другие альтернативные подходы, в том числе тепловая обработка здания, фумигация сульфурилфторидом или метилбензоатом, являются эффективными, но дорогостоящими технологиями (Loudon, 2017; Ramos et al., 2023; Gillenwaters, Scheffrahn, 2019; Larson et al., 2020; Todd et al., 2022). Внедрение альтернативных средств борьбы с постельными клопами является важной задачей современной медицинской дезинсекции.

ALTERNATIVE REMEDIES FOR BED BUGS

Krivos K.S., Olifer V.V., Eremina O.Yu.

The development of new bed bugs control strategies should be encouraged.

УДК 576.895.121

ФИЛОГЕОГРАФИЯ ЧЕТЫРЕХ ШИРОКО РАСПРОСТРАНЕННЫХ В ЕВРАЗИИ ВИДОВ АНОПЛОЦЕФАЛИН ГРЫЗУНОВ

Кривопапов А.В., Власенко П.Г., Шиллинг А.Е.

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия*

Цестоды подсемейства Anoplocephalinae тесно связаны со своими дефинитивными хозяевами – грызунами (Rodentia: Cricetidae). В Палеарктике наибольшее количество аноплицефалин (26 из 36 видов) зарегистрировано у подсемейства Полевковых. При этом большая часть аноплицефалин паразитирует у одного-двух видов полевок (виды-специалисты). Меньшая же часть использует другую стратегию – паразитирует у большого числа видов окончательных хозяев (виды-генералисты). Использование молекулярных методов в зоологии позволило исследовать

внутривидовые отношения цестод, что было ранее неразрешаемой задачей при применении только морфологического подхода. Выявленные связи отдельных гаплотипов и гаплогрупп митохондриальных генов позволяют реконструировать исторические события, связанные с расселением их хозяев. Нами было изучено географическое распределение митохондриальных гаплотипов полигостальных (*Eurotaenia gracilis* и *Ctenotaenia marmotae*) и узкоспецифичных (*Paranoplocephala jarrelli* и *P. kalelai*) цестод с широким ареалом. Было выявлено, что существуют внутривидовые генетические линии, вероятно происходящие из рефугиумов. В случае полигостальных видов цестод таких рефугиумов наблюдается несколько и обратное расселение происходит из каждого из них. Вероятно, полигостальность способствует быстрой экспансии из рефугиумов, поскольку *E. gracilis* расселялась на север Европы, используя одновременно два массовых вида хозяев – пашенную и рыжую полевков, использующих различные биотопы (луга/лес). Цестоды *P. jarrelli* и *P. kalelai* сохранялись в рефугиумах на юге Западной Сибири и в предгорьях Алтая, а *E. gracilis* – на юге Европы (Италия, Северный Кавказ и Турция). Дополнительно подтверждено, что цестоды, морфологически определяемые как представители рода *Ctenotaenia* и паразитирующие минимум у четырех видов сурков и сусликов, представляют собой один вид. Близость их митохондриальных гаплотипов как по гену *nad1*, так и по *cox1*, вероятно, свидетельствует о быстрой экспансии *C. marmotae* по территории Евразии.

PHYLOGEOGRAPHY OF FOUR WIDESPREAD EURASIAN SPECIES OF ANOPLOCEPHALINAE PARASITISING RODENTS

Krivopalov A.V., Vlasenko P.G., Shilling A.E.

The geographic distribution of mt haplotypes of generalist species (*E. gracilis* and *C. marmotae*) and specialist species (*P. jarrelli* and *P. kalelai*) of cestodes with a wide range was studied. It was revealed that there are intraspecific genetic lines, probably originating from refugia. Several refugia have been identified in generalist species.

Probably the strategy they use promotes the fastest expansion of the refugiums. *E. gracilis* spread to the north of Europe simultaneously using two mass host species – field and bank voles, using different biotopes (grasslands/forests). *P. jarrelli* and *P. kalelai* are preserved in refugia in the south of Western Siberia and the foothills of Altai, while *E. gracilis* is preserved in southern Europe: Italy, the North Caucasus, and Turkey. *C. marmotae*, which parasitizes at least four species of marmots and ground squirrels, represents one species. The similarity of its mitochondrial haplotypes both in the *nad1* gene and in *cox1* probably indicates the rapid expansion of *C. marmotae* across Eurasia.

УДК 592/594.1/574/576.89

ЭНДОСИМБИОНТЫ МОЛЛЮСКОВ РОДА *CORBICULA* В НАТИВНОМ АРЕАЛЕ

**Кропотин А.В., Беспалая Ю.В., Кондаков А.В., Хребтова И.С.,
Болотов И.Н.**

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики им. акад. Н.П. Лаверова УрО РАН, Никольский пр., 20,
Архангельск, 163020 Россия*

В настоящее время количество исследований, посвященных моллюскам рода *Corbicula* в Европе и Северной Америке, резко возросло. Однако, несмотря на высокий интерес к представителям этого рода, эндосимбионты моллюсков *Corbicula* остаются практически не изученными (Bespalaya et al., 2020).

В период с 2018 по 2020 г. нами были проведены экспедиционные работы в Южной Корее (июль 2018 г.), Таиланде (март 2018 г.), Лаосе (март 2020 г.), Мьянме (март 2020 г.). В ходе этих экспедиций впервые было обнаружено, что подёнки, хирономиды и рыбы могут использовать моллюсков *Corbicula* в качестве хозяев для своего личиночного развития (Bespalaya et al., 2023a, b).

Личинки подёнок были обнаружены на жабрах *C. fluminea* из ручья Лам Че и реки Мун в Таиланде и из реки Сейн Капхо в Лаосе. Всего было обследовано 211 особей *Corbicula* из двух локалитетов,

из них 55 моллюсков были заражены 56 личинками двух видов рода *Symbiocloeon* (Baetidae) (Bespalaya et al., 2023a). Мы также обнаружили 13 личинок хирономид (Chironomidae) под мантией 11 моллюсков *C. fluminea* из Лаоса (из 36 исследованных). Примечательно, что в одном моллюске *Corbicula* были обнаружены как личинка хирономиды, так и личинка поденки (Bespalaya et al., 2023b). Все личиночные стадии жизненных циклов этих видов подёнок и хирономид проходят в мантийной полости моллюсков *Corbicula*.

В мантийной полости двух из четырех отобранных особей *C. leana* из ирригационного канала у реки Мангён в Южной Корее были обнаружены икринки пескаря *Sarcocheilichthys soldatovi* (Bespalaya et al., 2023b). Известно, что самки рода *Sarcocheilichthys* (Cyprinidae) откладывают икру внутрь мантийной полости пресноводных моллюсков, в том числе рода *Corbicula* (Nishino, 2012).

Наконец, в тканях ноги *C. fluminea* и *C. leana* из Мьянмы, на основании молекулярно-генетических и гистологических данных, нами были обнаружены церкарии трематод рода *Proisorhynchoides* (Digenea: Bucephalidae).

Настоящее исследование представляет первый пример ассоциаций между пресноводными двустворчатыми моллюсками рода *Corbicula* и другими водными животными, которые еще предстоит описать в пресноводных экосистемах Азии (и других континентов).

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 21-14-00092 «Филогения, биогеография, интегративная таксономия и особенности репродукции двустворчатых моллюсков рода *Corbicula* (Bivalvia: Cyrenidae)».

ENDOSYMBIONTS OF *CORBICULA* CLAMS IN THE NATIVE RANGE

Kropotin A.V., Bespalaya Y.V., Kondakov A.V., Khrebtova I.S., Bolotov I.N.

In this study, we describe the endosymbionts of *Corbicula* clams found by us in their native range. As endosymbionts, we have identified: larvae of two mayfly species (Baetidae: *Symbiocloeon*), nonbiting midge larvae (Chironomidae), lake gudgeon eggs (Cyprinidae: *Sarcocheilichthys*), and trematode cercariae (Bucephalidae: *Proisorhynchoides*).

**УЖЕ РАСХОДИМСЯ? КРИПТИЧЕСКИЕ ВИДЫ
ПАРАЗИТОВ СО СЛОЖНЫМИ ЖИЗНЕННЫМИ
ЦИКЛАМИ, НА ПРИМЕРЕ *PODOCOTYLE* SPP.
(OPESCOELIDAE, DIGENEA)**

**Крупенко Д.Ю.¹, Кремнев Г.А.^{1,2}, Гончар А.Г.^{1,2}, Гублер А.Г.¹,
Скобкина О.А.¹**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия,
krupenko.d@gmail.com

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия

Наличие комплексов трудно различимых видов – проблема, с которой сталкиваются при изучении буквально каждой группы живых организмов, в том числе паразитических. Для паразитов со сложными жизненными циклами существуют дополнительные типы данных, позволяющие выявить скрытое разнообразие (например, круг хозяев, строение личиночных стадий и т. д.). При этом универсальным инструментом и для реконструкции жизненных циклов, и для ревизии видового разнообразия являются молекулярно-генетические методы. Их использование показывает, что даже самые обычные и широко известные виды паразитов могут таить в себе множество загадок. В данной работе в качестве объектов выбраны трематоды семейства Opescoelidae – представители рода *Podocotyle* – широко распространенные в экосистемах Белого и Баренцева моря. Целью было выполнить ревизию видового состава и проверить существовавшие ранее гипотезы о наличии криптических видов внутри *Podocotyle atomon*. Материал включал половозрелых червей из окончательных хозяев (рыб), личинок и партенит из гастропод, а также метацеркарий из амфипод.

Анализ последовательностей фрагментов 28S рДНК, ITS2 и гена цитохромоксидазы 1 позволил выделить четыре хорошо очерченные группы образцов в нашем материале, которые,

по-видимому, являются отдельными видами. Первая группа соответствует виду *P. reflexa*, и он достаточно четко отличается по строению марит и церкарий, а также по виду первого промежуточного хозяина (*Lacuna vincta*). Вторая генетически очерченная группа включала марит, которые определяются как *P. atomon*, спороцист и церкарий из гастропод *Littorina saxatilis* и *L. obtusata*, а также метацеркарий из разных амфипод. Из третьей группы в материале присутствовали только мариты, морфологически неотличимые от *P. atomon*. И, наконец, четвертая группа образцов включала только стадии из первых промежуточных хозяев – *L. saxatilis* и *L. obtusata*. Последние три группы, по-видимому, входят в состав комплекса криптических видов *P. cf. atomon*. В Белом море все три вида *P. cf. atomon* были обнаружены в симпатрии. Поэтому в данном случае открытыми остаются вопросы, чем объясняется их дивергенция и как обеспечивается изоляция.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00376, <https://rscf.ru/project/23-24-00376/>.

**READY TO DIVERGE? CRYPTIC SPECIES
OF PARASITES WITH COMPLEX LIFE CYCLES,
THE CASE OF *PODOCOTYLE* SPP.
(OPECOELIDAE, DIGENEA)**

**Krupenko D.Y., Kremnev G.A., Gonchar A.G., Gubler A.G.,
Skobkina O.A.**

Cryptic diversity within the digenean genus *Podocotyle* was studied by molecular and morphological methods for the material from the White and Barents Seas. Four species were identified, three of which may appear truly cryptic, with no differences yet found in morphology and hosts.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИММУНИТЕТА И РАЗВИТИЕ ИНФЕКЦИЙ У КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В ПЕРИОД ЗИМНЕЙ СПЯЧКИ

Крюков В.Ю.¹, Носков Ю.А.¹, Ярославцева О.Н.¹, Косман Е.С.¹,
Чумакова Я.Ю.¹, Поленогова О.Н.¹, Воронцова Я.Л.¹, Слепнева И.А.²

¹ Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия, krukoff@mail.ru

² Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН,
Институтская, 3, Новосибирск, 630090 Россия

Наибольший уровень сокращения численности популяций колорадского жука, как правило, наблюдается в период гибернации, что связано со многими абиотическими и биотическими воздействиями, в том числе с инфекциями. Нами отработана методика введения в гибернацию имаго колорадского жука в специальных полевых мезокосмах с последующим сбором насекомых в осенний, зимний и весенний периоды. Методика позволила сохранить выживаемость жука в течение гибернации на уровне 60% при достаточном уровне снежного покрова и промерзании почвы до -8°C . Установлено, что наибольшая гибель насекомых наблюдается в весенний период (апрель-май) при переходе к положительным температурам. В насекомых с грибной симптоматикой гибели доминировали аскомицеты р. *Beauveria*, реже *Isaria*. Из трупов с бактериальной симптоматикой выделены и идентифицированы виды родов *Pseudomonas*, *Serratia*, *Kluyvera*, *Sphingobacterium*, *Microbacterium*, *Rhodococcus*, *Brucella*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Lactococcus* и *Brevibacterium*.

Проведен анализ ряда параметров иммунитета в кишечнике и жировом теле жуков в течение гибернационного периода. Установлено падение экспрессии генов иммуносигнальных путей (Toll, IMD, Jak-STAT), а также ингибиторов металлопротеиназ после окончания питания имаго, ухода в почву и вплоть до апреля. Затем при повышении почвенных температур до $10-14^{\circ}\text{C}$ (до выхода жуков из почвы) отмечен резкий скачок экспрессии указанных генов, что совпадает с высоким риском развития бактериальных и грибных инфекций

в этот период. Анализ динамики неспецифических эстераз, супероксиддисмутаза и активированных кислородных метаболитов показал сходные тренды. В целом результаты свидетельствуют о том, что весенний переход к положительным температурам в почве является критическим периодом в гибернации насекомых с точки зрения реагирования иммунитета, развития инфекций и выживаемости.

Работа поддержана РФФ (№ 22-14-00309).

ALTERATION OF IMMUNE PARAMETERS AND DEVELOPMENT OF INFECTIONS IN COLORADO POTATO BEETLE DURING HIBERNATION

**Kryukov V.Y., Noskov Yu.A., Yaroslavtseva O.N., Kosman E.S.,
Chumakova Ya.Yu., Polenogova O.N., Vorontsova Ya.L., Slepneva I.A.**

Technique of introduction of Colorado potato beetle into hibernation with following collection of insects during autumn, winter and spring has been developed. Fungal and bacterial associates of the insects have been isolated and identified. Dynamic of immune parameters (immune-related gene expression, level of reactive-oxygen species and antioxidant enzymes) in different tissues during hibernation have also been analyzed. We suggest that the transition to positive soil temperatures at spring is a critical period in insect hibernation in terms of immune response, infection development, and survival.

УДК 571.27

ВЛИЯНИЕ ЭНДОСИМБИОТИЧЕСКОЙ БАКТЕРИИ *WOLBACHIA* НА СОДЕРЖАНИЕ ДОФАМИНА И АКТИВНОСТЬ ФЕНОЛОКСИДАЗ У ПАРАЗИТОИДА *HABROBRACON HEBETOR*

Крюкова Н.А., Черткова Е.А., Алексеев А.А., Лобанова А.

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия, dragonfly6@yandex.ru*

На двух линиях паразитоида *Habrobracon hebetor*, зараженных эндосимбиотической бактерией *Wolbachia* и свободной от нее, был

проведен анализ уровня дофамина и активности фенолоксидаз в гомогенате тела. Анализ проводили в личинках паразитоида пятого возраста, фартатных имаго и имаго. Были получены данные, свидетельствующие об активном влиянии *Wolbachia* на уровень дофамина и активность фенолоксидаз на всех стадиях развития хозяина. Активность фенолоксидаз была достоверно выше у всех стадий *Habrobracon hebetor*, зараженных *Wolbachia*, по сравнению со свободными от эндосимбионта. В частности, у личинок, зараженных *Wolbachia*, активность фенолоксидаз была выше в 2 раза ($p = 0,004$), у фартатных имаго и имаго – в 1,5 раза ($p = 0,004$; $p = 0,02$) по сравнению со свободными от эндосимбионта. Следует отметить, что тренд, при котором наивысшая активность фермента характерна для личинок, сохраняется независимо от наличия или отсутствия бактерии. Уровень дофамина был достоверно выше в 1,7 раза у личинок ($p = 0,00003$), зараженных *Wolbachia*, по сравнению со свободными. У фартатных имаго *H. hebetor* достоверной разницы в количестве дофамина между зараженными *Wolbachia* и свободными от бактерии не отмечали. Однако уровень дофамина у имаго, свободных от *Wolbachia*, достоверно выше в 4,9 раза ($p = 0,001$) по сравнению с зараженными. Следует отметить, что одними из основных морфологических отличий данных линий паразитоида являются окраска и размеры тела. Так, линия, зараженная *Wolbachia*, значительно светлее по окрасу. Размер тела как самцов, так и самок достоверно больше: средняя длина тела 2,58 мм по сравнению с 2,22 мм линии, свободной от бактерии ($p = 0,00001$).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 23-24-00259.

EFFECT OF THE ENDOSYMBIOTIC BACTERIUM *WOLBACHIA* ON DOPAMINE CONTENT AND PHENOL OXIDASE ACTIVITY IN THE PARASITOID *HABROBRACON HEBETOR*

Kryukova N.A., Chertkova E.A., Alekseev A.A., Lobanova A.

The level of dopamine and the activity of phenol oxidases were analyzed in the whole-body homogenate of two lines of the parasitoid *Habrobracon hebetor* infected with the endosymbiotic bacterium *Wolbachia* and free from it. The analysis was carried out on the fifth-stage parasitoid larvae,

pharate imago and imago. Data indicating the active influence of *Wolbachia* on the level of dopamine and the activity of phenol oxidases at all stages of host development were obtained. The activity of phenol oxidases was significantly higher in all stages of *Habrobracon hebetor* infected with *Wolbachia* compared to those free from the endosymbiont. In particular, in larvae infected with *Wolbachia*, the activity of phenol oxidases was 2 times higher ($p = 0.004$) in pharate imago and imago – 1.5 times higher ($p = 0.004$; $p = 0.02$) compared to those free from the endosymbiont. It should be noted that the trend in which the highest activity of the enzyme is characteristic of larvae persists regardless of the presence or absence of the bacterium. The level of dopamine was significantly higher by 1.7 times in larvae ($p = 0.00003$). In *H. hebetor* farate adults, there was no significant difference in the amount of dopamine between *Wolbachia*-infected and bacteria-free individuals. However, the level of dopamine in imago free from *Wolbachia* was significantly higher by 4.9 times ($p = 0.001$) compared to infected ones. One of the main morphological differences between these lines of the parasitoid is the color and size of the body. So, the line infected with *Wolbachia* is much lighter. The body size of both males and females was significantly larger: the mean body length was 2.58 mm, compared to 2.22 mm in the bacterium-free line ($p = 0.00001$).

This research was funded by a grant from the Russian Science Foundation, grant No. 23-24-00259.

УДК 576.895.1:598.2

ДИНАМИКА ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ МОЕВОК (*RISSA TRIDACTYLA*) МУРМАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Куклин В.В.

*Мурманский морской биологический институт РАН, ул. Владимирская, 17,
Мурманск, 183010 Россия, VV_Kuklin@mail.ru*

По результатам исследований, проведенных в 2006–2008 гг. и в 2018–2020 гг., определены основные тенденции многолетней динамики гельминтофауны моевок (*Rissa tridactyla*) (на примере

гнездовой колонии на п-ове Рыбачий) на фоне климатических изменений. Установлено, что состав гельминтофауны, соотношение доминирующих видов паразитов и значения большинства количественных показателей инвазии птиц не претерпели заметных изменений. В то же время в 2018–2020 гг. зарегистрировано заметное уменьшение индекса обилия (ИО) массовых видов цестод (*Alcataenia larina* и *Tetrabothrius erostris*). Вероятно, это вызвано снижением суммарной зараженности промежуточных хозяев из-за уменьшения их размеров и, соответственно, паразитарной емкости. В жизненном цикле обоих паразитов в качестве промежуточных хозяев участвуют планктонные раки. По данным литературы, в районах с выраженной тенденцией потепления стабильно отмечается феномен доминирования мелких форм зоопланктона. Невозможность аккумуляции в мелких планктонных раках большого количества личинок цестод могла привести и к снижению показателей ИО у окончательных хозяев – и напрямую (в случае с *A. larina*), и опосредованно (в случае с *T. erostris*). Соответственно, климатические флуктуации могли вызвать определенные изменения устойчивости паразито-хозяинных связей, но не нарушили структуру паразитарных систем. Нелинейные реакции на изменения климата и кормовых условий в целом характерны для морских птиц Арктики и обусловлены локальным воздействием определенной группы факторов в конкретном регионе. Поэтому для получения более полной мозаики фундаментальных последствий потепления климата необходимо учитывать особенности биологии птиц и абиотических условий в разных гнездовых районах.

DYNAMICS OF HELMINTH FAUNA OF BLACK-LEGGED KITTIWAKE (*RISSA TRIDACTYLA*) ON THE MURMANSK COAST IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGES

Kuklin V.V.

The results of studies of the helminth fauna of the black-legged kittiwake (*Rissa tridactyla* Linnaeus, 1758) in the Gorodetskiy bird colonies on the Rybachiy Peninsula (Murman coast of the Barents

Sea) carried out in 2006–2008 and in 2018–2020 are presented. We did not find any noticeable changes in the species diversity of the helminth fauna of the kittiwakes, the proportion of the dominant parasite species and the values of most quantitative infection indices between the two study periods. At the same time, there was a marked decrease in the mean abundance of the dominant cestode species (*Alcataenia larina* Krabbe, 1869 and *Tetrabothrius erostris* Loennberg, 1889) in 2018–2020 as compared to 2006–2008. The changes in parasitology of birds appear to be largely determined by fluctuations of abiotic conditions (increased water and air temperature) and the state of the food supply (size structure of the zooplankton) in the study area.

УДК 598.2:576.895.1+591.111.1

**ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В СИСТЕМЕ
«ПАЗАРИТ – ХОЗЯИИ» НА ПРИМЕРЕ АТЛАНТИЧЕСКОГО
ГЛУПЫША И *TETRABOTHRIOUS MINOR*
(CESTODA: TETRABOTHRIOIDAE)**

Куклина М.М.

*Мурманский морской биологический институт РАН, ул. Владимирская, 17,
Мурманск, 183010 Россия, ММ_Kuklina@mail.ru*

По результатам биохимического анализа проанализированы взаимоотношения в системе *Tetrabothrius minor* (Cestoda: Tetrabothriidae) и атлантический глупыш *Fulmarus glacialis*. Исследовано влияние инвазии *T. minor* на протеолитическую активность (металлопротеаз, сериновых и цистеиновых протеаз) слизистой тонкого кишечника птиц, определены места локализации *T. minor* в тонком кишечнике хозяина, проведена оценка способности *T. minor* инактивировать протеазы из слизистой оболочки кишечника птиц и коммерческий трипсин. Установлено, что в местах локализации *T. minor* (проксимальных и медиальных фрагментах тонкого кишечника) протеолитическая активность снижена за счет уменьшения активности сериновых

протеаз и металлопротеаз. Обнаружена обратная зависимость между значениями протеолитической активности в слизистой оболочке тонкого кишечника хозяина и показателями заражения цестодами – чем выше интенсивность инвазии *T. minor*, тем ниже активность протеаз, в том числе металлопротеаз и сериновых протеаз. Отмечена способность гомогенатов *T. minor* ингибировать активность протеаз из слизистой оболочки кишечника глупыша и активность коммерческого трипсина разной концентрации.

RELATIONSHIPS IN THE PARASITE-HOST SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE NORTHERN FULMAR AND *TETRABOTHRIUS MINOR* (CESTODA: TETRABOTHRIIDAE)

Kuklina M.M.

The effect of infection of *Tetrabothrius minor* (Cestoda: Tetrabothriidae) on the protease activity of the mucous membrane of the small intestine of the Northern Fulmar *Fulmarus glacialis* was studied. Aspects of changes in the activity of proteases and protease subclasses (metalloproteases, serine proteases and cysteine proteases) by infection of *T. minor*, and the ability of *T. minor* to inactivate proteases from the intestinal mucosa and commercial trypsin were evaluated. It has been established that in the localization of *T. minor* (proximal and medial sections of the small intestine) decreased protease activity due to a decrease in the activity of serine proteases and metalloproteases. The dependence of the decrease of protease activity in the mucous membrane of the small intestine of the host on the parameters of infection with cestodes was found – the higher the infection intensity of *T. minor*, the lower the activity of proteases, including metalloproteases and serine proteases. The ability of *T. minor* homogenates to inhibit the activity of proteases from the mucosa of Northern Fulmar and the activity of commercial trypsin of different concentrations was noted.

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГРАНИЦАХ АРЕАЛОВ
ARCEUTHOBIMUM OXYCEDRI И *VISCUM ALBUM*
В КРЫМУ**

Кукушкин О.В.

*Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского –
природный заповедник РАН, ул. Науки, 24, Феодосия, 298188 Россия,
mtasketi2018@gmail.com*

В Крыму известно два вида гемипаразитов семейства Santalaceae: можжевельоядник (*Arceuthobium oxycedri* (DC.) M.Bieb.) и омела белая (*Viscum album* L. subsp. *album*) (Уена, 2012). Ареал *A. oxycedri* ограничен южной частью Горного Крыма, в значительной мере совпадая с ареалом основного хозяина – *Juniperus deltoides* (Кукушкин и др., 2017; Кукушкин, 2018; Krasulyenko et al., 2017). Омела распространена существенно шире, но также не выходит за пределы горной части полуострова (Krasulyenko et al., 2020; Walas et al., 2022). В 2018–2021 гг. нами сделаны новые находки, уточняющие ареал и границы высотного распространения обоих видов.

A. oxycedri. Приурочен, главным образом, к низкогорным районам и лишь изредка незначительно (на 10–30 м) переходит отметку высот 500 м н. у. м.: например, на мысе Айя и горе Ильяс-Кая (Севастополь), в ущелье Уч-Кош (Ялта). В гербарии Никитского ботанического сада имеются сборы начала XX в. с горы Ставри-Кая (663 м н. у. м.) над Ялтой, однако последующими исследованиями (Ругузова, 2002, 2006) произрастание вида в данном локалитете не было подтверждено. 08.10.2020 г. вид в большом числе обнаружен на узком гребне, соединяющем гору Ставри-Кая с Ай-Петринской яйлой, на высотах до 770 м н. у. м. (44.499° N, 34.094° E). 24.04.2018 г. на возвышенности Шулдан-Бурун (Севастополь; 44.59° N, 33.775° E) вид прослежен до 460 м н. у. м. (против 380 м, ранее установленных для предгорной части ареала), тогда как в локалитетах долины реки Кача (Бахчисарайский район), мы не отмечали его выше 250 м. Сделаны новые находки вида

на атипичных хозяевах. В период 13.12.2018–06.01.2019 гг. обследована сильно инфицированная (десятки деревьев) отмирающая посадка *Platyclusus orientalis* на седловине между горами Перчем и Кукулет-Сув-Хая (Судак; 44.855° N, 34.952° E; 275 м н. у. м.); 07.11.2019 г. особи *J. excelsa* с сильным поражением выявлены вдоль шоссе Судак – Новый Свет у подошвы горы Палвани-Оба (2 дерева) и между горами Куш-Кая и Малый Сокол (единственное дерево).

V. album. На нагорье (яйле) поднимается до 900–950 м н. у. м. Локалитеты на отметках высот 1020–1110 м н. у. м. выявлены 13–14.06.2021 г. в Бахчисарайском районе на северных отрогах Ай-Петринской яйлы: на горах Сотира (44.548 N, 34.023° E) и Бойка (44.555° N, 34.004° E). Хозяин: *Pyrus eleagrifolia* (редко). Самый северный известный нам пункт произрастания вида в предгорье (на одиночном *Crataegus* sp.) выявлен 27.06.2020 г. на верхней ступени возвышенности Сарак-Кая близ с. Мироновка в долине реки Биюк-Карасу (Белогорский район; 45.115° N, 34.568° E; 230 м н. у. м.).

NOVEL DATA ON THE RANGES OF *ARCEUTHOBIMUM OXYCEDRI* AND *VISCUM ALBUM* IN CRIMEA

Kukushkin O.V.

Data on altitudinal limits of the distribution of hemiparasitic Santalaceae in Crimea are given. *A. oxycedri* has been traced to at least 770 m a. s. l. on the southern macroslope of the Crimean Mountains and up to 460 m in the foothills. *V. album* rises up to 1110 m a. s. l. New cases of non-principal hosts infestation by *A. oxycedri* in natural landscapes were recorded.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И КЛЕТОЧНЫЕ ОСНОВЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПАРАЗИТОВ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ИХ ХОЗЯЕВ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПОИСК ПРИРОДНЫХ ИММУНОРЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРИИ И МЕДИЦИНЫ

Кутырев И.А.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047 Россия, ikutyrev@yandex.ru*

Исследование молекулярных и биохимических механизмов, используемых паразитами для регуляции иммунной системы хозяев, является новым и интенсивно развивающимся в последнее десятилетие направлением паразитологии. Важность исследования паразитарных иммунорегуляторных молекул объясняется усилившимся интересом к терапевтическому использованию секреторно-эксcretорных продуктов гельминтов. Нашим коллективом начато комплексное исследование морфофункциональных и биохимических аспектов адаптации плероцеркоидов цестод *Dibothriocephalus dendriticus*, *D. latus* и *Ligula interrupta* к воздействию иммунной системы их хозяев – рыб. Изучены микроморфологические и биохимические особенности реакций плероцеркоидов в ответ на воздействие сыворотки крови хозяев. Впервые для плероцеркоидов доказана выработка иммунорегуляторных молекул – простагландинов E_2 и D_2 и установлена их концентрация и локализация в организме плероцеркоидов. Исследованы микроморфологические особенности локализации нейроактивных субстанций, иммунорегуляторов в организме плероцеркоидов: серотонина, ГАМК и FMRFамида. Установлена регуляторная роль в отношении иммунной системы рыб выявленных в организме плероцеркоидов веществ. Исследовано изменение фракционного состава белков плероцеркоидов при инкубации в среде, содержащей сыворотку крови хозяина. Впервые установлены изменения лейкоцитарного состава органов иммунной системы рыб при заражении плероцеркоидами. На следующем этапе исследований был проведен сравнительный

анализ транскриптомов половозрелых особей и плероцеркоидов и выявление у них дифференциально экспрессируемых генов. Определена дифференциальная экспрессия органов иммунной системы рыб при заражении плероцеркоидами, а также между органами иммунной системы омуля и сига. Противовоспалительный потенциал экскреторно-секреторных продуктов (ЭСП) плероцеркоидов впервые оценен на модели ЛПС-индуцированной активации макрофагов. Оценен ранозаживляющий потенциал экстракта из плероцеркоидов.

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 22-24-00341).

MOLECULAR AND CELLULAR BASES OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN PARASITES AND THEIR HOSTS' IMMUNE SYSTEM: FUNDAMENTALS AND THE SEARCH FOR NATURAL IMMUNOREGULATORS FOR VETERINARY SCIENCE AND MEDICINE

Kutyrev I.A.

Immunological aspects of relations in parasite-host systems "cestodes-fishes": cellular and molecular levels. Our team has begun a comprehensive study of morphofunctional and biochemical aspects of the adaptation of cestode plerocercoids to the effects of the immune system of their hosts – fish. The micromorphological and biochemical characteristics of plerocercoid reactions in response to the effects of the host blood serum were studied. The regulatory role of the substances prostaglandin E₂, serotonin and GABA identified in the body of plerocercoids in relation to the immune system of fish has been established. The assembly and annotation of transcriptomes of three types of cestodes, as well as organs of the immune system of fish – intermediate hosts of cestodes, were performed. The anti-inflammatory and wound healing potential of excretory-secretory products and extracts from plerocercoids was assessed.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ *PELTOGASTER RETICULATA*
(CIRRIPEDIA: RHIZOCEPHALA)
НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ХОЗЯИНА**

Ласкова Е.П.¹, Лянгузова А.Д.¹, Арбузова Н.А.¹, Репкин Е.А.¹,
Гафарова Е.Р.¹, Голофеева Д.М.², Нестеренко М.А.³,
Миролюбов А.А.⁴

¹ Санкт-Петербургский государственный университет

² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

³ Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии

⁴ Зоологический институт РАН

Корнеголовые ракообразные (Rhizocephala) представляют собой удобный объект для изучения явления манипулирования паразитом хозяина. Ризоцефалы изменяют внешнее и внутреннее строение инфицированных особей (преимущественно десятиногих ракообразных), их физиологические процессы и поведенческие паттерны. Заражение корнеголовыми приводит к модификациям личиночного и репродуктивного цикла, а также феминизации самцов-хозяев – особи приобретают морфологические и поведенческие черты, характерные для самок, вынашивающих потомство. Мы предполагаем, что ризоцефалы осуществляют влияние на хозяев за счет взаимодействия с нервной системой декапод, куда прорастают столоны интерны паразита. Воздействие корнеголовых на хозяев на молекулярном уровне, к сожалению, слабо изучено. Цель данной работы – обнаружение ключевых молекул, участвующих в регуляции паразито-хозяинных взаимоотношений в системе ризоцефалы – декаподы, и построение гипотез о предполагаемых молекулярных механизмах.

В качестве объекта исследования был выбран массовый для Японского моря вид – *Peltogaster reticulata* (Rhizocephala: Peltogastridae), паразитирующий в раках-отшельниках *Pagurus minutus* (Decapoda: Paguroidea). Раки-отшельники считаются предковыми хозяевами для корнеголовых, что делает данную

паразито-хозяинную систему интересной с точки зрения эволюционных аспектов. Столоны интерны паразита прорастают в первые три пары абдоминальных ганглиев, образуя бокаловидные органы. Данные участки нервной системы зараженных и здоровых особей *P. minutus* были зафиксированы с целью дальнейших транскриптомного и протеомного анализов, а также конфокальной микроскопии. Транскриптомный анализ показал подавление процессов, ответственных за регуляцию жизненного цикла. Модификации затрагивали контроль размножения и продолжительности жизни, а также регуляцию цитокиновых и апоптотических путей. Вероятно, подобное угнетение может приводить к паразитарной кастрации зараженных индивидов. Результаты протеомного анализа показали менее выраженную дифференциальную экспрессию. Возможно, воздействие паразита направлено на изменение концентрации небольших молекул, не детектируемых стандартным масс-спектрометрическим анализом. Данные конфокальной микроскопии показали повышенную концентрацию серотонина в полости бокаловидного органа.

**ANALYSIS OF *PELTOGASTER RETICULATA*'S
(CIRRIPIEDIA: RHIZOCEPHALA)
INFLUENCE ON THE HOST'S NERVOUS SYSTEM**

**Laskova E.P., Lianguzova A.D., Arbuzova N.A., Repkin E.A.,
Gafarova E.R., Golofeeva D.M., Nesterenko M.A.,
Miroliubov A.A.**

Rhizocephalans are known for their ability to manipulate their host by changing morphology, physiology and behavior of the infected animals. Molecular mechanisms participating in such interaction haven't been discovered yet. Using transcriptomic analysis we detected a parasitic suppression of the reproductive cycle that may lead to the host's parasitic castration.

ПАЗАРИТЫ РЫБ ТАЙШИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)

Лебедева Д.И.¹, Мэндсайхан Б.², Зайцев Д.О.³

¹ Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, daryal78@gmail.com

² Институт геоэкологии академии наук Монголии, Баруун Сэлбийн, 15, 4-й Хороо, Чингелтэй Дуурэг, Улан-Батор, 15170 Монголия

³ Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910 Россия

В 2000-х гг. в Монголии построено несколько гидроэлектростанций с образованием водохранилищ, включая Тайширское на р. Завхан. Нами проведено сравнение видового состава гельминтов кишечника и полости тела алтайского османа (*Osman potanini*) и монгольского хариуса (*Thymallus brevirostris*) в водохранилище на 5-й (2012) и 12-й (2019) годы после формирования. В 2012 г. у османов выявлено пять видов паразитов – цестоды *Proteocephalus torulosus* и *Dibothriocephalus dendriticus*, нематоды *Pseudocapillaria tomentosa* и *Contracaecum* spp., трематода *Hysteromorpha triloba*. У хариусов в полости тела были найдены нематоды *Contracaecum* spp. и метацеркарии *H. triloba*. В 2019 г. у обоих видов рыб отмечена уже более разнообразная фауна паразитов. Помимо указанных гельминтов, в кишечниках у обоих видов рыб найдены скребни *Neoechinorhynchus rutili*. Также у хариуса выявлена единичная инвазия *D. dendriticus*, а у *O. potanini* – множественное заражение цестодой *Paradilepis scolecina*. Необходимо отметить, что количественные показатели заражения обоих видов хозяев нематодами *Contracaecum* spp. к 2019 г. увеличились в несколько раз.

PARASITES OF FISHES IN THE TAISHIR RESERVOIR (WESTERN MONGOLIA)

Lebedeva D.I., Mandsaikhan B., Zaitsev D.O.

In the 2000s, several hydroelectric power plants were built in Mongolia with the development of reservoirs, including the largest one, the Taishir

reservoir on the Zavkhan River. We compared the species composition of intestinal and body cavity helminths of Altai osman (*Osman potanini*) and Mongolian grayling (*Thymallus brevirostris*) in the reservoir on the 5th (2012) and 12th (2019) years after formation. In 2012, five parasite species were found in osmans – cestodes *Proteocephalus torulosus* and *Dibothriocephalus dendriticus*, nematodes *Pseudocapillaria tomentosa* and *Contracaecum* spp. and trematode *Hysteromorpha triloba*. *T. brevirostris* had only nematodes *Contracaecum* spp. and *H. triloba* in the body cavity. In 2019, both hosts had a more diverse parasite fauna. In addition to the helminths mentioned above, acanthocephala *Neoechinorhynchus rutili* was found in the intestines of both fish species. Several specimens of *D. dendriticus* were revealed in grayling. *O. potanini* had multiple infestation with the cestode *Paradilepis scolecina*. Invasion of both host species with nematodes *Contracaecum* spp. increased by 2019.

УДК 595.122

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОДОВОЙ ЭМИССИИ ЦЕРКАРИЙ В СВЕТЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ

**Левакин И.А.^{1,*}, Федоров Д.Д.¹, Николаев К.Е.¹, Виноградова А.А.¹,
Галактионов К.В.^{1,2}**

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, *levakin2@gmail.com

² Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Меняющаяся в ходе изменений климата среднесуточная температура (t) не только задает «окно трансмиссии» дигеней, она определяет сезонную динамику группировок партенит и эмиссию церкарий из моллюска-первого промежуточного хозяина. Выявляемые тренды к повышению t поверхностных вод Белого моря соответствуют описанным в литературе для Субарктики и должны влиять на продукцию личинок паразитов. Таким образом, актуальным становится моделирование эмиссии церкарий массовых видов дигеней от t .

Экспериментально оценена среднесуточная эмиссия церкарий (СЭЦ) пяти массовых в прибрежных экосистемах Белого моря видов трематод. Зависимость СЭЦ от t во всех случаях хорошо приближалась суммой двух гауссиан ($R^2 > 0,9$). Для двух из этих видов (*Himasthla elongata* и *Renicola parvicaudatus*) на протяжении теплого сезона оценено накопление метацеркарий в мидиях в естественных условиях с одновременной регистрацией t . Обнаружено соответствие между предсказанными СЭЦ и наблюдаемым количеством метацеркарий *R. parvicaudatus* в мидиях ($r = 0,82$). В случае *H. elongata* зависимость СЭЦ от t не объясняла накопление метацеркарий в мидиях. Это заставило оценить зависимость СЭЦ от суммы накопленных температур (T). Эта зависимость (СЭЦ от T) хорошо приближалась сигмоидой – площади под сигмоидой и кривой наблюдаемых в эксперименте СЭЦ *H. elongata* совпадали. В диапазоне исследованных в условиях эксперимента к настоящему моменту температур (10 °С, 12 °С, 14 °С и 16 °С) зависимость СЭЦ от T хорошо согласуется с наблюдаемым накоплением метацеркарий *H. elongata* в природном поселении мидий (исследование продолжается).

Годовая эмиссия церкарий может быть смоделирована по тренду среднесуточных температур с высокой точностью (ошибка менее 8%). При моделировании необходимо учитывать биологические особенности группировок партенит, определяющие их сезонную динамику и динамику продукции ими церкарий.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-14-00329.

MODELING THE ANNUAL EMISSION OF CERCARIAE IN THE LIGHT OF CLIMATE CHANGE: CHALLENGES AND APPROACHES

**Levakin I.A., Fedorov D.D., Nikolaev K.E., Vinogradova A.A.,
Galaktionov K.V.**

For five digenean species studied at the White Sea, the dependence of daily cercariae output (DCO) on temperature was well approximated by the sum of two Gaussians. For two of these species, the accumulation of metacercariae in a second intermediate host (SIH) was

assessed under natural conditions. For the sporocyst-bearing species *Renicola parvicaudatus*, a good fit of the predicted DCO to the number of metacercariae accumulated in SIH was observed. For the redia-bearing species *Himasthla elongata* a logistic model of DCO dependence on the accumulated sum of temperatures gave a good fit to the number of metacercariae accumulated in SIH.

The study was supported by the RSF grant No. 23-14-00329.

УДК 636.093

СКРИНИНГ ИЗОЛЯТОВ ЭНТОМОПАРАЗИТИЧЕСКИХ ГРИБОВ ПО ПРИЗНАКУ ВИРУЛЕНТНОСТИ К *MUSCA DOMESTICA* L. ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ЗАРАЖЕНИИ

Леднев Г.Р.¹, Левченко М.А.², Шумилова П.А.², Казарцев И.А.¹, Левченко М.В.¹

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, georgijled@mail.ru*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии, филиал ТюмНЦ СО РАН, ул. Институтская, 2, Тюмень, 625041 Россия*

Активное использование химических инсектицидов имеет ряд существенных недостатков и прежде всего это проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды и возникновением резистентных популяций вредных членистоногих. В первую десятку таких устойчивых видов входит комнатная муха *Musca domestica*. Этот вредитель имеет серьезное ветеринарное значение, приводя животноводство к многомиллионным убыткам.

В качестве альтернативы химическому методу борьбы может выступать применение энтомопаразитических микроорганизмов и, в частности, грибов. Наибольший интерес представляет использование таких средств в форме приманок из-за простоты их использования и минимизации риска для нецелевых объектов.

Цель исследования – оценить биологическую активность изолятов различных видов энтомопатогенных грибов разного географического происхождения на личинках и имаго *M. domestica* при пероральном заражении.

В опытах были использованы 10 природных изолятов грибов из двух родов *Beauveria* (7 культур) и *Cordyceps* (= *Isaria*, 3 культуры), выделенных из имаго различных видов двукрылых на Северо-Западе РФ, Камчатке, в южном Казахстане и Киргизии. Личинки, чувствительной к инсектицидам, лабораторной популяции комнатной мухи заражались путем добавления конидиальной суспензии в субстрат (на 1 м² пшеничных отрубей 2 л суспензии, титр 1×10^8 спор/мл), имаго – в приманки (на 1 г сахара 0,5 мл суспензии, титр тот же).

Оценка ларвицидной активности не выявила ни одного изолята, показавшего уровень смертности выше 30%. На имаго вредителя только три культуры грибов продемонстрировали более высокую биологическую активность. Для них уровень смертности на восьмые сутки после заражения варьировал в пределах от 42 до 85%. Наибольшую активность показал изолят ВД62-13 (*Beauveria bassiana*), выделенный с Diptera из Псковской области.

Таким образом, полученные нами данные демонстрируют принципиальную возможность разработки новых микоинсектицидов для снижения численности имаго комнатной мухи, вероятно, в том числе и против ее популяций, устойчивых к химическим инсектицидам.

Работа выполнена в соответствии с планом НИР по программе фундаментальных научных исследований РАН (№ 121042000066-6).

SCREENING OF ENTOMOPARASITIC FUNGAL STRAINS FOR VIRULENCE TO *MUSCA DOMESTICA* L. WITH PERORAL INFECTION

Lednev G.R., Levchenko M.A., Shumilova P.A., Kazartsev I.A., Levchenko M.V.

The possibility of reducing the number of adults of *Musca domestica* by its oral infection with some strains of entomoparasitic fungi has been shown.

ТРИ ВИДА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ТРЕМАТОД СЕМЕЙСТВА OPISTHORCHIIDAE: ТРАНСКРИПТОМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЧЕНИ ХОЗЯИНА

Лишай Е.А.^{1,2}, Запарина О.², Мордвинов В.А.², Пахарукова М.Ю.^{1,2}

¹ Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090 Россия, lishai.ekaterina@gmail.com

² Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10, Новосибирск, 630090 Россия

Трематоды семейства Opisthorchiidae различаются по степени канцерогенности для человека. *Opisthorchis viverrini* и *Clonorchis sinensis* отнесены к 1А группе биологических канцерогенов, тогда как *O. felineus* – к группе 3А. Целью работы было определить различия в активации клеточных путей в клетках печени хомячков *Mesocricetus auratus*, зараженных тремя исследуемыми видами трематод.

Транскриптомы печени золотистых хомячков (HiSeq Illumina, 2X150 п. о.) были получены через 1 и 3 месяца инфекции. Обработку данных проводили с использованием STAR и пакетов R (DESeq2, clusterProfiler, bisqueRNA).

Показаны масштабные изменения профилей экспрессии генов в печени. Для всех инфекций характерно обогащение по путям воспалительного ответа, фиброгенеза и клеточной пролиферации. При этом инфекцию *O. viverrini* отличало значимое обогащение по пути FoxO, инфекцию *C. sinensis* – p53 и сигнальный путь релаксина, инфекцию *O. felineus* – сигнальные пути TNF- α и ErbB.

C. sinensis вызывал наиболее выраженные изменения в ответе различных типов клеток печени, в том числе провоспалительных макрофагов и stellatных клеток, что было подтверждено с помощью содержания маркерных белков α SMA и MMP9. Это согласуется с результатами гистологического анализа, где при инфекции *C. sinensis* был наиболее выражен перидуктальный фиброз, в образовании которого принимают непосредственное участие stellatные клетки.

Работа поддержана РФФ (№ 22-24-20010).

THREE SPECIES OF EPIDEMIOLOGICALLY SIGNIFICANT TREMATODES OF THE FAMILY OPISTHORCHIIDAE: TRANSCRIPTOMIC ANALYSIS OF THE HOST LIVER

Lishai E.A., Zaparina O., Mordvinov V.A., Pakharukova M.Y.

Three epidemiologically significant food-borne trematodes (*Opisthorchis felineus*, *O. viverrini*, *Clonorchis sinensis*) differ in their level of carcinogenic potential. This difference may be due to changes in the gene expression that are observed after infection.

Golden hamster liver transcriptomes (HiSeq Illumina, 2X150 bp). were obtained after 1 and 3 months of infection. Data processing was performed using STAR and R packages (DESeq2, clusterProfiler, bisqueRNA).

Large-scale changes in gene expression profiles in the liver are shown. All infections are characterized by enrichment along the pathways of the inflammatory response, fibrogenesis, and cell proliferation. At the same time, *O. viverrini* infection was distinguished by significant enrichment in the FoxO pathway, *C. sinensis* infection by p53 and the relaxin signaling pathway, and *O. felineus* infection by TNF- α and ErbB signaling pathways.

C. sinensis caused the most pronounced changes in the response of various types of liver cells, including pro-inflammatory macrophages and stellate cells, which was confirmed by the content of α SMA and MMP9 marker proteins.

УДК 576.895.132:599.735.31

CAPILLARIA SPP. У RANGIFER TARANDUS: ИНДИКАТОР ДОМАШНИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ?

Логина О.А.

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, loginova_spb@bk.ru*

Северный олень (*Rangifer tarandus*) в настоящее время существует в двух формах – дикой и одомашненной. Одомашнивание повлекло за собой развитие domestикационного синдрома, проявляющегося в изменении генотипа, морфологии, физиологии

и поведении северных оленей. В этой связи высказывались предположения, что восприимчивость к гельминтам и состав гельминтофауны у диких и домашних оленей должны отличаться. Поэтому потенциальное выявление маркерного гельминта представляется весьма перспективным. Так, например, в Северной Америке при исследовании карibu нематод рода *Capillaria* обнаруживали только у домашних оленей (за исключением одного случая). В России при анализе копрологического материала от северных оленей яйца капиллярий были обнаружены нами не только у домашних оленей, но и у животных из Керженского заповедника в Нижегородской области (лесной подвид дикого северного оленя). Олени были интродуцированы туда в XXI в. из Архангельской области (вылов из дикой природы) и Центра воспроизводства редких видов животных (Московская область). В последнем у северных оленей тоже были обнаружены капиллярии. Однако часть животных попала в Центр еще из финского зоопарка, т. е. сложно поручиться за чистоту материала. С другой стороны, капиллярии более свойственны оленятам, которые реже подвергаются изучению у диких северных оленей. Вопрос остается открытым и требует дальнейшего изучения.

***CAPILLARIA* SPP. IN *RANGIFER TARANDUS*: INDICATOR OF DOMESTIC REINDEER?**

Loginova O.A.

The reindeer (*Rangifer tarandus*) currently exists in two forms: wild and domesticated. Domestication led to the development of a domestication syndrome, which manifests itself in a change in the genotype, morphology, physiology and behavior of reindeer. In this regard, it was suggested that the susceptibility to helminths and the composition of the helminth fauna in wild and domestic deer should be different. Therefore, the potential identification of the marker helminth seems to be very promising. For example, in North America, when studying caribou, nematodes of the genus *Capillaria* were found only in domestic deer (with the exception of one case). In Russia, when analyzing scatological material from reindeer, *Capillaria* eggs were found not only in domestic deer, but also in animals from the Kerzhensky

Reserve in the Nizhny Novgorod Region (a forest subspecies of the wild reindeer). Reindeer were introduced there in the 21st century from the Arkhangelsk Region (from the wild) and the Center for the Reproduction of Rare Animal Species (Moscow Region). In the latter, *Capillaria* eggs were also found in reindeer. However, some of the animals came to the Center from the Finnish zoo. That is, it is difficult to vouch for the purity of the material. On the other hand, *Capillaria* worms are more specific for young animals, which are less often studied in wild reindeer. The issue remains open and requires further study.

УДК 632.95.025.8:591.69-99

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ЦИПЕРМЕТРИНУ КОМАРОВ *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) НА ЮГЕ РОССИИ

Лопатина Ю.В.^{1,2}, Ушакова Е.В.¹, Сычева К.А.³, Федорова М.В.³

¹ Институт дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, Научный проезд, 18, Москва, 117246 Россия

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1с12, Москва, 119991 Россия

³ ФБУН «ЦНИИ Эпидемиологии» Роспотребнадзора,
ул. Новогиреевская, 3А, Москва, 111123 Россия

Среди инвазионных видов комаров по эпидемиологическому значению выделяется азиатский тигровый комар *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) – эффективный переносчик возбудителей опасных для человека арбовирусных заболеваний: лихорадок Чикунгунья, денге и Зика. В настоящее время *Ae. albopictus*, родиной которого является Юго-Восточная Азия, значительно расширил свой ареал, образовав устойчивые самовоспроизводящиеся популяции в Африке, Европе, Австралии, Америке и в странах Ближнего Востока. Следствием этого стало увеличение нозоареалов передаваемых им инфекций. В 2011 г. *Ae. albopictus* был впервые отмечен в районе г. Сочи и признан новой биологической угрозой юга России. С учетом того, что в мире неоднократно регистрировали

резистентные к инсектицидам, в первую очередь к пиретроидам, популяции комаров *Ae. albopictus*, нами была исследована чувствительность к инсектицидам популяций, сформировавшихся в Российской Федерации. Яйца комаров были собраны в г. Краснодаре, Большом Сочи, Гурзуфе (Республика Крым) и послужили основой для лабораторных культур *Ae. albopictus*. Эксперименты проводили на втором (F2) и третьем (F3) поколениях комаров, определяя чувствительность личинок к пиретроиду циперметрину, поскольку средства на его основе наиболее часто применяют для контроля численности личинок комаров, а также к малатиону из группы фосфорорганических соединений. Токсикологические исследования на личинках проводили согласно стандартной методике ВОЗ. Кроме того, была исследована чувствительность имаго комаров (F4-F5) к циперметрину методом, предложенным CDC («Bottle bioassay»). Исследование ларвицидной активности циперметрина и малатиона в отношении *Ae. albopictus* показало, что комары сохраняют чувствительность к этим химическим соединениям. Имаго комаров также были чувствительны к циперметрину. Для эффективного контроля численности *Ae. albopictus* необходимо проводить постоянный мониторинг резистентности к инсектицидам у комаров этого вида, используя, в частности, молекулярно-генетические методы для выявления основных *kdr*-мутаций (F1534C, F1534L, V1016G и др.).

SUSCEPTIBILITY TO CYPERMETHRIN OF *AEDES (STEGOMYIA) ALBOPICTUS* (SKUSE) MOSQUITOES IN SOUTHERN RUSSIA

Lopatina Yu.V., Ushakova E.V., Sycheva K.A., Fyodorova M.V.

