

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Коржавиной Оксаны  
Антоновны

**«Паразитические копеподы рода *Sphaerippe* (Cyclopoidea: Lamirridae) – вероятные  
возбудители «синдрома множественных фиолетовых пятен» у кораллов»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по  
специальности 1.5.12 Зоология**

Исследование участия паразитических беспозвоночных организмов в распространении и заражении хозяина вирусными, бактериальными, протозойными и другими заболеваниями представляет собой важное направление в биологии. Такие работы уже давно ведутся в наземных сообществах и прежде всего они связаны с медициной, то есть с заболеваниями человека, как целевого вида. Достаточно вспомнить участие кровососущих насекомых и клещей в распространении малярии, энцефалита, тифа, чумы и тому подобных серьезных болезней эпидемиологического характера. В меньшей степени, но тоже весьма важными с научной и практической сторон являются такие исследования в ветеринарии и природоохранных мерах при сохранении редких и исчезающих видов животных. В водных сообществах, также несомненно имеющих сложные связи хозяин-паразит-инфекция подобные исследования только начинают разворачиваться, научные публикации редки, а диссертационную работу по такой проблематике я встретил впервые. Именно этим обстоятельством, я считаю, определяется **новизна** этой первой работы по участию веслоногих ракообразных в распространении заболевания у других водных беспозвоночных. Это повышает интерес к полученным диссертантом результатам и встающим за ними перспективам нового направления в гидроэкологии.

В последние десятилетия многие популяции кораллов отмирают или существенно сокращают занимаемые площади в мировом океане под влиянием антропогенных и крупномасштабных климатических изменений. В этой связи, тематика диссертации О.А. Коржавиной, направленная на всестороннее исследование заболевания восьмилучевых кораллов рода *Gorgonia* болезнью фиолетовых пятен и участия в ней копепод рода *Sphaerippe* представляется вполне обоснованной и **актуальной**.

Диссертационная работа представляет собой рукопись, основное содержание которой изложено на 143 страницах; она состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. Имеются также 2 приложения общим объемом 98 страниц. Список литературы включает 252 источника. Все они, за исключением последнего опубликованы

на иностранных языках. Приложение I содержит 15 таблиц, а приложение II – четыре таблицы, представляющие структуру базы данных, использованной в работе, и ее основное содержание.

Вводная часть убедительно и конкретно отвечает на стандартные вопросы об актуальности выбранной темы, цели и задачах работы. В краткой форме, но также убедительно показана **теоретическая и практическая значимость исследования**, а именно: проведено изучение видовых границ копепод рода *Sphaerippe*, популяционно-генетического разнообразия и распространения их, а также восьмилучевых кораллов рода *Gorgonia* в пределах основного ареала, в связи с распространением «синдрома множественных фиолетовых пятен». Существенно было исследовано филогенетического положения всех звеньев этой цепи с использованием современных молекулярно-генетических методов.

Первый раздел диссертации «Обзор литературы» содержит весьма представительное описание современного состояния изученности проблемы и разработанности таксономической компоненты исследования паразитических копепод рода *Sphaerippe* и их хозяев, восьмилучевых кораллов рода *Gorgonia*. Из обзора вполне логично вытекает необходимость тщательного изучения морфологии и доописания ключевого вида, а также оценки его возможной надвидовой структуры с использованием молекулярно-генетической технологии исследования. Весьма важной проблемой, также выявленной анализом литературы была неясность систематического положения всего семейства Lamippidae, для чего требовалось проведение оценки его филогенетических связей современными методами.

Вторая глава «Материал и методы» изложена на 15 страницах и дает четкое представление об объеме использованного материала. Основные методы, использованные в работе: сбор материала с помощью легководолазного снаряжения, изучение морфологии с помощью светового и сканирующего электронного микроскопов, выделение ДНК, амплификация и секвенирование нескольких ДНК-маркеров, анализ ДНК-таксономии, специфичности к хозяину, географической изолированности и филогенетического положения. Изложена также методика создания базы данных, обработки и анализа ее данных.

Глава 3 «Результаты» имеет логичную внутреннюю структуру и состоит из четырех подразделов:

«4.1. Морфология рода *Sphaerippe*». Содержит весьма подробное описание строения тела и структур внешнего строения половозрелых особей. Описание морфологии

проиллюстрировано высококачественными оригинальными иллюстрациями в том числе SEM фотографиями обоих полов из разных карибских регионов. Наряду со взрослыми даны описания личиночных стадий, имеющих типичное циклопоидное строение.

Следующий подраздел «4.2. Биология рода *Sphaerippe* и синдром множественных фиолетовых пятен» описывает симптом заболевания – многочисленные фиолетовые «галлы» на поверхности колонии. Возбудитель ее – проникающие внутрь колоний простейшие одноклеточные организмы. Активный иммунный ответ кораллов указывает на потенциальную вредоносность этой инфекции, хотя роль ее в идущем отмирании колоний остается до конца не установленной. Полученные диссертантом результаты показывают, что значительная часть жизненного цикла копепод рода *Sphaerippe* протекает в «галлах», образованных хозяином в ответ на проникновение в колонию копеподитных стадий рачка. Внутри «галлов» происходит рост, линька, спаривание, откладывание яиц и развитие науплиусов. В расселении вида, по-видимому, участвуют копеподиты, которые разрывают стенки «галла» и выходят во внешнюю среду в поисках новой колонии.

Подраздел «4.3. Молекулярные данные». Филогенетическое дерево ВА по COI *Sphaerippe* sp. (Рис. 4) показало разделение на три клады: первая у Синт-Эстатиуса (Восточный Карибский бассейн), Кюрасао и Бонейра (Южный Карибский бассейн), вторая – юго-западная Куба, третья – северо-западная Куба что по-видимому соответствует 3 видам близнецам, описание которых представляет самостоятельную задачу в этой группе копепод, учитывая малое число морфологических признаков.

Весьма важные результаты были представлены соискателем в подразделе «4.5. База данных по копеподам, симбионтам восьмилучевых кораллов». База данных состоит из семи таблиц: «Таксономия хозяев», «Синонимия хозяев», «Таксономия симбионтов», «Синонимия симбионтов», «Описания симбионтов», «Точки сбора» и «Источники». Их объединяет таблица «Находки». Анализ базы копепод, собранных с восьмилучевых кораллов показал, что симбионтные и паразитические виды копепод были представлены 235 видами, принадлежащим к трем отрядам: Cyclopoida (90%), Harpacticoida (1%) и Siphonostomatoida (19%).

Семейство Lamippidae, на изучение которого были направлены основные усилия диссертанта, занимает второе место по биоразнообразию среди копепод, симбионтов восьмилучевых кораллов, уступая только семейству Rhynchomolgidae. Существенно, что подобный тип жизненного цикла (преимущественное обитание внутри «галлов») было обнаружено еще у 4 видов семейства Lamippidae, что позволяет отнести ряд полученных

автором результатов к более широкому кругу объектов и ситуаций с негативными воздействиями на кораллы Карибского региона Атлантики.

Следующий раздел диссертации «5. ОБСУЖДЕНИЕ» начинается с подраздела «5.1. Видовая дифференциация копепод рода *Sphaerippe* и их хозяина *Gorgonia ventalina*». В нем продолжено обсуждение результатов генетического анализа внутри изучаемого таксона и приводятся дополнительные аргументы в пользу существования в Карибском бассейне букета из трех криптических видов, выделенных как три пространственно разнесенные клады. Уровень выявленных различий не очень велик, а морфологическая их поддержка не установлена. Это не мешает автору обсудить несколько правдоподобных схем микроэволюционных процессов в предполагаемой надвидовой группе.

Подраздел «5.2. Географическая гетерогенность популяций паразита и хозяина» обсуждает разнообразные схемы расселения копепод и их хозяев с привлечением молекулярно-генетических материалов. Это несомненно делает обсуждение более предметным и обоснованным. Высказанные автором предположения и гипотезы не лишены оригинальности и остроумия и на мой взгляд открывают весьма интересную перспективу для дальнейших исследований рода *Sphaerippe* в этом направлении.

Принципиальное значение для раскрытия цели исследования имеет подраздел «5.3. Копеподы семейства Lamippidae и заболевания кораллов». В подразделе рассматриваются несколько гипотез этиологии заболевания кораллов, при которых возбудителями считаются: (1) протисты из класса Labyrinthulomycetes, (2) совместно протисты и паразитические копеподы семейства Lamippidae, или же (3) эти копеподы выступают только вектором расселения возбудителя заболевания – протистов.

Следует согласиться с диссертантом, что убедительного подтверждения ни одна из гипотез на настоящий момент не имеет. Лично мне наиболее вероятной представляется именно последний вариант участия копепод в патогенезе этой болезни кораллов. Было бы интересно в этой связи отыскать свободно живущие стадии этих копепод и изучить возможное сосуществование с ними означенных протистов. Козволюционное сосуществование циклопид и широкого спектра простейших – широко известный факт в пресноводных и морских экосистемах (Монченко, 1974).

Подраздел «5.4. Филогенетические положение Lamippidae в системе Copepoda» обсуждает весьма дискуссионный и слабо поддержанный вывод Hodami et al. (2017) об объединении на основании филогенетического анализа столь различных во многих отношениях «Poeecilostomatoida» с Cyclopoida в качестве младшего синонима. Весьма

уместное вовлечения в обсуждение этого вывода копепод–комменсалов кораллов, укрепляет позицию Poesilostomatoida как самостоятельного отряда.