Studies on the susceptibility of larvae and adult mosquitoes to cypermethrin (pyrethroids) malathion (OP) by the WHO method and CDC method (Bottle bioassay) showed that there are no resistant *Aedes albopictus* populations in the studied area (Greater Sochi, Krasnodar, and Gurzuf). Continuous monitoring of the mosquito susceptibility to insecticides is important for modification of the control strategies and preventing unexpected outbreaks.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ ПО ВОСПРИИМЧИВОСТИ К ДИТИЛЕНХОЗУ

Лычагина С.В.

Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», ул. Б. Черемушкинская, 28, Москва, 117218 Россия, s.lychagina@vniigis.ru

В рамках опытов по сортоиспытанию сортов картофеля разных групп спелости по определению их восприимчивости к дитиленхозу Институт картофельного хозяйства им. Лорха предоставил клубни восьми сортов из группы раннеспелых и семь среднеспелых. Для этого сортовые образцы картофеля выращивали на искусственно зараженном фоне испытательного участка. Посадка, уход за растениями и уборка урожая проводились для всех сортов одновременно и методически одинаково. Клубневой анализ был проведен после разбора урожая по фракциям согласно ГОСТу, где мелкие клубни имеют размер менее 3 см по наибольшему, а крупные более 6 см по наименьшему диаметру клубня, остальные отнесены к средней фракции.

После разбора в каждой фракции отдельно проведен клубневой анализ. При первом анализе клубни с признаками развития дитиленхоза отбирали и проводили определение наличия живых нематод *Ditylenchus destructor* и их подсчет в очагах обнаружения. В раннеспелых сортах все восемь сортов в той или иной степени были поражены дитиленхозом. Клубни с подтвержденным наличием фитопаразита изымали из партии образца. Остальные откладывали на хранение и затем по прошествии трех месяцев повторно анализировали.

Идея заключалась в выявлении скрытых очагов развития дитиленхоза в клубнях, которые при первом осмотре можно было не разглядеть. В результате повторного анализа мы получили данные: в группе раннеспелых сортов картофеля из восьми в трех были

обнаружены клубни с дитиленхозом – это Гулливер, Калужский, Удача. Для других пяти сортов первой переборки хватило и клубни сохранили целостность. В группе среднеспелых два сорта, Вымпел и Пламя, до и после хранения не проявили признаков заражения. Сортам Сигнал, Утро и Накра хватило первой переборки для удаления пораженных клубней из образцов. В сортообразцах Надежда и Прайм обнаруживали пораженные клубни при каждом осмотре.

RESULTS OF VARIETY TESTING OF POTATOES OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS ACCORDING TO SUSCEPTIBILITY TO DITYLENCHIASIS

Lychagina S.V.

When varietal testing of potatoes of different ripeness groups to determine their susceptibility to ditylenchiasis, data were obtained on a greater tendency to infect early-ripening varieties over medium-ripened ones. As a result of repeated harvesting after storage in 5 varieties of different ripeness groups out of 15 tested, tubers with *Ditylenchus destructor* were repeatedly detected.

УДК 615.284

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ АРТЕМИЗИНИНА НА ТРЕМАТОДУ *OPISTHORCHIS FELINEUS*: ИССЛЕДОВАНИЕ *IN VITRO* И *IN VIVO*

Львова М.Н.¹, Цыганов М.А.^{1,2}, Минькова Г.А.¹, Пономарев Д.В.¹

¹ Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. Лаврентьева, 6, Новосибирск, 630090 Россия, lvovamaria@bionet.nsc.ru

² Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090 Россия

Препаратом выбора для лечения описторхоза, вызванного трематодой *Opisthorchis felineus*, является празиквантел. Он входит в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарств, однако обладает рядом недостатков. Длительное течение описторхоза, приводящее к развитию тяжелых осложнений печени, а также частые реинвазии

и невозможность многократного использования празиквантела способствуют постоянному поиску новых антигельминтных препаратов, эффективных при описторхозе. Показаны положительные результаты использования производных артемизинина против близкородственных представителей семейства Opisthorchiidae (*O. viverrini*, *Clonorchis sinensis*). Действие этих веществ на *O. felineus* не исследовано. Поэтому проведен сравнительный анализ антигельминтных свойств производных артемизинина – артесуната, артеметера, дигидроартемизинина с празиквантелом. Эксперименты *in vitro* проводили на эксцистированных метацеркариях и взрослых особях гельминтов. В обоих случаях показана время- и дозозависимая эффективность производных артемизинина. Наиболее выраженное антигельминтное действие оказывал дигидроартемизинин, у которого значения IC50 = 1,9 мкг/мл (метацеркарии) и IC50 = 2,02 мкг/мл (взрослые гельминты), у празиквантела – 0,56 и 0,25 мкг/мл, соответственно. В условиях *in vivo* через месяц после однократного введения артесуната или артеметера в дозе 150 мг/кг или 300 мг/кг зараженным хомячкам установлено дозозависимое снижение числа гельминтов: для артесуната – на 58,75% и 83,75%, соответственно; для артеметера – на 58,5% и 81,5%, соответственно. При этом следует подчеркнуть, что в группе животных, получивших 300 мг/кг артесуната, у половины особей произошла полная элиминация гельминтов. Таким образом, впервые показано, что производные артемизинина (артесунат, артеметер, дигидроартемизинин) обладают хорошей антигельминтной эффективностью в отношении трематод *O. felineus*, причем эффективность этих веществ сопоставима (а иногда и лучше) с эффективностью празиквантела.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ и правительства Новосибирской области (грант № 23-25-10093).

IN VITRO AND IN VIVO STUDY OF THE EFFICACY OF ARTEMISININ DERIVATIVES AGAINST OPISTHORCHIS FELINEUS (TREMATODA)

Lvova M.N., Tsyganov M.A., Minkova G.A., Ponomarev D.V.

Praziquantel is the drug of choice for the treatment of opisthorchiasis, but it is not 100 % effective and has number of side

effects. In recent years, studies are being carried out on the activity of antimalarial drugs, artemisinin derivatives, against trematodes. Artemisinin derivatives have been shown to be effective against closely related members of the Opisthorchiidae family. The effect of these substances on *O. felineus* has not been studied. For the first time *in vitro* and *in vivo* studies, it has been shown that artemisinin derivatives (artesunate, artemether, dihydroartemisinin) have good anthelmintic efficacy against the trematodes *O. felineus*, and the action of these substances is comparable with (and sometimes better than) the effect of praziquantel.

УДК 593.195:577.29:632.78

НОВЫЙ ИЗОЛЯТ МИКРОСПОРИДИИ *NOSEMA SP.* ИЗ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ *HELICOVERPA ARMIGERA*

**Малыш С.М., Киреева Д.С., Грушевая И.В., Уткузова А.М.,
Игнатъева А.Н., Конончук А.Г., Токарев Ю.С.**

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ии. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, malyshsvetlana@gmail.com

Микроспоридии – паразитические протисты, имеющие общее происхождение с грибами. Многие виды микроспоридий высоко патогенны для членистоногих и существенно влияют на численность их популяций, активно размножаясь и вызывая острые и хронические заболевания. Среди микроспоридий известно несколько родов, представители которых способны регулировать численность чешуекрылых насекомых. К ним относится группа из рода *Nosema*, с основным представителем *Nosema bombycis* из тутового шелкопряда *Bombyx mori*.

В 2019 г. в Краснодарском крае впервые была обнаружена микроспоридия в популяции хлопковой совки *Helicoverpa armigera*, а в 2022 г. изолят этой микроспоридии выделен повторно. Данный изолят показал высокий уровень соответствия последовательностей фрагментов генов малой субъединицы

рРНК и РНК-полимеразы, предполагающий идентичность или очень близкое родство с типовым видом рода *Nosema*, а именно *N. bombycis*. Для сравнения биологических свойств нового изолята с типовым видом рода проведены параллельные тесты по заражению спорами этих двух микроспоридий представителей четырех таксонов чешуекрылых: Bombycoidea, Crambidae, Noctuidae, Plutellidae. Несмотря на сходство круга восприимчивых хозяев, также отмечены и существенные различия, позволяющие предположить принадлежность этих двух изолятов разным видам микроспоридий.

Выполнено при поддержке РФФ, проект № 22-76-00032, <https://rscf.ru/project/22-76-00032/>.

A NEW ISOLATE OF MICROSPORIDIUM NOSEMA SP. FROM THE COTTON BOLLWORM *HELICOVERPA ARMIGERA*

**Malysh S.M., Kireeva D.S., Grushevaya I.V., Utkuzova A.M.,
Ignatieva A.N., Kononchuk A.G., Tokarev Y.S.**

Microsporidia are parasitic protists that share a common origin with fungi. Many species of microsporidia are highly pathogenic for arthropods and significantly affect the size of their populations. Among microsporidia, several genera are known, representatives of which are able to regulate the number of Lepidoptera insects. These include a group from the genus *Nosema*, with the main representative *Nosema bombycis* from the silkworm *Bombyx mori*.

In Krasnodar Area in 2019, a microsporidium was detected for the first time in a population of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera*, and a new isolate was found in 2022.

This isolate showed a high level of sequence similarity of the gene fragments coding for small subunit rRNA and RNA polymerase, suggesting its identity or very close relationship with the type species of the genus *Nosema*, namely *N. bombycis*. To compare the biological properties of the new isolate with the type species of the genus, parallel tests were carried out on infection with spores of these two microsporidia of representatives of four Lepidoptera

taxa: Bombycoidea, Crambidae, Noctuidae, Plutellidae. Despite the similarity of the range of susceptible hosts, significant differences were also noted, suggesting that these two isolates belong to different microsporidia species.

Done with the support of the Russian Science Foundation No. 22-76-00032, <https://rscf.ru/project/22-76-00032/>.

УДК 579.881.17:577.29:595.2:595.422

***WOLBACHIA* СУПЕРГРУППЫ *W*, ОБНАРУЖЕННАЯ В *NEOSEIULUS AGRESTIS* (ACARI: MESOSTIGMATA)**

**Малыш Ю.М., Малыш С.М., Трапезникова О.В., Белякова Н.А.,
Токарев Ю.С.**

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, ymalysh@vizr.spb.ru

Бактерии рода *Wolbachia* (*W*) являются широко распространенными эндоцитобионтами членистоногих и вносят существенный вклад в популяционную биологию хозяев, поскольку регулируют репродуктивные процессы и прямо или косвенно влияют на жизнеспособность и плодовитость хозяина. В связи с этим большой интерес представляют сведения о распространении *W* в культурах хищных клещей, используемых в биозащите растений.

Данные о распространении внутриклеточных бактерий у фитосеидных клещей (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae: Amblyseiinae) немногочисленны. Наша работа заполняет пробел в исследованиях эндосимбионтов в этой группе беспозвоночных и предоставляет информацию о заражении *W* однополых культур клещей *Neoseiulus agrestis* (Acari: Mesostigmata), ведущих происхождение от особей, собранных в природе в Алтайском крае, тогда как двуполые культуры *N. neoagrestis*, происходящие из Краснодарского края, не заражены *W*. Это первое сообщение о *W* у *N. agrestis*. Процент зараженности лабораторной культуры *N. agrestis* составил 36,7%. Анализ последовательностей генов, используемых для мультилокусного

генотипирования (*wsp*, *coxA*, *gatB*, *fbpA*, *ftsZ* и *hcpA*), показал, что изоляты *W* из *N. agrestis* относятся к супергруппе В и родственны бактериальным эндосимбионтам различных семейств чешуекрылых (Lycaenidae, Geometridae, Notodontidae, Nymphalidae, Drepanidae) и двукрылых (Syrphidae).

Выполнено при поддержке РФФ, № 20-66-47010.

**WOLBACHIA SUPERGROUP B FOUND
IN NEOSEIULUS AGRESTIS
(ACARI: MESOSTIGMATA)**

**Malysh Y.M., Malysh S.M., Trapeznikova O.V., Belyakova N.A.,
Tokarev Y.S.**

Bacteria of the *Wolbachia* (*W*) genus are widespread endocytobionts of arthropods and contribute to population biology of the hosts, as they regulate reproductive processes and influence host vitality and fertility in direct or indirect ways. The knowledge of *W* distribution in cultures of predatory mites used in plant bioprotection are of great interest.

Data on the prevalence of intracellular bacteria in phytoseiid mites (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae: Amblyseiinae) are scarce. Our work fills the gap in studies of endosymbionts in this group of invertebrates. The information is provided on *W* infection of unisexual cultures of mites *Neoseiulus agrestis* (Acari: Mesostigmata) originating from in Altai Area, while bisexual cultures of *N. neoagrestis* from Krasnodar Area are not infected with *W*. This is the first report of *W* in *N. agrestis*. The infection rate of the laboratory culture of *N. agrestis* was 36.7%. Sequence analysis of genes used for multilocus genotyping (*wsp*, *coxA*, *gatB*, *fbpA*, *ftsZ*, and *hcpA*) showed that *W* isolates from *N. agrestis* represent supergroup B and are related to bacterial endosymbionts of various Lepidoptera (Lycaenidae, Geometridae, Notodontidae, Nymphalidae, Drepanidae) and Diptera (Syrphidae) families.

Done with the support of the Russian Science Foundation No. 20-66-47010.

ФОРМИРОВАНИЕ ОЧАГОВ ПАРАЗИТАРНЫХ ЗООНОЗОВ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Мальшева Н.С., Елизаров А.С.

*Курский государственный университет, ул. Радищева, 33, Курск,
305000 Россия, malisheva64@mail.ru*

Паразитарные зоонозы – заболевания, которые в естественных условиях циркулируют между различными видами позвоночных животных и человеком. Восприимчивость человека к большому числу различных инвазионных агентов отличается, зависит от различных факторов и видовой специфичности паразитов. Большинство паразитов, особенно гельминты, отличаются экологической пластичностью.

В передаче паразитарных зоонозов людям важную роль играют пищевые аспекты, когда риск заражения возрастает при употреблении небезопасных по паразитологическим показателям продуктов. К этой группе относятся зоонозы семейства *Opisthorchidae*.

В современных условиях паразитарные зоонозы являются сложной биологической, ветеринарной и медицинской проблемой, решение которой требует комплексного и междисциплинарного подхода с использованием информационных технологий. В этом направлении в научно-исследовательском институте паразитологии Курского государственного университета с 2012 г. проводятся исследования и накоплен определенный опыт.

В настоящее время на территории Курской области под влиянием хозяйственной деятельности человека во многих местах экосистемы претерпели серьезные изменения. Сооружение Курчатовской атомной электростанции сопровождалось изменением русла реки Сейм и формированием пруда-охладителя (Курчатовское море). В период с 2012 по 2023 г. на территории Курской области были обследованы участки русла реки Сейм. В русле реки были проведены поиски биотопов моллюсков, относящихся к семейству *Opisthorchidae*, – первых промежуточных хозяев трематод, передающихся через рыбу. Из 24 обследованных участков в бассейне реки Сейм в 17 были найдены моллюски из семейства *Bithyniidae*. В биотопах была

установлена их плотность от 5 до 12 на м². Исследовали 800 моллюсков и 1580 экз. рыб шести видов из семейства карповых в возрасте от сеголеток до двух лет. Личинки возбудителя *O. felineus* выявлены у годовиков красноперки и густеры, у годовиков и сеголеток уклей в Октябрьском, Курчатовском, Льговском, Рыльском, Кореневском, Глушковском районах. Зараженность рыб описторхисами варьировалась от 5,0 до 16,2%. Число паразитов в одной рыбе – от 2 до 19 экз. Исследования показали, что процесс накопления гельминтов у карповых видов рыб возрастает с возрастом. Основным переносчиком цист *O. felineus* в бассейне реки Сейм является укляя, которая является самым многочисленным видом в обследованных участках водоема. Таким образом, в условиях Курской области существуют условия для формирования очагов паразитарных зоонозов.

FORMATION OF FOCI OF PARASITIC ZOOSES IN THE CONDITIONS OF THE KURSK REGION

Malysheva N.S., Elizarov A.S.

In modern conditions, parasitic zoonoses are a complex biological, veterinary and medical problem, the solution of which requires an integrated and interdisciplinary approach using modern information technologies. The study of the peculiarities of the formation of foci of parasitic zoonoses in the conditions of the Kursk region is relevant to ensure biological safety according to parasitological indicators.

УДК 595.122

ВЗГЛЯД НА ПАРАЗИТИЗМ С ПОЗИЦИИ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ

Манафов А.А.

*Институт зоологии Министерства науки и образования
Азербайджанской Республики, Проезд 1128, квартал 504, Баку,
Азербайджан, asif_abbasglu@mail.ru*

Понятиями паразит и паразитизм охватывается широкий круг вопросов, никак не поддающихся однозначной трактовке

и не укладывающихся в рамки традиционных систем и определений. Причина этого феномена, по-видимому, таится в самом подходе к процессам появления новых форм взаимоотношений. Паразиты рождались и рождаются вследствие становления новых форм взаимоотношений. Очевидно, что в рамках существующих парадигм невозможно дотянуться до истинной сущности паразитизма и его разнообразных форм, выяснить причины их возникновения, а также роль и значение этого феноменального явления в свете единой естественной системы энергетических и информационных взаимоотношений.

Общеизвестно, что со времен Лейкарта в каждом из предложенных определений паразитизма подчеркивается *«обитание паразита на (в) теле хозяина и питание за его счет»*. Дальше это общепринятое положение дополняется теми особенностями паразитизма, на которые обратил внимание автор каждого последующего определения. С накоплением все новых и новых данных значительно расширились представления о паразитизме, о его промежуточных и переходных формах, о числе видов, не уступающем количеству так называемых свободноживущих организмов.

Очевидно, что классифицирование паразитизма лишь на основе внешних проявлений взаимоотношений, без учета более значимых энергетических и информационных связей как между членами отдельных систем, так и между системами различных уровней, не может претендовать на совершенство. Поэтому динамические процессы известных паразитических и близкородственных форм взаимоотношений просто не имеют достоверного объяснения в рамках статических теорий и определений. В этой связи с увеличением и накоплением все новых и новых данных, не укладывающихся в традиционные рамки, взгляды насчет сущности паразитизма сильно изменились, фактически раскрывая субъективность абсолютного большинства его определений. В этом отношении следует отдать должное и некоторым нетрадиционным определениям: *«Паразитизм есть понятие не систематическое и не физиологическое, а чисто экологическое»*; *«Паразиты являются такой же экологической группой организмов, как, например, наземные или водные организмы»*; *«Комменсализм, паразитизм и симбиоз – категории (представления) нашего разума, они не делимы в природе»*;

«Важны не формы, в которых проявился паразитизм, а сущность этого общебиологического явления» и многое другое.

Однако эти и подобные взгляды до сих пор не получили должного внимания. По инерции паразитизм рассматривается как один из видов сожительства между организмами, что было замечено еще В.А. Догелем. Подчеркивая неопределенность формулировки паразитизма, Догель предлагал расширить его определение, чтобы охватить все необычайное разнообразие паразитических форм организмов. Развивая эту идею, он добавлял: *«Отдельные случаи паразитизма могут иметь, как мы видим далее, весьма различное происхождение, но под всей совокупностью путей, ведущих к паразитизму, лежит одна общая база, а именно: тенденция наилучшего и наиболее полного и экономного использования пространства и пищевых ресурсов окружающей природы со стороны бесчисленного множества живых существ, ее населяющих»*.

Несомненно, что совершенство взаимоотношений между членами различных систем обеспечивается динамическими законами Природы, нацеленными на достижение совершенной формы Бытия. В связи с этим предложение В.А. Догеля насчет расширения определения паразитизма является именно той отправной точкой паразитологии, где системы рассматриваются как естественные сообщества со сверхразумным началом всех процессов, в том числе распределения функций и обязанностей. По-видимому, главной причиной гениальности и долголетия ставшего классическим определения В.А. Догеля является именно эта тонко подчеркнутая истина – *«существование разумного начала во взаимоотношениях систем»*. Современник Догеля, лауреат Нобелевской премии 1963 г. Ю. Вигнер, видимо, не случайно подчеркивал *«невозможность дачи удовлетворительного объяснения атомным явлениям без ссылки на сознание»*, т. е. без признания разумной основы во взаимоотношениях нельзя вникнуть в суть природных систем, событий и процессов.

Если считать, что все естественные формы взаимоотношений в зародыше своем позитивны и являются исключительно совершенными образами энергетического (и информационного) обмена между системами и их компонентами, то автоматически исключается

фактор существования порочности в основе естественных форм взаимоотношений. Таким образом, исходя из материальности человеческих мыслей, можно заключить, что, по-видимому, реальные паразитические формы взаимоотношений как экологическое явление насаждены в Природу человеческим разумом. Сформированная последним программа паразитизма, набирая силы в Причине и зеркально отражаясь в физическом плане в лице паразитов, служит необходимой базой Человеку для коррекции и гармонизации своих взаимоотношений со всем остальным Миром.

VIEW ON PARASITISM FROM A STANDPOINT OF CAUSE-AND-EFFECT RELATIONSHIPS

Manafov A.A.

The article discusses a wide range of issues that are covered by the concepts of parasite and parasitism, and pays attention to the concepts of the appearance, existence and development of this ecological phenomenon. The theory of cause-and-effect relationships in parasitic communities arising from direct or indirect intervention of the human factor is put forward.

УДК 578.84

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НОВОГО ШТАММА ВИРУСА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО ПОЛИЭДРОЗА СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА DsCPV-1

Мартемьянов В.В.¹, Павлушин С.В.¹, Аханаев Ю.Б.¹, Харламова Д.Д.¹, Субботина А.О.^{1,2}, Якимова М.Е.^{1,2}, Белоусова И.А.¹

¹ *Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия, martemyanov79@yahoo.com*

² *Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090 Россия*

Вирусы цитоплазматического полиэдроза (ВЦП), или циповирусы, – это род РНК содержащих вирусов семейства Reoviridae, которые поражают исключительно представителей насекомых,

вызывая патологические изменения у хозяина, которые зачастую наблюдаются в виде хроники, но в ряде случаев приводят к летальному исходу. Открытый нами недавно штамм ВЦП сибирского шелкопряда (описан впервые для данного хозяина) относится к последним и представляет существенный интерес для контроля численности чешуекрылых филлофагов. Он демонстрирует высокую вирулентность к целевым видам, хорошую продуктивность, хорошее сочетание с синергистическими адъювантами и гибкий потенциал для массового производства. Полевые испытания на некоторых видах чешуекрылых также показали высокую эффективность вируса при его применении в открытом грунте. Мы более детально изучили развитие вируса в альтернативных хозяевах (репликация вируса, его морфология), которые удобны для массового производства. Таким образом, штамм ВЦП сибирского шелкопряда обсуждается в контексте перспектив его применения для контроля численности массовых видов чешуекрылых филлофагов.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-66-10015.

BIOLOGICAL FEATURES OF NEW CYPOVIRUS STRAIN DsCPV-1 ISOLATED FROM SIBERIAN MOTH

Martemyanov V.V., Pavlushin S.V., Akhanaev Yu.B., Kharlamova D.D., Subbotina A.O., Yakimova M.E., Belousova I.A.

Cytoplasmic polyhedrosis viruses (CPVs) or cypoviruses are a genus of RNA-containing viruses of the Reoviridae family that infect only insects, causing pathological changes in the host, which are often observed in the form of a hornic, but in some cases lead to death. The recently discovered strain of CPV isolated from the siberian silkworm (described for the first time for this host) belongs to the latter case and is of significant interest for the control of the number of Lepidoptera folivores. It shows high virulence to target species, high productivity, good combination with synergistic adjuvants and flexible potential for mass production. Field bioassays on some Lepidoptera species have also shown the virus to be highly

effective when applied in field. We studied in more detail the development of the virus in alternative hosts (virus replication, its morphology), which are convenient for mass production. Thus, the strain of the Siberian silkworm TCP is discussed in the context of the prospects for its use to control outbreaking species of Lepidoptera herbivores.

The study was supported by RSF grant No. 23-66-10015.

УДК 575.113, 591.69-932, 591.69-99

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕНОМА ПЕЧЕНОЧНОГО СОСАЛЬЩИКА *OPISTHORCHIS FELINEUS* (RIVOLTA, 1884)

Маслов Д.Е.¹, Ершов Н.И.², Пахарукова М.Ю.^{1,2}, Мордвинов В.А.²

¹ Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2,
Новосибирск, 630090 Россия, bochlit2@gmail.com

² Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10,
Новосибирск, 630090 Россия

Opisthorchis felineus – представитель эпидемиологически значимых плоских паразитических червей семейства Opisthorchiidae, является одним из возбудителей описторхоза человека. При описторхозе происходит поражение печени, желчного пузыря и желчных протоков. Хроническое воздействие описторхов на окружающие их ткани гепатобилиарной системы приводит к развитию серьезных вторичных заболеваний, таких как холангит и холецистит. Кроме того, инфекция описторхидами признается одним из факторов риска развития холангиокарциномы.

Подавляющее большинство геномных сборок плоских червей, включая недавно опубликованную черновую геномную сборку *O. felineus*, основано на секвенировании коротких прочтений и по этой причине часто являются высокофрагментированными. Фрагментированность геномной сборки существенно ограничивает возможности анализа геномной организации и осложняет аннотации генного репертуара организма.

За счет использования данных секвенирования длинных прочтений, а также информации о пространственной локализации геномных локусов, полученной методом Hi-C, нам удалось в значительной степени разрешить проблему фрагментированности и получить высококонтинуальную геномную сборку, включающую в себя семь групп сцепления, соответствующих гаплоидному кариотипу *O. felineus*. Высокая континуальность сборки позволила нам идентифицировать паттерны Рабль-подобной конфигурации хромосом, а также впервые для плоских червей описать домены хроматина. На основе улучшенной геномной аннотации мы провели сравнительный геномный анализ для основных эпидемиологически значимых трематод, идентифицировав группы таксон-специфичных ортологов и коровые метаболические модули для класса Trematoda.

Полученная в результате нашей работы высококачественная геномная сборка представляет прочную платформу для дальнейших фундаментальных и прикладных исследований и позволит более качественно приоритизировать мишени для терапии и гипотезы для молекулярных исследований.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PECULIARITIES OF THE GENOME OF THE LIVER FLUKE *OPISTHORCHIS FELINEUS* (RIVOLTA, 1884)

Maslov D.E., Ershov N.I., Pakharukova M.Y., Mordvinov V.A.

We assembled the first chromosome-level genome assembly for the liver fluke *Opisthorchis felineus* employing long-read sequencing and Hi-C data. The new assembly has 7 linkage groups, which reproduce the haploid karyotype of the parasite, and is characterized by high level of completeness. Based on the new assembly we were able to describe some features of *O. felineus* chromatin organization such as Rabl-like chromosome organization and chromatin domains. An in-depth comparative genomic analysis conducted for major epidemiologically significant flukes allowed us to identify groups of taxon-specific orthologues and core metabolic modules for the Trematoda class. The high-quality reference genome of *O. felineus* provides a solid platform for further fundamental and applied molecular studies.

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПАРАЗИТО-ХОЗЯИННОЙ
СИСТЕМЕ МЕТАЦЕРКАРИИ *DIPLOSTOMUM* SP.
И МИНОГИ *LAMPETRA FLUVIATILIS***

**Матач Д.А.¹, Миролюбов А.А.², Лянгузова А.Д.^{1,2}, Полякова Н.В.³,
Арбузова Н.А.^{1,2}, Крупенко Д.Ю.¹**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, st086289@student.spbu.ru

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

³ Институт проблем эволюции и экологии им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия

Метацеркарии нескольких видов *Diplostomum* (Digenea) способны изменять поведение своих промежуточных хозяев – рыб. Предпосылкой к манипуляции могла стать локализация паразита в мозгу и глазном яблоке. Метацеркарии *Diplostomum* sp. также встречаются в желудочковой системе мозга миноги *Lampetra fluviatilis*. Влияние заражения на поведение миноги не исследовалось. В нашей работе мы впервые охарактеризовали взаимодействие между метацеркариями *Diplostomum* sp. и нервной системой *L. fluviatilis* на морфологическом уровне.

Мы изучили распределение паразита в нервной системе с помощью вскрытия и компьютерной микротомографии мозга личинок миноги. Большинство метацеркарий расположено в желудочке среднего мозга и IV желудочке. Дисперсионный анализ показал преимущественную локализацию метацеркарий в IV желудочке. Кроме того, была изучена ультраструктура тканей паразита и хозяина. Пластинка тегумента метацеркарии заполнена везикулами трех типов. Сходное строение наблюдается у других представителей *Diplostomum*, локализованных в нервной системе и хрусталике глаза рыб. Изучение тканей мозга хозяина показало незначительное повреждение эпендимы, повреждений нервной ткани обнаружено не было.

Результаты работы не решают вопрос наличия манипуляции в данной паразито-хозяинной системе. С одной стороны, сосредоточение метацеркарий в IV желудочке может указывать на специфическое воздействие паразита на нервные центры продолговатого мозга, чему может способствовать секреторная активность тегумента. С другой стороны, неравномерность распределения метацеркарий может быть следствием большего объема IV желудочка, а ультраструктура тегумента сходна у метацеркарий с разной локализацией. Кроме того, повреждений именно нервной ткани мы не обнаружили. Возможно, расположение в желудочковой системе связано с избеганием иммунного ответа хозяина. Окончательно решить этот вопрос могут дальнейшие поведенческие и иммуногистохимические исследования.

MORPHOLOGICAL ASPECTS OF PARASITE-HOST INTERACTION BETWEEN *DIPLOSTOMUM* SP. METACERCARIA AND LAMPREY *LAMPETRA FLUVIATILIS*

Matach D., Miroljubov A., Lianguzova A., Polyakova N., Arbuzova N., Krupenko D.

Diplostomum sp. metacercaria, known for altering fish behaviour, infect *L. fluviatilis* brain ventricles. Here, we describe parasite ventricle preference, as well as high tegument secretory activity. The results partially support the host manipulation hypothesis, but don't rule out immune response avoidance as a reason for intraventricular localisation.

УДК 595.122

ФАУНА БЛОХ (INSECTA, SIPHONAPTERA) СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ И ФЕННОСКАНДИИ

Медведев С.Г.

Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, smedvedev@zin.ru

Согласно имеющимся сводкам, фауна Северо-Запада европейской части России и Фенноскандии представлена 80 видами и 9 подвидами,

принадлежащими к 31 роду из 6 семейств (Ващенко, 1996; Brinck-Lindroth, Smit, 2007; Медведев, 2013). Из них 31 вид (7 подвидов) из 10 родов принадлежит к сем. Ceratophyllidae. Представители этого семейства преимущественно имеют голарктические (9 видов) и транспалеарктические (12) типы ареалов. Сем. Hystrichopsyllidae представлено 17 видами из 8 родов, из которых 11 имеют западнопалеарктический тип ареала. Паразиты летучих мышей сем. Ischnopsyllidae представлены 13 видами и 2 подвидами преимущественно с транспалеарктическими (6 видов) и западнопалеарктическими (5 видов) типами ареалов, паразиты грызунов сем. Leptopsyllidae – 7 видами и 2 подвидами с разнообразными ареалами 5 типов. Из 80 видов 48 являются монотипическими, т. е. подвидовые формы у них не выделялись, а 32 вида – политипическими. Среди фоновых видов грызунов рыжая полевка является хозяином блох *Peromyscopsylla bidentata bidentata* (Kolenati, 1863) и *Amalaraeus penicilliger*, серые полевки – *Megabothris (M.) walkeri* (Rothschild, 1902), мыши рода *Apodemus* – *Stenophthalmus agyrtes*. Блохи *Stenophthalmus (Euctenophthalmus) u. uncinatus* (Wagner, 1898) и *Megabothris (Gebiella) turbidus* (Rothschild, 1909) одинаково часто встречаются на мышах и полевках. На насекомоядных наиболее часто паразитируют *Doratopsylla d. dasyncema* (Rothschild, 1897), *Palaeopsylla soricis* и *C. (C.) bisoctodentatus bisoctodentatus* Kolenati, 1863.

FLEA FAUNA (INSECTA, SIPHONAPTERA) OF NORTHWEST RUSSIA AND FENNOSCANDIA

Medvedev S.G.

The flea fauna of Northwest Russia and Fennoscandia is made up of 80 species and 9 subspecies belonging to 31 genera of 6 families. In the checklist, 31 species of 10 genera belong to the family Ceratophyllidae. Members of this family are mainly of the Holarctic (9 species) and Transpalearctic (12) distributional types. The family Hystrichopsyllidae is represented by 17 species of 8 genera, including 11 species with a Western Palearctic chorotype. The bat-parasitic family Ischnopsyllidae is represented by 13 species and 2 subspecies, predominantly of Transpalearctic (6 species) and Western Palearctic (5 species) distributional types. The

rodent-parasitic family Leptopsyllidae has 7 species and 2 subspecies with diverse distributions of 5 types. Among the flea species, 48 are monotypic, i. e. not differentiated into subspecies or smaller taxa, and 32 are polytypic. The former group includes rodent-parasitic fleas of the genus *Megabothris* and the bird-parasitic genus *Ceratophyllus* (fam. Ceratophyllidae), as well as most species in the family Ischnopsyllidae – parasites of bats. The latter group comprises *Amalaraeus penicilliger mustelae* (Dale, 1878), *A. penicilliger pedias* (Roths., 1911), *Ceratophyllus (C.) styx freyi* Nordberg, 1935, *C. (C.) vagabundus insularis* Rothschild, 1906, *Ctenophthalmus (C.) agyrtes fennicus* Peus, 1950, *C. (C.) agyrtes kleinschmidtianus* Peus, 1950, *Ischnopsyllus (I.) simplex mysticus* Jordan, 1942, *Palaeopsylla (P.) soricis rosickyi* Smit, 1960, and *P. (P.) soricis starki* Wagner, 1930. Speaking of common rodent species, the bank vole is a host for the fleas *Peromyscopsylla bidentata bidentata* (Kolenati, 1863) and *Amalaraeus penicilliger*, voles of the genus *Microtus* for *Megabothris (M.) walkeri* (Rothschild, 1902), mice of the genus *Apodemus* for *Ctenophthalmus agyrtes*. The flea species *Ctenophthalmus (Euctenophthalmus) u. uncinatus* (Wagner), 1898 and *Megabothris (Gebiella) turbidus* (Rothschild, 1909) are equally frequent on both mice and voles. The most frequent parasites of insectivores are *Doratopsylla d. dasyncema* (Rothschild, 1897), *Palaeopsylla soricis*, and *C. (C.) bisoctodentatus bisoctodentatus* Kolenati, 1863.

УДК 595.122

ПИТАНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РАССЕЛИТЕЛЬНЫМИ СТАДИЯМИ ТРЕМАТОД: ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ПАРАЗИТОВ, ХОЗЯЕВ И КОНСУМЕНТОВ

Миронова Е.И., Гопко М.В.

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, katya_mironova@mail.ru*

Расселительные стадии паразитов (например, церкарии трематод) могут составлять существенную часть биомассы в водных экосистемах и служить пищей для различных животных,

не являющихся их хозяевами (Шигин, 1981; Kuris et al., 2008). Предполагается, что питание паразитами может ограничивать передачу инфекции в водоеме и влиять на трофические сети (Thieltges et al., 2008; Sato et al., 2011). Однако экспериментальных данных, подтверждающих эти гипотезы, до сих пор мало.

Наши эксперименты показали, что моллюски-фильтраторы и зоопланктон способны уничтожать церкарии трематоды *Diplostomum pseudopathaceum*, распространенного паразита пресноводных рыб. В них впервые оценена выживаемость и темпы размножения зоопланктона при питании церкариями и показано положительное влияние такой диеты на копепод и отрицательное – на кладоцер и коловраток. Также оказалось, что копеподы активно потребляют церкарии *D. pseudopathaceum* даже при наличии подходящего альтернативного корма (инфузорий *Paramecium caudatum*). Таким образом, питание зоопланктона церкариями включает расселительные стадии паразитов в пищевые сети и может влиять на структуру водных сообществ, способствуя размножению одних групп зоопланктона и увеличивая смертность других.

Помимо этого, мы впервые экспериментально показали, что моллюски (беззубки) существенно снижают интенсивность заражения микижи церкариями трематоды *D. pseudopathaceum* и, вероятно, способны ограничивать передачу паразитов в водоеме.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 23-24-00418.

CONSUMPTION OF TREMATODE FREE-LIVING STAGES BY AQUATIC INVERTEBRATES: CONSEQUENCES FOR PARASITES, HOSTS, AND CONSUMERS

Mironova E.I., Gopko M.V.

Free-living stages of parasites are abundant in aquatic ecosystems and could be consumed by various aquatic organisms. Although feeding on parasites can hamper parasite transmission and influence aquatic food webs, experimental evidence of it is still scarce.

Our experiments showed that bivalves and zooplankton eliminated the cercariae of *Diplostomum pseudopathaceum*, a common trematode of freshwater fishes. In other experiment, the effect of cercariae diet on

the fitness of consumers was tested for the first time. The cercariae diet benefited the reproduction of copepods but increased the mortality of cladocerans and large rotifers. Copepods preferred to consume cercariae even when the suitable alternative prey (ciliates *Paramecium caudatum*) was available and ingested cercariae at high rates. Therefore, feeding on cercariae can potentially incorporate parasite production in aquatic food webs and alter the species and size structure of planktonic communities.

We also tested if eliminators of cercariae can control the infection success and showed that the presence of freshwater mussels *Anodonta anatina* reduced the infection intensities in rainbow trout exposed to cercariae of *D. pseudospathaceum*. These results support the idea that filter-feeders may hamper parasite transmission in natural ecosystems.

The study was supported by RSF (grant No. 23-24-00418).

УДК 595.122

ПЕРЕДАЧА ПАЗАРИТОВ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И РОЛЬ МОЛЛЮСКОВ- ФИЛЬТРАТОРОВ В СДЕРЖИВАНИИ ИНФЕКЦИИ

Миронова Е.И., Гопко М.В.

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, katty_mironova@mail.ru*

Предполагается, что с повышением температуры в ходе климатического сдвига роль паразитов в экосистемах изменится (Marcogliese, 2016). С одной стороны, может вырасти активность инфективных стадий паразитов и пойкилотермных хозяев, что увеличит риск заражения паразитами. С другой стороны, при потеплении растёт и скорость уничтожения паразитов организмами-фильтраторами.

Чтобы понять, может ли уничтожение церкарий двустворчатыми моллюсками компенсировать возрастание риска заражения хозяина в условиях повышения температуры, мы экспериментально протестировали, как температура, поведение рыбы и присутствие моллюсков (*Anodonta anatina*) в среде влияют на успех заражения микижи трематодой *Diplostomum pseudospathaceum*.

Как и ожидалось, интенсивность заражения рыб трематодами повышалась с ростом температуры воды и падала в присутствии моллюсков. Однако в исследованном температурном диапазоне (15–23 °C) влияние моллюсков было постоянным, а не увеличивалось с нагревом и не могло компенсировать повышение инфективности церкарий с температурой.

Полученные результаты ставят под сомнение предположение о том, что организмы-фильтраторы могут сдерживать распространение инфекций в условиях потепления климата (Burge et al., 2016), и, скорее, говорят в пользу того, что роль паразитов в условиях глобального потепления будет расти.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 23-24-00418.

TRANSMISSION OF PARASITES UNDER INCREASE OF WATER TEMPERATURE AND ROLE OF FILTER-FEEDERS IN MITIGATION OF INFECTION RISK

Mironova E.I., Gopko M.V.

The impact of parasites on aquatic ecosystems is suggested to increase with a moderate temperature raise. Thus, higher temperatures may increase activity of poikilothermic animals, which can result in a higher infection risk. However, they may also trigger the removal of infective stages of parasites by filter-feeding organisms, thus mitigating the disease risk.

We examined whether an enhanced parasite transmission under higher temperatures can be compensated by the increased removal of parasitic larvae by filter-feeders. Our experiments showed that heating increased while the presence of filter-feeding mussels (*Anodonta anatina*) in the environment decreased the infection success of trematode larvae (*Diplostomum pseudospathaceum* cercariae) in rainbow trout. However, the effect of mussel's presence was constant within the tested range of water temperatures (15–23 °C), which suggests that it cannot compensate for the observed increased transmission of parasites with temperature increase. In general, we showed that the elimination of trematode larvae by filter-feeders is unlikely to deter the potential effects of temperature increase on host–parasite interactions in temperate freshwater ecosystems.

The study was supported by RSF (grant No. 23-24-00418).

**УСПЕХ ИНФЕКЦИИ ПРИ МОНО-
И ПОЛИКЛОНАЛЬНОМ ЗАРАЖЕНИИ МАЛЬМЫ
ТРЕМАТОДОЙ *DIPLOSTOMUM PSEUDOSPATHACEUM***

**Миронова Е.И., Савина К.А., Сотников Д.А., Шпагина А.А.,
Спиридонов С.Э., Гопко М.В.**

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия,
katya_mironova@mail.ru*

Генетические линии паразитов различаются по ряду признаков, влияющих на успех передачи инфекции. Поскольку в природе хозяин часто заражается несколькими клонами паразита, актуален вопрос о взаимодействии между ними в организме хозяина. Данные об этом противоречивы, даже в отношении одного и того же вида паразита. Так, при смешанном заражении рыбы трематодой *Diplostomum pseudospathaceum* степень заражения хозяина может быть как ниже (Rauch et al., 2008), так и выше (Karvonen et al., 2012), чем при моноклональной инфекции, что говорит о конкуренции между клонами в первом случае и о содействии во втором.

Для изучения внутривидовых взаимодействий паразитов мы провели экспериментальное заражение мальмы *D. pseudospathaceum*, используя четыре клона паразита и их смеси. Выяснилось, что большая часть клонов не отличалась по инфективности (кроме одного, уровень заражения которым был низок). При этом для различных клонов паразита интенсивность заражения росла с массой хозяина по-разному. При поликлональном заражении успех инфекции для части смесей клонов был выше уровня, ожидаемого при моноклональном заражении, а для части – не отличался от ожидаемых величин (полученных с помощью бутстрэпа).

Наши результаты частично подтвердили гипотезу (Karvonen et al., 2012) о том, что заражение смесью клонов облегчает проникновение паразита в хозяина. Также выявлена специфичность

взаимодействия с хозяином у разных клонов паразита. Как и в предыдущих исследованиях, показана внутривидовая изменчивость черт паразита, ответственных за передачу инфекции, разнообразие межклональных взаимодействий (GxG interactions) и их важность для успеха заражения.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 23-24-00418.

**SUCCESS OF MONO- AND POLYCLONAL
INFECTIONS OF DOLLY VARDEN WITH TREMATODE
*DIPLOSTOMUM PSEUDOSPETHACEUM***

**Mironova E.I., Savina K.A., Sotnikov D.A., Shpagina A.A.,
Spiridonov S.E., Gopko M.V.**

Studies on the success of mixed genotype infections are scarce and gave the opposite results, from the evidence of competition between parasite' genetic lines (Rauch et al., 2008) to some kind of facilitation (Karvonen et al., 2012). Therefore, we infected fish (*Salvelinus malma*) with four clones of the trematode *D. pseudospethaceum* and their mixtures and estimated the infection success in each treatment. Our results showed that infectivity of most clones (3 of 4) was similar, however relationships between their infectivity and host weight differed significantly. We also found a variety of interclonal interactions. Some of them resulted in higher infection success of polyclonal mixtures, in accordance with 'facilitation hypothesis' (Karvonen et al., 2012).

The study was supported by RSF (grant No. 23-24-00418).

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ
LECANICILLIUM-ПОДОБНЫХ КОРДИЦИПИТОИДНЫХ
ГРИБОВ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ФИТОФАГОВ ОТРЯДА
НЕМИРТЕРА И ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ**

Митина Г.В., Черепанова М.А., Чоглокова А.А., Степанычева Е.А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия*

Энтомопатогенные грибы (ЭПГ) рода *Lecanicillium* (бывший комплексный вид *Verticillium lecanii*) и близкородственные виды выделяют летучие органические соединения (ЛОС), изменяющие характер поведения таких опасных фитофагов, как персиковая тля *Myzus persicae*, оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum*, западный цветочный трипс *Frankliniella occidentalis*. Спорулирующий мицелий большинства изученных штаммов вызывает репеллентные реакции, негативно влияющие на численность потомства. У ряда штаммов уровень вирулентности коррелировал с их репеллентностью. Выявлены также штаммы ЭПГ, аттрактивные для фитофагов. В отношении энтомофагов (хищных клопов ориусов *Orius laevigatus*) и акарифагов (хищных клещей *Amblyseius swirskii* и *Transeius montdorensis*) обнаружена менее выраженная активность ЛОС грибов по сравнению с фитофагами. Изучена возможность переноса спор ЭПГ хищными клопами при использовании низкопатогенных для ориусов штаммов. С помощью квадрупольного масс-спектрометра в составе основных компонентов газовой фазы над мицелием ЭПГ выявлены углекислый газ, ацетон, уксусная кислота, пентан, а также впервые для ЭПГ – диоксид серы. Влияние трех последних компонентов на фитофагов оценено в Y-образном ольфактометре, реакция фитофага зависела от концентрации изученных соединений. ЛОС изолятов *Lecanicillium*-подобных грибов проявляли также фунгистатическую активность в отношении фитопатогенных грибов – возбудителей болезней растений.

Работа поддержана Российским научным фондом и Санкт-Петербургским научным фондом (грант № 23-26-10052).

FEATURES OF THE EFFECT OF VOLATILE COMPOUNDS OF *LECANICILLIUM*-LIKE CORDICIPITOID FUNGI ON BEHAVIORAL REACTIONS AND VIABILITY OF PHYTOPHAGES OF THE ORDER HEMIPTERA AND PHYTOPATHOGENIC MICROORGANISMS

Mitina G.V., Cherepanova M.A., Chogloкова A.A., Stepanycheva E.A.

Entomopathogenic fungi of genus *Lecanicillium* and closely related species secrete volatile organic compounds (VOC) that change the behavior of the dangerous phytophages: peach aphid *Myzus persicae*, greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*, and western flower thrip *Frankliniella occidentalis*. Repellent reactions of phytophages were predominant, and there was a negatively effect on the offspring. For some strains the level of virulence correlated with their repellency. The ability of predatory bugs *Orius laevigatus* to transfer spores of *Lecanicillium* has been established. The main components of the gas phase above the fungal mycelium were carbon dioxide, acetone, acetic acid, and pentane. For the first time, sulfur dioxide was found in the composition of fungal VOCs. The fungistatic activity was detected for VOCs of 20 isolates of *Lecanicillium*-like fungi in relation to phytopathogenic fungi-pathogens of plant diseases.

The work was supported by the Russian Science Foundation and the St. Petersburg Science Foundation (grant No. 23-26-10052).

УДК 593.1, 576.8, 575.8

МЕТАГЕНОМНЫЙ И ФИЛОГЕНОМНЫЙ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ РАННЕЙ ЭВОЛЮЦИИ МИКРОСПОРИДИЙ

Насонова Е.С.

Институт цитологии РАН, Тихорецкий пр., 4, Санкт-Петербург, 194064 Россия, noseva@mail.ru

Микроспоридии (Opisthokonta: Microsporidia) – широко распространенная и богатая видами группа облигатных внутриклеточных паразитов животных и некоторых протистов, имеющая большое фундаментальное и практическое значение. Микроспоридии сочетают

в своей организации высокоспециализированные и примитивные черты. Они заражают клетки хозяев с помощью уникального, весьма сложно устроенного аппарата экстрюзии. При этом многие канонические органеллы эукариотической клетки и метаболические пути у них редуцированы или сильно изменены. Геномы микроспоридий миниатюрны и компактно организованы. Во многих отношениях эти организмы представляют собой «минимальную клеточную систему» – вершину редуктивной эволюции эукариотической клетки и ее генома. Вопрос эволюционного становления микроспоридий остается поводом для дискуссий. Большую роль в современном изучении разнообразия и эволюции этой группы играют метагеномный и филогеномный подходы, а также методы «single-cell genomics» (геномное секвенирование индивидуально изолированных зараженных клеток хозяев или отдельных клеток паразитов) и сравнительный геномный анализ. Недавние метагеномные исследования продемонстрировали большое «скрытое» разнообразие базальных микроспоридий и родственных им групп организмов в природных местообитаниях. Большинство представителей этих групп известны только по полученным последовательностям и никогда не были изучены на организменном уровне. Сравнительный геномный анализ немногочисленных изолированных организмов позволяет предложить гипотетические сценарии ранней эволюции микроспоридий, в частности, возможную последовательность приобретений и потерь молекулярных машин и клеточных процессов в ходе эволюционного становления этой группы паразитов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 23-74-00071 с использованием оборудования РЦ «Биобанк», «Развитие молекулярных и клеточных технологий» и «Культивирование микроорганизмов» Научного парка СПбГУ.

METAGENOMIC AND PHYLOGENOMIC APPROACHES TO THE STUDY OF EARLY EVOLUTION OF MICROSPORIDIA

Nassonova E.S.

Microsporidia are a widespread and species-rich group of obligate intracellular parasites of animals and some protists. They combine highly

specialized and primitive features in their organization. The evolutionary history of microsporidia remains a matter of debate. The modern studies on the diversity and evolution of this group are based on the metagenomic and phylogenetic approaches, the methods of "single-cell genomics" and comparative genome analysis. Recent metagenomic studies have demonstrated a huge "hidden" diversity of basal microsporidia and related groups of organisms. A comparative genomic analysis of a few isolated organisms allows us to propose a hypothetical scenario of the early evolution of microsporidia, in particular, a possible sequence of gains and losses of molecular machines and cellular processes during the evolutionary history of this group of parasites.

Supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-74-00071.

УДК 632.937/635–2

ОЦЕНКА НЕМАТИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОЛЯТОВ АБОРИГЕННЫХ ГРИБОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОССИИ

**Нековаль С.Н., Чурикова А.К., Чернякович М.Н., Иванов В.В.,
Глушков С.М.**

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»,
Краснодар n/o 39, 350039 Россия, s.nekoval@yandex.ru*

В южных регионах России с каждым годом возрастает проблема поражения овощных культур мелойдогинозом. Данное заболевание вызвано облигатными эндопаразитами корневой системы – галловыми нематодами (*Meloidogyne* spp.). Цель наших исследований заключалась в оценке нематодцидной активности аборигенных изолятов грибов, выделенных из ризосферы растений огурца и томата, пораженных мелойдогинозом.

На базе ФГБНУ ФНЦБЗР в лаборатории биорациональных средств и технологий защиты растений для ведения экологизированного, ресурсосберегающего и органического сельского хозяйства нами были проведены исследования по оценке нематодцидной активности выделенных аборигенных изолятов против вида

Meloidogyne hapla Chitwood. В лабораторных условиях по общепринятым методикам нами было испытано 15 аборигенных грибных изолятов. В чашки Петри помещали личинок нематод второго возраста (J2) и добавляли изоляты микромицетов, хранящихся в жидких питательных средах. После 24, 48, 72 часов экспозиции оценивали эффективность изолятов по количеству обездвиженных особей. В результате выделили 9 изолятов, обладающих высокой нематодцидной активностью, в пределах от 77,3 до 99,8%.

Эффективные изоляты грибов отправлены на молекулярно-генетический анализ для установления видовой принадлежности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/118.

EVALUATION OF THE NEMATICIDAL ACTIVITY OF ISOLATES OF NATIVE FUNGI ISOLATED IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN RUSSIA

Nekoval S.N., Churikova A.K., Chernyakovich M.N., Ivanov V.V., Glushkov S.M.

In the southern regions of Russia, the problem of damage to vegetable crops by meloidoginosis increases every year. This disease is caused by obligate endoparasites of the root system – root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). The purpose of our research was to assess the nematicidal activity of native isolates of fungi isolated from the rhizosphere of cucumber and tomato plants affected by meloidoginosis.

On the basis of the FSBSI FRCBPP in the laboratory of biorational means and technologies of plant protection for ecologized, resource-saving and organic agriculture, we conducted studies to assess the nematicidal activity of isolated aboriginal isolates against the species *Meloidogyne hapla* Chitwood. In laboratory conditions, according to generally accepted methods, we tested 15 native fungi isolates. Second-instar nematode larvae (J2) were placed in petri dishes and isolates of micromycetes stored in liquid nutrient media were added. After 24, 48, 72 hours of exposure, the effectiveness of isolates was evaluated by the number of immobilized individuals. As a result, 9 isolates with high nematicidal activity were isolated, ranging from 77.3 to 99.8%.

Effective isolates of fungi were sent for molecular genetic analysis to establish species affiliation.

The research is carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation in the framework of the scientific project Num. MFI-20.1/118.

УДК 594.5

ПАЗАРИТОФАУНА КОЛЕОИДНЫХ ГОЛОВОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ: УРОВЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ, СОСТАВ И ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ЕЕ СТАНОВЛЕНИЯ

Нигматуллин Ч.М.

*Атлантический филиал ВНИРО (АтлантНИРО), ул. Донского, 5,
Калининград, 236022 Россия, chingiznigmatullin@gmail.com*

Развитие исследований паразитов колеоидных головоногих (КГ) включает три этапа. 1) 1684–1970-е гг. – описательный этап таксономической инвентаризации, к 1970 г. большинство групп паразитов были описаны. 2) С начала 1970-х гг. проводились экологические исследования паразитов и попытки реконструкции их жизненных циклов. 3) С 1990-х гг. в таксономических исследованиях паразитов эффективно используются современные генетические и ультрамикроскопические методы. Из ныне описанных 856 видов КГ в той или иной степени изучены паразиты около 200 видов. Большинство исследованных хозяев – шельфовые и океанические приповерхностные виды КГ, и лишь несколько – глубоководные виды. Состав паразитов КГ относительно широк: это вирусы, бактерии, грибы, простейшие (жгутиконосцы, инфузории, микроспоридии, кокцидии), дициемиды, моногенеи, трематоды, цестоды, нематоды, скребни, пиявки, ракообразные (бранхиуры, копеподы, изоподы) и несколько групп с неизвестным таксономическим статусом. Наряду с дициемидами и инфузориями, доминирующие по численности паразиты КГ – трематоды, цестоды и нематоды. Подавляющее большинство этих гельминтов представляют собой личиночные формы

с широкой гостальной специфичностью, которые на одних и тех же стадиях жизненного цикла используют различных беспозвоночных и костистых рыб в качестве промежуточных и транспортных хозяев. Их жизненные циклы реализуются по сложным трофическим сетям. КГ в большом количестве потребляют зараженных хищных беспозвоночных и рыб, аккумулируя личинок гельминтов. Окончательные хозяева этих гельминтов – обычные враги КГ: хищники среднего и высшего уровней – акулы, костистые рыбы, морские птицы и морские млекопитающие.

Происхождение КГ в карбоне – нижней перми связано с потерей конституциональной защиты – внешней раковины, радикальным изменением эколого-поведенческого облика и положения в трофических сетях, а также, по-видимому, потерей основной части паразитофауны наружнораковинных предков. В процессе эволюции КГ активно освоили практически все адаптивные зоны Мирового океана, достигнув очень высокой численности. КГ «вклинивались» в имеющиеся трофические сети, зачастую преобразуя их в новые многообразные и усложненные варианты, и зачастую занимали в трофической сети важные места на пути циркуляции жизненных циклов паразитов, которые поэтому, по-видимому, успешно «осваивали» и использовали КГ как эффективных транспортных хозяев. С эволюционной точки зрения паразитические простейшие, гельминты и ракообразные для КГ являются «новоприобретенными» и экологически обусловленными паразитами. Лишь дициемиды, специфически связанные с шельфовыми донными и придонными КГ, вероятно, реликтовая паразитическая группа, полученная от предков КГ.

PARASITE FAUNA OF COLEOID CEPHALOPODS: THE STATE OF STUDY, COMPOSITION AND ECOLOGICAL- EVOLUTIONARY ASPECTS OF ITS FORMATION

Nigmatullin Ch.M.

There are described the state of parasite fauna of coleoid cephalopods investigations, their composition and hypotheses on ecological-evolutionary aspects of its formation.

О НОВЫХ НАХОДКАХ В МОРФОЛОГИИ СКРЕБНЕЙ И ИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ С ХОЗЯЕВАМИ: СТАРЫЕ ВОПРОСЫ, НОВЫЕ ОТВЕТЫ, ОТКРЫТИЯ, ИНТЕРПРЕТАЦИИ

Никишин В.П., Скоробрехова Е.М., Давыденко Т.В.

*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,
ул. Портовая, 18, Магадан, 685000 Россия,
nikishin@ibpn.ru*

Представлен обзор результатов свето- и электронно-микроскопических исследований скребней, выполненных в последние годы в лаборатории экологии гельминтов ИБПС ДВО РАН. Обнаружен ряд новых особенностей в морфологии скребней и предложены оригинальные интерпретации этих результатов, а также некоторых «общеизвестных» данных. В частности, получены результаты, не соответствующие имеющемуся представлению о симпластической организации некоторых внутренних органов. Рассмотрены особенности строения лакун в тегументе. Показано, что фрагментация гигантских ядер тегумента не является полной, и обоснована гипотеза о биологическом значении неполной фрагментации и образования «сетей» из ядерных фрагментов у акантелл; обнаружено явление микрофрагментации ядер тегумента у взрослых скребней. Подтвержден ранее сделанный вывод о том, что основу «центральной ядерной массы» эмбриональных личинок скребня *E. gadi* составляют фибриллярные тельца, которые идентичны компактным или конденсированным ядрам, описанным другими авторами у аканторов других видов. Обнаружено явление обновления слоя гликокаликса и, в некоторых случаях, поверхностной мембраны тегумента у тканевых форм скребней, т. е. паразитирующих в промежуточных и паратенических хозяевах. Проиллюстрирована гипотеза о двух стратегиях взаимоотношений скребней с паратеническими хозяевами.

ON NEW FINDINGS IN THE MORPHOLOGY OF ACANTHOCEPHALANS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THEIR HOSTS: OLD QUESTIONS, NEW ANSWERS, DISCOVERIES, INTERPRETATIONS

Nikishin V.P., Skorobrekhova E.M., Davydenko T.V.

A review of the results of light- and electron-microscopic studies of acanthocephalans, carried out in recent years in the laboratory of helminth ecology at the IBS FEB RAS, is presented. A number of new features in the morphology of acanthocephalans have been discovered and original interpretations of these results, as well as some "well-known" data, have been proposed. In particular, results were obtained that do not correspond to the existing idea of the symplastic organization of some internal organs, in particular, elements of the female reproductive system. The features of the structure of gaps in the tegument are considered. It is shown that the fragmentation of the giant tegument nuclei is not complete, and the hypothesis of the biological significance of incomplete fragmentation and the formation of "networks" from nuclear fragments in *Acanthella* is substantiated; the phenomenon of microfragmentation of tegument nuclei in adult acanthocephalans was discovered. The earlier conclusion was confirmed that the basis of the "central nuclear mass" of embryonic acanthocephalan larvae is fibrillar bodies, which are identical to the compact or condensed nuclei described by other authors. The phenomenon of renewal of the glycocalyx layer and, in some cases, the surface membrane of the tegument in tissue forms of acanthocephalans was discovered; parasitic in intermediate and paratenic hosts. The hypothesis of two strategies for the relationship of acanthocephalans with paratenic hosts is illustrated.

МНОГОЛЕТНЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ЗАРАЖЕННОСТИ БЕЛОМОРСКИХ МОЛЛЮСКОВ ПАРТЕНИТАМИ ТРЕМАТОД

Николаев К.Е.¹, Аристов Д.А.¹, Левакин И.А.¹,
Галактионов К.В.^{1,2}

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, kirill.nicolaev@gmail.com

² Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Моллюски *Peringia ulvae* (Pennant, 1777) и *Ecrobia ventrosa* (Montagu, 1803) являются важным компонентом литоральных экосистем умеренных и субарктических морей Европы, зачастую играя ключевую роль в поддержании структуры литоральной экосистемы. В настоящем исследовании нами проанализированы сезонные изменения зараженности гидробиид *P. ulvae* и *E. ventrosa* группировками партенит трематод с различными типами жизненных циклов (триксенным, диксенным и моноксенным) в условиях литорали субарктического Белого моря. Материалом послужили данные 20-летнего мониторинга зараженности популяций этих моллюсков с использованием обобщенных аддитивных моделей (GAM). В результате для вовлеченных в анализ видов дигеней удалось построить обобщенные тренды сезонной динамики зараженности моллюсков и сезонных изменений зрелости группировок партенит в моллюсках-хозяевах, а также вычленены некоторые общие и специфические черты в сезонной динамике зараженности гидробиид группировками партенит разных видов дигеней. В целом подтвердилась ранее отмеченная многими авторами приуроченность созревания трансмиссивных стадий паразитов (церкарий и метацеркарий) к теплomu сезону. Это особенно значимо для исследованного субарктического региона, где возможность для трансмиссии (окно трансмиссии) ограничена 3–4 месяцами в году, но основные события, связанные с заражением второго промежуточного хозяина церкариями, реализуются

на протяжении примерно одного летнего месяца. При этом группировки парthenит присутствуют в составе заражения моллюсков круглый год.

Резюмируя, можно заключить, что хорошо известное общее положение о росте зараженности дигенеями первых промежуточных хозяев в теплый сезон в регионах с выраженной сезонностью климата нуждается в конкретизации применительно к разным видам этих паразитов с разными типами жизненных циклов и разными взаимоотношениями в формируемых ими с моллюском-хозяином паразит-хозяинных системах. Это следует принимать в расчет при оценке влияния на трансмиссию дигеней экосистемных трансформаций, в том числе и ассоциированных с происходящим изменением климата, которое наиболее сильно выражено в высоких широтах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 18-14-00170 и в рамках тем госзадания 122031100260-0 и 122031100283-9.

LONG-TERM STUDY OF SEASONAL DYNAMICS IN THE INFECTION PREVALENCE OF WHITE SEA MOLLUSCS WITH DIGENEAN PARTHENITAE

Nikolaev K.E., Aristov D.A., Levakin I.A., Galaktionov K.V.

The study of seasonal dynamics in the infection prevalence of mollusks *Peringia ulvae* and *Ecrobia ventrosa* with digenean parthenitae over 20 years was carried out. As a result, it was shown that the well-known idea that prevalence of the first intermediate hosts infection by digenea increases during the warm season in clearly seasonal climate needs to be specified: for different parasite species, different types of life cycles, and different interactions in the host-parasite system.

О ЗАРАЖЕННОСТИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ ТИХОГО ОКЕАНА

Новокрещенных С.В.

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), Южно-Сахалинск,
693023 Россия, s.novokreshennyh@sakhniro.ru

Изучение гельминтофауны тихоокеанских лососей в дальневосточном регионе ведется с начала XX века. В настоящее время существует множество работ, затрагивающих паразитофауну тихоокеанских лососей в пресноводные периоды жизни, во время нереста и нагула в водах Охотского, Японского и Берингова морей. Информация о зараженности лососей в период нагула в открытых водах Тихого океана ограничена территориями прикамчатских вод и северной частью Тихого океана (Tamao Fukio, 1962; Gordeev, Sokolov, 2020).

Ихтиопаразитологические исследования пяти видов лососевых проводились в марте 2022 г. в северной части Тихого океана на НИС «ТИНРО». Отбор проб осуществлялся в координатах с 48°6' с. ш., 187°69' з. д. по 48°83' с. ш., 204°07' з. д.

Вид рыбы	Кол-во	АС, см	AD, см	Масса, г
горбуша <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	14	29,9	28,4	234
кета <i>Oncorhynchus keta</i>	41	45,1	42,6	981
кижуч <i>Oncorhynchus kisutch</i>	34	34,3	32,2	438
нерка <i>Oncorhynchus nerka</i>	78	37,8	35,7	608,5
чавыча <i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	5	47,2	44,4	1247

Паразитологический анализ включал в себя осмотр внешних покровов рыб, плавников, жаберного аппарата. Обследовался пищеварительный тракт.

В ходе исследований выявлено пять семейств паразитов, включающих в себя 13 видов. Из них пять видов цестод (*Cestoda*): *Nybelinia surmenicola*, *Dibothriocephalus* sp., *Eubothrium salvelini*, *Pelichnibothrium* sp., *Scolex pleuronectis*; три вида трематод

(Trematoda): *Brachyphallus crenatus*, *Lecithaster gibbosus*, *Bucephalopsis gracilescens*; три вида скребней (Acanthocephala): *Bolbosoma caenoforme* и две особи *Echinorchynchus* sp.; один вид нематод (Nematoda): *Anisakis simplex* и один вид копепод (Copepoda) – *Lepeophtheirus salmonis*.

Результаты текущей работы дополняют имеющиеся данные о качественном и количественном составе паразитофауны пяти видов (горбуша, кета, кижуч, нерка, чавыча) лососевых рыб в период нагула в Тихом океане.

ABOUT THE INFESTATION OF PACIFIC SALMON IN THE OPEN WATERS OF THE PACIFIC OCEAN

Novokreshchennykh S.V.

The study of the helminthofauna of Pacific salmon in the Far Eastern region has been conducted since the beginning of the 20th century. Currently, there are many works affecting the parasitofauna of Pacific salmon in freshwater periods of life, during spawning and feeding in the waters of the Okhotsk, Japan and Bering Seas. Information on salmon infestation during feeding in the open waters of the Pacific Ocean is limited to the territories of the Kamchatka waters and the northern part of the Pacific Ocean (Tamao Fukio, 1962; Gordeev, Sokolov, 2020).

Ichthyoparasitological studies of five salmon species were conducted in March 2022 in the North Pacific Ocean at the TINRO Research Institute. Sampling was carried out in coordinates from 48°6' N, 187°69' W to 48°83' N, 204°07' W.

The parasitological analysis included an examination of the external integuments of fish, fins, and gill apparatus. The digestive tract was examined.

During the research, five families of parasites were identified, including 13 species. Of these, five species of cestodes (Cestoda): *Nybelinia surmenicola*, *Dibothriocephalus* sp., *Eubothrium salvelini*, *Pelichnibothrium* sp., *Scolex pleuronectis*; three species of trematodes (Trematoda): *Brachyphallus crenatus*, *Lecithaster gibbosus*, *Bucephalopsis gracilescens*; three species of scrapers (Acanthocephala): *Bolbosoma caenoforme* and two individuals *Echinorchynchus* sp.; one species

of nematodes (Nematoda): *Anisakis simplex* and one type of copepod (Copepoda) is *Lepeophtheirus salmonis*.

The results of the current work complement the available data on the qualitative and quantitative composition of the parasitofauna of five species (pink salmon, chum salmon, coho salmon, sockeye salmon, chinook salmon) during the feeding period in the Pacific Ocean.

УДК 579.2

ЭНТОМО-ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ ГРИБЫ РОДА *METARHIZIUM*: ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПАТОГЕННОСТЬ ДЛЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

**Носков Ю.А., Томилова О.Г., Тюрин М.В., Ярославцева О.Н.,
Крюков В.Ю.**

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск,
630091 Россия, yarosl@inbox.ru*

Коллекции энтомо-паразитических грибов служат как для сохранения биоразнообразия, так и для фундаментальных и прикладных исследований. В ИСиЭЖ СО РАН собрана обширная коллекция грибов р. *Metarhizium*, включающая изоляты из различных регионов РФ (от Прибалтики до Дальнего Востока), а также ближнего зарубежья. В последние два десятилетия было проведено несколько таксономических ревизий данной группы грибов на основе различных молекулярных маркеров. Представленный ранее вид *Metarhizium anisopliae* оказался группой криптических видов, различающихся преимущественно по молекулярным критериям. Экологические и физиологические адаптации этих грибов недостаточно изучены. Нами генотипировано свыше 120 изолятов *Metarhizium* с территории России. На основе секвенирования региона TEF установлено присутствие четырех видов: *M. robertsii*, *M. brunneum*, *M. anisopliae* и *M. pemphigum*. На исследуемой территории преобладали два вида-двойника – *M. robertsii* и *M. brunneum*. Эти виды представлены несколькими гаплогруппами, имеющими различия в экологии и физиологии. Показано, что

M. robertsii более эврибионтен и термотолерантен, поэтому способен заселять открытые, хорошо прогреваемые ценозы, в том числе сухие степи. С другой стороны, изоляты *M. brunneum* более психротолерантны и тяготеют к северо-лесостепным луговым станциям. При проведении лабораторных и полевых исследований выявлено, что изоляты *M. robertsii* более вирулентны по отношению к личинкам колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) в условиях более высоких температур и низкой влажности воздуха по сравнению с *M. brunneum*. Соответственно, изоляты *M. robertsii* будут наиболее перспективными для биоконтроля *L. decemlineata* в условиях открытого грунта. Исследован ряд параметров иммунитета личинок колорадского жука при инфицировании исследуемыми грибами и показано, что *M. robertsii* приводит к наиболее сильному подавлению ряда защитных систем насекомого по сравнению с *M. brunneum* и *M. pemphigum*.

Таким образом, молекулярно-генетическое типирование коллекции, изучение вирулентности и различных экологических особенностей изолятов дало возможность выявить ряд особенностей географического распределения, гидротермических предпочтений и вирулентности разных видов и гаплотипов грибов. Все эти исследования и обширность коллекции позволяют предложить/подобрать высокоперспективные штаммы как основу биопрепаратов, с учетом целевого объекта.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 22-14-00309.

ENTOMO-PARASITIC FUNGI OF THE GENUS *METARHIZIUM*: GENETIC DIVERSITY AND PATHOGENICITY FOR THE COLORADO POTATO BEETLE

**Noskov Y.A., Tomilova O.G., Tyurin M.V., Yaroslavtseva O.N.,
Kryukov V.Y.**

Over 120 isolates of *Metarhizium* were genotyped from the territory of the Russian Federation. Differences in ecological preferences and virulence in relation to the Colorado potato beetle between closely related fungal species were revealed.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РЕГУЛИРОВАНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ КОМНАТНОЙ МУХИ

Олифер В.В., Кривонос К.С., Еремина О.Ю.

Институт дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, МО, 141014 Россия,
olifer.vv@fferisman.ru

Комнатная муха *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) является значимым механическим переносчиком многих возбудителей заболеваний животных и человека. Интенсивное использование инсектицидов за последние несколько десятилетий привело к развитию мультирезистентности комнатных мух. Устойчивость к инсектицидам зарегистрирована во многих популяциях *M. domestica* по всему миру и стала серьезной проблемой регулирования численности (Freeman et al., 2019; Hubbard, Gerry, 2020). Установлено, что резистентность комнатных мух из разных популяций из животноводческих хозяйств в центральной части РФ была сверхвысокой к пиретроидам (показатель резистентности ПР к циперметрину 500–900×), неоникотиноидам (ПР к тиаметоксаму 345–500×; к клотианидину 167–417×), высокой – к фенилпирозолам (46–75×). Выявлена чувствительность или толерантность к ФОС (ПР к хлорпирифосу 0,6–3,7×), чувствительность к оксадиазинам (ПР к индоксакарбу 0,24–1,46×) и пирролам (ПР к хлорфенапиру 0,25–1,25×) (Давлианидзе и др., 2022). В связи с этим возникла острая необходимость в разработке новых стратегий борьбы с резистентными мухами, в том числе с использованием перспективных биологических методов. Потенциальной альтернативой химическому методу следует рассматривать применение энтомопатогенных грибов родов *Metarhizium* и *Beauveria* в связи с высокой биоразлагаемостью и видоспецифичностью, а также низкой вероятностью развития устойчивости к ним у насекомых. Исследованиям микоинсектицидных средств посвящен ряд работ зарубежных авторов. Так, Уотсон с соавт. при нанесении *B. bassiana* на внутренние стены телятников наблюдали до 47 %

инфицирования комнатных мух, обитающих в обработанных помещениях (Watson et al., 1996). Кауфман с соавт. установили, что обработка птичников аэрозолями, содержащими *B. bassiana*, обеспечивала эффективность, сравнимую с обработкой пиретринами (Kaufman et al., 2005). Вместе с тем отмечено, что при прекращении обработок птичников препаратами боверии численность мух быстро восстанавливалась (Cova et al., 2009). Отмечена значительная смертность *M. domestica* при использовании препаратов на основе *B. bassiana* и *M. anisopliae* в течение 4–9 дней (Weeks et al., 2017). Показано, что *M. anisopliae* в составе микоинсектицидной приманки с феромоном (Z) – 9-трикозенном может стать альтернативой обычным химическим инсектицидам для борьбы с комнатной мухой (Baker et al., 2020). Против комнатной мухи также используется препарат на основе *B. bassiana*, при нанесении которого на поверхности в помещении мухи погибают через 1,5–5 суток, при этом споры сохраняют жизнеспособность более 21 сут. В России для применения в области сельского хозяйства зарегистрированы средства на основе *B. bassiana* – жидкие препараты (штамм ВВ1, 10^8 КОЕ/мл) и смачивающийся порошок (10^8 КОЕ/г); на основе *M. anisopliae* – жидкий препарат (штамм Р-72, 10^8 КОЕ/мл). Исследование эффективности существующих в РФ и создание новых микоинсектицидных средств с целью их применения в области медицинской дезинсекции для борьбы с комнатной мухой и другими видами синантропных мух являются актуальной задачей современной паразитологии.

NEW APPROACHES TO HOUSEFLY CONTROL

Olifer V.V., Krivonos K.S., Eremina O.Yu.

The development of new fly control strategies should be encouraged.

ПО СЛЕДАМ COVID-19: РУКОКРЫЛЫЕ, ИХ ПАРАЗИТЫ, ИНФЕКЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ НОВОЙ ЭПИДЕМИИ

Орлова М.В.^{1,2}, Орлов О.Л.¹

¹ Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России, ул. Одесская, 54, Тюмень, 625023 Россия, *masha_orlova@mail.ru*

² Федеральный научно-исследовательский институт вирусных инфекций «Виром» Роспотребнадзора, ул. Летняя, 23, Екатеринбург, 620030 Россия

В XX в. значительное количество эпидемий и вспышек опасных для человека заболеваний своим происхождением обязано различным группам рукокрылых (Chiroptera): инфекционное заболевание, вызываемое вирусом *SARS-CoV-2*, ТОРС, лихорадки Эбола и Марбург, заболевания, вызванные вирусами MERS, Nipah, Hendra, и ряд других. В этой связи особую важность приобретают исследования взаимоотношений представителей данного отряда с возбудителями инфекций (вирусными, бактериальными, протозойными), а также с эктопаразитами, выступающими векторами заболеваний.

Рукокрылые – второй по величине (после грызунов) отряд млекопитающих: 21 семейство, 234 рода и 1460 современных видов (что составляет 1/5 от общего числа ныне живущих видов млекопитающих). Рукокрылые чрезвычайно разнообразны, они населяют все континенты Земли, за исключением Антарктиды. На представителях отряда паразитируют более 1000 видов клещей 18 семейств и около 700 видов насекомых 6 семейств. Уникальность паразитофауны данной группы животных проявляется и в ее обособленности. Из 24 семейств их эктопаразитов 12 встречаются только на этих хозяевах.

Описано 11 родов бактерий (*Bartonella*, *Leptospira*, *Mycoplasma* и другие, реже встречаемые), ассоциированных с рукокрылыми, причем данные патогены иногда передаются от летучих мышей диким животным, домашнему скоту и человеку напрямую или

через других промежуточных хозяев. Однако, несмотря на явную необходимость в исследовании, в настоящее время данная группа патогенов рукокрылых изучена слабо.

На сегодняшний день известно около 300 вирусных возбудителей 28 семейств (включая инфекционных агентов таких опасных заболеваний, как бешенство, лихорадка Эбола и ТОРС), изолированных от летучих мышей (либо иным образом обнаруженных в их организме). Около 20 вирусов (преимущественно *Bunyaviridae* и *Rhabdoviridae*) изолировано от эктопаразитов рукокрылых. Вирусы (прежде всего семейств *Coronaviridae*, *Rhabdoviridae* и *Paramyxoviridae*) вызывают особую обеспокоенность, поскольку некоторые из них способны передаваться человеку как напрямую (при укусе), так и с помощью членистоногих-векторов.

IN THE FOOTSTEPS OF COVID-19: BATS, THEIR PARASITES, INFECTIONS AND PROSPECTS FOR A NEW EPIDEMIC

Orlova M.V., Orlov O.L.

In the XX century, a significant number of dangerous epidemics and disease outbreaks among humans originated from various groups of bats (Chiroptera). Eleven genera of bacteria (*Bartonella*, *Leptospira*, *Mycoplasma*, and others, less common) have been described as associated with bats and their parasites. This group of bat pathogens is still poorly studied. To date, we know about 300 viral pathogens of 28 families (including infectious agents causing rabies, Ebola and SARS) isolated from bats. Viruses (primarily those of the families *Coronaviridae*, *Rhabdoviridae* and *Paramyxoviridae*) are of particular concern because some of them can be transmitted to humans both directly (by biting) and with the help of arthropod vectors.

МУХИ-КРОВСОСКИ (DIPTERA, HIPPOBOSCIDAE), ПАЗАРИТЫ ПТИЦ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Павлов А.В.¹, Быков Ю.А.²

¹ МБОУ «Муромцевская СОШ», п. Муромцево, Судогодский р-н, Владимирская обл., 601354 Россия, tuha2_1977@mail.ru

² ФГБУ «Национальный парк „Мещера“», ул. Интернациональная, 111, Гусь-Хрустальный, Владимирская обл., 601500 Россия, Vykov_goos@yahoo.com

Изучение региональных фаун способствует не только уточнению границ ареала того или иного вида, но и позволяет ответить на вопрос о микроэволюционных процессах, протекающих в популяциях. Приспосабливаясь к определенным природно-климатическим условиям, особи разных популяций формируют свои адаптации (морфологические, физиологические, поведенческие и др.) к условиям среды обитания. В ходе орнитологических исследований на территории Дагестана помимо видового состава мух-кровососок, паразитирующих на птицах, нами были отмечены и морфологические особенности, характерные для гиппобосцид, обитающих в республике.

В настоящее время в Дагестане нами обнаружено пять видов мух-кровососок, паразитов птиц. Это: *Ornithoica turdi* (Latreille, 1811) – ♀ мухи снята 25.07.2020 с горной трясогузки в окрестностях с. Куркал; *Ornithomya avicularia* (L., 1758) – ♀ мухи снята 16.07.2022 с черного дрозда в окрестностях с. Фий; *Ornithomya chloropus* Bergot, 1901 – 8♀ снято 10.09.2019 с горных коньков в окрестностях с. Мескиджи, а также 16.07.2022 в окрестностях с. Фий сняты с белой трясогузки – ♂, с горихвостки-чернушки – ♂, а с пестрого каменного дрозда – ♀ этого вида кровососки; *Ornithomya fringillina* Curtis, 1836 – ♂ мухи снят 24.07.2022 с черноголовой овсянки в окрестностях местечка Сарыкум; *Pseudolynchia canariensis* (Macquart, 1839) – ♂ и 2♀ мухи были сняты 28.07.2020 с сизого голубя в окрестностях с. Аданак.

Осмотренные нами особи *Ornithomya chloropus* и *Ornithomya fringillina* имели темную окраску тела (практически черную),

отличаясь по этому признаку от насекомых, населяющих популяции в европейской части России. У *Ornithomya chloropus* крайние скутеллярные щетинки могут иметь вид тонких волосков, поэтому кажется, что щиток имеет лишь четыре апикальные скутеллярные щетинки. У ряда особей *Ornithomya chloropus* даже эти волосковидные щетинки не просматриваются, однако коричневые пятна внизу головы четко выражены и достигают югулярных щетинок.

BLOODSUCKING FLIES (DIPTERA, HIPPOBOSCIDAE), PARASITES OF BIRDS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

Pavlov A.V., Bykov Yu.A.

On the territory of the Republic of Dagestan, we found blood-sucker flies (Diptera, Hippoboscidae), bird parasites: *Ornithoica turdi*, *Ornithomya avicularia*, *Ornithomya chloropus*, *Ornithomya fringillina*, *Pseudolynchia canariensis*. The features of the external structure of *Ornithomya chloropus*, *Ornithomya fringillina* were revealed.

УДК 595.774.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МУХ-ПАУЧНИЦ (DIPTERA, NYCTERIBIDAE), ПАРАЗИТОВ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Павлов А.В.¹, Быков Ю.А.²

¹ МБОУ «Муромцевская СОШ», п. Муромцево, Судогодский р-н, Владимирская обл., 601354 Россия, tiha2_1977@mail.ru

² ФГБУ «Национальный парк „Мещера“», ул. Интернациональная, III, Гусь-Хрустальный, Владимирская обл., 601500 Россия, Bykov_goos@yahoo.com

Изучение видового состава и особенностей экологии мух-паучниц проводится нами с 2016 г. на территории ФГБУ НП «Мещера» и ГПЗ ФЗ «Муромский» (Владимирская область).

В настоящее время обнаружено три вида двукрылых, относящихся к семейству Nycteribiidae: *Penicillidia monoceros* Speiser, 1900, *Basilina nattereri* Kolenati, 1857, *Nycteribia kolenatii* Theodor et Moscona, 1954. Основным хозяином никтерибииды *Penicillidia monoceros* является прудовая ночница. Индекс встречаемости *Penicillidia monoceros* на прудовой ночнице в ГПЗ ФЗ «Муромский» составил 10,6%, на водяной ночнице – 1,7%. Как правило, на одном зверьке отмечался один паразит, только в одном случае с летучей мыши было снято две мухи. В 2016 г. *Penicillidia monoceros* была обнаружена нами на рыжей вечернице (первая подобная находка в России). Ночница Наттерера является хозяином мухи *Basilina nattereri* (индекс встречаемости составляет 78,5%). В июле 2023 г. ♀ этой мухи мы сняли с нехарактерного для нее хозяина – водяной ночницы. Основным паразитом последней является *Nycteribia kolenatii*, наиболее распространенный вид Nycteribiidae. Из просмотренных нами водяных ночниц 52,1% оказались заражены кровососками. Более половины зараженных мухами особей (59,6%) несли на себе двух и более кровососок. Максимальное число паразитов, собранных на одной летучей мыши, – 9 мух (чаще всего на одном рукокрылом паразитирует 1–2 мухи). Анализ встречаемости ♂ и ♀ *Nycteribia kolenatii* на водяных ночницах показал, что на одном зверьке отмечены только ♂ в 9,6% случаев, только ♀ – в 48,3%, ♂ вместе с ♀ – 41,9%. Молодые особи водяной ночницы демонстрировали более высокую степень заражения кровососками по сравнению со взрослыми. Как молодые, так и взрослые самцы летучих мышей несли на себе мух паразитов, по крайней мере, не реже чем самки. Соотношение полов у *Nycteribia kolenatii* по результатам наших наблюдений составляет 1♂ : 2♀.

ECOLOGICAL FEATURES OF SPIDER FLIES (DIPTERA, NYCTERIBIIDAE), PARASITES OF BATS ON THE TERRITORY OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

Pavlov A.V., Bykov Yu.A.

The features of the species composition and ecology of spider flies (Diptera, Nycteribiidae) in the European part of Russia are considered.

ОБМАНЧИВОЕ СХОДСТВО ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ПАТОГЕНОВ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА

**Павлушин С.В.¹, Илинский Ю.Ю.², Белоусова И.А.¹, Байборodin С.И.²,
Кечин А.А.³, Мартемьянов В.В.¹**

¹ *Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия*

² *Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10,
Новосибирск, 630090 Россия*

³ *Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
пр. акад. Лаврентьева, 8, Новосибирск, 630090 Россия*

Вирусные заболевания, выглядящие как типичная моноинфекция, на самом деле могут представлять собой смесь патогенов. Без детального молекулярного анализа мы можем упустить из виду взаимоотношения между ними и даже новые виды вирусов. В нашей работе мы обнаружили, что гусеницы непарного шелкопряда, погибшие, на первый взгляд, от типичного полиэдроза (бакуловирусная инфекция), содержали в себе целую смесь ДНК и РНК вирусов. Результаты секвенирования показали, что циповирусов было как минимум два вида, один из которых практически не изучен и выделен из насекомых впервые: Hubei lepidoptera virus 3. Кроме того, РНК секвенирование показало присутствие ифлавирусов.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-66-10015.

THE DECEPTIVE SIMILARITY OF VIRAL INFECTIONS USING THE EXAMPLE OF GYPSY MOTH PATHOGENS

**Pavlushin S.V., Ilnsky Y.Yu., Belousova I.A., Bayborodin S.I.,
Kechin A.A., Martemyanov V.V.**

Thus, we demonstrated that what we consider like a mono infection in fact may be a complex of virus mix infection with undiscovered relationships. Without detailed analysis, we may miss the important

points, including new species. In our case, the surface assaying methods (light or scanning electron microscopy) can contribute to the incorrect identification of virus taxonomy in mixed infections.

The work was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-66-10015.

УДК 639.3.09

МОНОГЕНЕИ РОДА *GYRODACTYLUS* У САДКОВОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ВОДОЕМАХ КАРЕЛИИ

Паршуков А.Н., Иешко Е.П.

Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910 Россия, aleksey.nik.parshukov@gmail.com

Северо-Запад России располагает уникальными природными возможностями для развития пресноводной аквакультуры. Благодаря этому садковое рыбоводство в Карелии актуально и динамично развивается. Высокие темпы наращивания объемов производства создали дефицит посадочного материала, который приходится компенсировать завозом объектов аквакультуры из соседних регионов страны. Неконтролируемые перевозки имеют широкий спектр воздействий на естественные водоемы, связанный с распространением паразитарных заболеваний. В последние годы в ряде карельских форелевых хозяйств отмечены случаи массового заражения рыб клональной формой эктопаразита *Gyrodactylus salaris* – *Gyrodactylus salaris* RBT.

В текущем году получены данные о весенне-летнем заражении моногенами *Gyrodactylus* садковой радужной форели в четырех форелевых хозяйствах Онежского озера и четырех фермах Ладожского озера. В весенний период (диапазон температурных значений от 2,5 до 9 °С) 139 экз. радужной форели показали различную степень инвазии паразитом, при этом наиболее зараженной оказалась молодь, выращиваемая в хозяйствах Онежского озера. В летний период, когда диапазон температурных значений колебался от 15,4 до 16,5 °С, 62 экз. молоди радужной форели

имели иную степень инвазии, однако наиболее зараженной оказалась рыба в хозяйствах Ладожского озера.

Параллельно с традиционными паразитологическими обследованиями рыб проведены сборы проб воды в акватории действующих форелевых хозяйств. С использованием метода экологической ДНК будет дана дистанционная характеристика присутствия гельминтов в пробах воды на разных удалениях от садков с молодь, зараженной (опытная группа) и не зараженной (контроль) паразитом *Gyrodactylus salaris* RBT.

Проведение генотипирования акваторий в зонах влияния со стороны форелевых хозяйств и создание базы данных генетического статуса массового паразита разводимых рыб позволит вести эффективный ветеринарный контроль при перевозке посадочного материала и выращивании рыб.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-24-10073.

MONOGENEANS OF THE GENUS *GYRODACTYLUS* IN CAGE RAINBOW TROUT IN KARELIA RESERVOIRS

Parshukov A.N., Ieshko E.P.

The Northwest region of Russia has great opportunities for the development of freshwater aquaculture. The rapid rate of increase in production has created a lack of our own breeding material, which is compensated by supplies of aquaculture objects from neighboring regions of the country. Uncontrolled transportation is accompanied by the introduction of new parasite species. Due to the intensification of aquaculture, the problem of infestation of salmonid fish with monogeneans of the *Gyrodactylus* has become very common.

The genotyping of water areas in zones of influence from trout farms and the formation of a database of the genetic status of the dangerous parasite of farmed fish will make it possible to strengthen the control by veterinary departments in quarantine measures when transporting stocking material both within and between regions, as well as in international trade.

The research was supported by RSF (project No. 23-24-10073).

**ТРЕХСТОРОННИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ
ПАРАЗИТ – ХОЗЯИН: МИКРОБИОТА,
ТРЕМАТОДЫ СЕМЕЙСТВА OPISTHORCHIIDAE
И МЛЕКОПИТАЮЩИЕ**

**Пахарукова М.Ю.^{1,2}, Лишай Е.А.^{1,2}, Запарина О.Г.¹,
Мордвинов В.А.¹**

¹ Институт цитологии и генетики СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 10,
Новосибирск, 630090 Россия, maria@yandex.ru

² Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1,
Новосибирск, 630090 Россия

Opisthorchis felineus, *Opisthorchis viverrini* и *Clonorchis sinensis* – эпидемиологически значимые трематоды семейства Opisthorchiidae, эндемичные для различных регионов Азии. *O. viverrini* и *C. sinensis* признаны биологическими канцерогенами группы 1А для человека, в то время как *O. felineus* таковым не является. Механизмы канцерогенеза печеночными сосальщиками изучены фрагментарно, роль микробиома хозяина и паразита остается неизученной.

Цель: оценить возможные различия в микробиоме между *O. viverrini*, *O. felineus* и *C. sinensis* и инфицированными золотистыми хомячками в одних и тех же условиях, свободных от специфических патогенов.

Микробиоту взрослых червей, фекалии и желчь хомяков *Mesocricetus auratus* исследовали с помощью секвенирования 16S рРНК. Анализ 43 библиотек выявил 18830015 последовательностей, 16 различных типов, 39 классов, 107 семейств, 187 родов. *O. viverrini*, двуустка с наиболее выраженным канцерогенным потенциалом, оказала самое сильное влияние на микробиом желчи хозяина, изменив содержание 92 таксонов, включая виды семейств Bifidobacteriaceae, Erysipelotrichaceae, [Paraprevotellaceae], Acetobacteraceae, Coriobacteraceae и Corynebacteriaceae.

Инфекции *O. felineus*, *O. viverrini* и *C. sinensis* вызывают как общие, так и видоспецифические качественные и количе-

ственные изменения микробиоты желчи и фекалий. Изменения в первую очередь касаются содержания отдельных таксонов и филогенетического разнообразия микробиомов инфицированных хомяков.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 22-24-20010).

TRILATERAL PARASITE-HOST RELATIONSHIPS: MICROBIOTA, TREMATODES OF THE OPISTHORCHIIDAE FAMILY, AND MAMMALS

**Pakharukova M.Y., Lishai E.A., Zaparina O.G.,
Mordvinov V.A.**

Opisthorchis felineus, *Opisthorchis viverrini* and *Clonorchis sinensis* are epidemiologically significant Opisthorchiidae trematodes. *O. viverrini* and *C. sinensis* are recognized as group 1A biological carcinogens to humans, while *O. felineus* is not. The mechanisms of carcinogenesis by liver flukes have been studied fragmentarily, the role of the microbiome remains unexplored.

Objective: To investigate the microbiome between liver flukes and infected golden hamsters under the same specific pathogen-free conditions. The microbiota of adult worms, faeces and bile of *Mesocricetus auratus* hamsters were examined using 16S rRNA sequencing. *O. felineus*, *O. viverrini*, and *C. sinensis* infections cause both general and species-specific qualitative and quantitative changes in bile and feces microbiota.

This work was supported by the Russian Science Foundation (grant No. 22-24-20010).

ФИТОПАРАЗИТЫ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ *FRAGARIA ANANASSA* В КОЛЛЕКТИВНЫХ, ФЕРМЕРСКИХ, ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ

Петрова А.Д.¹, Шестеперов А.А.¹, Чернятьева Е.А.²

¹ *Всероссийский НИИ фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук», ул. Б. Черемушкинская, 28, Москва, 117218 Россия, desk75@mail.ru*

² *Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434 Россия, nikereata@mail.ru*

За последние десятилетия отечественное производство ягод сконцентрировалось в основном в мелких фермерских, коллективных и личных подсобных хозяйствах, не располагающих возможностями закупать крупные партии высококачественного посадочного материала. Они получают рассаду в собственных плодоносящих посадках, которые нередко лишены эффективной защиты растений. Также выросли масштабы неконтролируемого импорта саженцев и рассады, последние часто заражены разными вредными организмами. Все это ухудшает фитосанитарное состояние ягодников.

По результатам наших исследований 80% плантаций заселены земляничным клещом (*Phytonemus pallidus*), объем заражения составлял от 15 до 50% растений на участке. Вредоносность возрастает пропорционально возрасту плантации, достигая максимума к 4-летним насаждениям.

За ЭВП (экономический порог вредоносности) *Phytonemus pallidus* принимают наличие более 8 подвижных особей и личинок фитофага на листочек тройчатого листа земляники. Заселенность на исследуемых участках средняя (до 15 особей на лист).

На двух участках были обнаружены растения, зараженные фитонематодой. Одной из опаснейших фитонематод является стеблевая нематода земляники (*Ditylenchus dipsaci*). Растения при поражении ею имеют характерные видоизменения. На одном из участков процент

заражения 2-летних посадок составлял 9,7%, степень поражения средняя, на другом – 28%, степень поражения сильная. Ягоды сильно деформированы, недоразвиты, не имеют потребительских качеств.

Фитосанитарный мониторинг необходимо проводить весь период выращивания земляники, наблюдая и предотвращая эпифитотии вредителей.

PHYTOPARASITES OF STRAWBERRY GARDEN *FRAGARIA ANANASSA* IN COLLECTIVE, FARM, PERSONAL SUBSIDIARY FARMS

Petrova A.D., Shesteporov A.A., Cherniateva E.A.

There are results of the monitoring of phytoparasites in strawberry plantations in various types of farms in article.

УДК 599.426:576.895.2

ФАУНА ЭКТОПАРАЗИТОВ РУКОКРЫЛЫХ ДАРВИНСКОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Петрова В.В.¹, Шапкин О.А.², Мельникова А.М.¹

¹ *Череповецкий государственный университет, пр. Луначарского, 5, Череповец, 162600 Россия, barkovskaia@mail.ru*

² *Дарвинский государственный природный биосферный заповедник, Вологодская обл., д. Борок, 162646 Россия, shapkin-o-a@mail.ru*

Дарвинский государственный природный биосферный заповедник (ДГПБЗ) находится в 30 км южнее г. Череповца Вологодской области, на полуострове в северо-западной части Рыбинского водохранилища. Нами была исследована фауна эктопаразитов пяти видов гладконосых летучих мышей (Chiroptera: Vespertilionidae), обитающих на территории заповедника: нетопырь лесной *Pipistrellus nathusii*, рыжая вечерница *Nyctalus noctula*, двухцветный кожан *Vespertilio murinus*, ночница водяная *Myotis daubentoni*, ночница прудовая *Myotis dasycneme*. Рукокрылые отлавливались с помощью паутинных сетей в июне–августе 2021–2022 гг. на территории заповедника, в окрестностях

д. Борок. Сбор эктопаразитов производился с каждой отловленной особи отдельно, с использованием препаровальной иглы и пинцета. Все эктопаразиты сначала фиксировались в 70%-м растворе этилового спирта, затем клещи заключались в жидкость Фора-Берлезе, блохи после просветления в 10%-м водном растворе КОН также заключались в жидкость Фора-Берлезе, кровососущие мухи оставались в растворе этанола. В результате исследования обнаружено 14 видов эктопаразитических членистоногих, представленных гамазовыми (7 видов) и иксодовыми (1 вид) клещами, а также насекомыми (6 видов) отрядов двукрылые, блохи и полужесткокрылые. Наибольшее видовое разнообразие эктопаразитов отмечено нами для нетопыря лесного (6 видов), рыжей вечерницы и ночницы прудовой (по 5 видов). Акарифауна *P. nathusii* представлена гамазовыми клещами *Spinturnix mystacinus* и *Steatonyssus periblepharus*, а также единичной находкой личинки иксодового клеща *Ixodes vespertilionis*. Эктопаразитическая энтомофауна нетопыря лесного представлена двумя видами блох р. *Ischnopsyllus*: *I. variabilis*, *I. octactenus* и находкой на одной из исследованных особей нетопыря (июнь 2022 г.), клопа р. *Cimex* (предположительно *C. cf. Pipistrelli*). Эктопаразиты рыжей вечерницы также представлены тремя таксономическими группами членистоногих: гамазовые клещи *S. myoti*, *S. acuminatus* и *Macronyssus flavus*, блохи *I. obscurus* и клопы р. *Cimex*. В фауне эктопаразитов *M. dasycneme* помимо двух видов гамазид – *S. myoti*, *M. corethroproctus* и двух видов блох – *I. octactenus*, *Myodopsylla trisellis* отмечена зараженность 100% исследованных ночниц кровососущими мухами *Penicillidia monoceros*. Следует отметить, что ранее исследований эктопаразитофауны рукокрылых на территории ДГПБЗ не проводилось. Авторы признательны к.б.н. М.В. Орловой (Тюменская государственная медицинская академия) за помощь в определении эктопаразитов.

FAUNA OF BAT ECTOPARASITES OF THE DARWIN NATURAL BIOSPHERE RESERVE

Petrova V.V., Shapkin O.A., Melnikova A.M.

Data on the species composition of bat ectoparasites of the Darwin State Natural Biosphere Reserve are presented.

**ЛИЧИНКИ НЕМАТОД *HYSTEROETHYLACIUM ADUNCUM*
У АМФИПОД *ISCHYROCERUS COMMENSALIS*,
ЗАСЕЛЯЮЩИХ КАМЧАТСКОГО КРАБА
В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ**

Плаксина М.П., Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г.

*Мурманский морской биологический институт Российской академии наук,
Владимирская, 17, Мурманск, 183010 Россия, MarjanaPopjuk@yandex.ru*

Вселение чужеродных видов в морские экосистемы зачастую приводит к сокращению биоразнообразия, включая вытеснение местных видов и потерю уникальных местных генотипов. Инвазивные виды могут вызывать нарушение экологических процессов, включая изменения в структуре сообществ, ухудшение условий среды, трансформацию пищевых сетей и нарушение экосистемных процессов. В 1960-х гг. была осуществлена интродукция камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* из Тихого океана в Баренцево море. Известно, что камчатские крабы являются хозяевами для разнообразных симбиотических и эпибиотических организмов. Ранее показано, что вместе с интродукцией краба в Баренцево море не было завезено сопутствующих симбиотических видов. Среди местных видов, чей жизненный цикл тесно связан с камчатскими крабами, отмечена амфипода *Ischyrocerus commensalis*. Данные о паразитофауне *I. commensalis* отсутствуют. Учитывая широкое распространение и высокие индексы заселенности данного симбионта, довольно актуальным видится изучение вопроса, являются ли данные бокоплавцы хозяевами для паразитов и какова распространенность паразитов, заражающих *I. commensalis*.

Камчатские крабы были отловлены водолазами в губе Зеленецкая в июле 2022 г. с диапазона глубин 5–33 м, грунты как мягкие, так и твердые. Температура воды составляла 4–6 °С. Каждого краба визуально исследовали на наличие ассоциированных организмов по стандартной методике. Амфипод собирали и фиксировали в 4%-м формальдегиде, а затем исследовали под стереомикроскопом МБС-10 для установления пола и измерений. Из общей

совокупности амфипод случайным образом была сделана выборка из 467 экз. с длиной тела от 3,8 до 12,1 мм. Эти особи были вскрыты и исследованы на наличие паразитов.

Амфиподы были обнаружены на всех отловленных камчатских крабах, что свидетельствует о 100% распространенности инвазии. В особях *I. commensalis* были обнаружены личинки нематод третьей стадии, принадлежащие к роду *Hysterothylacium*.

Экстенсивность инвазии для всей выборки составила 2,4% (95% доверительный интервал, 1,2–4,2%), а средняя интенсивность – 1 экз. на амфиподу. Не было обнаружено существенных различий в распространенности нематод в зависимости от размера и пола амфипод-хозяев (критерий хи-квадрат, $p > 0,05$). Размеры нематод варьировались от 0,63 до 6,10 мм.

Наши находки дополняют список паразитов амфипод в прибрежной зоне Баренцева моря, что в свою очередь важно для понимания влияния интродукции камчатского краба на продуктивность основных рыбных запасов и традиционное рыболовство в Баренцевом море.

Работа выполнена в рамках государственного задания ММБИ РАН за счет финансирования Минобрнауки.

**THE AMPHIPOD *ISCHYRO CERUS COMMENSALIS*,
ASSOCIATED WITH THE BARENTS SEA RED KING CRAB,
IS A HOST FOR THE THIRD LARVAL STAGE
OF THE NEMATODE *HYSTERTHYLACIUM ADUNCUM***

Plaksina M.P., Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G.

Larvae of the nematodes were reported in the amphipods, *Ischyrocerus commensalis*, collected from *Paralithodes camtschaticus*, in the coastal Barents Sea in July 2022. Commensal amphipods were registered on all red king crabs captured. Further laboratory analysis revealed that 11 out of 467 amphipod individuals (prevalence 2.4%) harbored third-stage larvae of *Hysterothylacium aduncum* l. (Nematoda: Anisakidae). The nematode larvae ranged from 0.63 to 6.10 mm in body length. Due to the low prevalence of nematodes and lower vulnerability of the host amphipods to fish predators, negative effects on the Barents Sea ecosystem through the range expansion of crab-associated amphipods and their parasites are unlikely.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНАХ ПАРТЕНИТ ТРЕМАТОД В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

Подвязная И.М.¹, Галактионов К.В.^{1,2}

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, Irina.Podvuznaya@zin.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Впервые изучена ультраструктура репродуктивных органов партенит трематод в холодный зимний период. Материалом послужили партениты, выделенные из моллюсков Белого моря: редии *Bunocotyle progenetica* (Hemiuridae) из гидробиид *Peringia ulvae*, дочерние спороцисты *Renicola parvicaudatus* (Renicolidae) и редии *Himasthla elongata* (Himasthliidae) из литорин *Littorina littorea* и *L. saxatilis*. Ранее репродуктивный аппарат упомянутых партенит был исследован нами у экземпляров, собранных в благоприятное для развития паразитов теплое время года.

Установлено, что у «зимних» редий *B. progenetica* заметно ослабевает, но не прекращается митотическая активность в герминальной массе (ГМ), что свидетельствует о замедлении развития. Наряду с этим происходит массовая дегенерация генеративных элементов внутри ГМ, а также ранних эмбрионов, заполняющих выводковую полость. Продукты дегенерации поглощаются и усваиваются клетками выстилки выводковой полости, которые обнаруживают ультраструктурные признаки интенсификации пищеварительной функции.

У *R. parvicaudatus* группировки партенит в зимний период представлены в основном зрелыми дочерними спороцистами. Выстилка выводковой полости и ГМ у них полностью дегенерируют. Дегенерация существенно затрагивает и стенку тела спороцисты, основной функцией которой становится защита поздних эмбрионов церкарий, сохраняющих жизнеспособность до наступления теплого сезона. У малочисленных

молодых «зимних» спороцист заметно выражены признаки дегенерации соматических структур, но в выводковой полости сохраняется свободно флотирующая ГМ с генеративными клетками и ранними эмбрионами.

У «зимних» редий *H. elongata* ГМ не претерпевает существенных структурных изменений по сравнению с ее летним состоянием. В ней не обнаружены митозы; при этом в генеративных клетках прослеживается усиление аутофагических процессов, а у зародышевых шаров внутри ГМ заметна активизация транспорта веществ в первичном эпителии. Перечисленные признаки косвенно свидетельствуют об аресте развития в «зимних» редиях *H. elongata*.

Проведенное исследование показало, что вопреки распространенному мнению, не существует единого паттерна морфофункциональных изменений репродуктивного аппарата партенит трематод в холодный зимний период. Отмечены сходные состояния и процессы, сопровождающие подобные сезонные перестройки у разных видов: это 1) арест или замедление развития, 2) дегенерация и 3) усиление аутофагии в генеративных элементах.

Исследование выполнено в рамках госзадания ЗИН РАН № 122031100260-0 и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-04-00170.

MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN THE REPRODUCTIVE ORGANS OF TREMATODE PARTHENITAE DURING THE COLD SEASON

Podvyaznaya I.M., Galaktionov K.V.

Three different patterns of morphofunctional transformations of the reproductive apparatus of trematode parthenitae during the cold season were described using the ultrastructural evidence from rediae of *Bunocotyle progenetica*, rediae of *Himasthla elongata* and daughter sporocysts of *Renicola parvicaudatus*.

**ЗНАЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ АССОЦИАНТОВ
КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В ВОСПРИИМЧИВОСТИ
К ЭНТОМОПАТОГЕННЫМ БАКТЕРИЯМ
*BACILLUS THURINGIENSIS***

**Поленогова О.В., Артемченко А.С., Клементьева Т.Н.,
Ходырев В.П., Крюкова Н.А., Глухов В.В.**

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия, ovr0408@yandex.ru*

Для биологического контроля колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) используют препараты на основе энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* (Bt). Важную роль в восприимчивости насекомых к патогенам может играть кишечное бактериальное сообщество хозяина, однако этот вопрос до сих пор остается дискуссионным.

Данное исследование посвящено изучению роли симбиотических бактерий колорадского жука в развитии бактериозов, вызванных Bt. Анализ сообщества бактерий кишечника личинок *L. decemlineata* на основе высокопроизводительного секвенирования региона 16S rRNA показал, что наиболее высокое обилие и разнообразие было характерно для энтеробактерий, спироплазм и лактококков. Скармливание Bt приводило к значимым сдвигам в структуре сообществ кишечника, связанным преимущественно с повышением обилия энтеробактерий. Энтеробактерии были выделены и реинтродуцированы в кишечник личинок совместно с Bt, что привело к пятикратному увеличению смертности жуков. Вероятно, данный синергетический эффект был связан с тем, что энтеробактерии приводили к деструктивным либо метаболическим изменениям тканей кишечника. Полученные результаты позволят рассмотреть потенциал использования симбиотических бактерий в разработке новых подходов к экологически безопасному контролю экономически значимых видов насекомых.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ № 22-76-10051.