Продолжается обсуждение материалов диссертации и литературных данных подразделом «5.5. Распространение семейства Lamippidae». Рассмотрен широкий круг вопросов касающихся как глубин, до которых доходят изученные виды копепод, так и их распространения в мировом океане. Существенно, что значительную часть находок использованных в этом разделе составляют материалы автора диссертации и ее руководителя. Несомненно, это повысило достоверность материала и выводов, сделанных на его основе.

Завершается обсуждение результатов подразделом «5.6. Хозяиноспецифичность семейства Lamippidae». Семейства копепод, обнаруженные на восьмилучевых кораллах, обладают различной степенью специфичности к хозяевам. Циклопоиды из семейства Rhynchomolgidae обитают не только на восьмилучевых кораллах, но и на твердых кораллах, губках, иглокожих и моллюсках (Humes, Ho, 1968; Voxshall, Halsey, 2004). Анализ литературных и собственных данных позволяет автору присоединиться к мнению коллег о том, что в отличие от представителей большинства других копепод-комменсалов морских беспозвоночных представители Lamippidae живут только на восьмилучевых кораллах. Это обстоятельство, вероятно, отражает длительность коэволюции хозяев и паразитов и во многом отражается в морфологической трансформации последних.

В разделе «Заключение» диссертант в краткой, но весьма убедительной форме подводит итоги своей работы. Мне особенно импонирует осторожность, проявляемая ею в тех вопросах, по которым однозначных решений пока не достигнуто ни в этой работе, ни в публикациях предшественников. Выводы по диссертации, их 10, что не так и много для такой глубокой и многообразной работы, изложены четко, убедительно и в целом соответствуют задачам исследования. Они полностью обоснованы имеющимся материалом, их достоверность и новизна не вызывают сомнений.

Диссертация, несмотря на обилие специальных терминов и латинских названий, изложена ясным, хорошо понятным языком, адекватно проиллюстрирована как в основной части, так и в приложениях. Основные результаты этой работы, благодаря публикациям четырех статей в международных журналах и выступлениям диссертанта на представительных научных конференциях, доведены до сведения научного сообщества и, судя по цитированию, уже активно используются и обсуждаются коллегами. На всех этапах работы над диссертацией были использованы современные высоко эффективные методы сбора материала (с участием аквалангиста), его обработки и исследования (СЭМ,

молекулярно-генетические технологии), анализа и сортировки данных (компьютерная база данных). Это позволяет очень высоко оценить фактологическую основу диссертационной работы, а значит укрепляет достоверность и обоснованность полученных выводов.

Неизбежной обязанностью оппонента является указание недостатков работы. Их моему мнению совсем немного:

1. Согласно проведенному диссертантом исследованию большая часть жизненного цикла этого вида копепод, включая размножение самок, развитие яиц, рост науплиальных и младших копеподитных стадий, происходит внутри коралла в полостях, именуемых по аналогии с некоторыми паразитами растений - «галлами». В ходе развития циклопид различия по массе науплиальных и половозрелых стадий достигают двух порядков. Было бы интересно, а с позиций изучения их роли в распространения заболеваний у кораллов и важно, более точно узнать трофо-энергетическую сторону их обитания в этих полостях, а именно, что составляет основу питания разно размерных возрастных стадий этого вида. В диссертации этому вопросу уделено буквально несколько строк предположительного характера. На первый взгляд возможны несколько вариантов ответа – ткани кораллов, стенки «галла», и, пожалуй, самый любопытный вариант – использование в питании простейших, которых они заносят. В работе этот вопрос не был изучен и может быть рекомендован автору как перспектива для ее дальнейших исследований.

2. В работе встречаются терминологические неточности. Так на стр. 4 автореферата и стр. 6 диссертации в перечне задач копеподы именуется «возбудителями болезни», хотя по заключению самого автора, их роль в болезни окончательно не определена.

3. Некоторое количество опечаток и других стилистических замечаний – почти неизменный шлейф текста любой крупной работы, – переданы автору в виде небольшого списка.

Указанные незначительные по своей сути замечания не меняют моего общего положительного впечатления от этой интересной, во многом новаторской работы. Диссертация Оксаны Антоновны может быть определена как актуальное, высокотехнологичное и законченное исследование, выполненное, несомненно, на высоком профессиональном уровне.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.12 Зоология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным п.п. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова». Диссертационная работа оформлена согласно требованиям «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова».

Таким образом, соискатель Коржавина Оксана Антоновна несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.12 Зоология.

Официальный оппонент:

Алексеев Виктор Ростиславович

доктор биологических наук, профессор

главный научный сотрудник

лаборатории Пресноводной и экспериментальной гидробиологии

ФГБУН Зоологический Институт РАН

199034, С-Петербург, Университетская наб., 1

Контактные данные:

Телефон: +7 (812) 328-13-11 (доб. 272)

Электронная почта: Victor.Alekseev@zin.ru

26.11.2024