**THE INFLUENCE OF MICROBIOTA
ON SUSCEPTIBILITY THE COLORADO POTATO
BEETLE LARVAE TO ENTOMOPATHOGENIC BACTERIA
*BACILLUS THURINGIENSIS***

**Polenogova O.V., Artemchenko A.S., Klementeva T.N., Khodyrev V.P.,
Kruykova N.A., Glupov V.V.**

Bioinsecticides based on entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) are used for biological control of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). The bacterial community of the gut may play an important role in the susceptibility of insects to pathogens. However, this is still debatable.

The aim of the work was to establish the structure of bacterial communities in the intestines of the Colorado potato beetle in the development of bacterioses caused by Bt. The analysis of the guts bacterial community based on sequencing of the 16S rRNA region showed that enterobacteria, spiroplasmas and lactococci form the basis of the microbiota. Bt *per os* has led to significant shifts in the structure of the microbiota by increasing the number of enterobacteria. Enterobacteria were isolated and reintroduced into the intestines of larvae together with Bt, which led to a fivefold increase in beetle mortality. Probably, this synergistic effect was due to the fact that enterobacteria led to destructive or metabolic changes in gut tissues. The results obtained will allow us to consider the potential of using symbiotic bacteria in the development of new approaches to pest control.

The research was supported by the Russian Science Foundation No. 22-76-10051.

**МЕЖПОПУЛЯЦИОННЫЕ И МЕЖГОДОВЫЕ
РАЗЛИЧИЯ КЛЕЩЕЙ *IXODES PERSULCATUS*
SCHULZE, 1930 (ACARI, IXODIDAE) ПРИ ОЦЕНКЕ
ТОЛЕРАНТНОСТИ К РЕПЕЛЛЕНТУ ДЭТА
И СПОСОБНОСТИ ПОДДЕРЖИВАТЬ РЕПРОДУКЦИЮ
ВИРУСА КЛЕЩЕВОГО ЭНЦЕФАЛИТА**

Полиенко А.Е., Белова О.А., Карганова Г.Г.

ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), поселение Московский, п. Института полиомиелита, вл. 8, к. 1, Москва, 108819 Россия, polienko.ae@yandex.ru

Клещи *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 широко распространены на территории РФ и имеют большое эпидемиологическое значение, поскольку являются переносчиками ряда опасных заболеваний, в том числе вируса клещевого энцефалита (ВКЭ). Для ВКЭ характерна природная очаговость, т. е. приуроченность к определенным биотопам, что обусловлено биологическими особенностями жизнедеятельности переносчиков. Абиотические и биотические факторы влияют на численность, поведение и физиологию иксодид, что может отразиться на свойствах вирусной популяции и, как следствие, на эпизоотической и эпидемической активности природных очагов клещевого энцефалита.

Цель работы – изучение межгодовых и межпопуляционных различий в толерантности к ДЭТА и способности поддерживать репродукцию основных подтипов ВКЭ двух популяций клещей *Ixodes persulcatus*, собранных в географически отдаленных регионах РФ: республиках Тыва и Карелия.

Сбор клещей осуществлялся сотрудниками лаборатории в 2017 и 2018 гг. Для части клещей из природы определяли активность и толерантность по отношению к репелленту N, N-Диэтилметилбензамид (ДЭТА) согласно стандартной методике. Другую часть клещей перкоксально заражали штаммами

европейского, сибирского и дальневосточного подтипов ВКЭ и оценивали динамику репродукции по накоплению копий РНК и инфекционность вируса методом бляшек.

Были выявлены межпопуляционные различия между клещами из республик Тыва и Карелия по чувствительности к репелленту ДЭТА и способности поддерживать репродукцию ВКЭ. Различия по уровню репродукции вируса в *I. persulcatus* были наиболее выражены для европейского подтипа ВКЭ, а наименьшая инфекционность была отмечена для сибирского подтипа ВКЭ независимо от года и места сбора. Полученные различия могут лежать в основе различий подтипов ВКЭ и их необходимо учитывать при оценке и прогнозировании эпизоотической и эпидемиологической обстановки в природных очагах клещевого энцефалита.

INTERPOPULATION AND INTERANNUAL DIFFERENCES IN TICKS *IXODES PERSULCATUS* SCHULZE, 1930 (ACARI, IXODIDAE) IN ASSESSING TOLERANCE TO DEET REPELLENT AND ABILITY TO SUPPORT REPRODUCTION OF TICK-BORNE ENCEPHALITIS VIRUS

Polienko A.E., Belova O.A., Karganova G.G.

In our study, we used *Ixodes persulcatus* ticks collected in the Republics of Tyva and Karelia in 2017 and 2018. For some ticks, we studied the activity and tolerance to the repellent DEET (diethyltoluamide). For another part of the ticks, we performed percoxal infection with strains of the European, Siberian, and Far Eastern TBEV subtypes and observed the dynamics of accumulation of RNA copies.

Differences in the behavior and reproduction of TBEV between different populations of *I. persulcatus* were revealed, which can be determined by the physiological state of ixodids. Such differences must be taken into account when assessing and predicting the epizootic and epidemiological situation in natural foci of TBE.

ПАЗИТОФАУНА СИГОВЫХ РЫБ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЕНИСЕЙ В 2022 г.

Поляева К.В.

Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»), ул. Парижской Коммуны, 33, Красноярск, 660049 Россия, glechota21@gmail.com

Осенне-нерестующие сиговые рыбы, нагуливающиеся в Карском море, Енисейском заливе, дельте реки (ряпушка, омуль, сиг), совершают нерестовые миграции в августе – октябре, поднимаясь из мест нагула к местам нереста вверх по течению р. Енисей.

Осенью 2022 г. из сетных уловов в районе г. Дудинка (69°24'00" с. ш., 86°11'00" в. д.) на паразитологический анализ отобрано 16 экз. сига *Coregonus lavaretus* (возрастом от 8+ до 14+, средняя масса – 630 ± 43 г, средняя длина по Смитту – 362 ± 6 мм) и 18 экз. омуля *Coregonus autumnalis* (возрастом от 8+ до 13+, средняя масса – 539 ± 87 г, средняя длина по Смитту – 344 ± 16 мм). Сбор, фиксация и камеральная обработка паразитологического материала выполнялись по общепринятой методике.

У омуля обнаружено 7 видов паразитов, относящихся к 5 систематическим группам (миксоспоридии, цестоды, скребни, нематоды, ракообразные). Видом-доминантом является *Dibothriocephalus ditremus* (E = 94,5%; M = 6,6 экз.), *D. dendriticus* (E = 88,9%; M = 2,4 экз.) и *Echinorhynchus salmonis* (E = 83,3%; M = 3,23 экз.). Меньшие показатели инвазии отмечены у *Chloromyxum coregoni* (E = 44,5%), *Salmincola* sp. (E = 33,4%; M = 0,34 экз.), *Philonema sibirica* (E = 16,7%; M = 0,2 экз.) и *Triaenophorus crassus* (pl.) (E = 11,2%; M = 0,2 экз.).

Паразитофауна сига более разнообразна: обнаружено 10 видов из 5 систематических групп (миксоспоридии, цестоды, скребни, нематоды, ракообразные). Доминирует *Ichtyocotylurus* sp. (E = 93,7%; M = 57,6 экз.), *E. salmonis* (E = 75,0%; M = 5,06 экз.) и *C. coregoni* (E = 62,5%). Меньшие показатели инвазии отмечены у *Salmincola* sp. (E = 37,5%; M = 0,5 экз.). Единично встречались *Neoechinorhynchus* sp. (E = 12,5%; M = 0,31 экз.), *D. ditremus* (E = 6,3%; M = 0,06 экз.),

D. dendriticus (E = 6,3%; M = 0,06 экз.), *Crepidostomum* sp. (E = 6,25%; M = 0,44 экз.) и *Ph. sibirica* (E = 6,25%; M = 0,44 экз.).

Всего у двух видов хозяев обнаружено 10 видов паразитов. Доминирующими видами паразитов у омуля являются цестоды р. *Dibothriocephalus*, у сига – трематоды р. *Ichtyocotylurus*. Показатели экстенсивности инвазии омуля и сига скребнями р. *Echinorhynchus* схожи: 83,3 и 75,0% соответственно.

PARASITE FAUNA OF WHITEFISHES IN THE LOWER REACHES OF THE YENISEI RIVER IN 2022

Poliaeva K.V.

For parasitological analysis were selected 16 specimens of whitefish *Coregonus lavaretus* and 18 specimens of omul *Coregonus autumnalis* in the lower reaches of the Yenisei River in the area of Dudinka town (69°24'00" N, 86°11'00" E) in September 2022. In total, we found 10 parasite species in two host species. The dominant species of parasites in the omul are cestodes of *Diphilobothrium* genus and in whitefish are trematodes of *Ichtyocotylurus* genus. Equally often, *C. autumnalis* (83.3%) and *C. lavaretus* (75.0%) are infected with proboscis worms *Echinorhynchus* genus.

УДК595.121:597.317.7 (265.72)

ЦЕСТОДЫ *LECANICEPHALUM* (LECANICEPHALIDEA) – НОВЫЕ ВИДЫ ПАРАЗИТОВ СКАТОВ *HEMITRYGON* (DASYATIDAE) У ПОБЕРЕЖЬЯ ВЬЕТНАМА

Полякова Т.А.¹, Водясова Е.А.¹, Уппе В.А.¹, Во Тхи Ха²

¹ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия, genijadmitrieva@gmail.com

² Совместный российско-вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр, Нячанг, Вьетнам, vohacnvb@gmail.com

В результате изучения фауны цестод скатов рода *Hemitrygon* (Dasyatidae), обитающих в Южно-Китайском море у побережья

Вьетнама, впервые обнаружены представители цестод отряда *Lecanicephalidea*. В 2019–2023 гг. у побережья южного (г. Фанранг-Тхатям, провинция Ниньтхуанж; г. Фантьет, провинция Биньтхуан, г. Вунгктау, провинция Бария-Вунгтау), центрального (залив Нячанг, провинция Кханьхоа; г. Хюэ, провинция Тхыатхьен-Хюэ) и северного Вьетнама (г. Догхой, провинция Куангбинь) у двух видов скатов *Hemitrygon bennettii* и *Hemitrygon* sp. 1 найдены цестоды, по морфологическим признакам соответствующие роду *Lecanicephalum*. Наибольшие показатели численности *Lecanicephalum* sp. (ЭИ 25%; ИИ 1–28 / 7 ± 2 экз./особь; ИО 2 ± 0,7 экз./особь) отмечены у ската *H. bennettii* из залива Нячанг.

Анализ морфологических признаков у изученных особей цестод от обоих видов скатов выявил существенные отличия, дифференцирующие их от валидных видов рода *Lecanicephalum* (*L. peltatum*, *L. coangustatum*). Ранее эти виды цестод отмечали у ската *Dasyatis centroura* (*Dasyatidae*) в Атлантике у юго-восточного побережья Америки. Опубликованы генетические данные 28S только от двух неописанных видов цестод этого рода *Lecanicephalum* sp. 1 (KU249076) от ската *Dasyatis marmorata* из Атлантики (Сенегал) и *Lecanicephalum* sp. 2 (KU249077) от *Hyparus guttatus* (*Dasyatidae*) из Карибского моря.

Филогенетический анализ D1-D3 области 28S рДНК 1399 п. н. двух особей *Lecanicephalum* sp. от ската *H. bennettii* с высокой поддержкой поместил их среди *Lecanicephalidea*, паразитирующих в элачмобранхиях. Изученные две особи вошли в отдельную кладу, состоящую из *Lecanicephalum* sp. 1 и *Lecanicephalum* sp. 2, но внутри этой клады дистанцировались в отдельную сестринскую субкладу.

Новые находки цестод рода *Lecanicephalum* у скатов *Hemitrygon* расширяют не только сведения о распространении цестод этого рода, но и данные об ассоциации их окончательных хозяев. Полученные морфологические и молекулярно-генетические данные свидетельствуют в пользу выделения нового вида цестод рода *Lecanicephalum*.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ № 121030100028-0 и Совместного российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра (ЭКОЛАН Э-3.1).

LECANICEPHALUM (LECANICEPHALIDEA) – ARE NEW SPECIES OF PARASITES IN STINGRAYS *HEMITRYGON* (DASYATIDAE) OFF THE COAST OF VIETNAM

Polyakova T.A., Vodyasova E.A., Uppe V.A., Vo Thi Ha

Cestodes of the order Lecanicephalidea were found for the first time in stingrays of the genus *Hemitrygon* in the South China Sea by the coast of Vietnam. New data has expanded the data about the distribution of cestodes of the genus *Lecanicephalum* and the association of their definitive hosts including *Hemitrygon* stingrays. Morphological and molecular-genetic data testify in favour of the creation of a new species of cestodes of the genus *Lecanicephalum* from *Hemitrygon* in the South China Sea.

УДК 576.88

ФАУНА КСИЛОБИОНТНЫХ НЕМАТОД ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Полянина К.С., Рысс А.Ю.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия,
Kristina.Polyanina@zin.ru*

Фитонематоды способны вызывать вилт и суховершинность как хвойных, так и лиственных пород деревьев, что приводит к большим потерям в сельском и лесном хозяйстве по всему миру. В списки особо вредоносных включены 10 видов фитогельминтов. Гельминты древесных растений хорошо известны по исследованиям нематод хвойных, однако изучению нематофауны лиственных деревьев ранее уделялось недостаточно внимания.

Цель данного исследования – выявление и описание нематофауны больных лиственных деревьев с особым вниманием к видам фитопатогенных нематод, ассоциированных с ксилобионтными жуками – переносчиками трансмиссивных болезней растений.

Сборы материалов проведены в 10 регионах России и Беларуси: общее количество точек сбора – 600, количество исследованных проб древесины и насекомых – 368, коллекционных препаратов, депонированных в УФК ЗИН РАН, – 561. Нами изучена нематофауна трех наиболее распространенных на территории России лиственных пород деревьев, подверженных заболеваниям при участии фитогельминтов: вяз, ясень, дуб.

Обнаружено, что в состав фауны вязов *Ulmus laevis* и *U. glabra*, пораженных Голландской болезнью, входит 15 видов нематод; *Fraxinus excelsior* (суховершинность ясеня) включает 11 видов; *Quercus robur* (вилт дуба) – 20 видов нематод. Нами составлен атлас обнаруженных видов ксилобионтных нематод из лиственных древесных растений с симптомами вилта и суховершинности, а также предложена классификация из 10 экологических групп ксилобионтных нематод, ассоциированных с короедами.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 122031100260-0 с использованием коллекции нематод Зоологического института РАН (УФК ЗИН РАН).

FAUNA OF XYLOBIONT NEMATODES OF DECIDUOUS WOODY PLANTS

Polyanina K.S., Ryss A.Yu.

Nematodes cause great damage to agriculture and forestry around the world. Helminths of coniferous trees are well studied, while little attention has previously been paid to the study of nematodes of deciduous trees. We compiled an atlas of detected species of xylobiont nematodes from deciduous woody plants with wilting symptoms, including 46 species, and proposed a classification of 10 ecological groups of xylobiont nematodes associated with bark beetles.

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
ВЗАИМООТНОШЕНИЙ «ПАРАЗИТ – ХОЗЯИН»
КОШАЧЬЕЙ ДВУУСТКИ *OPISTHORCHIS FELINEUS*:
РОЛЬ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ**

Пономарев Д.В.

*Институт цитологии и генетики СО РАН, ул. акад. Лаврентьева, 10,
Новосибирск, 630090 Россия,
p.dmitr@outlook.com*

Взрослая стадия развития трематод *Opisthorchis felineus* протекает в гепатобилиарной системе рыбоядных млекопитающих, вызывая описторхоз. Описторхоз сопровождается неоплазией эпителия желчных протоков, механизмы развития которой неизвестны. Трематоды секретируют внеклеточные везикулы, которые могут быть основными факторами взаимоотношений «паразит – хозяин». Целью работы было исследовать белковый состав внеклеточных везикул *O. felineus* и их влияние на процессы пролиферации, миграции, а также ангиогенеза на культурах клеточных линий человека: холангиоцитов H69, гепатомы HepG2 и эндотелиоцитов HUVEC. Внеклеточные везикулы *O. felineus* захватываются клетками человека, увеличивают пролиферацию и миграцию холангиоцитов H69, что, вероятно, связано с активацией EGFR-зависимого сигнального пути. Также продемонстрировано образование капиллярноподобной сети эндотелиоцитами HUVEC, что говорит о стимуляции ангиогенеза. Белковый состав внеклеточных везикул показал наличие 127 белков. Таким образом, внеклеточные везикулы *Opisthorchis felineus* могут содержать в своем составе различные регуляторные факторы, которые оказывают специфический эффект на клетки эпителия желчных протоков, стимулируют ангиогенез и, вероятно, обуславливают неоплазию эпителия желчных протоков при хроническом описторхозе.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Новосибирской области (№ 22-25-20018).

**MOLECULAR MECHANISMS OF HOST-PARASITE
RELATIONSHIPS IN THE LIVER FLUKE
OPISTHORCHIS FELINEUS: THE ROLE
OF EXTRACELLULAR VESICLES**

Ponomarev D.V.

The adult stage of *Opisthorchis felineus* worms infest biliary tract of the liver in piscivorous mammals, causing opisthorchiasis. The disease is accompanied by neoplasia of the bile duct epithelium, the mechanisms of development of which are unknown. Extracellular vesicles secreted by the trematodes may be major factors in parasite-host relationships. The aim of this work was to study the protein composition of *O. felineus* extracellular vesicles and their influence on the processes of proliferation, migration, and angiogenesis in cultures of human cell lines: H69 cholangiocytes, HepG2 hepatoma, and HUVEC endothelial cells. *O. felineus* extracellular vesicles are internalized by human cells, increase proliferation and migration of H69 cholangiocytes, which is probably associated with activation of the EGFR-dependent signaling pathway. Also, capacity of trematode extracellular vesicles to stimulate angiogenesis and the formation of capillary-like network *in vitro* was demonstrated, which indicates the stimulation of angiogenesis. The proteomic analysis of extracellular vesicles identified the presence of 127 proteins. Specific effect of liver fluke extracellular vesicles on proliferation and migration rate of human cholangiocytes *in vitro* may reflect the mechanisms of development of precancerous biliary intraepithelial neoplasia during opisthorchiasis *in vivo*.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ
НА РАЗВИТИЕ *OPISTHORCHIS FELINEUS*
В ПЕРВОМ ПРОМЕЖУТОЧНОМ
ХОЗЯИНЕ МОЛЛЮСКЕ *VITHYNIA TROSCHELII*:
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

**Пономарева Н.М.^{1*}, Орлова Т.В.^{1,2}, Власенко П.Г.¹, Сербина Е.А.¹,
Юрлова Н.И.¹**

¹ Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия, *Rastyazhenko86@mail.ru

² Новосибирский государственный медицинский университет, ул. Красный проспект, 52, Новосибирск, 630091 Россия

Трематода *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) является возбудителем широко распространенного заболевания человека и животных – описторхоза. Первым промежуточным хозяином для *O. felineus* служат моллюски сем. Bithyniidae.

Температурный режим играет важную роль в реализации жизненного цикла трематод, поэтому нами было проведено изучение влияния температуры на успешность заражения моллюсков *B. troschelii* яйцами трематоды *O. felineus*.

В лабораторных условиях моллюсков *B. troschelii* заражали яйцами *O. felineus*, полученными из марит, экспериментально выращенных в сирийских хомяках. Спустя сутки после заражения моллюски были распределены по аквариумам с различным температурным режимом: 18, 21, 24, 27 и 30 °С. Для выявления печеночных сосальщиков у моллюсков после их естественной смерти применяли метод ПЦР.

Результаты показали, что зараженность моллюсков зависела от температуры воды, в которой они содержались, и колебалась от 30 до 45%. Температура воды в 27 и 30 °С оказалась наиболее благоприятной для наибольшего заражения моллюсков трематодой *O. felineus*.

Незаразившиеся моллюски, содержащиеся при температурах 21 и 24 °С, больше гибли в начале эксперимента, а при 18,

27 и 30 °С – равномерно. Зараженные особи, содержащиеся при температурах 18, 24 и 30 °С, гибли равномерно в течение эксперимента, при 21 °С гибель моллюсков увеличивалась ближе к концу эксперимента, а при 27 °С была большой в начале эксперимента.

Полученные результаты могут свидетельствовать о возможном увеличении инвазированности моллюсков трематодой *O. felineus* в условиях глобального потепления климата.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 215470101 е-Азия Климат.

**EFFECT OF WATER TEMPERATURE
ON THE DEVELOPMENT OF *OPISTHORCHIS FELINEUS*
IN THE FIRST INTERMEDIATE HOST SNAIL
BITHYNIA TROSCHELII:
AN EXPERIMENTAL STUDY**

**Ponomareva N.M., Orlova T.V., Vlasenko P.G., Serbina E.A.,
Yurlova N.I.**

The effect of temperature accumulations on the development of *O. felineus* inside the host snail *Bithynia troschelii* were experimental study. After experimental infection of snails with *O. felineus* eggs, they were divided into temperature groups: 18, 21, 24, 27 и 30 °С. For the detection and taxonomic identification of liver flukes in experimentally infected snails, PCR was used using specific primers. The results showed that the infection rate of snails depended on the temperature of the water in which they were kept and varied from 30 to 45 %. the water temperature of 27 °С and 30 °С was the most favorable for the greatest infection of snails with the trematode *O. felineus*. This may suggest an increase in the infestation of snails of *O. felineus* under conditions of climate warming.

ЗАРАЖЕННОСТЬ ПТИЦ ОТРЯДА PASSERIFORMES ТРЕМАТОДАМИ СЕМЕЙСТВА PLAGIORCHIIDAE В БАССЕЙНЕ ОЗ. ЧАНЫ (ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Пономарева Н.М., Юрлова Н.И.

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия, Rastyazhenko86@mail.ru*

На юге Западной Сибири широко распространены трематоды сем. Plagiorchiidae. По последним данным в бассейне оз. Чаны, самого большого водоема Западной Сибири, расположенного в Барабинской лесостепи, максимальная экстенсивность инвазии выявлена у птиц из отряда Воробьинообразные ($62,5 \pm 4,42\%$). Мы провели паразитологическое исследование на зараженность трематодами сем. Plagiorchiidae пяти видов птиц (30 экз.) из отряда Passeriformes: грач *Corvus frugilegus* (n = 11), серая ворона *C. cornix* (n = 10), ворон *C. corax* (n = 2), белая трясогузка *Motacilla alba* (n = 3), желтоголовая трясогузка *Motacilla citreola* (n = 4). Исследование проведено в 2015 г. в окрестностях Чановского научного стационара (Новосибирская обл., Здвинский р-н).

У всех пяти видов исследованных птиц обнаружены мариты плагиорхид. В целом экстенсивность заражения исследованной выборки воробьинообразных птиц трематодами сем. Plagiorchiidae составила $53,3 \pm 9,1\%$ (16 экз.). Количество марит в каждой особи варьировало от 1 до 575 экз., интенсивность инвазии составила 88 экз. Из общего числа зараженных особей 56% были самцы (9 экз.) и 44% самки (7 экз.). Грачи были заражены на 36,3% (4 из 11), серая ворона – 60% (6 из 10), ворон – 2 из 2-х, белая трясогузка – 2 из 3-х, желтоголовая трясогузка – 2 из 4-х. Максимальная интенсивность инвазии (575 экз.) зафиксирована у серой вороны, минимальная (1 экз.) – у желтоголовой трясогузки.

Наши данные по зараженности птиц из отряда Воробьинообразные трематодами сем. Plagiorchiidae согласуются с ранее полученными. Высокие показатели зараженности, отмеченные для воробьинообразных птиц, очевидно, связаны с рационом их питания.

Установлено, что водные насекомые составляют до 70% рациона у воробьиных птиц. Стрекозы, зарегистрированные в качестве вторых промежуточных хозяев плагиорхид в районе исследования и играющие большую роль в пищевом рационе птиц отряда Passeriformes, поддерживают стабильность существования изучаемых нами трематод.

Исследование поддержано Программой фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственной академии наук на 2021–2025 гг., проект № 122011800141-7.

INFECTION OF PASSERIFORMES BIRDS BY TREMATODES OF THE PLAGIORCHIIDAE FAMILY IN THE LAKE CHANY BASIN, SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Ponomareva N.M., Yurlova N.I.

The results of investigations (2015) of trematode infection of family Plagiiorchiidae in the final hosts (of birds of the order Passeriformes) from a basin of the Chany Lake in Western Siberia are presented in this work. Five species of birds were examined and also all infected with trematodes of the family Plagiiorchiidae. A total of 16 (53%) birds were infected with trematodes of family Plagiiorchiidae. Of the total number of infected individuals, 56% were males and 44% females. The number of maritas was varied from 1 to 575 maritas (in average 88 marita).

УДК 595.121.5

ТОНКАЯ МОРФОЛОГИЯ СЕКРЕТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОКРОВАХ МЕТАЦЕСТОД ОТРЯДА CYCLOPHYLLIDEA

Поспехова Н.А.

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, ул. Портовая, 18, Магадан, 685000 Россия, posna@ibpn.ru

Приводятся данные по тонкой морфологии покровов метацестод из шести семейств, относящихся к отряду Cyclophyllidea: Mesocestoididae, Taeniidae, Hymenolepididae, Dilepididae,

Schistotaeniidae и Dioecocestidae. Метацистыды принадлежат к разным морфологическим типам: тетратиридий (*Mesocestoides* sp. Vaillant, 1863), цистицерк (*Taenia* sp. L), циклоцерк (*Microsomacanthus microskrjabini* Spassky et Jurpalova, 1964), моноцерк (*Dichoanotaenia tundra* Spassky et Kononov, 1967), эуаскоцерк (*Schistotaenia srivastavai* Raush, 1970) и мегалоцерк (*Dioecocestus asper* (Mehlis 1831)), соответственно. Важным признаком указанных морфологических типов метацистыд является наличие или отсутствие защитных оболочек: первые два (тетратиридий и цистицерк) лишены оболочек, и проспективная часть метацистыды ввернута внутрь задней части тела; у циклоцерка гименолепидид и моноцерка дилепидид наружная защитная оболочка имеет не клеточное строение и состоит из фибриллярного (циклоцерк) или гранулярного (моноцерк) материалов, наружные защитные оболочки эуаскоцерка и мегалоцерка имеют клеточное строение.

Установлено, что секреторная активность тегумента характерна для всех отделов метацистыд – как лярвальных (оболочки у цистицеркоидов либо задняя часть тела у цистицерков и тетратиридиев), так и дефинитивных (сколекс, шейка), за исключением не клеточных наружных оболочек. Секреторные продукты производятся в цитонах тегумента и поступают в дистальную цитоплазму, где могут менять свою морфологию и (возможно) биохимический состав. Выделение материала на поверхность происходит апокриновым и мерокриновым способами. Интенсивность секреторных процессов и количество выделяемого материала зависят от целостности наружных защитных оболочек (в экспериментальных условиях) и степени близости клеток хозяина при тканевой локализации. Наибольшее разнообразие секреторных продуктов демонстрируют метацистыды семейства *Mesocestoididae*, инкапсулированные в тканях промежуточных хозяев (грызунов и насекомых), тогда как метацистыды в беспозвоночных промежуточных хозяевах чаще всего секретируют на поверхность тегумента мелкогранулярный материал и везикулы.

SECRETORY PROCESSES FINE MORPHOLOGY IN THE TEGUMENT OF THE CYCLOPHYLLIDEA ORDER METACESTODES

Pospekhova N.A.

It has been established that the secretory activity of the tegument is characteristic of all parts of metacestodes – both larval (derivatives of the cercomere in cysticeroids, or the hindbody in cysticercs and tetrathyridia), and definitive (scolex, neck), with the exception of non-cellular outer envelopes, which are a derivative of the cercomere. The intensity of secretory processes and the amount of secreted material depend on the integrity of the protective envelopes (under experimental conditions) and the degree of proximity of the host cells during tissue localization.

УДК 595.122:591.044

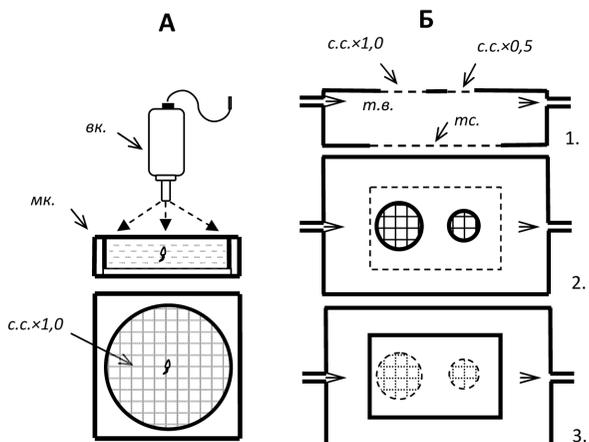
ВЛИЯНИЕ pH, ТЕМПЕРАТУРЫ И СОЛЕННОСТИ ВОДЫ НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЦЕРКАРИЙ ТРЕМАТОД. МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Прокофьев В.В.

*Псковский государственный университет, пл. Ленина, 2, Псков,
180000 Россия, prok58@mail.ru*

При изучении влияния различных абиотических факторов на двигательную активность церкарий трематод большую сложность вызывает необходимость поддержания температуры воды в силу малого объема (1 мл) микроаквариума с исследуемыми животными (Прокофьев, 2005) (рис., А). Для решения этой проблемы нами была сконструирована установка, размещаемая на столике бинокулярного микроскопа и позволяющая поддерживать температуру воды в микроаквариуме с точностью до $\pm 1,0$ °C (рис., Б).

Установка представляет собой термостатированную камеру, выполненную из органического стекла. Размеры камеры в плане 13 × 14 см, высота 4 см. В нижней пластине камеры вырезано отверстие размером 65 × 65 мм, куда вклеено термостекло, для максимального



А – схема установки для видеосъемки.

Б – схема термостатированной камеры.

1 – вид сбоку, 2 – вид сверху, 3 – вид снизу, *вк.* – видеокамера, *мк.* – микроаквариум, *с. с. ×1,0* и *с. с. ×0,5* – стеклянные измерительные сетки, *т.в.* – ток воды, *т.с.* – термостекло

пропускания света к микроаквариумам и видеокамере, что очень важно при макровидеосъемке. В верхней пластине вырезаны два отверстия диаметром 23 и 16 мм, куда вклеены стекла толщиной 0,7 мм с измерительной сеткой шагом $1,0 \times 1,0$ и $0,5 \times 0,5$ мм. В боковые стенки врезаны штуцеры, посредством которых камера заполняется водой и подключается к аквариумному холодильнику.

Работа с установкой показала ее высокую эффективность при простоте конструкции.

INFLUENCE OF pH, TEMPERATURE AND SALINITY OF WATER ON THE MOTOR ACTIVITY OF TREMATODE CERCARIAE. METHODOLOGICAL ASPECT

Prokofiev V.V.

For observation and photo or video filming of the motor activity of microhydrobionts depending on the water temperature, a camera design was proposed that allows maintaining the temperature in a small volume of water with an accuracy of at least ± 1.0 °C.

**ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
СКЛЕРОТИНИЗИРОВАННЫХ СТРУКТУР
ПРИКРЕПИТЕЛЬНЫХ ДИСКОВ
LIGOPHORUS VANBENEDENI И *L. SZIDATI***

Пронькина Н.В., Дмитриева Е.В.

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия,
natalya-pronkina@yandex.ru*

Дифференциация видов рода *Ligophorus* Euzet et Suriano, 1977 основана на форме и размерах склеротинизированных структур прикрепительного диска (крючков и пластинок) и половой системы. Морфологические характеристики срединных крючков и соединительных пластинок связаны с особенностями места прикрепления и могут зависеть от факторов среды. В данной работе проанализировано влияние места локализации, численности инфрапопуляций и размера хозяина на морфометрические признаки прикрепительных структур диска моногеней *L. vanbenedeni* и *L. szidati*, паразитирующих на жабрах сингиля *Chelon auratus* в Черном море у побережья Крыма.

Для описания морфометрии крючков и пластинок видов рода *Ligophorus* использована схема промеров, включающая 7 промеров крючков (при этом крючок подразделяется на дистальную и проксимальную части), 4 промера брюшной и 2 промера спинной пластинки. Анализ проведен на выборках, полученных для *L. vanbenedeni* (107 экз.) и *L. szidati* (100 экз.) из района Севастополя (Крым, Черное море) в один сезон, чтобы исключить географическую и сезонную изменчивость. Морфометрическая изменчивость (коэффициент вариации) прикрепительных структур у двух изученных видов *Ligophorus* невысока, вариабельность большинства промеров была ниже 10%. Признаки, связанные с размерами срединных крючков, были наименее изменчивыми.

Место локализации на жабрах, численность инфрапопуляций и размер хозяина не влияли на большинство морфометрических

характеристик структур прикрепительного диска *L. vanbenedeni* (13 из 20 промеров) и *L. szidati* (12 из 20 промеров), но от места локализации зависело наибольшее количество параметров (по 4 из 20 у каждого вида). Данный результат свидетельствует о том, что форма и размеры этих структур в значительной степени генетически детерминированы и видоспецифичны. Ранее было показано, что процесс видообразования у моногеней сем. Dactylogyridae связан с адаптацией к месту прикрепления. Также полученные результаты согласуются с тем, что морфометрия брюшного крючка более стабильна, чем других прикрепительных образований, что отражает его важную функциональную роль в процессе прикрепления лигофорусов к определенному локусу жабр.

Исследование поддержано темой госзадания Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского, № 121030100028-0.

INTRASPECIFIC VARIABILITY OF SCLEROTINISED HAPTORAL STRUCTURES OF *LIGOPHORUS VANBENEDENI* AND *L. SZIDATI*

Pronkina N.V., Dmitrieva E.V.

The place of localisation on gills, infrapopulation size and fish length do not affect most morphometric characters of the hard structures of the haptor of *L. vanbenedeni* (13 of 20 measurements) and *L. szidati* (12 of 20) parasitising *Chelon auratus* in the Black Sea off Crimea. This result indicates that the shape and dimensions of these structures are genetically determined and species-specific. The morphometry of the ventral anchor is the most stable, which confirms the previously obtained data on its important functional role in the process of attachment of *Ligophorus* spp. to a specific locus of the gills.

This study is funded by a scientific theme of the A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas No. 121030100028-0.

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКИ *GYRODACTYLUS FLESI*
И *GYRODACTYLUS* SP. ОТ КАМБАЛЫ
PLATICHTHYS FLESUS ИЗ МОРЕЙ ЕВРОПЫ**

**Прохорова Д.А.¹, Плаксина М.П.², Водясова Е.А.¹,
Дмитриева Е.В.¹**

¹ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия,
d.prokhorova.sev@gmail.com

² Мурманский морской биологический институт РАН, ул. Владимирская, 17,
Мурманск, 183010 Россия

В морях Европы на речной камбале *Platichthys flesus* зарегистрировано пять видов *Gyrodactylus* (Platyhelminthes: Monogenea): *G. alviga* Dmitrieva & Gerasev, 2000; *G. arcuatus* Bychowsky, 1933; *G. flesi* Malmberg, 1957; *G. flexibiliradix* Malmberg, 1970 и *G. robustus* Malmberg, 1957. Из них три вида в морях Северной Европы и два – в Черном море. При этом только один вид – *G. flesi* отмечен у этого хозяина как на севере, так и на юге.

Морфологическое исследование гиродактилюсов, собранных с *P. flesi* из Баренцева моря, выявило две группы особей, существенно различающихся по форме и размерам структур прикрепительного диска. Часть из них морфологически соответствовала гиродактилюсам, собранным от камбалы в Черном море, и описаниям *G. flesi* и *G. robustus*. Эти два вида морфологически схожи, паразитируют на одном и том же виде рыб на севере Европы, и однозначно разделить их можно только на основе баркодинга. Полученные от особей из Черного моря последовательности участка ITS1-5.8S-ITS2 рДНК на 99,9% совпали с последовательностью *G. flesi* из Балтийского моря (AY278039). Таким образом, подтверждено, что этот вид встречается на *P. flesus* как в северных морях Европы, так и в Черном море.

Другая часть найденных на баренцевоморской камбале гиродактилюсов морфологически схожа с *G. aideni* Cone,

1981 и *G. pleuronecti* Cone, 1981, описанными от камбалы *Pseudopleuronectes americanus*, обитающей у атлантического побережья Канады. Полученные последовательности ITS1-5.8S-ITS2 рДНК на 98,0% совпадают с *G. aideni* (HM481248) и на 97,7% с *G. pleuronecti* (HM481247). Генетические дистанции по ITS1 составляют: 0,005 с первым видом и 0,034 – со вторым. Таким образом, *Gyrodactylus* sp., найденный на *P. flesus* в Баренцевом море, принадлежит к этому комплексу близких видов и впервые зарегистрирован в северо-восточной части Атлантики. Полученные данные показывают, что ареалы обоих видов шире, чем это было известно ранее.

Исследование поддержано темой госзадания Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского, № 121030100028-0, и выполнено в рамках государственного задания ММБИ РАН за счет финансирования Минобрнауки.

MORPHOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS OF *GYRODACTYLUS FLESI* AND *GYRODACTYLUS* SP. FROM THE FLOUNDER *PLATICHTHYS FLESUS* IN THE SEAS OF EUROPE

Prokhorova D.A., Plaksina M.P., Vodyasova E.A., Dmitrieva E.V.

The occurrence of *Gyrodactylus flesi* on *P. flesus* in the Black Sea was confirmed on the basis of morphometry and sequences of the ITS region of rDNA. Other monogeneans found on *P. flesus* in the Barents Sea are morphologically similar to *G. aideni* and *G. pleuronecti* described from *Pseudopleuronectes americanus* off the Atlantic coast of Canada. The ITS rDNA sequences from these gyrodactylids are 98.0% identical with *G. aideni* (HM481248) and 97.7% identical with *G. pleuronecti* (HM481247). A species belonging to this closely related species complex was found for the first time in the northeastern Atlantic.

ИММУННЫЕ РЕАКЦИИ ЛЁГОЧНЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ТРЕМАТОДНУЮ ИНВАЗИЮ

Прохорова Е.Е.

*Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186 Россия,
elenne@mail.ru*

Моллюски являются одними из наиболее удобных и перспективных моделей для сравнительно-иммунологических исследований. Сложная система врожденного иммунитета легочных моллюсков сформировалась во многом благодаря продолжительной коэволюции с трематодами. Большая часть сведений о механизмах иммунных реакций моллюсков получена при изучении паразит-хозяинной системы «трематоды – моллюск».

Развитие иммунного ответа на трематодную инвазию определяется степенью специфичности паразита и резистентности моллюска-хозяина. Принято считать, что успешное заражение и развитие партенит трематод может быть реализовано только у моллюсков, чувствительных к соответствующему паразиту. У таких моллюсков не будет развиваться эффективный иммунный ответ. В случае несовместимой системы «трематоды – моллюск» иммунные реакции моллюсков подавляют развитие паразита.

Основными эффекторными элементами иммунного ответа моллюсков признаны циркулирующие клетки гемолимфы – гемоциты. Гемоциты пульмонат образуются в амебоцит-продуцирующем органе (АПО) и обладают широким набором патогенраспознающих рецепторов (ПРР), включающим толл-подобные рецепторы, лектины, скавенджер-рецепторы и др. Набор ПРР уникален для моллюсков разных видов и во многом определяется набором патогенов, с которыми контактируют представители данного вида. ПРР моллюска взаимодействуют с уникальными углеводными детерминантами на поверхности паразита – полиморфными муцинами. Поэтому определенный набор ПРР рассматривается в качестве одного из возможных механизмов, определяющих

специфическую совместимость в системе «трематоды – моллюск». Следующий уровень, определяющий совместимость моллюска с паразитом, – клеточный. Гемоциты обеспечивают такие формы врожденных реакций, как фагоцитоз, формирование агглютинаций и инкапсуляция. В гемоцитах присутствуют основные группы цитотоксических факторов, характерные для клеток врожденного иммунитета: протеазы, антибактериальные белки, токсины, активные кислородные метаболиты и др. На начальных этапах инвазии у моллюсков развивается неспецифическая первичная клеточная реакция. Она осуществляется за счет гемоцитов из близлежащих тканей и циркуляции. В большинстве случаев за первичной реакцией следует активация гемопоэза в АПО и запуск вторичной клеточной реакции, в которой принимают участие вновь образованные гемоциты. В последние годы накопились сведения о признаках специфичности иммунитета pulmonata и наличия у них иммунологической памяти. В частности, репертуар фибриноген-подобных белков в гемоцитах pulmonata может меняться на протяжении онтогенеза особи. А экспрессия некоторых лизиноподобных белков (например, биомфализина) значительно повышается при повторной инвазии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 22-24-20057) и гранта СФН (проект № 49/2022).

IMMUNE REACTIONS OF PULMONATA SNAILS TO TREMATODE INVASION

Prokhorova E.E.

The main stages of pulmonata immune reactions are similar to the same of other animals. They include two levels: cellular and humoral. Haemocytes include various pathogen recognition receptors and cytotoxic factors. Cell defence consist of primary reaction and secondary reaction.

The study was carried out with the support of the Russian Science Foundation (project No. 22-24-20057) and Saint-Petersburg Science Foundation (project No. 49/2022).

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
В СИСТЕМЕ «ПАРАЗИТ – ХОЗЯИН»
НА ПРИМЕРЕ ТРЕМАТОД *MICROPHALLUS* SPP.
И МОЛЛЮСКОВ *LITTORINA* SPP.**

**Репкин Е.А.^{1*}, Павлова П.А.¹, Варфоломеева М.А.¹, Шаварда А.Л.^{1,2},
Гранович А.И.¹, Мальцева А.Л.¹**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия,
* erepkin53@gmail.com

² БИИ РАН, ул. Профессора Попова, 2, Санкт-Петербург,
197376 Россия

Молекулярные и клеточные основы взаимодействия паразитов и хозяев в случае трематод и моллюсков до сих пор остаются недостаточно исследованными: в основном исследуются лишь отдельные аспекты паразито-хозяинных взаимодействий, а механизмы, лежащие в основе наблюдаемых явлений (например, паразитарной кастрации, изменения поведения и подвижности, деформации раковины), остаются практически не изученными.

Наша работа посвящена анализу молекулярных взаимодействий между трематодами рода *Microphallus* (Digenea, Microphallidae) и моллюсками *Littorina* spp. (Gastropoda, Littorinidae). С применением методов метаболомики (ГХ-МС), протеомики (ВЭЖХ-МС/МС) и транскриптомики (секвенирование библиотек кДНК) мы исследовали, как заражение микрофаллидами влияет на биохимические процессы в организме хозяина-моллюска, а также как отличия между организмами хозяев, их экологическими и физиологическими особенностями сказываются на локальных группировках паразитов, обитающих в литторинах.

Анализ метаболомов продемонстрировал ряд изменений, происходящих в организме зараженных литторин: (1) тенденция к интенсификации анаэробного и снижению интенсивности аэробного энергетического обмена; (2) замещение сахаров как энергетического субстрата свободными аминокислотами у моллюсков;

(3) расхождение запасяющих сахаров и транспорт моносахаров от хозяина паразиту; (4) увеличение выделения продуктов азотистого обмена (мочевина и глутамин) у зараженных литторин. Наблюдаемые изменения сходны, но имеют и видоспецифичные особенности у зараженных моллюсков двух видов. Примечательно также, что нами выявлены отличия в метаболомах паразитов одного вида, населяющих разные виды хозяев-моллюсков и разные уровни приливно-отливной зоны, – это свидетельствует о том, что организм паразита по-разному функционирует в разных видах хозяев, а также под действием градиента факторов окружающей среды. Полученные нами данные транскриптомики и протеомики подтверждают и дополняют результаты метаболомики; кроме того, анализ дифференциальной экспрессии генов демонстрирует ряд изменений в функционировании иммунной системы литторин, в частности, снижение экспрессии генов, кодирующих ключевые ферменты кислородного взрыва (NOS и DuOX).

Исследование выполнено при поддержке средств грантов РФФ (№ 19-14-00321) и РФФИ (№ 19-04-00392).

PHYSIOLOGICAL INTERACTIONS IN THE PARASITE-HOST SYSTEM USING THE EXAMPLE OF THE TREMATODES *MICROPHALLUS* SPP. AND MOLLUSKS *LITTORINA* SPP.

**Repkin E.A., Pavlova P.A., Varfolomeeva M.A., Shavarda A.L.,
Granovitch A.I., Maltseva A.L.**

An analysis of interaction between microphallid trematodes (*Microphallus* genus) and their periwinkle hosts (*Littorina* genus) at the molecular level was carried out using the methods of transcriptomics, proteomics and metabolomics. Numerous changes in the processes of catabolism and anabolism, as well as signaling pathways, reproductive function, immune defense in the host organism have been identified. Possible reasons for the observed results are discussed.

УЛЬТРАСТРУКТУРА ГЕЛЬМИНТА *HETERAKIS DISPAR* SCHRANK, 1790 (NEMATODA: HETERAKIDAE)

Рзаев Ф.Г.^{1,2}, Гасымов Э.К.², Насиров А.М.¹

¹ Институт зоологии, Министерство науки и образования,
ул. А. Аббасзаде, 1128/504, AZ1004, Баку, Азербайджан,
fuad.zi@mail.ru

² Азербайджанский медицинский университет, ул. С. Вургуна, 163,
AZ1078, Баку, Азербайджан

Нематода *Heterakis dispar* (Schrank, 1790), специфический паразит гусеобразных (Anseriformes), широко распространена на территории Азербайджана у домашних водоплавающих птиц. Кожно-мышечный мешок гельминта состоит из кутикулы, гиподермы и мышечного слоя. Кутикула, в свою очередь, образована из восьми слоев. В гиподерме нематоды прослеживаются дорсальный, вентральный и два латеральных валика. Изучены ультраструктурные особенности экскреторного канала. Установлено, что нервная система гельминта ортогональная. Мускулатура нематоды полимиарного типа, по окружности тела число мышечных клеток колеблется от 17 до 26 в зависимости от пола и части тела гельминта. Пищеварительная система разделяется на три отдела: передний (ротовая полость, глотка, пищевод), кишечник и задний отдел кишечника. Стенка ротовой полости и глотки выстлана кутикулой. Пищевод разделен на прокорпус, метакорпус и базальную часть. Просвет пищевода образован кутикулой, которая состоит из коркового, гомогенного и базального слоев. В стенке бульбуса обнаружены мускульные, железистые клетки, а также отростки нервных клеток. Просвет бульбуса покрыт кутикулой. Кишечник состоит из хорошо развитой наружной мембраны и однослойного эпителия. В эпителиальных клетках обнаруживаются четыре зоны: базальная, ретикулярная, плазматическая и фибриллярная. В апикальной части клетки расположены микроворсинки. Помимо десмосом, соединяющих эпителиальные клетки, в мембранах также присутствуют гладкие межклеточные

контакты (smooth septate junction). Задний отдел кишечника заканчивается у самок анусом, а у самцов – клоакой. Стенка клоаки содержит базальную мембрану, эпителий и кутикулу. Половая система самца состоит из семенника, семенного пузыря, семяпровода и семяизвергательного протока. Спиккулы и бурса являются вторичными половыми органами. Стенка семенника, семенного пузыря и семяпровода состоит из базальной мембраны и эпителиального слоя. Семяизвергательный канал кроме базальной мембраны и эпителиальных клеток содержит мускульный слой. В передней части протока обнаруживаются железистые клетки. В зародышевой зоне семенника были выявлены половые клетки в стадии сперматогония, в зоне роста семенника – сперматоциты, в семенном пузыре – сперматиды, в семяпроводе – неполовозрелые сперматозоиды, а в семяизвергательном протоке – половозрелые сперматозоиды. Спиккулы состоят из наружного слоя кутикулы и прилегающих к нему гиподермальных клеток. В спиккуле также обнаруживаются отростки нервных клеток.

**ULTRASTRUCTURE OF THE HELMINTH
HETERAKIS DISPAR SCHRANK, 1790
(NEMATODA: HETERAKIDAE)**

Rzayev F.H., Gasimov E.K., Nasirov A.M.

The ultrastructure of tissues and organs (body wall, digestive, reproductive (male), nervous and excretory systems) of the nematode *Heterakis dispar* (Schrank, 1790) from the Heterakidae family was studied using light and electron microscopy.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВЫХ АНТИМИКРОБНЫХ
БЕЛКОВ ЦЕСТОДЫ *TRIAENOPHORUS NODULOSUS* –
МОЛЕКУЛЯРНЫХ ФАКТОРОВ РЕГУЛЯЦИИ
МИКРОБИОМОВ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ**

Рогожин Е.А.^{1,2}, Фролова Т.В.¹, Извекова Г.И.¹

¹ *Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок, 109, Некоузский район, Ярославская область, 152742 Россия,
rea21@list.ru*

² *Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина
и Ю.А. Овчинникова РАН, ул. Миклухо-Маклая, 16/10, Москва,
117437 Россия*

Хорошо известно, что антимикробные полипептиды представляют собой важнейшие компоненты врожденного иммунитета различных живых организмов, которые участвуют в защите от стрессовых факторов биотической природы. На фоне отсутствия адаптивной иммунной системы у беспозвоночных антимикробные белки являются определяющими молекулярными факторами такой защиты, обеспечивая ингибирующее действие против широкого спектра грибных и бактериальных патогенов. Показано, что данным молекулам свойственна преимущественно внутриклеточная локализация, однако в ряде случаев они могут быть секреторными. В рамках настоящей работы осуществлено выделение белков, соответственно, из экстрактов цестод и среды для инкубирования. Получение данных концентратов проводили путем их обогащения посредством твердофазной экстракции с последующим разделением ступенчатой обращенно-фазовой ВЭЖХ по мере увеличения степени гидрофобности. Оценка полученных суммарных фракций на наличие антимикробной активности против спектра условно-патогенных штаммов бактерий, дрожжевых и мицелиальных грибов выявила наличие ингибирующего эффекта по отношению к грамположительным бактериям и грибам. При этом стоит отметить, что полуколичественный уровень антимикробной активности сопоставим

для тестируемых вариантов гомогенатов цестод и среды инкубации, что может указывать на трансфер молекул по секреторному типу. Дальнейшее разделение активных фракций методом ДСН ПААГ гель-электрофореза позволило локализовать четыре преобладающих по количеству полипептида с молекулярными массами в диапазоне 15–62 кДа. Структурная характеристика выявленных макромолекул методом ступенчатой деградации по Эдману позволила установить один из функциональных белков с молекулярной массой около 23 кДа, имеющий гомологию с фрагментом астацина из фитопаразитической нематоды *Ditylenchus destructor*, относящегося к группе пептидаз семейства m12A. Характерно, что данный белок обнаружен как в экстракте цестод, так и в среде инкубации, что позиционирует его как секретируемый фермент. По остальным молекулам отмечена их локализация исключительно в одном из изучаемых вариантов, кроме того, результаты их структурного анализа не позволили выявить гомологии с какими-либо известными функциональными белками. Таким образом, в среде инкубации и гомогенатах цестод *T. nodulosus* обнаружены белки, ответственные за антимикробную активность червей.

Настоящее исследование поддержано грантом Российского научного фонда (проект № 22-24-00248).

IDENTIFICATION OF NOVEL ANTIMICROBIAL PROTEINS FROM THE CESTODE *TRIAENOPHORUS NODULOSUS* – MOLECULAR FACTORS REGULATING FRESHWATER FISH MICROBIOMES

Rogozhin E.A., Frolova T.V., Izvekova G.I.

In the incubation medium and homogenates of *Triaenophorus nodulosus* cestodes, proteins responsible for the antimicrobial activity of the worms were found.

ОСОБЕННОСТИ ИНВАЗИРОВАНИЯ КАРПОВЫХ РЫБ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ОПИСТОРХИИД (OPISTHORCHIIDAE) В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕГО ДОНА

Ромашов Б.В.^{1,2}, Бахтина А.В.², Ромашова Н.Б.¹

¹ Воронежский государственный заповедник, Госзаповедник
Центральная усадьба, Воронеж, 394080 Россия,
bvrom@rambler.ru

² Воронежский государственный аграрный университет, ул. Мичурина, 1,
Воронеж, 394087 Россия

Дон является крупнейшей рекой (длина около 2000 км) в европейской России. В связи с ландшафтными и гидробиологическими особенностями выделяют три участка Дона: Верхний, Средний и Нижний. Верхний Дон длиной почти 500 км – от истока в Тульской области до впадения р. Воронеж в Воронежской области. Самый протяженный участок Верхнего Дона с многочисленными притоками протекает по Липецкой области. Материалы по описторхиадам (Opisthorchiidae) собраны в 2022–2023 гг. на р. Воронеж и ее притоках Усмани и Матыре от фоновых видов карповых рыб: уклей, плотвы, красноперки и густеры. Реки протекают как в природных условиях – Усмать, так и на урбанизированных территориях – Воронеж и Матыра.

В природных условиях на р. Усмать у рыб выявлены четыре вида метацеркарий описторхид: *Opisthorchis felineus*, *Pseudamphistomum truncatum*, *Metorchis bilis*, *M. xanthosomus*. Здесь отмечены наиболее высокие показатели встречаемости (ЭИ) и индекса обилия (ИО) метацеркарий 92,9% и 14,7, соответственно. Самые высокие индексы зарегистрированы у уклей (ЭИ = 100,0% и ИО = 42,3), ниже у остальных видов карповых: плотвы (ЭИ = 93,6% и ИО = 7,7), красноперки (ЭИ = 90,9% и ИО = 3,3) и густеры (ЭИ = 60,0% и ИО = 7,2). На р. Усмать доминируют метацеркарии *P. truncatum* (ЭИ = 86,6% и ИО = 8,8), далее следуют *M. bilis* (ЭИ = 34,8% и ИО = 2,5), *M. xanthosomus* (ЭИ = 33,9% и ИО = 3,1) и *O. felineus* (ЭИ = 21,4% и ИО = 0,5).

В урбанизированных условиях на реках Воронеж и Матыра выявлены два вида описторхийд: *P. truncatum* и *M. xanthosomus* у трех видов карповых рыб (красноперки, плотвы и густеры). В сравнении с природными условиями отмечены низкие показатели зараженности метацеркариями – ЭИ = 37,5% и ИО = 1,3. Среди рыб более высокие индексы зарегистрированы у красноперки (ЭИ = 100,0% и ИО = 6,7), существенно ниже у плотвы (ЭИ = 50,0% и ИО = 0,8) и густеры (ЭИ = 18,4% и ИО = 0,3).

Таким образом, в центральной части европейской России (водоемы бассейна Верхнего Дона) у карповых рыб отмечены четыре вида метацеркарий описторхийд, максимальное видовое разнообразие регистрируем в природных условиях. Среди описторхийд чаще выявляем *P. truncatum* (доля составляет до 50%), существенно реже *M. bilis* (20%) и *M. xanthosomus* (20%), минимально *O. felineus* (10%). Следовательно, есть основания определять *P. truncatum* в качестве ведущей нозологической единицы среди описторхийд (описторхийдозов) на исследуемой территории.

PECULIARITIES OF INFECTION OF CYPRINIDS BY OPISTHORCHIIDAE METACERCARIAE (OPISTHORCHIIDAE) IN THE UPPER DON BASIN

Romashov B.V., Bakhtina A.V., Romashova N.B.

Four species of Opisthorchiidae metacercariae have been recorded in the Upper Don basin: *Opisthorchis felineus*, *Pseudamphistomum truncatum*, *Metorchis bilis*, *M. xanthosomus*. We register *P. truncatum* more often (the share is about 50%), *M. bilis* (20%) and *M. xanthosomus* (20%) are much less common, *O. felineus* (10%) is minimal.

НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫЕ ЭКТОПАРАЗИТОЗЫ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПРИ КЛЕТОЧНОМ РАЗВЕДЕНИИ (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ромашова Е.Б.

*Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной
медицины, ул. Черниговская, 5, Санкт-Петербург, 196084 Россия,
Elizavettarom@mail.ru*

Задачами современного звероводства является получение ценных меховых шкур и увеличение выхода продукции. Эктопаразитозы отрицательно влияют на качество получаемой продукции. При высокой интенсивности инвазии (ИИ) возможно ослабление организма, а также гибель молодняка. Изучение паразитарных болезней в пушном звероводстве и выработка мер профилактики эктопаразитозов остается актуальным вопросом ветеринарии.

Целью работы являлось изучение эктопаразитозов пушных зверей при клеточном разведении в зверохозяйствах Тверской обл. Сбор материалов проводили в 2021–2023 гг. в звероводческом хозяйстве «Мермерины» на норках и хорях и в звероводческом хозяйстве «Савватьево» на норках и лисицах. Животных обследовали методом: а) визуального осмотра кожных покровов, ушных раковин, шерсти; б) счесывания блох с поверхности шерсти с дальнейшей фиксацией в 70° этаноле; в) взятия соскобов из наружного слухового канала с дальнейшей микроскопией. Материал исследовали на кафедре паразитологии им. В.Л. Якимова ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

По результатам исследований ушной клещ *Otodectes cynotis* обнаружен у лисиц и хорей. У взрослых лисиц (> 1 года) экстенсивность инвазии (ЭИ) составила 97%, у взрослых хорей (> 1 года) ЭИ – 93%. Зараженные отодектозом животные имели характерные клинические признаки: гиперемия наружного слухового канала, обильные выделения темно-коричневого цвета, зуд, болезненность, кривоголовость, рваные раны и язвенные процессы

на ушных раковинах. В обоих зверохозяйствах у норок зарегистрированы блохи (Siphonaptera) с интенсивностью заражения 5–20 экз. При паразитировании блох норки испытывают беспокойство, зуд, отмечается анемия, отставание в росте у молодых животных. Блохи, кусая персонал фермы, отрицательно влияют на их работу. При обследовании у лисиц и хорей блохи не обнаружены.

Самым многочисленным видом насекомых на зверофермах в летний период являются зоофильные мухи. Зарегистрированы два вида: домовая муха (*Musca domestica*) и мясная муха (*Lucilia caesar*). Относительная численность мух в шедах составила 20–30 экз./м². Для пушных зверей при содержании в клетках мухи являются источником постоянного стресса; назойливость и беспокойство негативно отражаются как на состоянии животных, так и качестве работы обслуживающего персонала.

Таким образом, у пушных зверей в зверохозяйствах Тверской области зарегистрировано несколько видов эктопаразитов: ушной клещ *Otodectes cynotis* обнаружен у лисиц и хорей; блохи (Siphonaptera) обнаружены у норок. Серьезным фактором беспокойства являются зоофильные мухи *Musca domestica* и *Lucilia caesar*.

THE MOST RELEVANT ECTOPARASITES OF FUR-BEARING ANIMALS DURING CAGE BREEDING (TVER REGION)

Romashova E.B.

We conducted a study of ectoparasites in fur-bearing animals in the fur farms of the Tver region. The ear mite (*Otodectes cynotis*) has been found in foxes and polecats with a prevalence of infection of 93–97%. Minks were found to have fleas (Siphonaptera) with an intensity of infection of 5–20 ind. The zoophilic flies *Musca domestica* and *Lucilia caesar* are a serious factor of concern for animals.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ ГЕЛЬМИНТОВ В ПОПУЛЯЦИЯХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Ромашова Н.Б.¹, Ромашов Б.В.^{1,2}

*¹ Воронежский государственный заповедник, Госзаповедник
Центральная усадьба, Воронеж, 394080 Россия,
bvnrom@rambler.ru*

*² Воронежский государственный аграрный университет,
ул. Мичурина, 1, Воронеж, 394087 Россия*

Оценка влияния климатических факторов на природные экосистемы в настоящее время приобретает актуальность в стратегии охраны окружающей среды. Так, в Воронежском заповеднике (европейская Россия) исследуют отклики биоты (на примере позвоночных животных и растений) на климатические колебания. В последнее десятилетие на территории Воронежского заповедника наблюдаем продолжительные (в 3–4 года) засушливые периоды с аномально высокими температурами весной и летом, недобором осадков, снижением уровня грунтовых вод и пересыханием внепойменных водоемов. Цель работы – оценка изменения видового разнообразия гельминтов и индексов зараженности у наиболее многочисленных видов хозяев под влиянием климатических факторов. Гельминтологические материалы собраны от фоновых видов мышевидных грызунов и диких копытных животных в течение 2010–2021 гг. в Воронежском заповеднике и на сопредельных территориях. В это время были отмечены два периода с экстремальным дефицитом влаги и высокими температурами.

На фоне постепенного нарастания дефицита влаги у мышевидных грызунов наблюдаем «выпадение» определенных групп гельминтов. Так, за исследуемый период у этих хозяев в Воронежском заповеднике исчезли трематоды, которых в обычные годы обнаруживали в пойменных биотопах. Цестоды семейств Anoplocephalidae и Catenotaeniidae (промежуточные хозяева

орибатидные клещи) при дефиците влаги и высоких температурах представляют повышение экстенсивности инвазии (ЭИ) с 12,7% до 43,6% ($P < 0,05$). Это указывает на увеличение доли почвенных беспозвоночных в рационе грызунов. Нематоды оказались наименее подвержены влиянию экстремальных климатических факторов, ЭИ колеблется от 62,7% до 74,2% ($P > 0,05$). Вероятно, это обусловлено особенностями жизненных циклов. Прямые жизненные циклы нематод у грызунов протекают в условиях оптимального микроклимата нор и гнезд.

Засуха и высокие температуры привели к снижению обводненности территории заповедника. Это способствовало существенному возрастанию концентрации инвазионного начала *Parafasciolopsis fasciolaemorpha* и усилению контактности между дикими копытными животными в местах водопоя. В результате трематода была выявлена как у облигатного хозяина (лось, ЭИ = 100,0%), так и у остальных оленьих (европейский благородный олень, ЭИ = 66,7%; европейская косуля, ЭИ = 16,7%).

SOME ASPECTS OF THE INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE BIODIVERSITY OF HELMINTHS IN MAMMAL POPULATIONS

Romashova N.B., Romashov B.V.

Extremely low humidity and high temperatures affect the dynamics of the helminth fauna and the indices of infestation of mammals in the Voronezh Reserve. In rodents, trematodes disappear, cestodes give an increase in the prevalence of infection, nematodes retain an approximate "status quo". Trematodes of ungulate significantly expand their host range.

АКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ В ОТНОШЕНИИ ЛИЧИНОК ИНВАЗИВНОГО КОМАРА *Aedes (Stegomyia) albopictus*

Рославцева С.А., Алексеев М.А.

*Институт дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, Научный проезд, 18, Москва, 117246 Россия,
roslavcevac@mail.ru*

Азиатский тигровый комар *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) – эффективный переносчик возбудителей ряда опасных арбовирусных лихорадок, массово заселивший за последние несколько десятилетий европейские страны. В 2011 г. этот вид впервые был обнаружен на территории нашей страны, в Сочи. За последующие годы комары *Ae. albopictus* постепенно освоили Черноморское побережье России: в 2019 г. этот вид достиг Краснодара, а в 2020 г. появился в Крыму. В горах комары *Ae. albopictus* встречаются на высоте 600 м над уровнем моря (Красная Поляна). В условиях Черноморского побережья Кавказа присутствие этого инвазивного вида создает условия для возникновения местных вспышек лихорадок денге, Чикунгунья, Зика. Опасность появления на территории России комаров-переносчиков и формирования стабильно воспроизводящихся популяций требует разработки мер по недопущению развития и распространения *Ae. albopictus* и заноса в нашу страну арбовирусных инфекций.

Для разработки мер борьбы с этим видом комаров необходимо знать о чувствительности его субпопуляций к инсектицидам, поскольку они могли быть завезены из регионов с высоким уровнем резистентности. В Институте дезинфектологии были проведены эксперименты по установлению чувствительности личинок *Ae. albopictus* к наиболее часто применяемым пиретроидам и микробиологическим препаратам. Использовали 95–98% технические продукты пиретроидов, карбаматов, хлорфенапира и два российских микробиологических препарата на основе *Bacillus*

thuringiensis israelensis («Бактицид» и «Комароед-БИО») на личинках III и начала IV возраста по методике ВОЗ. В экспериментах были использованы инсектарные культуры *Ae. albopictus*, полученные из яиц, собранных в Сочи, а также в Новороссийске и на острове Корфу (Греция). Определяли концентрации, вызывающие смертность 50% (СК₅₀) и 99% (СК₉₉) личинок, и диагностические концентрации (ДК = СК₉₉ × 2).

Микробиологические препараты были высокоактивными в отношении личинок комаров. Из синтетических соединений наименьшими ларвицидными свойствами обладали производные карбаминовой кислоты, в особенности карбарил. Из группы пиретроидов максимальной активностью обладали цианосодержащие соединения (в порядке убывания активности) – d-цифенотрин, альфациперметрин, лямбда-цигалотрин, циперметрин; менее активными оказались пиретроиды, не содержащие цианогруппу (перметрин и этофенпрокс). Несколько ниже, чем у цианосодержащих пиретроидов, была активность хлорфенапира. Установленные ДК можно использовать для выяснения степени чувствительности (резистентности) к инсектицидам личинок популяций комаров *Ae. albopictus*, обитающих на юге России, а также завезенных из зарубежных стран, и для подготовки предложений по созданию схем ротации химических ларвицидов для недопущения формирования резистентных популяций этого вида комаров.

ACTIVITY OF MODERN INSECTICIDES AGAINST INVASIVE MOSQUITO *AEDES (STEGOMYIA)* *ALBOPICTUS* LARVAE

Roslavtseva S.A., Alekseev M.A.

Diagnostic concentrations of insecticides from different chemical groups for determining the susceptibility of larvae of *Aedes (Stegomyia) albopictus* populations in southern Russia were established.

**РИЦИНО-ПОДОБНЫЙ ЛЕКТИН LdRBLk
КОЛОРАДСКОГО ЖУКА *L. DECEMLINEATA*
И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ
ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ГРИБА *M. ROBERTSII***

**Роцкая У.Н., Крюков В.Ю., Косман Е.Н., Тюрин М.В.,
Глунов В.В.**

*Институт систематики и экологии животных СО РАН,
ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия,
Ulyanar@mail.ru*

Рицино-подобный лектин колорадского жука (LdRBLk) относится к лектинам С-типа (CTL). Это Ca^{2+} -зависимые белки, которые участвуют в иммунных ответах чешуекрылых (*Bombyx mori*, *Huphantria cunea* и *Manduca sexta*) по следующим механизмам: распознавание липополисахаридов дрожжей, агглютинация бактерий и дрожжей в присутствии ионов Ca^{2+} и индукция фенолоксидазного каскада. Широкий класс CTL включает белки с рицин-В-лектиновыми доменами (RBL), которые были впервые обнаружены как одна из субъединиц токсина Рлицина у клещевины (*Ricinus communis*).

Нами показано, что пептид LdRBLk принимает участие в иммунном ответе колорадского жука на грибные инфекции. Установлено, что экспрессия гена этого лектина возрастает в ответ на инфицирование *Beauveria bassiana* и *Metarhizium robertsii*. Показано, что увеличение экспрессии LdRBLk коррелирует с увеличением экспрессией генов транскрипционных факторов иммунного ответа колорадского жука *DorsalDif* (Toll путь) и *NFkappaB* (IMD путь).

Для выяснения влияния пептида LdRBLk на грибные организмы *in vitro* был синтезирован рекомбинантный пептид LdRBLk в клеточной культуре насекомых. Было оценено влияние рекомбинантного пептида на рост конидий и экспрессию генов *M. robertsii*. Показана дифференциальная экспрессия генов, активно экспрессирующихся при прорастании гриба в тело

насекомого: ферменты адгезии Mad1, Mad2, протеиназы Pr1B, Pr2, хитиназы Chi34, Chi47.

Мы предполагаем, что пептид LdRBLk обладает фунгицидной активностью, разрушая клеточные стенки грибов по механизму ковра: выстилая грибную клеточную стенку, изменяя ее поверхностный заряд и заставляя ее изменить форму. Также этот механизм способствует слипанию спор, препятствуя росту мицелия.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-14-00138.

**RICIN-LIKE LECTIN LdRBLk OF COLORADO
POTATO BEETLE *L. DECEMLINEATA*
AND ITS EFFECT ON GENES EXPRESSION
OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI *M. ROBERTSII***

**Rotskaya U.N., Kryukov V.Yu., Kosman E.S., Tyurin M.V.,
Glupov V.V**

Colorado beetle ricin-like lectin LdRBLk is a C-type lectin. We have shown that the LdRBLk peptide is involved in the immune response of the Colorado potato beetle to fungal infections. It was found that the expression of the gene of this lectin increases in response to infection with *Beauveria bassiana* and *Metarhizium robertsii*. It was shown that an increase in LdRBLk expression correlates with an increase in the expression of transcription factor genes for the immune response of the Colorado potato beetle DorsalDif (Toll pathway) and NFkappaB (IMD pathway). The effect of the recombinant peptide LdRBLk on the growth of conidia and gene expression in *M. robertsii* was evaluated. We suggest that the LdRBLk peptide has fungicidal activity by destroying the cell walls of fungi by the carpet mechanism: lining the fungal cell wall, changing its surface charge, and causing it to change shape. Also, this mechanism result in the adhesion of spores and preventing the growth of mycelium.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ СВОЙСТВ НОВОГО ИЗОЛЯТА МИКРОСПОРИДИИ *TUBULINOSEMA CF LOXOSTEGI*

Румянцева А.С.¹, Агеев А.А.², Уткузова А.М.¹, Киреева Д.С.¹,
Игнатъева А.Н.¹, Токарев Ю.С.¹

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, rumiantseva.arina@yandex.ru*

² *Центр лесной фитологии ФБУ ВНИИЛМ, ул. Крупской, 42, Красноярск, 660062 Россия*

Микроспоридии – облигатные внутриклеточные паразиты, родственные грибам. Род *Tubulinosema* относится к семейству Tubulinosematidae, члены которого в основном паразитируют на беспозвоночных хозяевах, однако некоторые виды, по-видимому, являются условно-патогенными для млекопитающих, в том числе человека. Для определения безопасности микроспоридий, циркулирующих в природных популяциях, с медицинской, ветеринарной и сельскохозяйственных точек зрения, необходимо проводить поиски новых восприимчивых хозяев среди членистоногих разных отрядов и видов.

Споры *T. cf loxostegi* были выделены из лугового мотылька, собранного в г. Краснообске Новосибирской области в июле 2020 г. Для изучения инфекционных свойств изолята было проведено пероральное заражение гусениц: павлиньего глаза (*Aglais io*), табачного бражника (*Manduca sexta*) и сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus*) второго возраста; гусениц капустной белянки (*Pieris brassicae*), капустной совки (*Mamestra brassicae*) и тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) третьего возраста, а также гусениц крапивницы (*Aglais urticae*) второго и третьего возрастов. При заражении использовались дозировки: 10^4 , 10^5 и 10^6 спор/гусеницу.

Помимо типового хозяина (лугового мотылька) для *T. cf loxostegi* было выявлено шесть новых восприимчивых видов чешуекрылых хозяев, среди которых: капустная совка, капустная белянка, крапивница, павлиний глаз, сибирский и тутовый шелкопряды. Гусеницы

табачного бражника второго возраста оказались невосприимчивы к энтомопатогену даже в дозировке 10^6 спор/гусеницу, максимальной из применяемых в лабораторных условиях.

Для массовой наработки спор энтомопатогена подходят гусеницы капустной белянки третьего возраста (дозировка 10^6 спор/гус.), гусеницы павлиньего глаза второго возраста (дозировка 10^4 спор/гус.), а также гусеницы сибирского шелкопряда второго возраста (дозировка 10^6 спор/гус.), использование которых позволяет увеличивать продукцию спор примерно в 3, 5 и 14 раз, соответственно, по сравнению с типовым хозяином.

Исследование выполнено при поддержке РФФ, проект № 23-16-00262.

INVESTIGATION OF NEW MICROSPORIDIUM ISOLATE *TUBULINOSEMA* CF *LOXOSTEGI* INFECTION PROPERTIES

**Rumiantseva A.S., Ageev A.A., Utkuzova A.M., Kireeva D.S.,
Ignatieva A.N., Tokarev Y.S.**

Six new susceptible species of Lepidoptera hosts were identified for *T. cf. loxostegi*. *Bombyx mori* larvae of the second age were resistant to the entomopathogen even at a dosage of 10^6 spores/larva.

УДК 576.89

ПАЗАРИТАРНЫЕ СООБЩЕСТВА ТРЕХИГЛОЙ КОЛЮШКИ *GASTEROSTEUS ACULEATUS* L. ДО И ВО ВРЕМЯ НЕРЕСТА РЫБ В КАНДАЛАКШСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

Рыбкина Е.В., Галактионов К.В.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия*

Трехиглая колюшка – массовый вид в Белом море, демонстрирует сезонную динамику численности: в конце мая–начале июня колюшка начинает подходить к берегам на нерест, а в середине

июля половозрелые рыбы в массе покидают побережье. Место зимовки пока неизвестно. Целью данной работы было изучить паразитарные сообщества колюшки, которая еще не подошла к берегам на нерест, и сравнить с сообществами паразитов рыб, распределенным по локальным нерестилищам. Рыбы отловлены (30 мая 2023 г.) в двух местах: пелагиаль у о. Сидоров и Декадной станции ББС ЗИН РАН около мыса Картеш и (12–13 июня 2023 г.) на нерестилищах в губе Сельдяная и Лагуне в Сухой Салме. Методом полного паразитологического вскрытия обработаны 32 пелагические колюшки, 14 рыб из губы Сельдяная и 16 – из Лагуны. Паразитарные сообщества пелагической колюшки различаются в двух стайках: у о. Сидоров – сообщества более разнообразны (индекс Шеннона 2,05, индекс доминирования низкий – 0,28). В то же время у Декадной станции индекс Шеннона 1,45, индекс доминирования – 0,5. Доминирующий вид в сообществе у о. Сидоров – *Lecithaster* sp. (ЭИ = 96 %, ИО = $7,6 \pm 1,2$), а у Декадной – *Gyrodactylus arcuatus* (100 %, $17,5 \pm 2,8$). ИО эндопаразитов различался недостоверно. У пелагической колюшки среднее количество паразитов на рыбу было достоверно ниже, чем на обоих нерестилищах. Это обусловлено увеличением в паразитарных сообществах рыб с обоих нерестилищ общего количества гиродактилюсов и гемиурид (*Hemiurus levinceni* и *Brachyphallus crenatus*). Паразитарные сообщества трехиглых колюшек на двух нерестилищах – открытой губы Сельдяная с зарослями зостеры и полуизолированной лагуны в Сухой Салме – были сходны: доминирующие виды *Lecithaster* sp. и *Gyrodactylus arcuatus*, индекс Шеннона – 1,7, среднее количество видов паразитов на рыбу $6,3 \pm 0,4$. Однако в Лагуне в двух инфрасообществах из 16 была сосредоточена половина общего количества паразитов, в первом – из-за высокой интенсивности инвазии *Hemiurus levinceni* – 339, во втором – *Cryptocotyle* sp. – 233. Локальная особенность паразитарных сообществ колюшек Лагуны – наличие эктопаразита *Thersitina gaserostei* (ЭИ 56 %, ИО $2,2 \pm 0,6$), не встречающегося на других исследованных станциях.

Исследование поддержано темой госзадания № 122031100283-9.

PARASITE COMMUNITIES OF PELAGIC THREE-SPINED STICKLEBACK AND STICKLEBACKS ON SPAWNING GROUNDS

Rybkina E.V, Galaktionov K.V.

We have studied 32 pelagic sticklebacks and 30 fishes from spawning grounds (Seldanaya inlet and Lagoon). Parasite communities of two schooling of pelagic sticklebacks were differed. The core species of first school was *Lecithaser* sp., of the second – *Gyrodactylus arcuatus*. The average number of parasites per fish was lower in pelagic sticklebacks compared to sticklebacks from the spawning grounds.

Research was supported by State Assignment No. 122031100283-9.

УДК 632.651

ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАЗИТАРНЫХ СИСТЕМ СТВОЛОВЫХ ФИТОНЕМАТОД

Рысс А.Ю.

Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, neta@zin.ru

Анализ филогении патогенных ствольных нематод приводит к выводам: (а) паразиты произошли от участников детритной пищевой сети и сохранили в жизненном цикле детритоядную фазу как часть проагитивного поколения; (б) переносчики наиболее патогенных нематод унаследованы от ассоциаций детритоядных нематод, а не служат поздним приобретением исходно диксенного жизненного цикла «нематода – гриб – дерево»; (в) несмотря на значительное различие времени фаз цикла нематода – дерево и нематода – переносчик специфичность нематод двойственная: во-первых, к переносчику и, во-вторых, к природному растению-хозяину. В природе именно предпочтения переносчика определяют для нематод растение-хозяина, хотя в эксперименте доказано, что специфичность к растению у нематод достоверно существует и выражается в аккумуляции большого числа нематод проагитивного поколения

в природном хозяине. Трансмиссивное поколение, локализующееся в виде дауер личинок на переносчике, имеет ряд редуций стомы и глотки вследствие адаптации к форезии с отсутствием питания, дауеры пассивны и прикреплены передними концами друг к другу и к телу переносчика в специальных нематангиях под элитами (у короедов) или располагаются в открывающихся наружу полостях – трахеях и мальпигиевых сосудах. Пропагативное поколение нематод при исчерпании источника питания также может формировать стадии выживания, у разных родов нематод они разные: яйца, оплодотворенные самки или личинки, в зависимости от предпочитаемой данной нематодой стадии детритной сукцессии и предполагаемой длительности периода покоя.

Исследование поддержано грантами РФФИ № 20-04-00569 и 20-34-90101; Государственным заданием № 122031100260-0.

XYLOBIONT NEMATODES: THE EVOLUTION OF THE HOST-PARASITE ASSOCIATIONS

Ryss A. Yu.

Analysis of the phylogeny of pathogenic xylobiont nematodes leads to the following conclusions: (a) the parasites evolved from associates of the detritus food web and retained the detritivorous phase in the life cycle as part of the propagative generation; (b) the vectors of the most pathogenic nematodes are inherited from detritivorous nematode associations, rather than serving as a late acquisition of the originally dixenic nematode-tree life cycle; (c) despite the significant difference in duration of the nematode-tree and nematode-vector cycle phases, nematode specificity is dual: first to the vector and second to the natural host plant. In nature, it is the feed preference of the vector determines the host plant for nematodes, although in experiments it has been shown that host plant specificity in nematodes reliably exists and is expressed in the accumulation of a large number of nematodes of the propagative generation in the natural host. The nematodes of transmissive generation which are located as dauer juveniles on a vector, have several stoma and pharynx reductions due to adaptation to phoresis with the absence of feeding; dauers are passive and attached with their anterior ends to each other and to the vector body in special nematangia under

elitrae (in bark beetles) or are located in cavities opening outwards, namely tracheae and Malpighiantubules. When the food source is exhausted, the propagative generation of nematodes can also form the survival stages, which are different in various nematode genera: eggs, inseminated females, or juveniles, depending on the detrus successional stage preferred by a nematode species and the estimated duration of the dormancy period.

Research was supported by RFBR grants No. 20-04-00569 and 20-34-90101; State Assignment No. 122031100260-0.

УДК 595.384.8:591.69

ПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ И ПРОСТЕЙШИЕ У КРАБОВ-ЛИТОДИД ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД: ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Рязанова Т.В.

Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», ул. Набережная, 18, Петропавловск-Камчатский, 683000 Россия, ryazanova.t.v@kamniro.ru

Технологии разведения камчатского краба (одного из видов крабов-литодид) активно разрабатываются за рубежом, а также в России, в частности, в Приморском крае. Одним из важнейших ограничивающих факторов являются болезни, которые способны принести ущерб на разных этапах культивирования ракообразных и/или представлять опасность биоинвазий в случае их перевозки. За более чем 20 лет исследований у промысловых видов крабов-литодид (камчатского, синего, равношипного, колючего) на западном и восточном шельфах Камчатки были выявлены инфекционные и паразитарные заболевания, которые в большей или меньшей степени могут иметь значение при культивировании. Из простейших паразитов потенциальную опасность для крабов в марикультуре представляют паразитические динофлагеллаты рода *Hematodinium*, ресничные инфузории *Mesanothryx* sp., паразитические амёбы *Paramoeba* sp. Заражение ими ракообразных может происходить как через повреждения экзоскелета,

особенно в период линьки, так и через пищеварительный тракт при поедании зараженных особей. Такие же пути заражения хозяина характерны для микроспоридий. В настоящее время у крабов-литодид в восточной части Охотского моря зарегистрированы микроспоридии трех родов – *Pleistophora*, *Ameson* и *Thelohania*. Первые два паразитируют в мускулатуре, а последний заселяет соединительную ткань ракообразных. Все указанные патогенные агенты могут быть серьезной проблемой на разных этапах культивирования молоди и для более старших возрастных групп ракообразных, например, для маточного стада. Также они являются потенциальной опасностью заражения новых территорий при транспортировке или выпуске зараженных ракообразных в другие районы. Микозные инфекции являются частой проблемой на всех этапах культивирования ракообразных, включая кладки икры и личинок. Заражение и гибель кладок яиц в результате инфекции низшими грибами *Lagenidium* sp. регистрировали у самок равношипного и камчатского крабов, а инфекцию жабр грибами рода *Fusarium* – у камчатского и синего. Грибы рода *Lagenidium* известны как патогены икры и личинок у нескольких видов морских ракообразных. Фузариоз, или «болезнь ожогового пятна», вызывает массовую гибель лобстеров, креветок и крабов в условиях аквакультуры. Камчатский краб признан одним из самых сложных для культивирования видов. При разработке технологии его культивирования необходимо учитывать данные о восприимчивости к различным инфекциям на каждом этапе, что позволит вовремя принимать превентивные меры и избегать серьезных потерь.

THE PATHOGENIC FUNGI AND PROTOZOA IN CRABS OF THE FAMILY LITHODIDAE FROM KAMCHATKA WATERS: THE POTENTIAL RISKS FOR AQUACULTURE

Ryazanova T.V.

Investigation of crab diseases in the Kamchatka region has been carried out for more than 20 years. We registered infestations with protozoan parasites *Hematodinium* sp., *Mesanothryx* sp., *Paramoeba* sp., as well as infections with microsporidia of three genera and fungi *Lagenidium* sp., *Fusarium* sp. Each of the pathogens can be dangerous for aquaculture.

СЕВЕРНАЯ ГРАНИЦА АРЕАЛОВ ЕВРОПЕЙСКОГО ЛЕСНОГО (*IXODES RICINUS* L.) И ТАЕЖНОГО (*IXODES PERSULCATUS* SCH.) КЛЕЩЕЙ (ACARI: IXODIDAE) НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Самойлова Е.П.^{1,2}, Григорьева Л.А.¹, Осипова Т.Н.³

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия, Ludmila.Grigoryeva@zin.ru

² Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, ул. Карбышева, 7, Санкт-Петербург, 194021 Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Европейский лесной и таежный клещи – переносчики возбудителей трансмиссивных инфекций, для понимания эпидемиологии которых важно знать границы ареалов клещей. На территории России *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* на севере доходят до Карелии, достигая 63° с. ш. Многочисленные находки клещей выше общепринятых северных границ ареалов побуждают обдумать причины данного явления. Территория распространения биологического вида определяется суммой абиотических и биотических факторов, необходимых для его существования. Сумма активных температур (САТ) выше +10 °С и продолжительность периода (ПП) с этими температурами являются основными факторами, ограничивающими распространение клещей на север. Исходя из САТ, предложенных Коренбергом (1979), положение северной границы определяет по 63° с. ш. (*I. persulcatus*: 1410–3630 °С, *I. ricinus*: 1460–3910 °С).

Рассмотренный в работе район (58°57'–69°93' с. ш.; 27°00'–49°56' в. д.) расположен в Атлантической области субарктического и в Атлантико-арктической области умеренного пояса. По данным 134 метеостанций исследованы закономерности пространственного распределения САТ выше 10 °С и ПП с 1966 по 2022 г. Значения характеристик уменьшаются в широтном направлении, так как зависят в большей степени от радиационного

баланса. Широтная зональность в распределении САТ и ПП может нарушаться. Диапазон среднегодовых САТ выше 10 °С – 167,8–1752,1. Распределение характеристик по территории носит зональный характер с чертами аazonальности. На отдельных участках севернее полярного круга САТ выше 10 °С 800–1200 °С. ПП с температурой выше 10 °С (29–137 дней) уменьшается в широтном направлении. На отдельных территориях севернее полярного круга ПП с температурой выше 10 °С 80–100 дней. Климатические условия по северной границе таежной зоны (63–68° с. ш.), приближающейся к северному полярному кругу, не однородны. Темнохвойная тайга перемежается с участками мелколиственных пород. Антропогенное воздействие приводит к увеличению освещенности и изменению природных сообществ. Биотопы лучше прогреваются и могут подходить для развития и обитания клещей. Теплообеспеченность в районах, расположенных севернее полярного круга, может быть не меньше, чем в более южных районах с привычным обитанием иксодовых клещей.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (гостема № 1021051603202-7).

**NORTHERN BORDER OF THE RANGES
OF THE SHEEP (*IXODES RICINUS* L.) AND TAIGA
(*IXODES PERSULCATUS* SCH.) TICKS (ACARI: IXODIDAE)
IN THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA**

Samoilova E.P., Grigorieva L.A., Osipova T.N.

Heat supply in some areas north of the Arctic Circle can be no less than in more southern areas with the habitual habitation of ixodid ticks.

STRIGEA ROBUSTA И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ У АМФИБИЙ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Свинин А.О.

Тюменский государственный университет, ул. Ленина, 25, Тюмень, 625003 Россия, ranaesc@gmail.com

Причины появления морфологических аномалий у амфибий могут быть различными: в качестве таковых указывалось химическое, радиационное загрязнение, пресс хищников или воздействие паразитов. Среди всех причин особое место занимает паразитическая инвазия. Так, было обнаружено, что большая часть массовых деформаций у амфибий Северной Америки была связана с заражением трематодой *Ribeiroia ondatrae*. В настоящее время обнаружено три вида трематод, способных вызывать деформации у амфибий: *Ribeiroia ondatrae*, индуцирующий полимелии у амфибий, *Acanthostomum burmini*, вызывающий амелии и аномалии осевого скелета, и *Strigea robusta*, вызывающий деформации конечностей, известные в герпетологической литературе как «аномалия P» («anomalie P»).

Аномалия P у зеленых лягушек (*Anura: Pelophylax*) описана впервые в середине прошлого века французским биологом Жаном Ростаном и была исследована в течение более 20 лет с момента открытия (1949–1971). У данной аномалии существуют две формы – легкая и тяжелая. Легкая включает в себя полидактилии, тогда как тяжелая форма аномалии представляет собой отеки, брахимелию, увеличение количества пальцев (полидактилия), инверсию конечностей, появление дистальных отделов конечностей в бедренной области и костных выростов.

В последнее десятилетие данный феномен был переоткрыт и найден в ряде локалитетов Волжского бассейна. В лабораторных экспериментах выявлено, что индукция аномалии P происходит под действием метацеркарий трематоды *Strigea robusta*. Изменение морфооблика амфибий снижает их подвижность

и делает более легкой добычей утиных птиц, выступающих в роли дефинитивных хозяев. Экспериментальным путем было доказано, что на более поздних стадиях развития конечностей головастики аномалия не развивается. Индукция деформаций низкими дозами церкарий (2–4) делает паразита высокопатогенным для амфибий.

Воздействие на ранних стадиях развития позволяет паразиту изменять развивающиеся системы органов, вероятно, под действием выделяемых веществ, играющих роль модификаторов пролиферирующих тканей. Вскрытые взаимоотношения между трематодами и амфибиями открывают новые возможности для выявления экологических закономерностей формирования паттерна морфологических аномалий, объяснения его мозаичного характера в природных популяциях земноводных, а также обнаружения веществ, модифицирующих морфогенез конечностей у амфибий.

STRIGEA ROBUSTA AND MORPHOLOGICAL ANOMALIES IN AMPHIBIANS: HISTORY OF DISCOVERY AND CURRENT STATE OF THE PROBLEM

Svinin A.O.

In the 1950s, famous French writer and biologist Jean Rostand (1894–1977) discovered morphological anomalies of an unknown etiology in water frogs of the genus *Pelophylax*, which he named "the anomaly P". The experiments with direct cercariae exposure provide compelling evidence that *Strigea robusta* leads to anomaly P in tadpoles of water frogs. The manifestation of anomaly P turned out to be dependent on the stage of development, cercariae dose, and the location of the cysts.

**ОСОБЕННОСТИ ПАРАЗИТОФАУНЫ ТОЛСТОЛОБИКА
(*HYPOPHthalmichthys molitrix valenciennes, 1844*)
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Сейидли Я.М., Насиров А.М., Рзаев Ф.Г., Бунятова К.И.,
Ибрагимова Н.Э.**

*Институт зоологии, Министерство науки и образования,
ул. А. Аббасзаде, 1128/504, AZ1004, Баку, Азербайджан, fuad.zi@mail.ru*

Толстолобик – одна из основных рыб, используемых в озерном рыбоводстве Азербайджана. Нами были изучены изменения паразитофауны толстолобика, различающейся по своим морфометрическим параметрам. Исследования проводились в искусственных озерах на территории Мингечевирской научно-экспериментальной базы Азербайджана. Было вскрыто 42 экз. рыб. Вскрытия проводились по общепринятой паразитологической методике. Рыбы были условно разделены на три возрастные группы (возраст 1+ до 10 см, возраст 2+ до 20 см и возраст 3+ рыба крупнее 20 см). Интенсивность зараженности паразитами рыб в возрасте 1+ и 2+ года была низкой. У рыб этого возраста были отмечены только эктопаразиты, прикрепляющиеся к поверхности кожи рыб, – *Anodonta cyrea* и *Argulus foliaceus*. Максимальное количество паразитов у толстолобика регистрируется в возрасте 3+ лет. В дальнейшем, по мере увеличения возраста, интенсивность их инвазии снижается. Если интенсивность заражения трематодой *Diplostomum chromatophorum* составляла 100–120 экз., то потом это число снижалось до 30–40 экз. По мере роста рыб у них обнаруживаются такие эндопаразиты, которые развиваются с использованием промежуточных хозяев. Заражение паразитами также может повышаться с увеличением площади поверхности тела рыб. Толстолобик является растительноядной рыбой, у рыб в возрасте 3+ увеличение заражения может произойти и в местах обитания многочисленных водных растений. Примером могут служить личинки трематоды *D. chromatophorum*, интенсивность заражения которыми составляла 30–40 экз. Также мы изучали влияние зараженности

паразитами на упитанность рыб. В качестве показателя принимали упитанность по Фультону. При заражении толстолобиков трематодой *D. chromatophorum* наблюдается снижение упитанности рыб. Например, у рыб 1+ при отсутствии паразитов упитанность достигает 3,3, а у рыб 3+ при высокой зараженности гельминтами это число снижается до 0,3. Проведенные исследования показали, что с увеличением размеров тела рыб происходит возрастание зараженности их паразитами. Установлено, что увеличение зараженности толстолобика диплостоматами приводит к снижению упитанности этих рыб.

FEATURES OF PARASITE FAUNA OF SILVER CARP (*HYPOPHTHALMICHTYS MOLITRIX VALENCIENNES*, 1844) DEPENDING ON ITS MORPHOMETRIC PARAMETERS

Seyidli Y.M., Nasirov A.M., Rzayev F.H., Bunyatova K.I., İbrahimova N.E.

Changes in the parasite fauna of silver carp grown in artificial lakes on the territory of the Mingachevir Scientific and Experimental Base in Azerbaijan, which differ in their morphometric parameters, were studied. It has been established that an increase in the infection of silver carp with diplostomes leads to a decrease in the fatness of fish.

УДК 592

УЛЬТРАСТРУКТУРА И ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ *PIRIDIUM SOCIABILE* (CHROMPODELLIDA) – ПАРАЗИТА БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА *BUCCINUM UNDATUM*

Селюк А.О.^{1,2}, Кремнев Г.А.¹, Федоров Д.Д.², Крупенко Д.Ю.¹, Карпов С.А.^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, aleksey1seluk@gmail.com

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Piridium sociabile – это одноклеточный паразит подошвы ноги *Buccinum undatum*. Впервые его обнаружили в 1936 г.

в Дублинском заливе и выполнили гистологические исследования этапов развития трофической стадии данного паразита (Patten, 1936). Клетки паразита размером около 2 микрон можно найти в скоплениях между клетками ресничного эпителия хозяина в январе и феврале, тогда как к концу осени клетки паразита лежат глубже под эпителием хозяина и имеют размеры около 40 микрон. Изначально *P. sociabile* отнесли к шизогрегаринам (Apicomplexa: Schizogregarina), но позднее установили, что он относится к группе Chrompodellida, сестринской Apicomplexa – облигатным паразитам животных.

Для изучения жизненного цикла и ультраструктуры отдельных стадий *P. sociabile* мы собрали зараженных моллюсков на Белом море в окрестностях УНБ СПбГУ «Беломорская» и ББС «Картеш» в октябре 2021, августе 2022, апреле и июле 2023 г. и зафиксировали паразита для электронно-микроскопических и гистологических исследований.

Получены результаты по ультраструктуре трофонтов разного возраста. На апикальном конце клетки расположена похожая на коноид структура, которая, вероятно, служит для питания. Покровы представлены пелликулой и имеют микропоры. Внутри клетки находится одно крупное ядро, митохондрии с трубчатыми кристами и множество липидных глобул. У некоторых клеток были обнаружены два жгутика, что свидетельствует о формировании расселительных стадий. Жгутики выходят из обособленных жгутиковых карманов и имеют мощные фибриллярные корешки.

В дальнейшем планируется описать морфологию ранних стадий, а также уточнить видовую принадлежность беломорских изолятов *Piridium sociabile* на основе последовательности 18S рДНК.

Работа поддержана грантом РФФ № 21-74-20089. Выражаем благодарность РМиКТ Научного парка СПбГУ за доступ и обеспечение работ на электронном микроскопе JEM 1400.

**ULTRASTRUCTURE AND LIFE CYCLE
OF *PIRIDIUM SOCIBABILE* (CHROMPODELLIDA),
PARASITE OF THE *BUCCINUM UNDATUM***

Seliuk A.O., Kremnev G.A., Fedorov D.D., Krupenko D.Y., Karpov S.A.

We studied ultrastructure of the uninucleate trophic and dispersal stages of the *Piridium sociabile*, parasite of the common whelk. Such characteristics as inner membrane complex, micropores, mitochondria with tubular cristae and an apical conoid-like structure are in common between *P. sociabile* and the Apicomplexa.

УДК 595.122

**ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ЗАРАЖЕННОСТИ ПЕРВЫХ
ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ХОЗЯЕВ ЗА ПОСЛЕДНИЕ
ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА (СИСТЕМА VITHYNIIDAE –
ПАРТЕНИТЫ ТРЕМАТОД)**

Сербина Е.А.

ИСиЭЖ СО РАН, ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия,

serbina_elena_an@mail.ru

ФГБОУ ВПО «СибГУТИ», ул. Кирова, 86, Новосибирск, Россия

Глобальное потепление становится все более очевидным с каждым годом, так, глобальный индекс температуры суши и океана увеличился за четверть века с 0,32 в 1994 г. до 0,85 в 2018 г. (<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>). Температура важна для передачи большинства инфекционных заболеваний. Например, между климатом и рядом ветеринарных заболеваний (фасциолез и нематодириаз) выявлены надежные корреляции (Jenkins et al., 2006; Mas-Coma et al., 2009). Результат нашего анализа зараженности диких птиц трематодами Notocotylidae в экосистеме оз. Чаны показал, что их экстенсивность инвазии за последние 80 лет увеличилась вдвое (Сербина, Бонина, 2015). Мы изучаем распространение битиниид и их зараженность трематодами в водоемах Западной Сибири с 1994 г. до настоящего времени (Serbina, 2022). В настоящей работе анализируется

уровень заражения битиниид партенитами трематод двух семейств (*Notocotylidae* и *Opisthorchiidae*) в двух водоемах юга Западной Сибири, различающихся антропогенной нагрузкой (р. Обь близ г. Новосибирска и оз. Чаны, которое в соответствии с Конвенцией о водно-болотных угодьях относится к охраняемым территориям), за 1994–2018 гг. Сбор моллюсков и определение видовой принадлежности трематод проведены традиционными методами. Образцы церкарий *Opisthorchiidae* были исследованы методом ПЦР по маркеру ITS2 с помощью описторхид-специфичных праймеров (Katokhin, Serbina, 2022).

В экосистеме с высокой антропогенной нагрузкой (р. Обь) экстенсивность инвазии битиниид партенитами *Opisthorchiidae* в 1994–2008 гг. была стабильно незначительна (0,4–0,6 %). В следующие пять лет (2009–2013 гг.) эти показатели повысились до 0,98 %. За указанные 20 лет максимальный уровень заражения партенитами трематод семейства *Opisthorchidae* отмечен в 2004 г. (составил 1,18 %). Однако в 2016–2017 гг. показатели уровня заражения битиниид превысили это значение более чем в пять раз (6,03 % и 6,29 %, соответственно). Динамика зараженности битиний партенитами трематод второго семейства (*Notocotylidae*) за четверть века увеличилось вдвое: от 0,92–0,96 % в 1994–2003 гг. до 1,80 % к 2014–2018 гг. Таким образом, уровень зараженности битиниид партенитами трематод семейств *Notocotylidae* и *Opisthorchiidae* в экосистеме с высокой антропогенной нагрузкой положительно коррелировала с глобальным индексом температуры суши–океана ($r = 0,61$ и $r = 0,78$, $p < 0,05$).

Следует отметить, что та же тенденция выявлена у битиниид из водоема, где практически нет антропогенной нагрузки. В бассейне оз. Чаны динамика зараженности битиний партенитами трематод сем. *Opisthorchidae* увеличилась от 0,18 % в первые пять лет (1994–1998) до 1,57 % (2009–2013). Аналогичные показатели выявлены и для второго семейства *Notocotylidae* – от 0,45 до 2,43. Уровень зараженности битиниид партенитами *Opisthorchiidae* и партенитами *Notocotylidae* положительно коррелируют с глобальным индексом температуры суши–океана ($r = 0,82$ и $r = 0,72$, $p < 0,05$, соответственно).

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Российских государственных академий наук на 2021–2025 гг. (грант № 1021051703269-9-1.6.12).

DYNAMICS OF INFECTION OF THE FIRST INTERMEDIATE HOSTS OVER THE LAST QUARTER OF A CENTURY (SYSTEM BITHYNIIDAE – TREMATODE PARTENITES)

Serbina E.A.

We have been studying the process of snail family Bithyniidae dissemination in Western Siberia and examining their infection by trematodes from 1994 until now. Here, we analyse the long-term prevalence of Opisthorchiidae and Notocotylidae trematodes within two water bodies in the south of Western Siberia with different to natural and human loads: Lake Chany (a Federal-level Sanctuary), and the Ob river (near the Novosibirsk city). The prevalence of notocotylid and opisthorchiid trematodes was positively correlated with the global land–ocean temperature index.

УДК 595.122.2:616.995:639.2

ЗАРАЖЕННОСТЬ РЫБ ТРЕМАТОДАМИ СЕМ. DIPLOSTOMIDAE В РЕКЕ ТОМЬ (ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Сербина Е.А.^{1,2}, Интересова Е.А.^{1,3}

¹ ИСЦЭЖ СО РАН, ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия, serbina_elena_an@mail.ru, interesovaea@yandex.ru

² ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», ул. Кирова, 86, Новосибирск, Россия

³ Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗанСибНИРО»), ул. Писарева, 1, Новосибирск, 630091 Россия

Река Томь – крупный правый приток Оби, протекает по относительно населенной территории юга Западной Сибири, на которой активно развиваются предприятия аквакультуры. В мае – ноябре 2015 г. обследованы мышцы и глаза у рыб из верхнего (с. Атаманово), среднего (п. Осиновое Плесо и г. Кемерово) и нижнего (с. Черная Речка) течения реки. Всего исследовано 257 экз. рыб 11 видов: лещ (2 экз.), налим (2 экз.), серебряный карась (13 экз.), окунь (12 экз.), судак (1 экз.), елец (40 экз.), плотва (9 экз.), уклейка (99 экз.), сазан (1 экз.), ерш (75 экз.), хариус (3 экз.). Обнаружены метацеркарии

трематод сем. Diplostomidae: *Diplostomum* sp., *Posthodiplostomum cuticola* и *Tylodelphys clavata* (уровень зараженности 38,9 %, 3,7 % и 2,8 %, соответственно). Все три вида обнаружены у с. Черная Речка. *Diplostomum* sp. также выявлен у рыб из среднего течения Томи (у г. Кемерово). Метациркулярии *Diplostomum* sp. обнаружены у окуня, судака, ельца и уклейки, интенсивность инвазии от 1 до 16. Индексы обилия *Diplostomum* sp. в выборках из среднего и нижнего течения Томи не имели значимых различий (1,2 и 1,4, соответственно), но были на порядок ниже, чем у обследованных в тот же период рыб из средней Оби (Сербина, Интересова, 2021). Метациркулярии трематод *P. cuticola* обнаружены у окуня и ельца, интенсивность инвазии от 2 до 6. Индекс обилия *P. cuticola* у рыб из р. Томь статистически значимо ниже, чем в р. Обь ($0,04 \pm 0,02$, $\sigma = 0,281$ и $1,1 \pm 0,44$, $\sigma = 2,689$, $p = 0,024$). Интересно отметить, что у окуневых видов рыб локализация метациркулярий выявлена в радужной оболочке глаз, а у карповых – в мышцах, у основания грудных плавников. Метациркулярии *T. clavata* обнаружены у леща, ельца и окуня. Интенсивность инвазии от 1 до 7. Таким образом выявлено, что риск развития диплостоматозов в рыбоводных хозяйствах на р. Томь значительно ниже, чем в средней Оби.

Работа выполнена при поддержке программ фундаментальных исследований Российских государственных академий наук на 2021–2025 гг. (грант № 1021051703269-9-1.6.12) и «Экологические основы организации, функционирования и динамики сообществ животных Северной Евразии» (проект № FWGS-2021-0002).

INFECTION OF FISH BY TREMATODES OF THE FAM. DIPLOSTOMIDAE IN THE TOM RIVER (SOUTH OF WESTERN SIBERIA)

Serbina E.A. Interesova E.A.

Infection of 11 fish species with Diplostomidae metacercariae in the Tom River was studied. Infection of *Diplostomum* sp. amounted to 38.9 %, *Posthodiplostomum cuticola* – 3.7 % and *Tylodelphys clavate* – 2.8 %. Thus, the risk of developing diplostomosis in fish farms on the Tom River is much lower than in the Middle Ob.

ВЛИЯНИЕ ТРЕМАТОДНОЙ ИНВАЗИИ НА КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГЕМОЛИМФЫ *PLANORBARIUS CORNEUS*

Серебрякова М.К.¹, Токмакова А.С.²

¹ Институт экспериментальной медицины, ул. акад. Павлова, 12, Санкт-Петербург, 197022 Россия, *m-serebryakova@yandex.ru*

² Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186 Россия

Трематодная инвазия является одним из основных факторов, обуславливающих изменение клеточного состава гемолимфы моллюсков. При этом различия в соотношении гемоцитов разных типов зависят от вида паразита. Объектом исследования стали незараженные улитки *Planorbarius corneus*, а также особи, зараженные трематодами *Plagiorchis multiglandularis*.

Гемоциты *Planorbarius corneus* на основании микроскопического и цитофлуориметрического анализа разделяются на два основных типа функционально активных клеток – гиалиноциты и гранулоциты. Кроме этого, часть гемоцитов представлена дегранулирующими и апоптотическими клетками. С использованием специфических флуоресцентных красителей каждая популяция может быть разделена на субпопуляции по морфофункциональным характеристикам. При заражении большинство гемоцитов составляют гранулоциты, которые являются наиболее активными клетками, участвующими в клеточных защитных реакциях. Гранулоциты накапливают максимальный уровень LysoTracker и MitoTracker – специфических красителей, которые могут быть использованы для детекции активных форм кислорода и фагоцитирующих клеток. Именно гранулоциты образуют на поверхности спороцист *P. multiglandularis* гемоцитарную мантию, которая защищает паразита от иммунной системы моллюска-хозяина.

В результате проведенных экспериментов высказано предположение о наличии у пульмонат одной линии дифференцировки клеток гемолимфы. Гемопозитические стволовые клетки способны делиться, обеспечивая мультипликацию прогемоцитов. Последние дифференцируются в гиалиноциты, а те – в гранулоциты.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 22-74-00036.

INFLUENCE OF TREMATODE INVASION ON THE CELLULAR COMPOSITION OF *PLANORBARIUS CORNEUS* HEMOLYMPH

Serebriakova M.K., Tokmakova A.S.

Each population of hemocytes (hyalinocytes and granulocytes) in the hemolymph of *Planorbarius corneus* was subdivided into subpopulations based on morphological and functional characteristics. In snails infected with the trematodes *Plagiorchis multiglandularis*, the cellular composition of the hemolymph changes, with hemocytes being mostly represented by granulocytes. This phenomenon is associated with the fact that granulocytes form a hemocytic paletot on the surface of *P. multiglandularis* sporocysts. It is suggested that pulmonate molluscs have one lineage of hemolymph cells.

The research was supported by RSF (project No. 22-74-00036).

УДК 576.89:597(571.16)

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАРАЖЕННОСТИ ВСЕЛЕНЦА-УКЛЕЙКИ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ *OPISTHORCHIS FELINEUS* В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ

Симакова А.В., Бабкина И.Б., Бабкин А.М.

*Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, Томск, 634050
Россия, otikronlab@yandex.ru*

В конце XX века в водоемах и водотоках юга Западной Сибири был зарегистрирован очередной чужеродный вид рыб, представитель сем. Сургинidae, – уклейка *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758). Известно, что данный вид не только может являться промежуточным хозяином описторхид, но и характеризуется высокими показателями зараженности метацеркариями *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884 в нативном ареале. В ходе первых паразитологических

исследований данного вселенца в бассейне верхней и средней Оби метацеркарии *O. felineus* не обнаружены.

Нами изучена уклея в период с 2016 по 2021 г. из трех водотоков бассейна средней Оби: р. Обь (Шегарский район), р. Томь и р. Басандайка (Томский район). Всего обследовано 287 экземпляров рыб.

В уловах встречались рыбы в возрасте от 1+ до 4+ лет (в среднем – 2,3), с длиной тела от 8,7 до 15,5 см (в среднем – 11,9) и массой тела от 10 до 35 г (в среднем – 18,6 г). Различий по росту уклеи из разных водоемов не выявлено, зависимость длина тела – масса тела найдена для всех исследованных рыб.

Уклея, зараженная метацеркариями кошачьей двуустки, зарегистрирована нами впервые в бассейне средней Оби в 2016 г., до этого времени зараженные рыбы не регистрировались. Показатели зараженности были крайне низкими: ЭИ составила $2,9 \pm 1,6$, ИИ $1,3 \pm 0,3 / (1-2)$, ИО $0,04 \pm 0,02$ экз./особь. В 2017 г. зараженных особей не обнаружено. В период с 2018 по 2021 г. отмечено увеличение экстенсивности инвазии, выявлено резкое увеличение ЭИ в 2020 г., которое составило 52,6 %, причем в этот год отмечено и максимальное значение интенсивности инвазии до 13,1 экз./особь, в остальные годы наблюдений ИИ составляла в среднем 1 экз./особь.

По экстенсивности инвазии самки и самцы значимо не различались. ЭИ у самок составляла 8,43 %, у самцов 6,63%, по интенсивности инвазии и индексу обилия также не выявлено статистически значимых различий (t-test, $t = 1,07$, $p = 0,33$; $t = 1,07$, $p = 0,28$). Средняя ИИ у самок составила 16,43 (высокое среднее за счет всего двух экземпляров с высокой ИИ), у самцов 2,18 экз./особь, ИО у самок составляла 1,39, у самцов 0,14 экз./особь. В мышцах неполовозрелых особей метацеркарии не отмечены.

Таким образом, чужеродный вид уклея успешно натурализовался в бассейне средней Оби и включился в циркуляцию очага описторхоза. Показатели зараженности варьируют от года к году и могут достигать высоких значений.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2020-0019).

LONG-TERM DYNAMICS OF INFECTION OF THE INVADER BLEAK WITH METACERCARIAE *OPISTHORCHIS FELINEUS* IN THE BASIN OF THE MIDDLE OB

Simakova A.V., Babkina I.B., Babkin A.M.

We studied bleak infection rates from 2016 to 2021. We found that infection rates can range from tenths of a percent to 52.6 %.

УДК 576.895.132

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ В ОТНОШЕНИИ ЗОЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДЫ

Синкевич О.В.

Североморский филиал ФГБУ «ВНИИКР», Лососинская набережная, 7, Петрозаводск, 185000 Россия, ovbio@mail.ru

Золотистая цистообразующая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* является объектом внутреннего и внешнего карантина растений. Имеет статус карантинного вида для 27 стран мира. В Карелии ее обнаружили в 1976 г., и за 30 лет, к 2007 г., она распространилась по территории всего региона. В 2008 г. Управлением Россельхознадзора по Республике Карелия, Архангельской области и Ненецкому автономному округу (УРСН) была установлена карантинная фитосанитарная зона (КФЗ) в границах территории Республики Карелия на площади 145,0 тыс. га. Введенный фитосанитарный режим запрещает производство и реализацию семенного и посадочного материала, произведенного в таких зонах.

Переориентация сельскохозяйственного производства в республике на молочное животноводство привела к резкому сокращению площадей под посадками картофеля, являющегося основным хозяином для золотистой нематоды. В 2022 г. под посадками картофеля было занято 1479 га и получен урожай порядка 24 тыс. тонн, что в 4 раза меньше по сравнению с 2000 г. Поля, ранее зараженные фитогельминтом, более 10 лет используются под сенокосы

и пастбища. Часть земель переведена в другие категории и не используется для возделывания культур. Производство семенного и продовольственного картофеля перешло в фермерские хозяйства, где идет строгий контроль за фитосанитарным состоянием посадок. Наиболее напряженными участками по зараженности *G. rostochiensis* остаются личные подсобные хозяйства (дачи). Там идет многолетнее возделывание монокультуры картофеля, отсутствуют севооборот и обновление семенного материала, а также фитосанитарный контроль.

Введенный на территории всей республики фитосанитарный режим осложнил работу фермеров. Фитосанитарные меры, направленные на ликвидацию очагов распространения нематоды, накладывают на производителей часть ограничений. В очагах запрещается использование картофеля на семенные цели, запрещается выращивание картофеля на любые цели до полного очищения почвы от патогена, за исключением возделывания устойчивых к золотистой и бледной картофельным нематодам сортов картофеля на продовольственные цели, запрещается использование на территории других подкарантинных объектов – орудий труда, сельскохозяйственной техники, транспортных средств, которыми пользовались в очаге без проведения очистки от остатков почвы и растительных остатков. Разрешается использование на продовольственные цели не отмытых от почвы картофеля и корнеплодов только в пределах подкарантинного объекта, вывоз за пределы границ очага разрешается только на перерабатывающие предприятия.

Проведенные работы в период с 2014 по 2022 г. по инвентаризации установленной карантинной фитосанитарной зоны по карантинному объекту – *G. rostochiensis* – позволили уточнить границы распространения золотистой нематоды и снять карантинную зону на большей части республики. В Сортавальском районе сохранилось 19 очагов общей площадью 307,1 га, в Прионежском районе – 2 очага общей площадью 101,6 га, в Пряжинском районе – 28 очагов на площади 2113,1 га, в Олонецком районе – 3 очага на площади 68,1 га. Эти уточнения должны послужить стимулом для более активного развития сельского хозяйства в регионе.

PHYTOSANITARY STATUS OF THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF KARELIA IN RELATION TO GOLDEN POTATO NEMATODE

Sinkevich O.V.

Globodera rostochiensis is an object of domestic and external plant quarantine. It has the status of quarantine species for 27 countries of the world. It was detected in Karelia in 1976, and in 30 years, by 2007 it had spread throughout the region. In 2008 a phytosanitary quarantine zone was established within the borders of the Republic of Karelia on the area of 145.0 thousand ha. The introduced phytosanitary regime prohibits the production and sale of seed potatoes and planting material produced in such zones, which significantly complicated the work of farmers.

Refocusing of agricultural production in the republic on dairy cattle breeding, change of land status and compliance with the introduced phytosanitary measures allowed to clarify the boundaries of *G. rostochiensis* distribution and remove the quarantine zone in most part of the republic.

УДК 595.122

СТРОЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ЦИСТОФОРНЫХ ЦЕРКАРИЙ *PROGONUS MUELLERI* (DIGENEA, DEROGENIDAE)

Скобкина О.А., Кремнев Г.А., Крупенко Д.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская
наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, levyuyashyk@mail.ru*

Трематоды – крупная группа паразитических плоских червей. Для трематод характерны сложные жизненные циклы. Обычный треххозяинный жизненный цикл проходит так: в окончательном хозяине паразитируют взрослые особи гермафродитного поколения – мариты. Мариты отрождают яйца с мирацидиями, которые заражают первого промежуточного хозяина – моллюска, в нем

развиваются партениты и церкарии. Церкарии заражают второго промежуточного хозяина и развиваются в метацеркарий. Далее второго промежуточного хозяина съедает окончательный хозяин и цикл замыкается.

Пожалуй, самые необычные церкарии характерны для надсемейства *Nemiugoidea*. Эти церкарии называются цистофорными, их хвост сильно модифицирован и обязательно включает в себя две части – извергательную трубку и полую хвостовую капсулу. Кроме обязательных частей, от хвостовой капсулы могут отходить различные выросты.

Целью данного исследования было описание строения цистофорной церкарии *Progonus muelleri* на разных стадиях развития. Материал был собран на Белом и Баренцевом морях в 2022–2023 гг. Церкарии *P. muelleri* исследовались с помощью световой, конфокальной и электронной микроскопии.

В результате удалось получить новые данные о развитии хвоста. Мышечная система хвостовой капсулы церкарии включает в себя мышцы ретракторы (участвуют в помещении тела церкарии в полость капсулы) и мышцы сфинктера (замыкают отверстие полости). У ранних эмбрионов были обнаружены еще и кольцевые мышцы хвостовой капсулы, этих мышц у взрослых церкарий уже нет. Были получены данные о формировании стенок хвостовой капсулы. Наружная пластинка тегумента бугорчатая и электронно плотная, под ней залегает толстый волокнистый слой. Хвостовая капсула на ранних стадиях развития состоит из множества клеток с ядрами и органоидами, у развитых церкарий в хвостовой капсуле были обнаружены только крупные клетки без ядер и с электронно светлой цитоплазмой. Вероятно, это необходимо для поддержания стенок капсулы. Были получены данные о строении локомоторного хвостового отростка. Его мышечная система включает в себя только продольные мышцы, которые крепятся к волокнистому слою. Удалось получить электронные микрофотографии извергательной трубки на разных этапах формирования.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00376 (<https://rscf.ru/project/23-24-00376/>).

STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF CYSTOPHOROUS CERCARIAE *PROGONUS MUELLERI* (DIGENEA, DEROGENIDAE)

Skobkina O.A., Kremnev G.A., Krupenko D.Yu.

Cystophorous cercariae larvae are characteristic for the digenean superfamily Hemiuroidea. Their tail consists of a hollow caudal capsule and delivery tube. The structure of cystophorous cercariae of *Progonus muelleri* is described using SEM, TEM, light and confocal microscopy.

УДК 576.89, 575

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТРЕМАТОДЫ *HIMASTHLA ELONGATA*

Смолянинова А.Р.¹, Соловьева А.И.^{2,3}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, sar28sir14@rambler.ru

² Институт цитологии РАН, Тихорецкий пр., 4, Санкт-Петербург, 194064 Россия, orginica@gmail.com

³ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Известно, что значительную часть геномов эукариот составляют повторяющиеся последовательности ДНК, включая мобильные элементы (МЭ), которые могут составлять до 80 % генома эукариот. Некоторые МЭ активны и могут «перемещаться» в пределах одного генома, действуя как инсерционные мутагены, что может привести к геномной нестабильности, изменению структуры генома и, как следствие, к разнообразию в популяции. Однако, несмотря на высокие технологические достижения, аспекты работы МЭ все еще остаются неизвестными. Особый интерес в этом плане представляют эукариоты, способные реализовать различные жизненные формы на основе одного генома. Среди них выделяются трематоды со своим сложным жизненным циклом (ЖЦ), включающим в себя

чередование партеногенетических и гермафродитных поколений. ЖЦ, вероятно, регулируется сложными молекулярными механизмами. Некоторые исследования показали, что МЭ могут участвовать в процессах дифференциации клеток, адаптации к изменяющимся условиям среды и ответа на стресс. Отсюда возникает гипотеза, что МЭ могут быть вовлечены в регуляцию ЖЦ трематод, активируя или подавляя определенные гены. Однако предположительное влияние МЭ на регуляцию ЖЦ до конца неизвестно.

Объектом исследования выбрали редий, церкарий и метацеркарий трематоды *Himasthla elongata* (Himasthliidae). Из базы МЭ *H. elongata* мы выбрали транспозоны из семейств RTE-BovB, Pao, hAT, Penelope, Tc1, Rex-Babar, CR1, L2, Zenon, MuLE-MuDR Gypsy и элементы Unknoun. К ним подобрали праймеры и протестировали на геномной ДНК и кДНК. В качестве референсного гена для проведения ПЦР в реальном времени выбрали актин.

По результатам ПЦР в реальном времени транспозоны 1997-Zenon, L2 и 2-415 Unknoun показали значительные изменения экспрессии, хотя другие транспозоны транскрибировались на всех стадиях ЖЦ *H. elongata*. Такая неоднородность уровней транскрипции МЭ может быть связана с важными биологическими процессами, происходящими при смене стадий ЖЦ трематод. Однако для глубокого анализа роли МЭ в геноме трематод необходимо дополнительные исследования с аннотированными геномами, с картированием генов некодирующих РНК, а также существованием длинных некодирующих РНК.

Исследование поддержано грантом РФФ № 23-74-01060.

DIFFERENTIAL EXPRESSION OF TRANSPOSABLE ELEMENTS AT DIFFERENT STAGES OF TREMATODE *HIMASTHLA ELONGATA* LIFE CYCLE

Smolyaninova A.R., Solovyeva A.I.

Trematode *Himasthla elongata* is the object of our study. We selected several transposons from the *H. elongata* transposon database and tested for them genomic DNA and cDNA. The results showed differential expression of transposons at different stages of the life cycle during real-time PCR.

The study is supported by RSF project No. 23-74-01060.

MICROPHALLUS PSEUDOPYGMAEUS (MICROPHALLIDAE, DIGENEA) – ВИД С НЕОБЫЧНО ШИРОКОЙ СПЕЦИФИЧНОСТЬЮ?

Соколова А.И., Гончар А.Г., Галактионов К.В.

Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия, igorevna1864@mail.ru
Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Microphallus pseudopygmaeus характеризуется диксенным жизненным циклом, в котором отсутствует второй промежуточный хозяин. В качестве первых промежуточных хозяев (1ПХ) этот вид использует морских улиток из двух разных подклассов – Caenogastropoda и Vetigastropoda, хотя их круг для трематод чаще всего ограничен моллюсками близких видов/родов. Тем не менее на данный момент считается, что *M. pseudopygmaeus* – единый вид. Для его метациклов описаны некоторые размерные вариации, но их не удалось соотнести с видами 1ПХ. Последовательности ITS2 для изолятов *M. pseudopygmaeus* из моллюсков разных надсемейств совпадают, но других молекулярно-генетических данных, которые бы подтверждали единство вида, до последнего времени не было.

В связи с необычно широкой специфичностью *M. pseudopygmaeus* к 1ПХ целью работы стала оценка гостальной генетической изменчивости вида. Исследовали образцы из моллюсков пяти видов: *Littorina saxatilis*, *L. sitkana*, *Lacuna vineta*, *Onoba aculeus*, *Margarites helicinus*. Материал был собран в разных географических точках: Баренцево море (Дальние Зеленцы), Охотское море (Тайгонос), Белое море (Кемь-Луды). В качестве маркерной последовательности был выбран фрагмент гена COX1.

Полученное выравнивание имеет длину 934 п.н. и включает 17 последовательностей. Различия между изолятами составили от 0 до 33 замен. Для сравнения внутри- и межвидовой изменчивости мы взяли данные из GenBank для близкого вида из группы *pygmaeus* – *M. piriformes*. Судя по этому сравнению, изменчивость,

выявленная у наших образцов, внутривидовая, что свидетельствует о единстве вида и предварительно подтверждает его чрезвычайно широкую специфичность по отношению к ИПХ. Чтобы сделать окончательные выводы, нам предстоит проанализировать больше материала: получить последовательности из других изолятов, и прежде всего из моллюсков, наиболее филогенетически удаленных от Caenogastropoda, таких как *Margarites* spp. (Vetigastropoda).

Работа поддержана грантом РФФ № 23-14-00329; секвенирование выполнено в Научном парке СПбГУ (ресурсный центр «Развитие молекулярных и клеточных технологий»).

MICROPHALLUS PSEUDOPYGMAEUS (MICROPHALLIDAE, DIGENEA) – A SPECIES WITH AN UNUSUALLY WIDE SPECIFICITY?

Sokolova A.I., Gonchar A.G., Galaktionov K.V.

Microphallus pseudopygmaeus has a wide range of first intermediate hosts. It parasitizes in mollusks of different subclasses. We analyzed the intraspecific *cox1* gene fragment variability of *M. pseudopygmaeus* in 17 samples. The data obtained testifies to the unity of the species. The results need to be supplemented with additional data.

УДК 594:576.895.122

ВЛИЯНИЕ ЗАРАЖЕНИЯ ТРЕМАТОДАМИ *APORHALLUS* SP. НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛЛЮСКА *LITHOGLYPHUS NATICOIDES* (C. PFEIFFER, 1828)

Соколова А.С., Фролова Т.В., Извекова Г.И.

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославская обл., 152742 Россия, alexsandraskokol@rambler.ru

Исследование взаимоотношений в системе паразит–хозяин – одно из основных направлений паразитологии. В рамках этого направления изучается влияние заражения различными видами паразитов

на биохимические показатели хозяина. Трематоды – обширный класс плоских червей, возбудители многих серьезных заболеваний человека и животных. Первый промежуточный хозяин высокопатогенных для рыб церкарий трематод рода *Apophallus* – брюхоногий моллюск *Lithoglyphus naticoides* (С. Pfeiffer, 1828). Влияние заражения этими трематодами на физиологические показатели хозяина – моллюска практически не изучено. В связи с этим исследовано 646 экземпляров *L. naticoides*, отобранных на левом берегу Волги (г. Мышкин), 274 из которых были заражены трематодами *Apophallus* sp. (ЭИ 42,4 %). В гомогенате тканей незараженных и зараженных моллюсков определены следующие показатели: содержание растворимого белка (Bradford, 1976), общая протеолитическая активность (Alarcón et al., 2002), активность пепсиноподобных протеаз (Worthington, 1982) и активность α -амилазы (Уголев, 1969). Установлено, что масса моллюсков, содержание белка и активность α -амилазы в гомогенате у зараженных и незараженных особей статистически не различались ($p > 0,05$). Обнаружено, что протеолитическая активность у исследованных моллюсков проявляется в диапазоне значений рН от 1,0 до 12,0. При этом максимальная общая протеолитическая активность у незараженных моллюсков отмечена при значении рН 12, а таковая пепсиноподобных протеаз – при значении рН 2,0. Показано, что как активность пепсиноподобных протеаз (диапазон значений рН от 1,0 до 5,0), так и общая протеолитическая активность (диапазон значений рН от 4,0 до 12,0) у незараженных моллюсков достоверно выше, чем у зараженных ($p < 0,05$). В зависимости от значения рН как у незараженных, так и у зараженных животных изменяется уровень активности исследованных ферментов. Так, активность пепсиноподобных протеаз у незараженных моллюсков составляет от 78 до 97 %, в то время как у зараженных – от 41 до 58 % от максимальной активности ферментов незараженных животных. Общая протеолитическая активность у незараженных моллюсков составляет от 62 до 78 % и у зараженных моллюсков – от 45 до 66 % от максимальной активности ферментов незараженных животных. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что заражение трематодами *Apophallus* sp. не влияет на массу,

содержание белка и активность α -амилазы, но вызывает достоверное снижение активности протеолитических ферментов у моллюска *Lithoglyphus naticoides*.

Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 121051100100-8).

**THE EFFECT OF INFECTION WITH TREMATODES
APOPHALLUS SP. ON SOME PHYSIOLOGICAL
AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF MOLLUSKS
LITHOGLYPHUS NATICOIDES (C. PFEIFFER, 1828)**

Sokolova A.S., Frolova T.V., Izvekova G.I.

It was found that infection with trematodes *Apophallus* sp. does not affect the weight, protein content and α -amylase activity, but causes a significant decrease in the activity of proteolytic enzymes in the mollusk *Lithoglyphus naticoides*.

УДК 576.89, 575

**ЭКСПРЕССИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕНОМА
НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
FASCIOLA HEPATICA И *FASCIOLA GIGANTICA***

Соловьева А.И.^{1,2}, Скалон Е.К.³, Панюшев Н.В.⁴, Подгорная О.И.¹

¹ Институт цитологии РАН, Тихорецкий пр., 4, Санкт-Петербург, 194064 Россия

² Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

⁴ Институт по изучению рака и старения, 28 авеню де Валоμβрозе, 06107, Ницца, Франция

Транспозоны, или мобильные элементы (МЭ), – это диспергированные повторы, которые играют разнообразные роли в регуляции работы генома. Известно также, что МЭ являются источником

длинных некодирующих РНК (lncRNAs), которые участвуют в разнообразных регуляторных механизмах. У трематод lncRNA могут быть вовлечены в процессы развития и регуляцию жизненного цикла, поэтому важно изучить связь между экспрессией транспозонов и стадиями развития. Мы изучили транскрипцию транспозонов на четырех стадиях жизненного цикла *Fasciola hepatica* и семи стадиях *F. gigantica*. У этих видов сопоставимы размеры геномов – 1,348 Mb у *F. gigantica* и 1,27 Mb у *F. hepatica*. При этом количество повторов генома *F. gigantica* больше почти на 10 %. Прочтения РНК-секвенирования стадий жизненных циклов фасциол были сопоставлены с наборами МЭ, полученными из маскированных геномов *F. hepatica* и *F. gigantica* из базы WormBase Parasite (<https://parasite.wormbase.org/>), и затем проанализированы с помощью программного пакета sleuth R v.0.29.0. Мы выявили наборы уникальных копий МЭ, характерных для каждой изученной стадии жизненного цикла фасциол, и определили наиболее дифференциально экспрессирующиеся группы транспозонов. Картина дифференциальной экспрессии ретроэлементов схожа у обоих видов. Среди LTR ретротранспозонов преобладают элементы Gypsy как у *F. hepatica*, так и у *F. gigantica*, а среди LINE элементов – RTE-BovB, CR1, Zenon. Однако для *F. gigantica* характерна более выраженная экспрессия ДНК транспозонов Tc1, в отличие от групп CMC-EnSpM и MULE у *F. hepatica*. У обоих видов метацеркарии, по-видимому, имеют существенное значение для профиля экспрессии транспозонов, так как уровни экспрессии многих транспозонов изменяются именно на этой стадии жизненного цикла.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 23-74-01060.

EXPRESSION OF MOBILE GENOME ELEMENTS AT DIFFERENT STAGES OF THE LIFE CYCLE OF *FASCIOLA HEPATICA* AND *FASCIOLA GIGANTICA*

Solovyeva A.I., Skalon E.K., Panushev N.V., Podgornaya O.I.

We investigated differential expression of transposable elements in *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* various stages of life cycle. Although

the genome size is comparable, the number of repeats differs between the two species. Transposons demonstrate differential expression patterns between the stages of life cycle, also each stage has specific set of transcribed transposons.

УДК 575

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *METORCHIS* LOOSS, 1899 (TREMATODA: OPISTHORCHIIDAE)

Солодовник Д.А.

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159/1,
Владивосток, 690022 Россия*

Среди представителей рода *Metorchis* выделяют виды космополиты и эндемики. Однако это разделение можно считать условным, так как видовая идентификация представителей рода основывается в большей степени на данных морфологии без подтверждения таксономического статуса на молекулярном уровне. При этом с помощью генетических исследований показано, что внутри рода *Metorchis* существуют виды-синонимы.

Первые генетические данные для восточноазиатских *Metorchis* были представлены только в 2010 г.: метацеркарий от естественно зараженных рыб в Китае отнесли к виду *Metorchis orientalis* Tanabe, 1921. Основываясь на этих молекулярных данных, разные авторы в последующих работах определяли свой материал червей с территории Китая и стран Европы так же – *M. orientalis*. Однако наши новые морфологические и молекулярные данные для представителей *Metorchis* с территории юга Дальнего Востока России, анализ опубликованных работ по морфологии и морфометрии этих червей, изучение доступных в геномном банке NCBI нуклеотидных последовательностей показали, что состав рода и распространение некоторых видов *Metorchis* должны быть пересмотрены.

NEW DATA ON SPECIES IDENTIFICATION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *METORCHIS* LOOSS, 1899 (TREMATODA: OPISTHORCHIIDAE)

Solodovnik D.A.

Among representatives of the genus *Metorchis*, cosmopolitan and endemic species are distinguished. However, this division can be considered conditional, since the species identification of representatives of the genus is based mainly on morphological data without confirming the taxonomic status at the molecular level. At the same time, using genetic studies, it has been shown that there are synonymous species within the genus *Metorchis*.

The first genetic data for East Asian *Metorchis* were presented only in 2010: metacercariae from naturally infected fish in China were assigned to the species *Metorchis orientalis* Tanabe, 1921. Based on these molecular data, various authors in subsequent articles determined their own material of worms from the territory of China and European countries as *M. orientalis*. However, our new morphological and molecular data for representatives of *Metorchis* from the territory of the south of the Russian Far East, the analysis of published works on the morphology and morphometry of these worms, and the study of nucleotide sequences available in the NCBI gene bank showed that the composition of the genus and the distribution of some *Metorchis* species should be revised.

УДК 595.122

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ НЕМАТИЦИДАМИ НА ЗАРАЖЕННОСТЬ *DITYLENCHUS DIPSACI*

Старостина Е.С.¹, Шестеперов А.А.¹, Придаников М.В.²

¹ ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Москва, 117218 Россия,
eliz.starostina@yandex.ru, aleks.6perov@yandex.ru

² Центр паразитологии ИПЭЭ РАН, Москва, 119071 Россия,
centrparasitol@rambler.ru

Обследование посадок земляники садовой проводилось на опытных участках территории института РГАУ МСХА им.

К.А. Тимирязева. Были проведены испытания трех химических препаратов: Видат, Нематофагин, Луна Транквилити. Наилучший результат показал Препарат Видат 5Г.

По результатам полевого опыта оценивалось влияние обработки земляники садовой нематоцидами на зараженность *Ditylenchus dipsaci*. Количество растений земляники, пораженных дитиленхозом, снижалось в 7,5 раза по сравнению с контролем при применении Видата 5Г.

Надземные части земляники садовой поражаются фитопаразитическими нематодами из родов *Ditylenchus* и *Aphelenchoides*, которые являются одними из наиболее хозяйственно значимых групп вредителей на данной ягодной культуре. В процессе паразитирования дитиленхи вызывают деформацию, укорачивание и некротизацию черешков, листьев и почек. Поэтому проблема дитиленхоза земляники садовой является действительно актуальной в настоящее время.

Материалы и методы. Для проведения опыта были выбраны следующие препараты: Видат (250 мг/куст и 500 мг/куст), Нематофагин (1000 мг/куст), Луна Транквилити (0,025 мл/куст и 0,05 мл/куст). Для выделения нематод из растительных образцов был использован вороночный метод (метода Бермана).

Результаты исследований. По результатам мониторинга стеблевых нематод была выявлена средняя степень поражения кустов дитиленхозом. В среднем на каждые десять растений земляники приходилось по 4,5 куста, пораженных дитиленхозом. Численность паразита в среднем достигала 82 особей на 1 см³ растительной ткани. При сильной инвазионной нагрузке (до 140 особей на 1 см³ растительной ткани) растения не образовывали цветоносов.

У растений, к которым были применены нематоциды, улучшилось состояние розетки и увеличилось количество усов, но значительных различий в сравнении с контролем не наблюдается. Число погибших растений осталось без изменений, а количество растений с симптомами дитиленхоза в образцах контроля увеличилось на 54,2 %.

Состояние розеток в контроле ухудшилось, так как на нем подтвердился и развился, на некоторых кустах дополнительно,

дитиленхоз. Сравнивая опытные и контрольные растения, также можно заметить, что лучше всего против стеблевой нематоды справился препарат Видат 5Г (250 мг/куст), количество симптомов дитиленхоза уменьшилось на 20,9 %. Препарат Луна Транквили (0,025 г/куст) справился несколько хуже, количество симптомов уменьшилось на 8,3 %. Препарат Нематофагин не показал изменений.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF TREATMENT OF GARDEN STRAWBERRIES WITH NEMATOCIDES ON THE INFESTATION OF *DITYLENCHUS DIPSACI*

Starostina E.S., Shesteporov A.A., Pridannikov M.V.

The survey of plantings of garden strawberries was carried out on the experimental plots of the territory of the Institute of the Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy K.A. Timiryazev. Three chemicals were tested: Vidat, Nematofagin, Luna Tranquility. The best result was shown by Vidat 5G.

Based on the results of the field experiment, an assessment was made of the effect of treating strawberries with nematicides on the infestation of *Ditylenchus dipsaci*. The number of strawberry plants affected by ditylenchosis decreased by 7.5 times compared with the control when using Vidat 5G.

The aerial parts of the garden strawberry are affected by phytoparasitic nematodes from the genera *Ditylenchus* and *Aphelenchoides*. These nematodes are one of the most economically significant groups of pests on this berry crop. In the process of parasitism, ditylenchs cause deformation, shortening and necrosis of petioles, leaves and buds. Therefore, the problem of ditylenhoz of garden strawberries is really relevant at this time.

Materials and methods. The following preparations were chosen for the experiment: Vidat (250 mg/bush and 500 mg/bush), Nematofagin (1000 mg/bush), Luna Tranquility (0.025 ml/bush and 0.05 ml/bush). The funnel method (Berman method) was used to isolate nematodes from plant samples.

Research results. According to the results of monitoring of stem nematodes, an average degree of damage to bushes by ditylenchosis was revealed. On average, for every ten strawberry plants, there were 4.5 bushes

affected by ditylenchosis. The average number of the parasite reached 82 individuals per 1 cm³ of plant tissue. With a strong invasive load (up to 140 individuals per 1 cm³ of plant tissue), the plants did not form flower stalks.

The plants to which nematicides were applied improved the rosette condition and increased the number of whiskers, but there were no significant differences in comparison with the Control. The number of dead plants remained unchanged, and the number of plants with symptoms of ditylenchosis in the Control samples increased by 54.2 %.

The condition of rosettes in Control deteriorated, as ditylenchosis was confirmed and developed on it, on some bushes additionally. Comparing the chemical preparations with the Control, it can also be seen that the drug Vidat 5G (250 mg/bush) coped best against the stem nematode, the number of symptoms of ditylenchosis decreased by 20.9 %. The drug Luna Tranquility (0.025 g/bush) did a little worse, the number of symptoms decreased by 8.3 %. The drug Nematofagin showed no changes.

УДК 594.32:591.464

ПРОЩЕ ПРОСТОГО: СРАВНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ЛИЧИНОК *UNIO PICTORIUM* И *ANADONTA CYGNEA* (UNIONIDAE)

Старунова З.И., Зайцева О.В., Старунов В.В.

*Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, zinaida.starunova@zin.ru*

Пресноводные двустворчатые моллюски родов *Anadonta* и *Unio* – это широко распространенные свободноживущие фильтраторы. В своем жизненном цикле они имеют паразитическую личинку – гложидий, который прикрепляется к жабрам, реже к коже взрослых пресноводных рыб и их молоди. Строение свободноживущих личинок других двустворчатых моллюсков изучено достаточно подробно, однако специализированное строение гложидиев, сформировавшееся в связи с переходом к паразитизму, вызывает все еще много вопросов.

Взрослых унионид *Anadonta cygnea* и *Unio pictorium* собирали в водоемах г. Петергофа во время сезона размножения и доставали

из них личинок. Для выявления элементов нервной и мышечной систем, а также расположения ядер в клетках были использованы методы иммуногистохимии с применением флуоресцентных красителей. Полученные препараты изучали с помощью конфокального микроскопа Leica TCS SP5.

Методы иммуногистохимии позволяют выявить специфические элементы нервной системы, которые до недавнего времени совершенно не были описаны в литературе. Нервная система обоих видов представлена тремя парами нейронов различной ергичности. Нами были обнаружены серотонин- и FMRFамид-положительные элементы в нервной системе личинок. Эти нейроны могут иннервировать ресничные пучки и ресничное поле личинок. Кроме того, обнаружена пара крупных симметрично расположенных нейронов, отростки которых, по всей видимости, иннервируют мускул-аддуктор. Строение нервной системы определяет функциональные возможности личинок, что в свою очередь определяет взаимоотношения между паразитами и их хозяевами.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 122031100281-5 на оборудовании ЦКП «Таксон» ЗИН РАН и при использовании коллекционных материалов Зоологического института РАН (Санкт-Петербург, Россия).

AS SIMPLE AS ABS: COMPARISON OF THE ORGANIZATION OF THE NERVOUS SYSTEM OF PARASITIC LARVAE *UNIO PICTORIUM* И *ANADONTA CYGNEA* (UNIONIDAE)

Starunova Z.I., Zaitseva O.V., Starunov V.V.

Freshwater bivalves, *Anadonta cygnea* and *Unio pictorium*, have a parasitic larva called glochidium that develops on fish. However, the morphological descriptions of these larvae still have unanswered questions, impacting our understanding of the relationship between the parasite and the host. By using immunohistochemistry methods, specific elements of the larval nervous system have been identified. These include serotonin-positive cells and FMRFamide-immunoreactive cells, with three groups of sensory ciliary tufts near the hooks and a large ciliary field located under the adductor muscle.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕТОД ДЕТЕКЦИИ НОВОГО ШТАММА *DENDROLIMUS SIBIRICUS* СУРОВОВИРУС-1 В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ХОЗЯИНЕ

Субботина А.О.^{1,2}, Мартемьянов В.В.¹, Белоусова И.А.¹

¹ Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия

² Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090 Россия

Биологические инсектициды признаны более экологически безопасными для борьбы с насекомыми-вредителями. Перспективным кандидатом на роль биологического инсектицида является новый штамм вируса цитоплазматического полиэдроза – *Dendrolimus sibiricus* Суровирус-1 (*DsCPV-1*), который недавно был выделен из гусениц сибирского шелкопряда *D. sibiricus*. У данного штамма есть ряд преимуществ перед уже существующими биоинсектицидами. В качестве кандидата для культивирования и массового производства штамма вируса *in vivo* был выбран табачный бражник *Manduca sexta* (альтернативный хозяин). Новый молекулярный метод необходим для детекции накопления вируса в *M. sexta* в процессе массового производства.

THE MOLECULAR METHOD FOR DETECTION OF NEW STRAIN OF *DENDROLIMUS SIBIRICUS* CYPOVIRUS-1 IN AN ALTERNATIVE HOST

Subbotina A.O., Martemyanov V.V., Belousova I.A.

Biological insecticides are recognized as more environmentally friendly for insect pest control. A new strain of *Dendrolimus sibiricus* Cypovirus-1, which was recently isolated from the caterpillars of the Siberian silkworm *D. sibiricus*, is considered as a candidate for mass production of biological pest control agents. This strain has a number of advantages over existing bioinsecticides. The tobacco hawk moth *Manduca sexta* (alternative host) was chosen as a suitable species for further cultivation and production of a *DsCPV-1* strain *in vivo*. New molecular method needed to detect viral accumulation in *M. sexta* during mass production.

УДК 595.771(476.4-25)

**КРОВСОСУЩИЕ КОМАРЫ
(DIPTERA, CULICIDAE) г. МОГИЛЕВА
(РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)**

Суло Д.С., Довнар Д.В.

*Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по биоресурсам», Академическая, 27, Минск, 220072
Республика Беларусь, s_diana_s@mail.ru, dovnar.rm@gmail.com*

Учитывая слабую изученность видового состава кровососущих комаров Могилевской области (Трухан и др., 1988), а также отсутствие данных по г. Могилеву, мы сочли приемлемым изучить видовой состав и численность представителей сем. Culicidae на территории города. Могилев расположен на границе Оршанско-Могилевской и Центральноберезинской равнины, на берегу Днепра и считается одним из самых густонаселенных городов Беларуси. Лесопарковая зона занимает значительную часть территории города и обладает благоприятными условиями для развития и обитания кровососущих комаров. В то же время она является излюбленной зоной отдыха горожан, что существенно увеличивает вероятность контакта человека с кровососами.

Сборы кровососущих комаров проводились в 2022 г. в течение весенне-летнего сезона на территории г. Могилева: городской парк культуры и отдыха Подниколье (53.891793° N, 30.342167° E), Печерский лесопарк (53.935020° N, 30.293785° E), городской лесопарк на юго-восточной окраине города (53.842451° N, 30.392483° E). Род *Aedes* Meigen, 1818 рассматривали согласно Вилкерсону с соавт. (Wilkerson et al., 2021). Уровень доминирования кровососущих комаров оценивали по системе, предложенной А. Райским (1961).

В результате проведенных исследований впервые на территории г. Могилева обнаружено 16 видов кровососущих комаров, принадлежащих к трем родам. Наибольшим числом видов представлен род *Aedes* Meigen, 1818 (13), род *Anopheles*

Meigen, 1818 включает два вида и род *Coquillettidia* Dyar, 1905 – один вид. Эудоминантами в сборах являлись два вида – *Aedes sticticus* (Meigen, 1838) (ИД 49,4) и *A. cinereus* Meigen, 1818 (ИД 16,9), доминантом – *A. cantans* (Meigen, 1818) (ИД 14,1). Субдоминантами выступали *A. rossicus* Dolbeshkin, Gorickaja et Mitrofanova, 1930 (ИД 4,5), *A. euedes* Howard, Dyar et Knab, 1913 (ИД 3,7), *A. riparius* Dyar et Knab, 1907 (ИД 2,4) и *A. vexans* (Meigen, 1830) (ИД 2,3). Редкими являлись *A. annulipes* (Meigen, 1830) (ИД 1,7) и *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889) (ИД 1,6). К крайне редким видам относились *Aedes communis* (De Geer, 1776) (ИД 1,0), *Anopheles claviger* (Meigen, 1804) (ИД 0,9), *Aedes punctor* (Kirby, 1837) (ИД 0,7), *A. geniculatus* (Olivier, 1791) (ИД 0,3), *Anopheles plumbeus* Stephens, 1828 (ИД 0,2), *Aedes intrudens* Dyar, 1919 (ИД 0,2) и *A. excrucians* (Walker, 1856) (ИД 0,2). *Anopheles plumbeus* и *Aedes geniculatus* впервые отмечены для Могилевской области. Дальнейшее планомерное изучение кровососущих комаров г. Могилева позволит расширить представления о структуре фауны сем. Culicidae.

MOSQUITOES (DIPTERA, CULICIDAE) OF THE CITY OF MOGILEV (THE REPUBLIC OF BELARUS)

Suslo D.S., Dounar D.V.

This is the first time that the species composition of the mosquitoes of Mogilev city has been studied. Collection of specimens was made during the spring and summer seasons 2022. Sixteen species were identified belonging to three mosquito genera. The most abundant species were *Aedes sticticus* (49.4 %) and *A. cinereus* (16.9 %).

ПЕРВЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ХОЗЯЕВА ТРЕМАТОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МИКРОЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ВНУТРИ ПОПУЛЯЦИЙ ПАРАЗИТОВ

Татонова Ю.В.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159а, Владивосток, 690022 Россия

Пресноводные моллюски являются первыми промежуточными хозяевами различных трематод. На юге Дальнего Востока России к таким моллюскам относят представителей семейств Valvatidae, Bellamyidae, Bithyniidae и Semisulcospiridae. Наибольшее значение в циркуляции трематод имеют моллюски из двух последних семейств, которые участвуют в циркуляции эпидемиологически важных трематод, например, *Clonorchis* и *Metorchis* паразитируют у битинид, а *Metagonimus* и *Nanophyetus* являются паразитами семисулькоспирид.

У моллюсков как менее мобильных хозяев степень ограничения распространения паразитов тем больше, чем более разнообразны и менее специфичны вторые промежуточные хозяева, а также более мобильны окончательные хозяева. Также моллюски ограничивают набор генотипов паразитов за счет молекулярной адаптации к первому промежуточному хозяину. Более того, на основе молекулярно-генетического анализа для представителей рода *Semisulcospira* выявлено подразделение на несколько клад, которые совпадают с распределением гаплогрупп червей рода *Metagonimus* на разных островах Японии (Nakao et al., 2022).

В настоящей работе рассмотрены особенности популяционной структуры моллюсков и трематод из разных таксономических групп, обитающих на территории Северо-Восточной и Восточной Азии. Основное внимание уделено двум представителям надсемейства Opisthorchioidea, *Clonorchis sinensis* и *Metagonimus suisfunensis*. Оба вида циркулируют с участием пресноводных жаберных брюхоногих моллюсков и рыб в качестве первых и вторых промежуточных хозяев, а млекопитающие являются их окончательными хозяевами. Более того,

на исследуемой территории ареалы этих паразитов перекрываются. Все это позволяет считать их идеальными модельными объектами для проведения сравнительного анализа структуры популяций паразитов, а также микроэволюционных процессов внутри популяций их хозяев.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 23-24-00434 (<https://rscf.ru/project/23-24-00434/>).

THE FIRST INTERMEDIATE HOSTS OF TREMATODES AND THEIR INFLUENCE ON MICROEVOLUTIONARY PROCESSES WITHIN PARASITE POPULATIONS

Tatonova Yu.V.

In this study, the features of the population structure are considered for mollusks and trematodes from different taxonomic groups inhabiting the territory of Northeast and East Asia. Two representatives of Opisthorchioidea, *Clonorchis sinensis* and *Metagonimus suisfunensis*, circulate with freshwater gastropods and fish as first and second intermediate hosts, respectively, and with mammals as their definitive hosts. Moreover, the geographical ranges of these parasites overlap. All this allows us to consider them as ideal model objects for a comparative analysis of population structures of parasites, as well as microevolutionary processes within the populations of their hosts.

УДК 595.122; 577.175.823

***DICROCOELIUM DENDRITICUM*: ОКРАСКА ТРИС-МЕЧЕНЫМ ФАЛЛОИДИНОМ МЫШЦ ПРИКРЕПИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ – РОТОВОЙ И БРЮШНОЙ ПРИСОСОК**

Теренина Н.Б.¹, Крещенко Н.Д.²

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, terenina_n@mail.ru*

² *Институт биофизики клетки ФИЦ ПНЦБИ РАН, ул. Институтская, 3, Московская обл., Пущино, 142290 Россия*

Применение методики флуоресцентно меченого фаллоидина в качестве специфического маркера мышечных волокон в комбинации

с конфокальной сканирующей лазерной микроскопией (CSLM) внесло значительный вклад в исследование мышечной системы паразитических плоских червей, играющей центральную роль в локомоции паразитов, их прикреплении к органам и тканям хозяина, функционировании внутренних органов. В настоящей работе приводятся результаты исследования мускулатуры ротовой и брюшной присосок возбудителя широко распространенного заболевания жвачных животных – дикроцелиоза – *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) (син. *Dicrocoelium lanceatum*, Stiles and Hassall, 1896 (Trematoda, Dicrocoeliidae)). Использован современный гистохимический метод с применением TRITC-меченого фаллоидина и CSLM.

Мускулатура ротовой и брюшной присосок *D. dendriticum* представлена внешними кольцевыми и внутренними продольными мышечными волокнами (являющимися продолжением мускулатуры стенки тела), внутренними кольцевыми и полукольцевыми мышцами, а также сильно развитыми и плотно расположенными радиальными мышцами. В брюшной присоске обнаружены также наклонно ориентированные волокна. Кольцевые мышцы стенки тела плотно охватывают брюшную присоску у ее основания.

Анализ полученных и имеющихся в литературе данных свидетельствует о том, что мышечная система прикрепительных органов трематод имеет довольно сложное строение и содержит несколько различных типов мышечных волокон. Полученные нами ранее данные показали, что регуляция мышечной активности прикрепительных органов *D. dendriticum* осуществляется при участии серотонинергических и пептидергических (FMRFамидергических) нервных структур.

***DICROCOELIUM DENDRITICUM*: STAINING WITH TRITC-LABELED PHALLOIDIN OF THE MUSCLES OF THE ATTACHMENT ORGANS – THE ORAL AND VENTRAL SUCKERS**

Terenina N.B., Kreshchenko N.D.

The muscle system of the attachment organs of flatworm *Dicrocoelium dendriticum*, a causative agent of the parasitic disease,

a microcoeliosis, has been examined using a fluorescently labelled phalloidin and confocal scanning laser microscopy. An analysis of the obtained and available in the literature data indicates that the muscular system of the oral and ventral suckers of trematodes has a rather complex structure and contains several different types of muscle fibers.

УДК 579.64

ТОКСИНЫ ИЗ ЯДОВ НАЗЕМНЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ В ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ И ВИРУСОВ

**Тимофеев С.А., Шухалова А.Г., Сендерский И.В., Митина Г.В.,
Долгих В.В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия,
Its-bio@ya.ru*

Использование энтомопатогенов, таких как бактерии, вирусы или грибы, является перспективным направлением в биологической борьбе с насекомыми-вредителями. Один из подходов к увеличению эффективности этого метода является повышение вирулентности этих патогенов посредством генетической модификации. Это часто достигается путем интеграции в геном патогена последовательности, кодирующей эффекторную молекулу, способную негативно воздействовать на насекомого-хозяина. Такие молекулы могут включать токсины, полученные из ядов наземных членистоногих хищников и паразитоидов. В этом исследовании мы изучили два нейротоксина, выделенных из яда осы-наездника *Habrobracon hebetor*, ранее описанных в серии международных патентов. Оба эти токсина с молекулярной массой 30 кДа (Т 30) и 16 кДа (Т 16) экспрессировали в бактериях *E. coli* и получили к ним поликлональные антитела, что позволило детектировать молекулы в других системах. Токсины также

экспрессировали в культуре клеток насекомых SF9 с использованием бакуловирусной системы в качестве модели для создания вирусных препаратов на их основе, а также в энтомопатогенных грибах родов *Beauveria* и *Lecanicillium* с целью усиления их вирулентности. Наше исследование показало, что, несмотря на то, что в природе данные токсины выполняют свою функцию в гемолимфе пораженного паразитоидом насекомого, они, по-видимому, оказывают существенное токсическое действие на различные организмы и на клеточном уровне при их гетерологичной экспрессии. Это обстоятельство не позволило создать на основе данных токсинов модифицированные инсектициды на основе энтомопатогенных грибов. Из всех апробированных методов перспективным представляется только использование T 30 для генетической модификации энтомопатогенных бакуловирусов.

Работа выполнена при поддержке РФФ, грант № 23-26-00039.

TOXINS FROM VENOMS OF TERRESTRIAL ARTHROPODS IN THE GENETIC MODIFICATION OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI AND VIRUSES

Timofeev S.A., Shuhalova A.G., Senderskiy I.V., Mitina G.V., Dolgikh V.V.

In this work, 2 neurotoxins from wasp *Habrobracon hebetor* venom were tested for genetic modification of entomopathogenic fungi and viruses. These molecules turned out to be toxic to fungi of the genera *Beauveria* and *Lecanicillium*, which prevented the creation of modified insecticides based on them. However, one of the toxins was effectively expressed in insect cell culture in a secretory form with the help of baculovirus, which makes it promising to create viral insecticides.

The work was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 23-26-00039.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ МИКРОСПОРИДИЙ

Токарев Ю.С.

*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия,
ytokarev@vizr.spb.ru*

Среди возбудителей заболеваний насекомых, относящихся к облигатным внутриклеточным паразитам, для борьбы с вредными видами используются только две группы патогенов – вирусы и микроспоридии. Для микроспоридий известен только один вид, служащий основой коммерческого биопрепарата, однако продолжается накопление данных об их перспективности как агентов микробиологической борьбы, в том числе в системах интегрированной защиты растений. Вне зависимости от предполагаемого метода применения микроспоридий необходимо решение проблемы промышленного производства инфекционного материала со стабильными свойствами. Во всем мире целенаправленные исследования по культивированию микроспоридий как *in vivo*, так и *in vitro* носят спорадический характер. Несмотря на некоторые успехи по воспроизведению отдельных видов микроспоридий в клетках насекомых, поддерживаемых *in vitro*, на данном этапе развития науки и технологии очевидно, что для массового производства доступны только методы культивирования *in vivo*.

В нашей стране большая серия работ по проблемам массового производства микроспоридий чешуекрылых насекомых и изменению их вирулентных свойств при пассировании на различных хозяевах была выполнена научной группой под руководством И.В. Исси. К сожалению, длительный перерыв в этой работе привел к потере живых культур паразитов, в связи с чем возобновление подобных исследований потребовало нового цикла работ по поиску, идентификации и детальному изучению биологических

свойств новых изолятов микроспоридий с оценкой их потенциала в снижении численности вредных насекомых и подбору условий для массового производства. Основные направления работ в этой области связаны в настоящее время а) с поиском альтернативных лабораторных хозяев, обладающих достаточным уровнем восприимчивости, но более крупными размерами по сравнению с типовыми хозяевами; б) с оптимизацией условий содержания, включая температурный режим и состав питательных сред, для повышения продуктивности спор в типовых и альтернативных хозяевах; в) с разработкой систем массового культивирования, позволяющих масштабировать технологии выращивания насекомых и сбора инфекционных спор паразитов.

Выполнено при поддержке РНФ, № 23-16-00262.

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF MASS PRODUCTION OF ENTOMOPATHOGENIC MICROSPORIDIA

Tokarev Y.S.

Large-scale propagation of microsporidia can be relied nowadays on *in vivo* technics only. Main directions in this field are as following. First, alternative lab hosts should be found with acceptable level of susceptibility yet possessing bigger size as compared to the type host. Second, the maintenance conditions need to be optimized, including temperature and feed composition to increase spore yield in type or alternative hosts. Third, systems of mass cultivation are to be designed for scaling up the technologies of insect growing and harvesting of infective spores of the parasites.

ПОИСК МИКРОСПОРИДИЙ НА ЮЖНОМ САХАЛИНЕ

Токарев Ю.С.¹, Дроздов К.А.², Мирлобов А.А.³, Гордеев И.И.^{4,5}

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, ytokarev@vizr.spb.ru*

² *Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022 Россия*

³ *Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1, Санкт-Петербург, 199034 Россия*

⁴ *Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Окружной проезд, 19, Москва, 105187 Россия*

⁵ *МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, Москва, 119234 Россия*

Микроспоридии широко распространены в качестве возбудителей опасных заболеваний беспозвоночных и позвоночных животных. Многие виды распространены повсеместно, встречаемость же других носит эпизодический характер и позволяет предположить эндемичный характер их распространения (либо недостаточную изученность паразитарных систем мировой фауны). Так, известна единственная находка микроспоридии рода *Kynorhinchospora* у киноринх в Японском море, а *Kabatana (Glugea) takedai* из лососевых рыб найдена только на островах Сахалин и Хоккайдо. Во внутренних водоемах Сахалина у колюшки китайской найдена микроспоридия, споры которой по размерам мельче, чем у других паразитов колюшек – *Glugea anomala* и *G. gasterostei*. Отсутствие данных о нуклеотидных последовательностях рДНК не позволяет однозначно идентифицировать видовую принадлежность таких находок. В 2023 г. в рамках проекта «Крильон 2023» проведена экспедиция на полуостров Крильон в устье реки Могучи, позволявшая охватить литораль и разнообразные наземные биотопы. Фауна Крильона известна высоким биоразнообразием, что обусловлено его географическим положением. Для микроспоридио-логов полуостров остается terra incognita. Экспедиция проходит в период, совпадающий с нерестом лососевых рыб и активным

лѐтом чешуекрылых и других насекомых. Участие в экспедиции ихтиологов и гидробиологов обеспечивает прямой доступ к разнообразному биологическому материалу. Оборудование экспедиции позволяет проводить полное паразитологическое вскрытие и микроскопирование внутренних тканей животных для выявления спор паразитов.

Исследование поддержано грантом НБФ «Поддержка биологических исследований» № 6/2023-гр.

THE SEARCH FOR MICROSPORIDIA IN SOUTHERN SAKHALIN

Tokarev Y.S., Drozdov K.A., Mirolyubov A.A., Gordeev I.I.

Microsporidia are widespread in nature and sometimes are easy to find, but remote locations remain terra incognita for microsporidiologists. Biological expeditions started in 2023 on the Crillon peninsula shall serve as a sound basis for systematic parasitological studies in Southern Sakhalin.

УДК 595.122.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕРМИНАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА МАТЕРИНСКИХ СПОРОЦИСТ *ECHINOSTOMA CAPRONI* И *SCHISTOSOMA MANSONI*

Токмакова А.С., Атаев Г.Л.

*Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург,
191186 Россия, arina.tokmakova@gmail.com*

Формирование эмбрионов партенит и церкарий трематод происходит в результате развития генеративных клеток (ГК). При этом предполагается, что пополнение их числа может осуществляться исключительно за счет деления недифференцированных клеток (НК), которые также относятся к генеративным элементам.

Сравнительный анализ герминального материала материнских спороцист (МС) позволяет разделить трематод на несколько групп по степени реализации их репродуктивного потенциала на ларвальной и паразитической стадии. Крайними вариантами признаются мирацидии, в которых имеются только НК, либо, напротив, они отсутствуют, а имеются только ГК или эмбрионы партенит дочерней генерации. Соответственно, мультипликация ГК приурочена к паразитической стадии МС или, напротив, завершается при развитии мирацидия.

Однако при анализе герминального материала необходимы четкие критерии для разделения НК и ГК. Подобные признаки были предложены И.М. Подвязной и К.В. Галактионовым (2014) на основании ТЭМ-исследования. Используя эти критерии, мы провели гистологическое и электронномикроскопическое изучение герминального материала мирацидиев и МС трематод *Echinostoma caproni* и *Schistosoma mansoni*.

Установлено, что герминальный материал в мирацидиях *Echinostoma caproni* представлен НК и ГК. В МС новые ГК образуются из НК в составе герминальной массы.

Однако в мирацидиях *Schistosoma mansoni* обнаружить НК не удалось. Вероятно, ко времени вылупления мирацидия они уже дифференцируются в ГК. Следовательно, генеративные элементы в мирацидии *S. mansoni* представлены созревающими ГК, сохраняющими на ранней стадии дифференцировки способность к пролиферации.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ (№ проекта VRFY-2023-0009).

COMPARATIVE ANALYSIS OF GERMINAL MATERIAL OF *ECHINOSTOMA CAPRONI* AND *SCHISTOSOMA MANSONI* MOTHER SPORO CYSTS

Tokmakova A.S., Ataev G.L.

The formation of embryos of parthenitis and trematode cercariae occurs as a result of the development of germinal cells.

We conducted a histological and TEM study of the germinal material of miracidia and mother sporocyst of *Echinostoma caproni* and *Schistosoma mansoni*.

It has been established that the germinal material in *Echinostoma caproni* miracidia is represented by undifferentiated and germinal cells, while the generative elements in *Schistosoma mansoni* miracidia are represented by maturing germinal cells that retain the ability to proliferate at an early stage of differentiation.

The research was supported by the Ministry of Education of the Russian Federation (project No. VRFY-2023-0009).

УДК 632.937.14

ПАССАЖИ ЧЕРЕЗ НАСЕКОМЫХ И РАСТЕНИЯ МЕНЯЮТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭНТОМО- ПАРАЗИТИЧЕСКОГО ГРИБА *METARHIZIUM ROBERTSII*

**Толоконникова Х.П.¹, Томилова О.Г.^{1,2}, Крюков В.Ю.¹, Крюкова Н.А.¹,
Токарев Ю.С.², Румянцева А.С.², Алексеев А.А.^{1,3}, Глупов В.В.¹**

¹ *Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия*

³ *Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, ул. Институтская, 3, Новосибирск, 630090 Россия*

Грибы рода *Metarhizium* широко распространены в наземных экосистемах мира и демонстрируют многофункциональный образ жизни, являясь паразитами насекомых, колонизаторами ризосферы, эндофитами и сапрофитами. Процесс адаптации к различным организмам и субстратам может приводить к специфическим физиологическим изменениям, которые можно выявить при пассажах через разных хозяев. Хорошо известны изменения вирулентности и культивационных свойств энтомопаразитических грибов, пересеваемых на различные среды или пассированных через живое насекомое-хозяин. Тем не менее сравнительные углубленные

физиологические исследования грибов после прохождения через насекомых или растения немногочисленны. В работе оценивали вирулентность, частоту колонизации растений, ферментативную активность, продукцию токсинов и антагонистические свойства в отношении бактерий между стабильным штаммом MB-1 *Metarhizium robertsii* и его реизолятами, пассированными восемь раундов через личинок *Galleria mellonella*, томат *Solanum lycopersicum* и среду ¼SDAY. Пассаж через насекомых и растения привел к сходным физиологическим изменениям: повышению продукции деструктивных А, В и Е, снижению активности протеазы и липазы, снижению вирулентности по отношению к *G. mellonella* и *Leptinotarsa decemlineata* по сравнению с исходным штаммом. Реизоляты, пассированные через насекомых и растения, колонизировали томат на том же уровне, что и родительский штамм, но с повышенной антагонистической активностью по отношению к ассоциированным с томатом бактериям *Bacillus pumilus*. Отмечены незначительные, но более специфические изменения роста на средах с разным содержанием углеводов. Пересев *M. robertsii* MB-1 на среду ¼SDAY показал высокую стабильность и минимальные изменения изучаемых показателей по отношению к родительскому штамму.

Работа выполнена в рамках проекта РФФ № 19-14-00138.

**PASSAGES THROUGH INSECTS AND PLANTS
CHANGE THE PHYSIOLOGICAL PROPERTIES
OF THE ENTOMOPARASITIC FUNGUS
*METARHIZIUM ROBERTSII***

**Tolokonnikova K.P., Tomilova O.G., Kryukov V.Y., Kryukova N.A.,
Tokarev Y.S., Rumiantseva A.S., Alekseev A.A., Glupov V.V.**

This is the article, virulence, plant colonization, hydrolytic enzymatic activities, toxin production, and antimicrobial action were compared between stable (nondegenerative) parent strain *Metarhizium robertsii* MB-1 and its reisolates obtained after eight passages through *Galleria mellonella* larvae or *Solanum lycopersicum* or after subculturing on the Sabouraud medium. The study indicates relatively fast physiological alterations of *M. robertsii* during its adaptation to different hosts.

УДК 595.421 + 591.69-82 (470.22)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВСТРЕЧАЕМОСТИ У ПТИЦ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В КАРЕЛИИ

Толстогузов А.О., Бугмырин С.В.

*Институт биологии КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11,
Петрозаводск, 185910 Россия,
tolstoguzov_ib@mail.ru*

Птицы, наряду с млекопитающими, – одни из ключевых хозяев-прокормителей иксодовых клещей семейства Ixodidae, в том числе видов *Ixodes persulcatus* и *I. ricinus*, имеющих первостепенное медицинское значения для таежной зоны северо-запада РФ, как переносчики опасных инфекций. На сегодняшний день единственной публикацией, посвященной находкам иксодовых клещей на птицах Карелии, остается работа в сборнике материалов студенческой конференции 1954 г. В 2021–2023 гг. с мая по август в районе Гомсельгского научного стационара ИБ КарНЦ РАН (62.07 N, 33.96 E) были выполнены специальные исследования по отлову птиц с последующим прижизненным их осмотром и сбором эктопаразитов. Отлов птиц проводили паутиными сетями (длина 3–8 м, высота 2–3 м), которые были расставлены на возможных путях перемещения птиц – границах биотопов смешанного леса и луга и в пойме ручья. Сети проверяли с 4 утра и до заката солнца с интервалом в 1,5 часа, в холодную и дождливую погоду – с интервалом в 40 минут. Всего были отловлено 139 птиц 23 видов, представители семейств: Врановые, Синицы, Пищуховые, Крапивники, Мухоловковые, Дроздовые, Славковые, Завирушки, Трясогузковые, Овсянковые, Вьюрковые, с которых собрано 4 личинки и 28 нимф клещей рода *Ixodes*. Клещи были обнаружены у 10 видов (*Anthus trivialis*, *Emberiza citrinella*, *Erithacus rubecula*, *Fringilla coelebs*, *Pica pica*, *Prunella modularis*, *Troglodytes troglodytes*, *Turdus iliacus*, *T. merula* и *T. philomelos*), из которых самая высокая интенсивность заражения (13 экз.) отмечена у лесной завирушки *P. modularis*. По характеру гнездования отловленные птицы

относятся к разным группам – как наземно-гнездящимся, так и дендрофилам. Более высокие показатели заражения птиц наблюдали в июне.

Работа выполнена при поддержке РФФ (№ 23-14-20020).

NEW DATA ON THE OCCURRENCE OF TICKS ON BIRDS IN KARELIA

Tolstoguzov A.O., Bugmyrin S.V.

Alongside mammals, birds are the main hosts for ticks of the family Ixodidae, including the species *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus*, which have crucial medical implications. In the May to August period of 2021–2023 specialized bird-netting surveys were carried out at the Gomselga Research Station of the Institute of Biology KarRC RAS (62.07 N, 33.96 E) with subsequent examination of live birds and collection of ectoparasites. Birds were captured by mist nests (3–8 m long, 2–3 m high) deployed in probable bird movement pathways. The nets were examined at 1.5 hour intervals. All in all, 139 birds of 23 species were captured, yielding 4 larvae and 28 nymphs of *Ixodes* spp. ticks. Ticks were found on 10 species (*Anthus trivialis*, *Emberizia citrinella*, *Erithacus rubecula*, *Fringilla coelebs*, *Pica pica*, *Prunella modularis*, *Troglodytes troglodytes*, *Turdus iliacus*, *T. merula*, and *T. philomelos*). The highest intensity of the infection (13 ticks) was recorded on a Dunnock, *P. modularis*. Bird infection rates were higher in June.

The studies were supported by the Russian Science Foundation (grant No. 23-14-20020).

ПЕРВАЯ НАХОДКА ТРЕМАТОД *OPISTHIOGLYPHE RANAE* (DIGENEA: TELORCHIIDAE) И *ECHINOSTOMA BOLSCHEWENSE* (DIGENEA: ECHINOSTOMATIDAE) В ПОПУЛЯЦИЯХ *DREISSENA POLYMORPHA* (BIVALVIA: DREISSENIDAE), ПОДТВЕРЖДЕННАЯ МОЛЕКУЛЯРНЫМИ ДАННЫМИ

Травина О.В., Беспалая Ю.В., Аксёнова О.В., Кропотин А.В., Хребтова И.С., Кондаков А.В., Любас А.А., Соболева А.А., Вихрев И.В.

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова УрО РАН, пр. Никольский, 20, Архангельск, 163020 Россия, travina.oks@gmail.com

Хорошо известно, что *Dreissena polymorpha*, наряду с аборигенными видами моллюсков, играет существенную роль в качестве хозяина паразитов и комменсалов, внося значительный вклад в формирование эпизоотической ситуации в водоеме (Strayer et al., 1999; Burlakova et al., 2000, 2011; Тютин, 2005; Мاستицкий и др., 2006). Целью данного исследования было изучить зараженность *D. polymorpha* трематодами с использованием методов молекулярной генетики, гистологии и световой микроскопии.

В период с августа по октябрь 2018 г. были собраны особи *D. polymorpha* из рек Северский Донец (Ростовская область) и Волга (Астраханская область) и Соколовского водохранилища (Ростовская область). Изучение зараженности популяций *D. polymorpha* в водотоках и водоемах проводили согласно описанной методике (Burlakova et al., 2006). Для этого у всех вскрытых особей дрейссены (N = 59) были исследованы мантия и внутренние органы на наличие паразитов и эндосимбионтов с применением бинокулярного стереомикроскопа Leica M165C и светового микроскопа Carl Zeiss Axio Lab.A1. Идентификацию личинок трематод проводили с помощью молекулярно-генетического анализа. В качестве генетических маркеров были выбраны фрагменты большой субъединицы рибосомальной РНК (28S рРНК), митохондриального гена, кодирующего

первую субъединицу белка цитохром с-оксидазы (COI) и внутренний транскрибируемый спейсер ITS2 ядерной ДНК, широко применяемые в подобных исследованиях (Bespalaya et al., 2022).

Сравнительный анализ полученных нуклеотидных последовательностей COI, 28S рРНК и ITS2 с последовательностями из генбанка NCBI показал, что трематоды, обнаруженные в *D. polymorpha* из реки Северский Донец, принадлежат к виду *Opisthioglyphe ranae* (Froelich, 1791), а трематоды из Соколовского водохранилища и реки Волга относятся к виду *Echinostoma bolschewense* (Kotova, 1939). Настоящее исследование предоставляет новые данные о паразитофауне *D. polymorpha*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФ № 21-74-10155 «Пресноводные моллюски России: интегративная таксономия, биогеография, экология и паразитофауна».

**THE FIRST FINDING OF TREMATODES
OPISTHIOGLYPHE RANAE (DIGENEA: TELORCHIIDAE)
AND *ECHINOSTOMA BOLSCHEWENSE*
(DIGENEA: ECHINOSTOMATIDAE) IN POPULATIONS
OF *DREISSENA POLYMORPHA* (BIVALVIA:
DREISSENIDAE), CONFIRMED BY MOLECULAR DATA**

**Travina O.V., Bespalaya Yu.V., Aksenova O.V., Kropotin A.V.,
Khrebtova I.S., Kondakov A.V., Lyubas A.A., Soboleva A.A.,
Vikhrev I.V.**

The present study provides the first evidence that the trematode *Opisthioglyphe ranae* (Frölich, 1791) and *Echinostoma bolschewense* (Kotova, 1939) can use *Dreissena polymorpha* as the second intermediate host.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАРАЖЕНИЯ ГРЕГАРИНАМИ РОДА *NEMATOPSIS* НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МИДИИ

Уппе В.А.¹, Водясова Е.А.¹, Серебрякова М.К.², Токмакова А.С.³, Дмитриева Е.В.¹

¹ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия, vikaupre@mail.ru

² Институт экспериментальной медицины, ул. Академика Павлова, 12, Санкт-Петербург, 197022 Россия

³ Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186 Россия

Nematopsis legeri – одноклеточный паразит из типа Apicomplexa – является одним из самых распространенных паразитов бивальвий, который может приводить к ослаблению их иммунитета. Нами впервые изучена реакция *Mytillus galloprovincialis* из естественных биотопов на заражение *N. legeri*. Всего проанализировано 40 зараженных и 26 незараженных особей из Черного моря в осенний и летний период. С использованием методов проточной цитофлуориметрии и микроскопии выполнен анализ клеточного состава гемолимфы моллюсков, интактных и зараженных *N. legeri*. На цитограммах клетки распределяются единым «облаком» с тенденцией к образованию трех групп, плохо отделяющихся друг от друга. Заражение грегарином приводит к увеличению доли более крупных и гранулярных клеток, сопровождающемуся уменьшением доли самых мелких клеток. При этом доля клеток центральной области остается без изменений.

Анализ экспрессии генов гуморального иммунитета проводился методом ОТ-ПЦР. В гемолимфе и гепатопанкреасе увеличение экспрессии показано только для галектина, в то время как в жабрах происходит повышение галектина, лектина С-типа и одного из генов, кодирующих ферритин. Кроме того, показаны достоверные отличия в экспрессии генов для осенних и летних проб. Такая реакция, вероятно, объясняется повторным заражением в летний сезон, что приводит к активации иммунного ответа.

Исследование поддержано темой госзадания Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского, № 121030100028-0.

INVESTIGATION OF GREGARINES *NEMATOPSIS* INFESTATION EFFECT ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF THE MUSSEL

Upe V.A., Vodiasova E.A., Serebriakova M.K., Tokmakova A.S., Dmitrieva E.V.

For the first time the response to infection with *N. legeri* in mussels from natural habitats was studied. Flow cytometric and microscopic analysis showed that cells are distributed in a single "cloud" with a tendency to form three groups. Infection with gregarines leads to an increase in the proportion of larger and granular cells, accompanied by a decrease in the proportion of the smallest cells. In hemolymph and hepatopancreas the increase of expression is shown only for galectin, while in gills there is an increase of galectin, C-type lectin and ferritin. In addition, significant differences in gene expression are shown for autumn and summer samples. This response is probably due to re-infestation during the summer season, resulting in an increased immune response.

This study is funded by a scientific theme of the A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas No. 121030100028-0.

УДК 595.122.2

ГЕНОТИПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТРЕМАТОД *LEUCOCHLORIDIUM PARADOXUM*

Усманова Р.Р., Прохорова Е.Е.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186 Россия, rregina.usmanova@gmail.com

Тело спороцист р. *Leucochloridium* состоит из центральной части, выполняющей репродуктивную и трофическую функцию, трубчатых участков и отростков, в которых накапливаются метацеркарии. Зрелые отростки характеризуются видоспецифической формой

и окраской, что было доказано для видов *L. paradoxum*, *L. perturbationum* и *L. vogtianum* (Гинесинская, 1953; Ataev et al., 2016 и др.). Ранее было выявлено, что наиболее распространенные на европейской территории России трематоды *L. paradoxum* характеризуются внутривидовой изменчивостью по окраске отростков (Usmanova et al., 2023). Однако нет сведений о генетическом полиморфизме трематод этого вида.

В работе были исследованы спороцисты *L. paradoxum*, собранные на территории Ленинградской, Ярославской, Калининградской областей России и Витебской области Белоруссии. В результате молекулярно-генетического исследования получено и аннотировано в базу данных GenBank 45 последовательностей фрагмента 1 субъединицы цитохром с-оксидазы (*cox1*) длиной 769–833 п. н.

При анализе полученных данных и последовательностей *L. paradoxum* из GenBank ($n = 51$; длина выравнивания 757 п. н.) выявлено 27 гаплотипов. Наиболее часто распространен гаплотип Нар_3, характерный для всех исследованных точек сбора, кроме Японии. Наибольшим генетическим разнообразием характеризуются спороцисты из улиток вырицкой популяции (11 гаплотипов). На гаплосети выделяются две группы: одна из них представлена гаплотипами трематод с территории европейской части Евразии, вторую группу составляют гаплотипы японских спороцист. Средняя генетическая дистанция между гаплотипами – $0,013 \pm 0,001$. Средняя генетическая дистанция между гаплотипами спороцист с европейской части Евразии – $0,005$, между всеми европейскими и японскими спороцистами – $0,032 \pm 0,001$. В целом для трематод *L. paradoxum* характерна генетическая консервативность как по митохондриальным, так и по ядерным маркерам (Zhukova et al., 2014).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ (№ проекта 22-24-20057) и гранта СНФ (№ проекта 49/2022).

GENOTYPIC DIVERSITY OF TREMATODES *LEUCOCHLORIDIUM PARADOXUM*

Usmanova R.R., Prokhorova E.E.

The sporocysts of the genus *Leucochloridium* have a branched body with colored broodsacs. Colour and form of the broodsacs are used

in species identification. However, polymorphism in the colouration of mature broodsacs of the most common in European Russia species, *L. paradoxum*, has been recorded. The data on the genetic polymorphism are absent. 45 nucleotide sequences of the *cox1* gene fragment of *L. paradoxum* from European part of Russia and Belarus were obtained and deposited in GenBank. Our data and sequences from GenBank were used for haplotype network constructions. A total of 27 haplotypes were identified. The average genetic distance (p-distance) between all the haplotypes was 0.013 ± 0.001 . The p-distance between the haplotypes of sporocysts collected in the European part of Eurasia was 0.005. The p-distance between the European and the Japanese sporocysts was much greater, 0.032 ± 0.001 . A low genotypic diversity by the mitochondrial marker is consistent with rDNA conservativeness of *Leucochloridium* spp. noted previously (Zhukova et al., 2014).

The study was funded by RSF (project No. 22-24-20057) and St. Petersburg Science Foundation (project No. 49/2022).

УДК 591.69-57

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ НАЕЗДНИКА *HABROBRACON HEBETOR* В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**Уткузова А.М.¹, Игнатъева А.Н.¹, Черткова Е.А.², Крюкова Н.А.²,
Токарев Ю.С.¹**

¹ *Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, ш. Подбельского, 3, Пушкин, Санкт-Петербург, 196608 Россия, alsuvizr@mail.ru*

² *Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, 630091 Россия*

Habrobracon hebetor Say – известный эктопаразит гусениц чешуекрылых, который широко используется для контроля численности вредителей сельскохозяйственных культур. Успешное культивирование паразитоида в лабораторных условиях зависит от ряда факторов, в частности, от хозяина, на котором развивается

личиное поколение, и условий содержания. Важную роль играет наличие эндосимбионтной бактерии рода *Wolbachia*, непосредственно регулирующей поведение, скорость развития и половой индекс популяции паразитоида. Эти факторы могут влиять на эффективность паразитизма наездника, что может иметь существенное влияние на производство и применение данного энтомофага.

В настоящей работе тестируется восприимчивость гусениц чешуекрылых различных семейств (Nymphalidae, Sphingidae, Noctuidae, Crambidae) к заражению *H. hebetor* в лабораторных условиях для создания лабораторной модели с целью изучения паразито-хозяйинных отношений. Используются две линии наездника, одна из которых естественно инфицирована бактерией рода *Wolbachia*, а другая не содержит этой инфекции. Проводится оценка влияния трех разных температурных режимов на эффективность паразитизма.

Поддержано проектом РФФ № 23-16-00262.

THE STUDY OF FACTORS INFLUENCING THE DEVELOPMENT OF THE WASP *HABROBRACON HEBETOR* IN LABORATORY CONDITIONS

Utkuzova A.M., Ignatieva A.N., Chertkova E.A., Kryukova N.A., Tokarev Y.S.

Habrobracon hebetor Say is a well-known ectoparasite of lepidopteran larvae widely used to control crop pests. Successful cultivation of a parasitoid in the laboratory depends on a number of factors. In particular, from the host on which the larval generation develops and the conditions of detention. An important role is played by the presence of the endosymbiotic bacterium rad *Wolbachia*, which directly regulates the behavior, rate of development, and sex index of the parasitoid population. These factors can influence the effectiveness of the wasp parasitism, which can have a significant impact on the production and use of this entomophage.

In this work, the susceptibility of larvae from different families (Nymphalidae, Sphingidae, Noctuidae, Crambidae) to infection with

H. hebetor under laboratory conditions is tested. Two lines of the wasp are used, one of which is naturally infected with the bacterium of the genus *Wolbachia*, and the other does not contain this infection. The influence of three different temperature regimes on the effectiveness of parasitism is being evaluated.

Supported by Russian Science Foundation, project No. 23-16-00262.

УДК 614.449.57

РЕПЕЛЛЕНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ НУТКАТОНА НА ИКСОДОВОГО КЛЕЩА *DERMACENTOR RETICULATUS* (PARASITIFORMES: IXODIDAE)

Ушакова Е.В.¹, Кузовлев А.С.², Лопатина Ю.В.^{1,3}

¹ Институт дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана»
Роспотребнадзора, Научный проезд, 18, Москва, 117246 Россия,
ushakova-elena-vl@yandex.ru

² Тюменский государственный университет, ул. Володарского, 6,
Тюмень, 625003 Россия

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ленинские горы, 1с12, Москва, 119991 Россия

В неспецифической профилактике природно-очаговых трансмиссивных заболеваний, возбудителей которых передают кровососущие членистоногие, важная роль отводится индивидуальной защите населения, включающей в себя применение репеллентов, защитной одежды и использование для обработки одежды средств с акарицидной и акарицидно-репеллентной активностью. В последние годы наблюдается тенденция к увеличению числа исследований, посвященных изучению репеллентной активности природных веществ, главным образом эфирных масел и растительных экстрактов, в отношении иксодовых клещей. Одним из перспективных соединений с потенциальной репеллентной активностью является представитель сесквитерпенов – нуткатон (5,6-диметил-8-изопропенилбицикло-[4.4.0]-1-децен-3-он), выделенный из масел грейпфрута *Citrus paradisi* Macfayden,

кипариса нутканского *Cupressus nootkatensis* D. Don и ветиверы *Vetiveria zizanioides* (L.). Цель настоящего исследования – оценка репеллентного действия спиртовых растворов нуткатона (0,1–5,0%) на иксодовых клещей. В экспериментах использовали собранных в природе (сентябрь, 2022 г.) половозрелых особей лугового клеща *Dermacentor reticulatus* Fabricius, 1794. Опыты проводили в открытых чашках Петри, на дно которых помещали фильтровальную бумагу, половину которой обрабатывали нуткатоном, а другую оставляли необработанной. Клещей подсаживали в центр чашки Петри на 30 мин, регистрируя их распределение каждые 5 мин. В контрольном варианте опыта распределение *D. reticulatus* было равномерным. Нуткатон в концентрациях 1,0% и 5,0% отпугивал более 70% клещей, при этом коэффициент отпугивающего действия был сопоставимым ($70,9 \pm 4,0$ и $73,5 \pm 6,3$, соответственно). Острое акарицидное действие у нуткатона отсутствовало: контакт с обработанной поверхностью в течение эксперимента не приводил к гибели клещей. Полученные нами результаты по репеллентной активности нуткатона в отношении клещей *D. reticulatus* свидетельствуют о необходимости более подробного изучения его активности. Перспективным направлением представляется создание на основе нуткатона новых форм репеллентов, обладающих длительным остаточным действием.

REPELLENT EFFECT OF NOOTKATONE ON *DERMACENTOR RETICULATUS* TICK (PARASITIFORMES: IXODIDAE)

Ushakova E.V., Kuzovlev A.S., Lopatina Yu.V.

The effect of sesquiterpene nootkatone on ixodid tick *Dermacentor reticulatus* F. was studied by two-choice bioassays on treated versus untreated filter paper. The repellent activity of nootkatone (1% and 5%) against *D. reticulatus* has been experimentally demonstrated.

**ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ pH ВОДЫ
НА ГЕО- И ФОТОРЕАКЦИИ ЦЕРКАРИЙ
HIMASTHLA ELONGATA (HIMASTHLIDAE)
И *CRYPTOCOTYLE CONCAVA* (OPISTHORCHIDAE)
В УСЛОВИЯХ ЛИТОРАЛИ БЕЛОГО МОРЯ**

Федоров Д.Д.¹, Левакин И.А.¹, Галактионов К.В.^{1,2}

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, daniil.fedorov@zin.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

За последнее столетие уровень pH воды в Мировом океане снизился с 8,2 до 8,1, было показано негативное влияние закисления на морских гидробионтов (Doney et al., 2009). Влияние закисления среды на трансмиссию паразитов остается малоизученным. Поведенческие реакции церкарий (расселительных личинок дигеней), обеспечивающие вертикальное распределение в водяном столбе (геореакция) и градиенте освещенности (фотореакция), ведут личинку в «место хозяина» (Combes, 1994) и, соответственно, повышают успех трансмиссии. Мы попытались оценить влияние закисления среды на фото- и геореакции церкарий двух массовых на Белом море видов дигеней *Himasthla elongata* и *Cryptocotyle concava*.

Геореакцию оценивали по вертикальному распределению церкарий в равномерно освещенной 50 мл мерной пипетке, фотореакцию – по распределению в односторонне освещенном (вдоль длинной оси) микроаквариуме. Одновозрастных церкарий (~100 шт.) содержали в воде с изучаемым pH (6; 6,5; 7; 7,5; 8) в течение 2 ч, затем переносили в установки и через 15 мин оценивали распределение личинок.

При pH 7,5, близком к pH воды в месте сбора материала (7,8), наблюдались типичные реакции. Закисление воды дестабилизировало геореакции всех церкарий – уже при pH 7 доля церкарий с типичными реакциями снижалась ($P_{\chi^2} < 0,01$). Закисление также снижало

долю типичных фотореакций у личинок *H. elongata*, но повышало у *C. concava*.

Защеление сильнее повлияло на поведенческие реакции церкарий *H. elongata*, чем на личинок *C. concava*, т. е. одинаковые изменения рН могут по-разному воздействовать на церкарий разных видов дигеней. Влияние было обнаружено при снижении рН на 0,5, которое сложно представить для вод Мирового океана в обозримом будущем. Вместе с тем можно предположить, что локальные изменения рН, обусловленные стоком и формирующими берег породами, могут влиять на поведение церкарий и, следовательно, на эффективность трансмиссии.

Проект выполняется при поддержке РНФ № 23-14-00329.

**EFFECTS OF CHANGES IN WATER pH
ON GEO- AND PHOTOREACTIONS OF CERCARIAE
OF *HIMASTHLA ELONGATA* (HIMASTHLIDAE)
AND *CRYPTOCOTYLE CONCAVA* (OPISTHORCHIIDAE)
IN THE WHITE SEA LITTORAL**

Fedorov D.D., Levakin I.A., Galaktionov K.V.

The effect of acidification of seawater on photo- and georeactions (important for getting to the "host site") of cercariae of two abundant at the White Sea digenean species – *Himasthla elongata* and *Cryptocotyle concava* – was studied. Acidification of seawater always reduced the ratio of cercariae with typical georeaction and the ratio of *H. elongata* cercariae with typical photoreaction. The effect on cercariae behavior was observed when pH was decreased by 0.5 and lower. Such a significant change in global ocean pH is not forecasted for near future. This makes doubtful a negative impact of ongoing ocean acidification on transmission of free-living larvae of marine digeneans.

РОЛЬ КРОВСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ В РАСПРОСТРАНЕНИИ КРОВЕПАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

**Фёдорова О.А., Крестовишина К.С., Мельничук А.Д.,
Силиванова Е.А.**

*ВНИИВЭА – филиал ТюмНЦ СО РАН, ул. Институтская, 2, Тюмень,
625041 Россия, fiodorova-olia@mail.ru, sylivanovaea@mail.ru*

Простейшие гемопаразиты родов *Babesia* и *Theileria* (отряд *Piroplasmida*) и бактерии рода *Anaplasma* (сем. *Anaplasmataceae*), размножающиеся в различных клетках кровеносной системы, имеют большую эпизоотическую значимость (Par и др., 2019). Анаплазмы и бабезии вызывают развитие анаплазмоза и бабезиоза – трансмиссивных, природноочаговых болезней, протекающих с явлениями выраженной анемии (Казаков, 2003). В ходе эпизоотологических исследований кровепаразитозов сельскохозяйственных животных, как правило, оценивают наличие возбудителей в крови животных, а также в клещах родов *Ixodes*, *Rhipicephalus* и *Dermacentor*, считающихся основными переносчиками анаплазм и бабезий. При этом недостаточно внимания уделяется кровососущим двукрылым насекомым (слепни сем. *Tabanidae*, комары сем. *Culicidae*, мошки сем. *Simuliidae* и мокрецы сем. *Ceratopogonidae*), высокая активность которых отмечается на значительной территории Российской Федерации.

Поскольку возможность передачи возбудителей анаплазмоза кровососущими насекомыми (мухами-жигалками, слепнями, комарами, мошками) была показана ранее (Абрамов, 1961; Морсадов, Орехова, 1963; Каплич, 1985; Якубовский, Каплич, 1991), нами в 2021 г. был проведен сбор насекомых на пастбищах и фермах Тюменской области. Наличие возбудителей кровепаразитарных заболеваний в насекомых оценивали по выявлению генетического материала методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени. Насекомых группировали в пулы в соответствии с их таксономической принадлежностью и гомогенизировали.

Выявление генетического материала кровепаразитов проводили с помощью наборов реагентов «ПЦР-Бабезиоз-Фактор» (ООО «ВЕТ ФАКТОР», Россия) и «РеалБест-Вет ДНК *Anaplasma* spp., *Ehrlichia* spp.» (АО «Вектор-Бест», Россия) в соответствии с инструкциями производителей. Всего протестировали 61 пробу, которые были приготовлены из слепней родов *Hybomitra*, *Tabanus* и *Haematopota*, кровососущих мух рода *Stomoxys*, комаров рода *Aedes*, мошек родов *Byssodon* и *Schoenbaueria* и мокрецов сем. Ceratopogonidae. По итогам ПЦР-анализа положительной на наличие генетического материала микроорганизмов *Anaplasma/Ehrlichia* была одна из 61 протестированной пробы (1,6 %). Положительной оказалась проба, приготовленная из дождёвок *Haematopota*. ПЦР-исследование также выявило наличие генетического материала микроорганизмов рода *Babesia* в одной из 55 протестированных проб (1,8 %), в том числе в одной из 13 проб слепней рода *Hybomitra*. Полученные результаты указывают на присутствие возбудителей анаплазмоза и бабезиоза на территории сбора насекомых.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ и Тюменской области (проект № 20-416-720002).

CONTRIBUTION OF BLOOD-SUCKING INSECTS TO THE TRANSMISSION OF ANIMAL HEMOPARASITIC DISEASES

**Fedorova O.A., Krestonoshina K.S., Melnichuk A.D.,
Silivanova E.A.**

For the first time, we studied blood-sucking dipteran insects from the Tyumen region for the presence of the genetic material of hemoparasites *Anaplasma* and *Babesia* by real-time PCR. The probes prepared from specimens of the genus *Haematopota* and *Hybomitra* were positive for *Anaplasma/Ehrlichia* (1.6 %, 1/61) and *Babesia* (1.8 %, 1/55) respectively.

ГЕЛЬМИНТОЗООНОЗЫ РЫБ ЮЖНОГО САХАЛИНА

Фролов Е.В.

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»),
г. Южно-Сахалинск, 693023 Россия, e.frolov@sakhniro.ru

Обследован 51 вид прибрежных рыб южного Сахалина (южнее 50-й параллели). Зарегистрированы 9 видов и групп паразитов, представляющих опасность для здоровья человека (МУК 3.2.3804-22). Названия гельминтов приводятся в соответствии с представлениями WORMS <https://www.marinespecies.org>.

Dibothriocephalus nihonkaiensis pl. (Yamane, Kamo, Bylund & Wikgren, 1986) Waeschenbach, Brabec, Scholz, Littlewood & Kuchta, 2017

Dibothriocephalus sp. Lühe, 1899

Pyramicocephalus phocarum pl. (Fabricius, 1780) Monticelli, 1890

Cryptocotyle sp. mtc. Lühe, 1899

Anisakis simplex l. (Rudolphi, 1809) Dujardin, 1845

Phocanema decipiens l. (Krabbe, 1878) Myers, 1959

Contracaecum osculatum l. (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920

Corynosoma spp. juv. Lühe, 1904

Bolbosoma spp. juv. Porta, 1908

Среди представляющих опасность для человека паразитов в методическом указании (МУК 3.2.3804-22) приводятся плероцеркоиды пирамикоцефалюсов.

Утверждение о патогенности плероцеркоидов *Pyramicocephalus phocarum* для человека является сомнительным. В литературных источниках имеется лишь одна работа (Grabda, 1977), свидетельствующая о возможной (!) регистрации половозрелых цестод у человека. Причем сам автор, Ядвига Грай Грабда, ограничивается фразой: Dogs can get infested and the cases of infestation in humans are known (Собаки могут заразиться, и известны случаи заражения людей) – без ссылок на литературные источники. Противоположное суждение (Rausch, Adams, 2000; Мустафина и др., 2016) представлено в двух работах об отрицательных результатах

экспериментальной инвазии теплокровных животных личинками этих цестод (собака и золотистый хомяк). В связи с неоднозначностью суждений о патогенности плероцеркоидов *Pyramicocephalus phocarum* было выполнено экспериментальное самозаражение. Перорально введено пять плероцеркоидов. Результат отрицательный. Для контроля использован препарат бильтрицид.

В списке опасных для здоровья человека паразитов (МУК 3.2.3804-22) отсутствуют метацеркарии рода *Liliatrema* Gubanov, 1953, для которых на основании работы С. Г. Соколова с соавторами (2020) изменено систематическое положение (Opisthorchiidae Looss, 1899), кроме того, мариты регулярно регистрируются у рыбоядных птиц. На основании изложенного, трематоды могут быть причислены к условно патогенным для человека паразитам.

Полученные результаты демонстрируют целесообразность исключения плероцеркоидов *Pyramicocephalus phocarum* из списка опасных для человека паразитов. Патогенность трематод рода *Liliatrema* требует экспериментального подтверждения, род может быть внесен в список условно патогенных для человека видов.

HELMINTHOZONOSSES OF FISH OF SOUTHERN SAKHALIN

Frolov E.V.

51 species of coastal fish of southern Sakhalin (south of the 50th parallel) were examined. 9 species and groups of parasites that pose a danger to human health have been registered (MUC 3.2.3804-22). The names of helminths are given in accordance with the ideas of the WORMS platform <https://www.marinespecies.org>.

Dibothriocephalus nihonkaiensis pl. (Yamane, Kamo, Bylund & Wikgren, 1986) Waeschenbach, Brabec, Scholz, Littlewood & Kuchta, 2017

Dibothriocephalus sp. Lühe, 1899

Pyramicocephalus phocarum pl. (Fabricius, 1780) Monticelli, 1890

Cryptocotyle sp. mtc. Lühe, 1899

Anisakis simplex l. (Rudolphi, 1809) Dujardin, 1845

Phocanema decipiens l. (Krabbe, 1878) Myers, 1959
Contracaecum osculatum l. (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920
Corynosoma spp. juv. Lühe, 1904
Bolbosoma spp. juv. Porta, 1908

Among the parasites that pose a danger to humans, the methodical instruction (MUC 3.2.3804-22) lists the plerocercoids of pyramicocephaluses.

The statement about the pathogenicity of *Pyramicocephalus phocarum* plerocercoids for humans is doubtful. There is only one work in the literature (Grabda, 1977) testifying to the possible registration of sexually mature cestodes in humans. Moreover, the author himself, Jadwiga Grabda, confines himself to the phrase: "Dogs can get infested and the cases of infestation in humans are known" without references to literary sources. The opposite judgment (Rausch, Adams, 2000; Mustafina et al., 2016) is presented in two papers on the negative results of experimental invasion of warm-blooded animals by larvae of these cestodes (dog and golden hamster). Due to the ambiguity of judgments about the pathogenicity of *Pyramicocephalus phocarum* plerocercoids, experimental self-infection was performed. 5 plerocercoids were administered orally. The result is negative. The anthelmintic biltricide was used for control.

In the list of parasites dangerous to human health (MUC 3.2.3804-22), there are no metacercariae of the genus *Liliatrema* Gubanov, 1953, for which, based on the work of S. G. Sokolov and co-authors (2020), the systematic position has been changed (Opisthorchiidae Looss, 1899), in addition, marites are regularly recorded in fish-eating birds. Based on the above, trematodes can be classified as conditionally pathogenic parasites for humans.

The results obtained demonstrate the expediency of excluding *Pyramicocephalus phocarum* pl. from the list of parasites dangerous to humans. The pathogenicity of trematodes of the genus *Liliatrema* requires experimental confirmation, the genus can be included in the list of conditionally pathogenic species for humans.

**МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ
МЕЧНИКОВЕЛЛИД ИЗ ГРЕГАРИН ПОЛИХЕТЫ
*RYGOSPIO ELEGANS***

Фролова Е.В.^{1,2}, Паскерова Г.Г.², Смирнов А.В.², Насонова Е.С.^{1,2}

¹ Институт цитологии РАН, Тихорецкий пр., 4, Санкт-Петербург, 194064 Россия, uroborospora@gmail.com

² Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

Мечниковеллиды (Microsporidia: Metchnikovellida) – малоизученные гиперпаразитические микроспоридии, осуществляющие свой жизненный цикл в цитоплазме грегаринов, населяющих кишечник морских беспозвоночных, в основном полихет. Недавние исследования показали, что разнообразие мечниковеллид может быть значительно выше, чем считалось ранее, даже в пределах одного хозяина. В грегаринов, обитающих в кишечнике полихеты *Rygospio elegans* из литоральных популяций Белого и Баренцева морей, обнаружены четыре вида мечниковеллид: в эугрегаринов *Polyrhabdina rygospionis* обнаружены *Metchnikovella incurvata* и *M. spiralis*, в архи-грегаринов *Selenidium rygospionis* – *M. dogieli* и *M. dobrovolskiji*. Наиболее распространенным видом в Белом море является *M. incurvata*, а в Баренцевом море преобладает *M. dobrovolskiji*. Грегарины в одной особи червя могут быть заражены разными видами мечниковеллид. При этом совместное заражение одной и той же грегарины несколькими видами мечниковеллид никогда не наблюдалось. Различия в распространенности и интенсивности инвазии мечниковеллид, по-видимому, зависят от особенностей жизненного цикла и стратегии развития отдельных видов. Большому разнообразию мечниковеллид в этой системе способствуют экологические особенности *P. elegans*, а также высокая скорость эволюции, характерная для микроспоридий.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-74-00071 с использованием оборудования РЦ «Биобанк», «Развитие молекулярных и клеточных технологий» и «Культивирование микроорганизмов» Научного парка СПбГУ.

MORPHOGENETIC DIVERSITY OF METCHNIKOVELLIDS FROM GREGARINES OF THE POLYCHAETE *PYGOSPIO ELEGANS*

Frolova E.V., Paskerova G.G., Smirnov A.V., Nassonova E.S.

Recent studies have shown that the diversity of metchnikovellids can be much higher than previously thought, even within a single host. Four species of metchnikovellids were found in the gregarines inhabiting the gut of the polychaete *Pygospio elegans* from the littoral populations of the White and Barents Seas. Differences in the prevalence and intensity of infection seem to depend on the features of life cycle and development strategy of hyperparasites. The great diversity of metchnikovellids in this system is favoured by the ecological peculiarities of *P. elegans*, as well as by the high rate of evolution of microsporidia.

Supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-74-00071.

УДК 591.69-7-51

МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ГЕЛЬМИНТОВ КИШЕЧНИКА РЫБ: ИНГИБИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПО ОТНОШЕНИЮ К ПРОТЕАЗАМ У ЦЕСТОД *TRIAENOPHORUS NODULOSUS*

Фролова Т.В., Извекова Г.И.

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742 Россия,
bianka28061981@gmail.com*

Исследована ингибирующая способность по отношению к протеазам экстрактов плероцеркоидов из печени окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus), а также экскреторно-секреторных продуктов и экстрактов незрелых и зрелых цестод *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) из кишечника щуки (*Esox lucius* Linnaeus). Установлено, что ингибирующей способностью по отношению к протеазам в различной степени обладают экскреторно-секреторные продукты и экстракты как незрелых, так и зрелых цестод *T. nodulosus*. Так,

на протеолитическую активность слизистой оболочки кишечника щуки исследованные препараты *T. nodulosus* достоверного влияния не оказывают, $p > 0,05$, хотя и отмечается тенденция снижения этой активности. Однако при исследовании влияния этих препаратов на активность коммерческого трипсина (при попарном сравнении с контрольным значением) отмечено статистически значимое снижение его активности под действием всех использованных препаратов, кроме экстракта плероцеркоидов, $p < 0,05$. При этом наиболее сильное ингибирующее действие на активность трипсина оказывает экстракт незрелых червей ($52,2 \pm 5,5 \%$). Экстракты оказывают большее ингибирующее влияние на активность трипсина, чем среды инкубации червей.

Исследовано действие двух фракций червей: (1) щеточной каймы тегумента и (2) тела червя, лишённого щеточной каймы, на активность трипсина и химотрипсина, функционирующих в слизистой оболочке кишечника щуки, с использованием специфических для этих ферментов субстратов. Обнаружено, что фракция червя, лишённого щеточной каймы тегумента, достоверно снижала активность этих ферментов. Также при действии на раствор коммерческого трипсина обе исследованные фракции достоверно снижали его активность, $p < 0,05$. В большей степени ингибирующая способность по отношению к протеазам связана с фракцией экстракта червей, лишённых щеточной каймы, чем со щеточной каймой тегумента.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 22-24-00248).

METABOLIC ADAPTATION OF FISH INTESTINAL HELMINTHS: INHIBITORY ABILITY TOWARDS PROTEASES IN CESTODES *TRIAENOPHORUS NODULOSUS*

Frolova T.V., Izvekova G.I.

The inhibitory ability towards proteases was studied in the extracts of plerocercoids from the liver of perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus), as well as in the excretory-secretory products and extracts of mature and immature cestodes *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) from the

intestine of pike (*Esox lucius* Linnaeus). It was found that excretory-secretory products and extracts of both mature and immature *T. nodulosus* display varying degrees of inhibitory ability against proteases. A significant decrease in activity was noted under the action of the studied samples on the activity of commercial trypsin. Tapeworm extracts exhibit a greater inhibitory ability compared to excretory-secretory products. At the same time, the extract of immature worms inhibits the activity of proteases more strongly than that of mature ones. The inhibitory ability is more closely associated with the extract of worms lacking the brush border than with the tegumental brush border fraction.

УДК 595.122.1:597.3

МОНОГЕНЕИ РОДА *CALICOTYLE* ОТ СКАТА *OKAMEJEI HOLLANDI* ИЗ ВЬЕТНАМА

Халаимова А.В.¹, Во Тхи Ха², Водясова Е.А.¹, Дмитриева Е.В.¹

¹ *Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия, halaimovaalika@mail.ru*

² *Приморское отделение Совместного российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Нячанг, 650000 Вьетнам*

Род *Calicotyle* Diesing, 1850 насчитывает 22 вида и встречается у хрящевых рыб в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах. В Восточном море моногеней данного рода ранее не регистрировали. У 9 из 33 экз. желтопятнистого ската *Okamejei hollandi*, обследованных в 2019–2023 гг. в Восточном море у побережья Вьетнама, найдено 18 экз. рода *Calicotyle*. Найденные каликотили имеют следующие важные для видовой идентификации представителей этого рода признаки: ветви кишечника гладкие, семенники не соединяются в задней трети тела, вагинальные протоки располагаются примерно параллельно протокам желточников, имеют расширенную проксимальную (семенную) часть и открываются по бокам от кишечных ветвей позади полового отверстия, проксимальный конец яичника не лопастной и трубка копулятивного

органа делает не более одного витка. Перечисленные морфологические характеристики имеют четыре вида *Calicotyle*: *C. kroyeri* Diesing, 1850, *Calicotyle australis* Johnston, 1934, *C. urobati* Bullard & Overstreet, 2000 и *Calicotyle vicina* Neifar, Euzet & Ben Hassine, 2001. При этом отношение семенной части вагинального протока к мышечной у *C. australis* составляет около 0,8, у *C. kroyeri* – около 1,25, у *C. urobati* – около 3, у *C. vicina* – 0,4–0,6, а у найденных нами особей – 1,0–1,5. Таким образом, по совокупности морфологических признаков *C. kroyeri* наиболее близкий к виду *Calicotyle* от *O. hollandi*. *Calicotyle kroyeri* встречается на широком круге хозяев из сем. Rajidae, Chimaeridae, Narcinidae и Anacanthobatidae по обе стороны Северной Атлантики, а также был отмечен в Тихом океане у побережья Тасмании. Однако проведенное А. Чисхольм с соавторами (2021) сравнение последовательностей гена 28S рДНК от каликотилей, морфологически идентифицированных как *C. kroyeri* от *Raja* spp. из Туниса и Тасмании и от *C. kroyeri* из типового хозяина *R. radiata* из Северного моря, показало, что они различаются на 21 (2 %) и 39 (4 %) пар оснований, соответственно, на 984 участках. Таким образом, скорее всего, это комплекс из трех криптических видов, включая и новый вид *Calicotyle* из желтопятнистого ската от побережья Вьетнама.

Исследование поддержано темой госзадания ИнБИОМ РАН № 121030100028-0 и темой Совместного российско-вьетнамского тропцентра «Эколан Э-3.1».

MONOGENEA OF THE GENUS *CALICOTYLE* FROM YELLOW-SPOTTED SKATE *OKAMEJEI HOLLANDI* OFF VIETNAM

Khalaimova A.V., Vo Thi Ha, Vodiasova E.A., Dmitrieva E.V.

Monogeneans of the genus *Calicotyle* were found in the yellow-spotted stingray *Okamejei hollandi* off Vietnam. This is the first find of the representatives of *Calicotyle* in the East Sea. The examined specimens are morphologically similar to *C. kroyeri*. *Calicotyle kroyeri* is registered on a wide range of hosts in both sides of the North Atlantic, and also in the Pacific off Tasmania, and, obviously, is a species complex.

Calicotyle sp. from the yellow-spotted stingray from the coast of Vietnam also belongs to this group of cryptic species.

This study is funded by a scientific theme of the A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas No. 121030100028-0, and the Joint Russian-Vietnamese Tropical Research and Technology Center "ECOLAN E-3.1".

УДК 592

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗАРАЖЕННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ТРЕМАТОДАМИ С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Хребтова И.С., Аксёнова О.В., Кондаков А.В.

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова УрО РАН, Никольский пр., 20, Архангельск, 163020 Россия, irinahrebtova@bk.ru

Выявление и идентификация паразитов у пресноводных моллюсков, которые выступают в качестве промежуточных хозяев для многих видов трематод, имеют значение при мониторинге санитарно-эпидемиологического состояния водоемов. Целью настоящего исследования было выявление и идентификация трематод у их промежуточных хозяев – пресноводных моллюсков. Материалом для исследования послужили образцы моллюсков из коллекции Российского музея центров биоразнообразия ФИЦКИА УрО РАН. В ходе исследования было проанализировано 2416 образцов моллюсков, принадлежащих к девяти семействам, собранных в период с 2012 по 2023 г. в пресноводных водоемах различных регионов России и зарубежья. Выделение тотальной ДНК из образцов тканей моллюсков проводили при помощи набора реактивов NucleoSpin® Tissue Kit (MachereyNagel, Германия). Из полученных образцов ДНК амплифицировали фрагменты транскрибируемого спейсера ITS2 рДНК. Секвенирование проводили в ЦКП «Геном» (г. Москва). Полученные нуклеотидные последовательности

в прямом и обратном направлении расшифровывали и анализировали с использованием программы BioEdit 7.0.9 (Hall, 1999) и онлайн программы BLAST (NCBI GenBank).

В результате исследования было идентифицировано 45 видов трематод у моллюсков семейства Lymnaeidae; 11 видов у сем. Planorbidae, 1 вид у сем. Physidae, 3 вида у сем. Viviparidae, 4 вида у сем. Valvatidae, 2 вида у сем. Neritidae, 3 вида у сем. Dreissenidae, 1 вид у сем. Cyrenidae и 2 вида у сем. Sphaeriidae. Доля зараженных трематодами моллюсков составила 9,6 %. До видового уровня было идентифицировано 57 трематод, относящихся к 2 отрядам, 19 семействам и 27 родам. Также были получены данные о видовой принадлежности моллюсков-хозяев (37 видов). Неоднократно в ходе анализа наблюдалось инфицирование одного моллюска сразу несколькими видами трематод.

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ (проект № 21-74-10155).

RESULTS OF STUDYING THE TREMATODE INFECTIONS IN FRESHWATER MOLLUSKS USING MOLECULAR GENETIC METHODS

Khrebtova I.S., Aksenova O.V., Kondakov A.V.

The aim of this study was to identify trematodes in their intermediate hosts – freshwater mollusks. As a result, 45 species of trematodes were identified in mollusks of the family Lymnaeidae; 11 species in the family Planorbidae, 1 species in the family Physidae, 3 species in the family Viviparidae, 4 species in the family Valvatidae, 2 species in the family Neritidae, 3 species in the family Dreissenidae, 1 species in the family Cyrenidae and 2 species in the family Sphaeriidae. The proportion of mollusks infected with trematodes was 9.6 %. 57 trematode samples were identified up to the species level. They belong to 2 orders, 19 families and 27 genera. Data on the species belonging of the host mollusks were also obtained.

ОЦЕНКА ЗАРАЖЕННОСТИ ТРЕМАТОДАМИ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ В РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Хребтова И.С.¹, Аксёнова О.В.¹, Кондаков А.В.¹, Воронцова М.М.²

¹ *Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. акад. Н.П. Лаверова УрО РАН, пр. Никольский, 20, Архангельск, 163020 Россия, irinahrebtova@bk.ru*

² *Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, ул. Наб. Сев. Двины, 17, Архангельск, 163002 Россия*

Целью настоящего исследования было изучить таксономическое разнообразие трематод и их промежуточных хозяев среди пресноводных моллюсков на территории Архангельской области и оценить степень паразитологического загрязнения региона. Материалом для исследования послужили 159 образцов моллюсков из 4 семейств (*Lymnaeidae*, *Planorbidae*, *Physidae* и *Viviparidae*), собранных в августе 2022 и в июне 2023 г. в разнотипных водоемах Архангельской области. Выявление инфицированных образцов моллюсков проводили согласно методике, представленной в патенте (RU 2748590 С1). Из зафиксированных в 96 % спирте прудовиков была выделена тотальная ДНК и проведена амплификация транскрибируемого спейсера ITS2, которая позволила выявить наличие трематод в моллюсках. Дополнительно для определения вида моллюсков-хозяев проведена амплификация фрагментов гена первой субъединицы цитохром с-оксидазы (COI).

В результате проделанной работы из 159 моллюсков зараженными трематодами оказались 20 образцов. Из них 19 моллюсков относились к семейству *Lymnaeidae* и 1 образец из семейства *Planorbidae*. *Physidae* и *Viviparidae* не были заражены.

В ходе анализа полученных нуклеотидных последовательностей локуса ITS2 было выявлено 12 видов трематод, относящихся к 7 семействам: *Plagiorchiidae* – *Plagiorchis* sp., *Plagiorchis* sp.1,

Plagiorchis maculosus, Opcoelidae – *Sphaerostoma* sp., Psilostomidae – *Sphaeridiotrema* sp.1, Omphalometridae – *Rubenstrema exasperatum* и *Omphalometridae* sp., Notocotylidae – *Notocotylus* sp. и *Notocotylus* cf. *gibbus*, Diplostomidae – *Diplostomum spathaceum*, Strigeidae – *Australapatemon burti* и *Cotylurus syrius*. Среди моллюсков-хозяев на основе маркера COI было идентифицировано 6 видов прудовиков: *Ampullaceana fontinalis*, *A. dipkunensis*, *Radix auricularia*, *Myxas glutinosa*, *Lymnaea stagnalis* и *Stagnicola palustris*. Трематода *Rubenstrema exasperatum* была обнаружена в катушке *Planorbarius corneus*. Таким образом, из общего количества исследованных брюхоногих моллюсков (159 экз.) заражение наблюдалось у 20 образцов, что составляет 12,6 %.

Исследования выполнены при поддержке научного проекта для молодых ученых ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (№ гос. регистрации 123042600025-5).

ESTIMATING OF TREMATODE INFECTION IN FRESHWATER MOLLUSKS FROM VARIOUS WATERBODIES OF THE ARKHANGELSK REGION

**Khrebtova I.S., Aksenova O.V., Kondakov A.V.,
Vorontsova M.M.**

The aim of this research was to study the taxonomic diversity of trematodes and their intermediate hosts among freshwater mollusks in the Arkhangelsk Region. 12 species of trematodes belonging to 7 families have been identified. In 159 specimens of the studied gastropods, infection was observed in 20 specimens, which is 12.6 %.

**ПОЛИМОРФИЗМ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОВ
В ПОПУЛЯЦИЯХ ПТИЧЬЕЙ ТРЕМАТОДЫ
TRICHOVILHARZIA SZIDATI (SCHISTOSOMATIDAE)
С ТЕРРИТОРИИ ЕВРАЗИИ**

**Хрисанфова Г.Г.¹, Толстой Е.А.¹, Воронин М.В.², Бэер С.А.²,
Водяницкая С.Н.³, Пономарева Н.М.³, Юрлова Н.И.³, Жукова Т.В.⁴,
Семенова С.К.¹**

¹ Институт биологии гена РАН, ул. Вавилова, 34/5, Москва,
119334 Россия, seraphimas@mail.ru

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия

³ Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11,
Новосибирск, 630091 Россия

⁴ Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга, Белорусский
государственный университет, Мядельский район, Минская область,
222395 Белоруссия

Собраны 58 церкариальных изолятов на двух видах пресноводных моллюсков *L. stagnalis* и *S. palustris* из водоемов г. Москвы ($n = 8$), Новосибирской области ($n = 6$), Республики Карелия ($n = 3$) и Республики Беларусь ($n = 41$). В качестве генетических маркеров использованы полные нуклеотидные последовательности мтгена *cox1* ($L = 1125$ нт) и прилежащего к нему длинного некодирующего участка LNR ($L = 182\text{--}261$ пн). Ранее нами было показано, что в состав LNR входят две протяженные делеции размером 59 пн и 78 пн (*Acta Parasitologica*, 2021: 66, 1193–1203). При использовании методов популяционной генетики и филогеографии на изученном ареале выявлено высокое нуклеотидное и гаплотипическое разнообразие ($H = 1,0$, $\pi = 0,804 \pm 0,039$). Обнаружена слабая популяционная дифференциация *T. szidati*, несмотря на наличие отдельных сублиний. Показано отсутствие географической, сезонной и гостальной специфичности в распределении нуклеотидных и аминокислотных замен в гене *cox1*, а также специфичности в распределении делеционного полиморфизма LNR в исследованных

выборках паразита. Обсуждаются диагностическая ценность делеций некодирующей части мтДНК, а также причины отсутствия популяционно-генетической структуры *T. szidati* и корреляция филогеографического паттерна паразита и основного дефинитивного хозяина – кряквы *A. platyrhynchos*.

POLYMORPHISM OF MITOCHONDRIAL GENES IN POPULATIONS OF THE AVIAN TREMATODE *TRICHOILHARZIA SZIDATI* (SCHISTOSOMATIDAE) FROM EURASIA

**Chrisanfova G.G., Tolstoy E.A., Voronin M.V., Beer S.A.,
Vodyanitskaya S.N., Ponomareva N.M., Yurlova N.I.,
Zhukova T.V., Semenova S.K.**

58 cercarial isolates of the avian trematode *T. szidati* were collected on two species of freshwater mollusks *L. stagnalis* and *S. palustris* from water bodies of Moscow, Novosibirsk region, the Republic of Karelia and the Belarus. The absence of geographic, seasonal, and host specificity in the distribution of nucleotide and amino acid substitutions in the *cox1* gene, as well as specificity in the distribution of LNR deletion polymorphism in the parasite populations, was shown.

УДК 632.651:591.9

ЦИСТООБРАЗУЮЩИЕ И ГАЛЛОВЫЕ НЕМАТОДЫ В ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ РЕГИОНОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Хусаинов Р.В.

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия, ren.khusainov@gmail.com*

Проводили мониторинг фитопаразитических седентарных нематод из сем. *Heteroderidae* и *Meloidogynidae* в личных подсобных хозяйствах северо-западных регионов России в 2017–2020 гг.

Галловые и цистообразующие нематоды в ЛПХ могут являться источником заражения для прилегающих полей крупных фермерских хозяйств. Обследовались участки различной площади, где выращивался картофель или овощные культуры (морковь, редис, капуста и свекла столовая), на территории Псковской, Ленинградской, Новгородской и Вологодской областей. Всего было обследовано 86 участков. Из нематод сем. Heteroderidae выявлено 5 видов: *Globodera rostochiensis*, *Heterodera carotae*, *H. cruciferae*, *H. goettingiana* и *H. pratensis*. Из галловых нематод сем. Meloidogynidae обнаружен один вид – *Meloidogyne hapla*. *G. rostochiensis* выявлена на 33 участках из 62 обследованных (53 %), где произрастал картофель. Инвазионная нагрузка *G. rostochiensis* была очень высокой. Так, на некоторых участках в Новгородской области численность цист достигала 120–170 штук на 100 см³ почвы. На картофельных участках в Вологодской и Ленинградской областях количество цист колебалось от 55 до 89 штук на 100 см³ почвы. *Heterodera cruciferae* выявлена на двух участках в Ленинградской и двух участках в Новгородской области. Численность цист – до 63 штук на 100 см³ почвы. *H. carotae*, *H. goettingiana* и *H. pratensis* выявлены единожды, в очень низкой численности. *Meloidogyne hapla* обнаружена на трети (36 %) из всех обследуемых участков (где выращивался картофель, морковь и капуста). Численность личинок в почве колебалась от 4 до 72 особей на 100 см³. Галлообразование отмечено только на корнях моркови и капусты.

CYST-FORMING AND ROOT-KNOT NEMATODES IN PERSONAL SUBSIDIARY FARMS IN THE NORTH-WEST REGIONS OF THE EUROPEAN RUSSIA

Khusainov R.V.

Monitoring of plant-parasitic sedentary nematodes from Heteroderidae and Meloidogynidae families in personal subsidiary holdings was conducted in 2017–2020. Samples were collected in territory of Pskov, Novgorod, Leningrad and Vologda regions. In total, 86 vegetable gardens were observed. Five species of Heteroderidae family (*Globodera rostochiensis*, *Heterodera carotae*, *H. cruciferae*, *H. goettingiana* and

H. pratensis) and one species of Meloidogynidae family (*Meloidogyne hapla*) were found. *G. rostochiensis* was discovered in 33 gardens from 62 observed (53 %) where potatoes grew. Quantity of cysts in gardens of Novgorod region reached to 120–170 pcs. /100 cm³ of soil. Quantity of cysts for gardens in Leningrad and Vologda regions fluctuated from 55 to 89 pcs. per 100 cm³ of soil. *H. cruciferae* was founded in two gardens in Leningrad region and two gardens in Novgorod region. Quantity of cysts reached to 63 pcs. /100 cm³ of soil. *H. carotae*, *H. goettingiana* и *H. pratensis* were discovered once, in very low number. *Meloidogyne hapla* founded nearly a third of all observed vegetable gardens (36 %). Quantity of J2 larvae in the rhizosphere varied from 4 to 72 spec./100 cm³ of soil. Gallogenesis was noted only on roots of carrot and cabbage plants.

УДК 619:616.995.1

ГЕЛЬМИНТОФАУНА ДИКИХ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ОЛЕНИЙ» ИМЕНИ ЮРИЯ ПЕТРОВИЧА ЛИХАЦКОГО

Цепилова И.И., Шемякова С.А.

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, ул. акад. Скрябина, 23, Москва, 109472 Россия, sveta11@mail.ru

Главной задачей природного парка «Олений» является восстановление и увеличение численности редких и ценных представителей европейской фауны. На территории площадью 1500 гектаров обитают разные виды диких жвачных животных, воспроизводство которых связано с отсутствием негативных факторов, в частности, распространения инвазионных болезней.

Работу по изучению гельминтофауны диких жвачных животных проводили в 2022–2023 гг. на кафедре паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина. Объектами исследования являлись дикие жвачные животные, обитающие в условиях природного парка, от которых было отобрано 103 пробы фекалий. Все виды животных

располагаются на отдельных территориях, которые огорожены надежными заборами, во избежание контактирования различных видов парнокопытных. Идентификацию кала проводили с помощью егерьей. Пробы исследовали по общепринятым методикам.

При исследовании 42 проб фекалий от благородных оленей инвазированными оказались 15, что составило 35,7 %. Эндопаразитофауна представлена одним подотрядом и одним родом нематод, одним видом трематод и одним родом простейших: п/о Strongylata (ЭИ = 9,5 %), *Nematodirus* (ЭИ = 14,3 %), *Euritrema pancreaticum* (ЭИ = 7,1 %) и *Eimeria* (ЭИ = 4,8 %). У пятнистых оленей эндопаразитофауна оказалось менее разнообразной и представлена только нематодами: п/о Strongylata (ЭИ = 6,7 %) и *Nematodirus* (ЭИ = 3,3 %).

У ланей европейской фауна эндопаразитов более разнообразна, чем у благородных и пятнистых оленей, и представлена одним подотрядом и двумя родами нематод, одним видом трематод и одним родом простейших: п/о Strongylata (ЭИ = 12,5 %), *Nematodirus* (ЭИ = 7,5 %), *Capillaria* (ЭИ = 2,5%), *E. pancreaticum* (ЭИ = 7,5 %) и *Eimeria* (ЭИ = 2,5 %). Общая зараженность проб 32,5 %. Зарегистрирована одна микстинвазия п/о Strongylata + *E. pancreaticum* в одной пробе, чего не встречалось в результатах, описанных выше.

У 11,1 % европейских косуль обнаружены только представители подотряда Strongylata.

У диких жвачных животных из природного парка «Олений» выявлены следующие эндопаразиты: п/о Strongylata (ЭИ = 12,6 %), *Nematodirus* (ЭИ = 9,7 %), *Capillaria* (ЭИ = 0,9 %), *E. pancreaticum* (ЭИ = 5,8 %) и *Eimeria* (ЭИ = 2,9 %). Из 103 исследуемых проб в 33 идентифицированы паразиты (ЭИ = 32,0 %).

HELMINTH FAUNA OF WILD RUMINANTS OF THE NATURE PARK "OLENIY" NAMED AFTER YURY PETROVICH LIKHATSKY

Tsepilova I.I., Shemyakova S.A.

When examining samples of wild ruminant faeces samples from the natural park "Oleniy", parasitism of one suborder, two genera of nematodes, one species of trematodes and one genus of protozoa was found:

p/o Strongylata (12.6 %), *Nematodirus* (9.7 %), *Capillaria* (0.9 %), *E. pancreaticum* (5.8 %) and *Eimeria* (2.9 %). Parasites were identified in 33 out of 103 studied samples (32.0 %).

УДК 632.08

ОПЫТ ВЫДЕЛЕНИЯ НЕМАТОД-КСИЛОФАГОВ МЕТОДОМ БЕРМАНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

Чалкин А.А.¹, Кулинич О.А.¹, Арбузова Е.Н.¹, Горбач В.В.²

¹ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» ФГБУ «ВНИИКР», ул. Пограничная, 32, р. п. Быково, Московская область, 140150 Россия, chalkin10@ya.ru

² Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910 Россия

Сосновая стволовая нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1934) Nickle 1970 относится к числу наиболее опасных вредителей хвойных насаждений. Возбудитель был завезен из Северной Америки в Азию в начале XX в., и ареал патогена продолжает расширяться. Функции контроля в нашей стране возложены на Россельхознадзор, который уполномочен проводить исследования образцов древесины на содержание фитопатогена. От быстроты выполнения экспертизы зависит время простоя груза в терминалах.

Цель нашего исследования – определить оптимальные временные и температурные условия экспозиции для экстракции *B. xylophilus* (изолят ВхАм) методом Бермана. Нематод извлекали из опилок, полученных при бурении дрелью зараженных бревен сосны обыкновенной. Образцы – навески опилок массой 200 г – помещали в воронку Бермана на металлическом сите диаметром 105 мм с диагональю ячеек 0,16 мм. Опыт проводили в течение 48 часов при температуре 18 и 25 °С. Всего было заложено по 16 образцов в каждом варианте опыта. Фиксировали число нематод, экстрагированных через **6, 24 и 48 часов от начала выделения**. Результаты сравнивали методом рандомизации (Монте-Карло

тест) в среде статистического пакета PAST 4.06. Среднее число нематод на образец, экстрагированных за 48 часов при 18 и 25 °С, составило 48,8 (23–85) и 68,5 (18–143) экз., соответственно. За первые 6 часов доля нематод для исследуемых температурных режимов составила 32 и 17 %, за следующие 18 часов – еще 45 и 62 %. Все указанные отличия статистически значимы ($p < 0,028$). За вторые сутки существенной дифференциации не наблюдали ($p = 0,730$). Если время исследования ограничено, то оптимальные параметры, которые можно рекомендовать для выделения более 80 % всех особей сосновой стволовой нематоды, – 24 часа, 18–25 °С.

EXPERIENCE WITH EXTRACTION OF XYLOPHAGOUS NEMATODES BY THE BAERMANN METHOD AT DIFFERENT TEMPERATURE CONDITIONS

Chalkin A.A., Kulinich O.A., Arbuzova E.N., Gorbach V.V.

The aim of our research was to determine the optimal time and temperature exposure conditions for extraction of pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1934) Nickle 1970 (isolate BxAm) using the Baermann funnel method. Nematodes were extracted from sawdust obtained by drilling infested logs *P. sylvestris* with a drill. Samples – sawdust weights of 200 g were placed in a Baermann funnel on a metal sieve with a diameter of 105 mm and a mesh diagonal of 0.16 mm. The experiment was carried out for 48 hours at 18 and 25 °C. A total of 16 samples were laid in each variant of the experiment. The number of nematodes extracted after 6, 24 and 48 hours from the start of extraction was registered. The results were compared by randomization (Monte Carlo test) in the PAST 4.06 statistical package environment. The mean number of nematodes per sample extracted in 48 hours at 18 and 25 °C was 48.8 (23–85) and 68.5 (18–143), respectively. During the first 6 hours, the proportion of nematodes for the studied temperature conditions was 32 and 17 %, and for the next 18 hours another 45 and 62 %. All these differences were statistically significant ($p < 0.028$). No significant differentiation was observed for the second day ($p = 0.730$). If the study time is limited, the optimal parameters that can be recommended for extraction more than 80 % of pine stem nematode are: exposure time of 24 h at 18–25 °C.

РАЗНООБРАЗИЕ АБОРИГЕННЫХ ГРИБОВ И БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РИЗОСФЕРЫ ПОРАЖЕННЫХ МЕЛОЙДОГИНОЗОМ РАСТЕНИЙ

**Чернякович М.Н., Нековаль С.Н., Чурикова А.К., Маскаленко О.А.,
Глушков С.М., Муравьев В.С.**

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, 350039 Россия,
chernyakovich96@mail.ru*

Поражение овощных культур галловыми нематодами (*Meloidogyne* spp.) является важной проблемой регионов юга России. Галловые нематоды разрушают эпидермальные клетки и внедряются внутрь корней растений, вызывая гипертрофию и гиперплазию тканей и образуя на корнях галлы (мелойдогиноз). Цель исследований: выделение аборигенных грибов и бактерий из ризосферы растений томата и огурца, пораженных галловыми нематодами, для определения их нематотрофной активности.

На территории юга России проведен фитосанитарный мониторинг хозяйств, в результате которого было отобрано 10 почвенных образцов с ризосферы растений, пораженных мелойдогинозом.

Микробиологический анализ отобранных почвенных образцов проводился на базе ФГБНУ ФНЦБЗР в лаборатории биорациональных средств и технологий защиты растений для ведения экологизированного, ресурсосберегающего и органического сельского хозяйства. В результате было выделено и описано 62 почвенных изолята: мицелиальных грибов – 25 шт., бактерий – 37 шт. Отобраны 15 микроскопических грибов (*Aspergillus* spp., *Metarhizium* spp., *Trichoderma* spp., *Penicillium* sp., *Paecilomyces* (*Purpureocillium*) sp. и *Beauveria* sp.) и 10 бактерий, отличающихся по форме, цвету и размеру колоний. Оценены отличительные особенности микроструктур.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/118.

DIVERSITY OF NATIVE FUNGI AND BACTERIA ISOLATED FROM THE RHIZOSPHERE OF PLANTS AFFECTED BY MELOIDOGINOSIS

**Chernyakovich M.N., Nekoal S.N., Churikova A.K., Moskalenko O.A.,
Glushkov S.M., Muravyev V.S.**

The defeat of vegetable crops by root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) is an important problem in the regions of southern Russia. Root-knot nematodes destroy epidermal cells and penetrate into the roots of plants, causing hypertrophy and hyperplasia of tissues and forming galls on the roots (meloidoginosis). The purpose of the research: isolation of native fungi and bacteria from the rhizosphere of tomato and cucumber plants affected by gall nematodes to determine their nematicidal activity.

Phytopsanitary monitoring of farms was carried out on the territory of the south of Russia, as a result of which 10 soil samples were selected from the rhizosphere of plants affected by meloidoginosis.

Microbiological analysis of the selected soil samples was carried out on the basis of the FSBSI FRCBPP in the laboratory of biorational means and technologies of plant protection for ecologized, resource-saving and organic agriculture. As a result, 62 soil isolates were isolated and described: mycelial fungi – 25, bacteria – 37. 15 microscopic fungi were selected (*Aspergillus* spp., *Metarhizium* spp., *Trichoderma* spp., *Penicillium* sp., *Paecilomyces* (*Purpureocillium*) sp. and *Beauveria* sp.) and 10 bacteria that differ in shape, color and size of colonies. The distinctive features of microstructures are evaluated.

The research is carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation in the framework of the scientific project Num. MFI-20.1/118.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИНФУЗОРИЙ – ЭНДОБИОНТОВ РЕДКИХ ВИДОВ НЕПАРНОКОПЫТНЫХ В УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ В НЕВОЛЕ

**Чистякова Л.В.¹, Сказина М.А.², Белоконь М.Е.¹, Алексеева О.С.³,
Корнилова О.А.³**

¹ Зоологический институт РАН, Университетская наб., 1,
Санкт-Петербург, 199034 Россия, relomixa@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия,

³ Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, наб. реки Мойки, 48, Санкт-Петербург,
191186 Россия

Влияние длительного содержания животных в неволе на фауну их эндобионтных инфузорий практически не изучено. Однако при содержании в зоопарках нередко меняется рацион животных, кроме того, увеличивается вероятность заражения неспецифическими видами инфузорий при совместном содержании различных видов хозяев. Эти два фактора в совокупности могут оказывать дестабилизирующее действие на сообщества эндобионтов, что может негативно сказываться на здоровье хозяина. Мы исследовали видовое разнообразие инфузорий – эндобионтов в пробах фекалий восточного черного носорога *Diceros bicornis michaeli* (самец, самка и детеныш) из Таллинского зоопарка и зебр *Equus quagga burchelli* из зоопарков Старого Оскола, Владивостока и Вены. В пробах фекалий носорогов были обнаружены 7 видов инфузорий, из них 3 были специфичны для носорогов и 2 являлись новыми для науки. Видовой состав инфузорий у всех трех животных оказался идентичным, что свидетельствует об успешной передаче эндобионтов от родителей потомкам в неволе. В то же время мы не обнаружили представителей семейства *Buetschliidae*, которые обычны для носорогов из природных местообитаний. У зебр из зоопарков Владивостока, Старого Оскола и Вены было выявлено 18, 14

и 12 видов, соответственно, все обнаруженные инфузории – характерные представители фауны эндобионтных инфузорий лошадиных. Во всех пробах мы обнаружили вид *Spirodinium nanum*; эти инфузории были описаны из кишечника зебр в Южной Африке и предположительно специфичны для данного вида хозяина. Других видов инфузорий, специфичных для *E. quagga burchelli*, в пробах обнаружено не было. Интересно, что у зебр из Вены и Старого Оскола практически отсутствовали бюклиды, как правило, достаточно многочисленные в сообществах инфузорий – эндобионтов лошадиных. Таким образом, мы можем заключить, что у исследованных нами животных из зоопарков по сравнению с теми же видами хозяев из природных местообитаний, по крайней мере, в некоторых случаях наблюдается снижение видового разнообразия инфузорий – эндобионтов пищеварительного тракта.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-24-00240 (<https://rscf.ru/project/23-24-00240/>).

SPECIES DIVERSITY OF CILIATES – ENDOBIONTS OF RARE SPECIES OF ODD-TOED UNGULATES IN CAPTIVITY

**Chistyakova L.V., Skazina M.A., Belokon M.E., Alekseeva O.S.,
Kornilova O.A.**

The species diversity of endobiotic ciliates from the faeces of the eastern black rhino *Diceros bicornis michaeli* and plain zebra *Equus quagga burchelli* kept in the zoo was investigated. It has been shown that with long-term keeping of host animals in captivity, there is a decrease in the species diversity of ciliates – endobionts of the digestive tract, compared with natural habitats.

ПАЗАРИТОФАУНА РЫБ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Чугунова Ю.К.

Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»), ул. Парижской коммуны, 33, Красноярск, 660097 Россия, jhermann@mail.ru

Сразу после зарегулирования р. Ангары (2012 г.) паразитофауна щуки, окуня и плотвы характеризовалась значительным разнообразием, включающим представителей различных систематических групп. У щуки зарегистрировано 13 видов, из них 8 связаны в развитии с бентосными организмами. В период наполнения водоема произошла смена видового состава паразитов в сторону преобладания паразитических инфузорий. В настоящее время микроспоридии представлены единично, трематоды, пиявки и глохидии моллюсков выпали из состава паразитофауны щуки, нарастает встречаемость и численность цестод *T. nodulosus*.

У окуня изначально паразитофауна включала 17 видов из 8 систематических групп. Доминировали трематоды: *Bunodera luciopercae*, *Ichthyocotylurus variegatus*, *Diplostomum spathaceum*, *D. volvens*, *Tylodelphys clavata*, зараженность которыми свидетельствует об экологической приуроченности окуня к мелководным участкам реки. Спустя три года доминирующей группой по видовому разнообразию становятся паразитические инфузории: 10 из 18 обнаруженных видов. В условиях водохранилища происходит стремительное нарастание зараженности окуня цестодами и нематодами с планктонным путем развития: *T. nodulosus* (pl), *Proteocephalus percae*, *Camallanus lacustris*, которые в настоящее время являются абсолютными доминантами по величине встречаемости и численности. В 2021 г. в составе фауны впервые отмечены рачки *Argulus foliaceus*.

Исходный состав паразитов плотвы характеризовался относительно невысоким богатством (10 видов из 6 систематических групп) и малым количеством специфических видов. Доминирующий в 2012 г. *D. spathaceum* сменился на *Dactylogyrus crucifer* в 2020 г.,

причем именно моногенеи составляют современную основу паразитофауны плотвы. Полностью отсутствуют паразиты, чье развитие включает брюхоногих или двустворчатых моллюсков, а микроспоридии, развивающиеся с участием олигохет, представлены ограниченным числом видов. В настоящее время цестоды, связанные с зоопланктоном, еще не получили массового развития.

THE PARASITE FAUNA OF FISH DURING THE FORMATION OF THE BOGUCHANSKOYE RESERVOIR. CURRENT STATE

Chugunova Yu.K.

The transformation of the original reservoir during the creation of the reservoir has led to significant changes in the composition and structure of the communities of all groups of aquatic organisms. This has had a significant impact on the parasite fauna of fish.

Organisms, whose development includes benthic organisms, have practically disappeared from the composition of the parasite fauna of fish. The diversity and abundance of parasites with planktonic development is increasing.

УДК 632.937/632.911.3

СКРИНИНГ МУТАНТНЫХ ФОРМ ТОМАТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К МЕЛОЙДОГИНОЗУ

**Чурикова А.К., Нековаль С.Н., Чернякович М.Н., Маскаленко О.А.,
Глушков С.М., Вертий М.Н.**

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, 350039 Россия,
arina.churikova98@mail.ru*

Галловые нематоды (*Meloidogyne* spp.) – облигатные эндопаразиты корневой системы растений, вызывающие заболевание мелойдогиноз. При сильном заражении полей урожайность сельскохозяйственных культур может снижаться до 75 %. Возделывание

устойчивых сортов или гибридов является одним из эффективных способов защиты овощных культур от поражения галловыми нематодами. Цель исследований: провести скрининг мутантных форм томата на устойчивость к мелойдогינוзу.

Для определения устойчивости растений томата к северной галловой нематоды (*Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949) в защищенном грунте ФГБНУ ФНЦБЗР в 2022 г. были высажены 9 мутантных линий томата, в 2023 г. – 15 линий. Согласно шкале Taylor и Sasser (1978), установлено, что одна линия в 2022 г. являлась иммунной и характеризовалась полным отсутствием галлов на корнях томата. Умеренную устойчивость к мелойдогינוзу проявили 5 мутантных линий. При сравнении мутантных линий томата по количеству галлов на растении установили, что наибольшее количество галлов образовалось у восприимчивых мутантных линий – 82,2 шт., также 45,9 и 37,7 шт., соответственно. Ведется работа по определению степени устойчивости 15 мутантных линий в условиях вегетационного опыта в 2023 г.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № FGRN-2021-0001.

SCREENING OF MUTANT TOMATO FORMS FOR RESISTANCE TO MELOYDOGINOSIS

**Churikova A.K., Nekoval S.N., Chernyakovich M.N., Moskalenko O.A.,
Glushkov S.M., Vertiy M.N.**

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are obligate endoparasites of the root system of plants that cause the disease meloidoginosis. With a strong infestation of fields, crop yields can decrease by up to 75 %. Cultivation of resistant varieties or hybrids is one of the effective ways to protect vegetable crops from damage by root-knot nematodes. The purpose of the research: to screen mutant forms of tomato for resistance to meloydoginosis.

In order to determine the resistance of tomato plants to the northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949), 9 mutant tomato lines were planted in the protected soil of the Federal State

Budgetary Educational Institution in 2022, and 15 lines in 2023. According to the Taylor and Sasser scale (1978), it was found that one line in 2022 was immune, and was characterized by a complete absence of galls on tomato roots. Moderate resistance to meloydoginosis was shown by 5 mutant lines. When comparing mutant tomato lines by the number of galls on the plant, it was found that the largest number of galls was formed in susceptible mutant lines – 82.2 pcs., also 45.9 and 37.7 pcs., respectively. Work is underway to determine the degree of stability of 15 mutant lines in the conditions of the vegetation experiment in 2023.

The research was carried out in accordance with the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of research on the topic No. FGRN-2021-0001.

УДК 593.195

МИКРОСПОРИДИИ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ (DIPTERA: CULICIDAE) БАСЕЙНА СРЕДНЕЙ ОБИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Шабунин А.П., Дергачева К.А., Симакова А.В.

*Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, Томск, 634050
Россия, alexander.8.shabunin@gmail.com*

Микроспоридии – обширная группа облигатных паразитов, поражающих, в частности, комаров семейства Culicidae. В настоящее время данные паразиты обнаружены у комаров по всему миру. Изучение микроспоридий кровососущих комаров имеет важное значение, так как позволяет судить о роли возбудителя в заболеваниях и может стать обоснованием при разработке методов борьбы с комарами.

Цель работы – изучение зараженности микроспоридиями малярийных комаров в бассейне средней Оби.

Материал был собран в Александровском (60°15'99.8" с. ш., 78°76'25.3" в. д.), Бакчарском (57°01'34.1" с. ш., 81°47'56.8" в. д.), Каргасокском (59°21'86.5" с. ш., 79°92'41.5" в. д.), Колпашевском (58°45'36.1" с. ш., 82°82'47.2" в. д.), Кривошеинском (57°25'29.9"

с. ш., 84°01'66.4" в. д.), Молчановском (57°74'09.7" с. ш., 84°19'34.4" в. д.), Парабельском (58°26'16.3" с. ш., 80°38'90.1" в. д.), Шегарском (56°76'66.5" с. ш., 83°74'68.4" в. д.) районах и в городском округе Стрежевой (60°73'28.7" с. ш., 77°60'40.1" в. д.) Томской области.

Всего собрано 2125 личинок малярийных комаров трех видов – *Anopheles daciae*, *An. messeae*, *An. beklemishevi*, из них 55 заражены. Согласно нашим исследованиям на территории Томской области микроспоридиями заражены все три вида малярийных комаров. Стадии развития и ультраструктура мейоспор всех изученных микроспоридий характерны для рода *Parathelohania* Codreanu, 1966.

Экстенсивность инвазии (ЭИ) личинок малярийных комаров в бассейне средней Оби в целом составляет 2,6 %. ЭИ личинок *An. daciae* равняется 1,1 %, *An. messeae* – 0,97 %, *An. beklemishevi* – 0,28 %.

Бассейн средней Оби условно разделен нами на северную, центральную и южную части. Установлено, что в северной части заражены все три вида малярийных комаров, наиболее зараженными оказались личинки *An. daciae* (7 экз. из 18). В центральной и южной части заражены личинки *An. daciae* и *An. messeae*. Личинки *Anopheles beklemishevi* в этих районах свободны от инвазии. ЭИ личинок малярийных комаров в северной части бассейна средней Оби составляет 0,84 %, в центральной части – 1,65 %, в южной части – 0,09 %.

Таким образом, экстенсивность инвазии природных популяций малярийных комаров невысокая, колеблется по водоемам от 0,3 до 8,6 %, что подтверждает предыдущие исследования. Большинство исследованных водоемов являются материковыми и не имеют связи с рекой, что говорит о циркуляции инвазии внутри водоема, отсутствии вымывания спор из озер. Наиболее подверженными микроспоридиозу оказались личинки *Anopheles daciae*.

MICROSPORIDIA OF MALARIA MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE) OF THE MIDDLE OB BASIN (TOMSK REGION)

Shabunin A.P., Dergacheva K.A., Simakova A.V.

We have studied ecology and epizootology of microsporidium in malarial mosquitoes of the Tomsk region.

ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫЕ КАПУСТНОЙ МОЛИ (*PLUTELLA XYLOSTELLA* L.) НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Шаталова Е.И., Андреева И.В., Ходакова А.В.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Краснообск, 630501 Россия, Новосибирский государственный
аграрный университет, elenashatalova@mail.ru*

Капустная моль (*Plutella xylostella* L.) является одним из фитофагов, приводящим к дестабилизации фитосанитарной ситуации капустовых агроценозов на территории Новосибирской области. Культура капустной моли, хозяина для разведения и поддержания паразитов из семейств Ichneumonidae и Braconidae, с 2017 г. непрерывно поддерживается в лаборатории биологического контроля фитофагов и фитопатогенов СФНЦА РАН. В течение ряда вегетационных сезонов проводится мониторинг как самого указанного фитофага, так и его паразитов в агроценозах капусты и рапса, расположенных на территориях Новосибирского и Мошковского районов Новосибирской области. В частности, исследовано распространение специализированного паразита капустной моли – *Diadegma fenestratae* Holmgren, а также паразита из рода *Bracon*. Отмечено, что процент зараженности паразитами капустной моли существенно снижается в промышленных агроценозах после проведения защитных мероприятий химическими средствами борьбы с вредителями. Из собранных на полях коконов капустной моли выводили особей *D. fenestratae* для формирования лабораторной культуры паразита. В искусственных условиях удалось получить три последовательных поколения паразита. В настоящий момент попытки сформировать лабораторную популяцию *D. fenestratae* продолжаются. Таким образом, из паразитических насекомых ведущая роль в регуляции численности капустной моли на территории Новосибирской области принадлежит двум семействам – Ichneumonidae и Braconidae.

Работа поддержана бюджетным проектом № 0533-2021-0009.

ПУТИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПАРАЗИТИЗМА У ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИХ ЖИВОТНЫХ

Шестеперов А.А., Щитков Г.С.

*ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, Большая Черемушкинская, 28,
Москва, 117218 Россия, secretar@vniigis.ru*

Свободноживущие организмы в процессе эволюции могут переходить к паразитическому образу жизни различными путями, из них три основных – через симбиоз, хищничество и случайное заглатывание хозяином. Для фитопаразитических нематод, клещей и насекомых характерны другие пути происхождения фитопаразитизма: в очагах поражения тканей растений бактериями и грибами и переход фитопаразитов с питания патогенами на питание клетками растений; появление колюще-сосущего ротового аппарата со слюнными железами у нематод, клещей, насекомых, что способствовало появлению фитопаразитов, которые смогли освоить с целью питания все органы растений; возможный переход животных с колюще-сосущим ротовым аппаратом от хищничества к фитопаразитизму; откладка яиц самками нематод, клещей, насекомых в органах растений, где их личинки имели доступ к жидкой пище и питанию клетками растений.

Животные должны обладать совокупностью определенных свойств, которые способствуют их переходу к фитопаразитическому образу жизни. Особенности фитопаразитических нематод, клещей и насекомых как облигатных паразитов заключаются в наличии: колюще-сосущего ротового аппарата (КСРА), специализированных мышц для прокалывания стенок клеток растений стилетом; капилляров в КСРА подсосывающих органов; нервной системы, координирующей работу КСРА; слюнных желез и их протоков в пищеводе; а также в биохимической и физиологической адаптации к питанию жидкой растительной пищей; минимизации размеров тела; вызывании патологической реакции, симптомов и болезней растений. В зависимости от численности и степени развития фитопаразитоа один вид паразита может быть как вредителем, так и фитопатогеном. Между популяциями фитопаразита и растения-хозяина формируется эпифитосистема,

эффективность которой будет зависеть от механизмов сохранения и передачи возбудителей фитопаразитозов. В результате у растений формируются модифицированные органы, а также возникают популяции и виды со специфической паразитоустойчивостью.

У фитопаразитов – нематод, клещей и насекомых в процессе эволюции сформировался КСРА со слюнными железами, который способен прокалывать стенки клеток растений и высасывать их жидкое содержимое. Формирование у разных животных сходного ротового аппарата произошло вследствие параллельного развития в близких природных условиях. В процессе эволюции предки фитопаразитов овладели совокупностью определенных свойств, которые способствовали их переходу к фитопаразитическому образу жизни.

WAYS OF ORIGIN OF PARASITISM IN PHYTOPARASITIC ANIMALS

Shesteporov A.A., Shchitkov G.S.

Phytoparasites are animals that live at the expense of individuals of plants or fungi that are associated with them by their life cycles. True obligate parasites are characterized by the presence of a piercing-sucking oral apparatus, salivary glands and meet other criteria of parasitism.

УДК 595.122

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ПОИСКА ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИХ ПРИЗНАКОВ ТРЕМАТОД *METAGONIMUS* (HETEROPHYIDAE)

Шуменко П.Г., Татонova Ю.В.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022 Россия

Идентификация многих видов рода *Metagonimus* затруднена, и достоверно определить таксономическую принадлежность зачастую

возможно только с привлечением молекулярных данных. Так, например, *Metagonimus suiifunensis*, описанный на юге Дальнего Востока России, до 2017 г. считали другим видом, *Metagonimus yokogawai*, на основании морфологического и морфометрического сходства (Shumenko et al., 2017). Также *M. suiifunensis* имеет сходство по морфологическим признакам с двумя другими представителями рода, обитающими в Японии, *M. miyatai* и *M. takahashii*.

В последнее время все чаще появляются сведения об ультраструктуре поверхности тела различных стадий развития трематод. Из 14 известных представителей рода *Metagonimus* данные по электронной микроскопии имеются для трех видов: *M. yokogawai*, *M. takahashii* и *M. miyatai*. В данной работе мы применили метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) для исследования поверхности тегумента половозрелых особей *M. suiifunensis*. При сравнении с видами, описанными в литературе, выявлены особенности строения тегументальных шипиков, дифференцирующие *M. suiifunensis* от прочих представителей рода. Таким образом, ультраструктура поверхности является дополнительным диагностическим признаком для установления видовой принадлежности представителей рода *Metagonimus*.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00434 (<https://rscf.ru/project/23-24-00434/>).

USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY TO SEARCH FOR DIFFERENTIATING FEATURES OF THE TREMATODES *METAGONIMUS* (HETEROPHYIDAE)

Shumenko P.G., Tatonova Yu.V.

In this work, we used scanning electron microscopy (SEM) to study the tegument surface of adult specimens of *Metagonimus suiifunensis*. Comparison with three highly similar species, *M. yokogawai*, *M. takahashii* and *M. miyatai*, revealed structural features of the tegumental spines that differentiate *M. suiifunensis* from other representatives of the genus. Therefore, the body surface ultrastructure can be used as an additional diagnostic feature for establishing the species affiliation of trematodes from the genus *Metagonimus*.

**МОРФОЛОГИЯ ЦЕРКАРИЙ ДВУХ ВИДОВ РОДА
PODOCOTYLE (OPESCOELIDAE) ИЗ ЛИТОРАЛЬНЫХ
МОЛЛЮСКОВ КЕРЕТСКОГО АРХИПЕЛАГА
БЕЛОГО МОРЯ**

Щенков С.В.¹, Денисова С.А.¹, Лебеденков В.В.¹, Соколов С.Г.²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Ленинский пр., 33, Москва, 119071 Россия

В процессе долговременного изучения биоразнообразия трематод сем. Opescoelidae нами были обнаружены две формы микрокотилоцеркных церкарий, эмитирующих из моллюсков р. *Littorina*. С помощью традиционных методов прижизненной световой микроскопии мы выявили явные морфологические различия между обнаруженными формами личинок (размер и форма мочевого пузыря, желез проникновения, протоков желез проникновения, вооружение тегумента и др.). Методы молекулярно-филогенетического анализа с привлечением обширных данных, полученных от марит, подтвердили принадлежность обнаруженных церкарий к разным видам трематод. В одном случае это личинки *Podocotyle atomon*, во втором – видовая идентичность все еще остается невыясненной.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00046 (<https://rscf.ru/project/23-24-00046/>).

**MORPHOLOGY OF TWO SPECIES OF *PODOCOTYLE*
CERCARIAE (OPESCOELIDAE) FROM LITTORAL
MOLLUSCS OF THE KERET ARCHIPELAGO
OF THE WHITE SEA**

Shchenkov S.V., Denisova S.A., Lebedenkov V.V., Sokolov S.G.

During a long-term study of the biodiversity of trematodes of the family Opescoelidae, we found two forms of microcotyllocercous

cercariae isolated from flat periwinkles *Littorina* sp. Traditional methods of light microscopy revealed clear morphological differences between the detected larval forms (size and shape of excretory bladder and penetration glands, shape of ducts of penetration glands, tegument structure, etc.). Molecular phylogenetic analysis using extensive previously accumulated data confirmed that the detected cercariae belong to different trematode species. In one case, these are *Podocotyle atomon* larvae, but in the second case, the species identity is still unclear.

The research was supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-24-00046 (<https://rscf.ru/project/23-24-00046/>).

УДК 577.2

ЭКСПРЕССИЯ РОДОПСИНОВ У *PSILO TREMA* CF. *SIMILLIMUM* (TREMATODA: PSILOSTOMATIDAE)

**Щенков С.В.¹, Нестеренко М.А.¹, Денисова С.А.¹, Старунов В.В.¹,
Халтурин К.В.²**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

² Институт клеточной и общей биологии, Академия Синика,
Академическая дорога, 128, секция 2, Нанганг, Тайпэй 115, Тайвань

Рабдомерные опсины – это широко распространенные у беспозвоночных и позвоночных животных светочувствительные белки из семейства А G-белок сопряженных рецепторов. Многие трематоды на своих личиночных стадиях обладают фототаксисами и фотокинезом, но их светочувствительные рецепторы до сих пор не выявлены. Используя методы биоинформатической обработки данных, мы идентифицировали мРНК рабдомерного опсина у церкарий и марит *Psilotrema* cf. *simillimum*. Было показано, что уровень экспрессии гена рабдомерного опсина на стадии церкарии многократно выше, чем на стадии мариты. Это хорошо соотносится с выраженной реакцией личинок на видимый

свет. Также нами проведен молекулярно-филогенетический анализ ортологичных последовательностей рабдомерных опсинов у разных видов трематод и других животных. Рабдомерные опсины трематод образуют хорошо очерченную кладу, топология которой отвечает современным представлениям о молекулярной филогении дигеней.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00046 (<https://rscf.ru/project/23-24-00046/>).

EXPRESSION OF RHABDOMERIC OPSINS IN *PSILO TREMA* CF. *SIMILLIMUM* (TREMATODA: PSILOSTOMATIDAE)

**Shchenkov S.V., Nesterenko M.A., Denisova S.A., Starunov V.V.,
Khalturin K.V.**

Rhabdomic opsins are light-sensitive proteins of the A G-protein coupled receptor family widely distributed in invertebrates and vertebrates. Many trematodes possess phototaxis and photokinesis at their larval stages, but their photoreceptors have not yet been identified. We detected rhabdomic opsin mRNA's in cercariae and adults of *Psilotrema* cf. *simillimum* by using methods of bioinformatics. The expression level of the rhabdomic opsin gene was shown to be many times higher at the cercariae stage than at the adult stage. This correlates well with the strong response of larvae to visible light. We also performed molecular phylogenetic analysis of orthologous sequences of rhabdomic opsins in different species of trematodes and other animals. The rhabdomic opsins of trematodes form a well-defined clade, the topology of which corresponds to modern ideas about the molecular phylogeny of digenea.

The research was supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-24-00046 (<https://rscf.ru/project/23-24-00046/>).

**МИКСОСПОРИДИИ РОДА *KUDOА*
В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУППАХ РЫБ
МИРОВОЙ ФАУНЫ И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ
ВОПРОСЫ СПЕЦИФИЧНОСТИ**

Юрахно В.М.

*Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН,
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия, viola_taurica@mail.ru*

На примере 128 видов микоспоридий рода *Kudoa* от 295 видов рыб рассмотрены особенности зараженности хозяев в зависимости от их систематической принадлежности, а также связанные с этим вопросы специфичности.

**MYXOSPOREANS OF THE GENUS *KUDOА* IN VARIOUS
SYSTEMATIC GROUPS OF FISH OF THE WORLD FAUNA
AND RELATED QUESTIONS OF SPECIFICITY**

Yurakhno V.M.

Of the 128 species of myxosporeans of the genus *Kudoa* from 295 species of the world fauna fish, about 24 times more of them are reported from ray-finned bony fish than in cartilaginous fish, which confirms the well-known opinion about the initial appearance of these parasites in bony hosts. Of all the orders, the largest number of *Kudoa* species belongs to the orders Eupercaria incertae sedis (28 species from 54 fish species), Scombriformes (23 species of parasites and their hosts each), Carangiformes (20 species of the *Kudoa* genus from 22 fish species), Mugiliformes (18 species of parasites and 17 host species), Perciformes (17 myxosporean species from 23 host species), and Pleuronectiformes (11 *Kudoa* species from 13 fish species). The number of host fish species per one *Kudoa* species is highest in Salmoniformes (5 species), Syngnathiformes and Orectolobiformes (4 species each), Ovalentaria incertae sedis (3.85), Gobiiformes (3.33), Clupeiformes (3.25), Carcharhiniformes and Myliobatiformes (3 species each). According to the average number of *Kudoa* species per one species of host fish in the order,

Acropomatiformes and Atheriniformes (2 species each) stand out, the second place is taken by representatives of Tetraodontiformes (1.5 species). In cartilaginous fish, all 12 species of host fish have only one *Kudoa* species as parasites each, and in bony fish, 223 species (79 %) are hosts of only 1 *Kudoa* species, 39 species (14%) – 2 species, 21 species (7 %) – from 3 to 7 species of this genus. Of all the species of *Kudoa*, the vast majority are monoxenous (82 species, 64 %), and oligoxenous (31 species, 24 %) and polyxenous (15 species, 12 %) parasites are significantly less among them. 82 species of myxosporeans (64 %) are specific to one species of host fish, 11 (9 %) – to one genus, 10 (8 %) – to one family, 4 (3 %) – to one order (or several of its families). 21 (16 %) – to several orders of fish. Eupercaria incertae sedis, Perciformes, Carangiformes, Scombriformes have the largest number of common myxosporean species of the genus *Kudoa*.

The work was carried out within the framework of the state task No. 121030100028-0 "Regularities of formation and anthropogenic transformation of biodiversity and bioresources of the Azov-Black Sea basin and other regions of the World Ocean".

УДК [597.556.333.7:576.893.194](265.72)

РАЗЛИЧИЯ В ЗАРАЖЕННОСТИ МИКСОСПОРИДИЯМИ РЫБ В НЯЧАНГЕ И БОЛЕЕ ЮЖНЫХ ПРОВИНЦИЯХ ВЬЕТНАМА, ВОСТОЧНОЕ МОРЕ (ПО ДАННЫМ 2022 г.)

Юрахно В.М.¹, Во Тхи Ха²

¹ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011 Россия, viola_taurica@mail.ru

² Прибрежный филиал Совместного вьетнамско-российского центра тропических исследований и технологий, Нгуен Тхиен Туат, 30, Нячанг, Кханьхоа, Вьетнам, vohasnvb@gmail.com

В октябре-ноябре 2022 г. нами был исследован 231 экземпляр рыб – 135 экз. рыб сем. Mugilidae, обозначенных нами как 24 spp. до проведения видовой идентификации генетическими методами, и 96 экз. рыб 8 видов других семейств. В кефалях найдено 17 видов

микоспоридий 7 родов: *Kudoa*, *Ceratomyxa*, *Ellipsomyxa*, *Zschokkella*, *Muxobolus*, *Ortholinea* и *Henneguya*, паразитирующих в мышцах (7 видов) и желчном пузыре (12 видов). Род *Ortholinea* впервые указан для фауны Восточного моря. В Нячанге в 8 видах кефалей найдено 7 видов микоспоридий, в Фанранге в 8 видах кефалей встречено 9 видов этих паразитов, в Фантхьете и Муйне в 2 видах кефалей констатировано 8 и 6 видов *Muxosporaea*, соответственно, в Вунг Тау в 6 видах кефалей найдено 10 видов микоспоридий. В среднем на один вид кефалевых рыб в Нячанге приходится 0,9 вида микоспоридий, в Фанранге – 1,1, в Фантхьете – 4, в Муйне – 3, в Вунг Тау – 1,7. При этом в одном виде рыб максимально встречались 5 видов микоспоридий 4 родов в кефали sp. 6 у Нячанга, 6 видов микоспоридий 3 родов в кефали sp. 19 у Вунг Тау, 6 видов микоспоридий 4 родов в кефали sp. 11 у Фантхьета, 7 видов микоспоридий 5 родов в *Osteomugil* sp. у Фантхьета, тогда как обычно в одном виде рыб можно встретить 1–2 вида этих паразитов. Сравнение показателей экстенсивности инвазии рыб микоспоридиями показало, что по мере продвижения на юг от Нячанга процент зараженности кефлевых рыб *Kudoa borimiri* увеличивался в 1,8 раза, *Kudoa* sp. 12 – в 3 раза, *Muxobolus* sp. – в 3–3,5 раза. Наряду с этим для других видов микоспоридий наблюдалось уменьшение экстенсивности инвазии: для *Kudoa dicentrarchi* – в 8 раз, *Ceratomyxa* sp. – в 6 раз, *Ceratomyxa* sp. 1 – в 2–2,7 раза, *Henneguya* sp. – в 1,7 раза. Для *Ellipsomyxa* sp. констатирована сходная экстенсивность инвазии в крайних точках исследования и уменьшение ее в срединных точках в 2–2,5 раза. Из не кефалевых рыб только в барабуле *Ureneus heterospinus* найдена *Kudoa* sp. 13 (ЭИ – 4 %).

Работа выполнена в рамках государственного задания № 121030100028-0 «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» и Совместного российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра (ЭКОЛАН Э-3.1) «Сохранение, восстановление и устойчивое использование морских прибрежных экосистем на основе изучения их структурно-функциональной организации».

DIFFERENCES IN THE INFESTATION OF FISH MYXOSPOREANS IN NHA TRANG AND MORE SOUTHERN PROVINCES OF VIETNAM, EAST SEA (ACCORDING TO 2022 DATA)

Yurakhno V.M., Vo Thi Ha

In 2022, 18 species of fish myxosporeans from the southern provinces of Vietnam were studied. Differences in fish infestation were found both in terms of the species composition of parasites and in their prevalence.

УДК 578.5

РЕАССОРТАЦИЯ В ГЕНОМЕ НОВОГО ШТАММА СУРОВИРУС-1, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ *DENDROLIMUS SIBIRICUS*

Якимова М.Е.^{1,4}, Ершов Н.И.², Боднев С.А.³, Мартемьянов В.В.¹

¹ *Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, yakimova.2138@gmail.com*

² *Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск*

³ *Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», Кольцово*

⁴ *Новосибирский государственный университет*

Сегментация вирусных геномов делает возможным обмен генами между родственными вирусами при коинфицировании. Этот тип рекомбинации называется реассортацией. Во время реассортации целые сегменты меняются местами, что приводит к возникновению химерных геномов. Такие эволюционные события служат механизмом приспособления к изменяющимся условиям внешней среды, включая расширение круга хозяев.

В данной работе был описан новый штамм Суровирус-1, выделенный из естественного хозяина – сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus*). Уникальной особенностью DsCPV1, ранее не описанной среди штаммов CPV1, является очень широкий круг

хозяев в пределах отряда. Этот факт делает его потенциальным кандидатом для массового производства биологических средств для борьбы с чешуекрылыми вредителями.

Геном секвенированной двухцепочечной РНК DsCPV-1 состоит из 10 линейных сегментов общей длиной 24,7 т.п.н. Геном кодирует 10 белков: четыре структурных белка капсида, два компонента комплекса транскрипционных ферментов, три неструктурных белка и полиэдрин. Филогенетический анализ секвенированного генома DsCPV-1 показал, что он, скорее всего, возник в результате рекомбинации между штаммами *D. punctatus* CPV-1 (DpCPV1) и *L. dispar* CPV-1 (LdCPV-1), включающей замену третьего сегмента генома (белок А-шипа/VP2) DpCPV-1 на его гомолог LdCPV-1. Возможность такого эволюционного механизма дополнительно подтверждается доказательствами того, что коинфекция несколькими штаммами CPV происходит в естественных популяциях. Можно предположить, что расширение круга хозяев DsCPV-1 может быть связано с реассортацией гена белка шипа-А, ответственного за функцию проникновения вируса в клетки хозяина.

GENOME REASSORTATION NEW STRAIN OF CYPOVIRUS-1 EXTRACTED FROM *DENDROLIMUS SIBIRICUS*

Yakimova M.E., Ershov N.I., Bodnev S.A., Martemyanov V.V.

In this work we perform new strain of Cypovirus-1 extracted from nature host *Dendrolimus sibiricus*. A unique feature of DSCPV1, previously not described among CPV1 strains, is a very wide range of hosts. This fact makes it a potential candidate for the mass production of biological means to manage populations of pests. The phylogenetic analysis of the sequenced DsCPV-1 genome showed that it most likely occurred because of recombination between CPV-1 strains of *D. punctatus* and *L. dispar*. Expansion of the range of DsCPV-1 hosts may be associated with the reassortment of the gene for the spike-A protein, which is responsible for the function of virus entry into host cells.

Для создания электронного издания использованы
ПО Adobe InDesign, Adobe Acrobat Pro

Редактор *Л.В. Кабанова*
Компьютерная верстка *Н.Н. Сабанцева*
Оформление обложки *А.А. Суцук*

Подписано к использованию 08.11.2023. 1 DVD-ROM. 4,49 Мб.
Заказ № 787

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11
Телефон (8142) 76-60-40. E-mail: krccras@krc.karelia.ru
URL: <http://www.krc.karelia.ru>

Изготовлено в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11
Телефон (8142) 76-60-40. E-mail: krccras@krc.karelia.ru
URL: <http://www.krc.karelia.ru>