

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Бардукова Николая Владимировича
«Формирование современного ареала трехиглой колюшки (*Gasterosteus aculeatus*)»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата биологических наук
по специальности 1.5.13 – Ихтиология

Актуальность. Исследования эволюционных процессов формо- и видообразования и факторов, определяющих формирование современного ареала, относятся к числу фундаментальных и актуальных вопросов эволюционной биологии и активно исследуются на рыбах. В связи с этим, диссертационная работа Бардукова Н.В., посвященная изучению филогенетических основ расселения и путях формирования современной структуры ареала трехиглой колюшки - популярного объекта для изучения микроэволюционных, экологических и популяционных процессов, является весьма своевременным и актуальным исследованием, имеющим важное теоретическое и практическое значение.

Цель своего исследования автор формулирует как: «описать процесс формирования современного ареала *G. aculeatus*, используя молекулярно-генетические данные с учетом палеогеографических реконструкций, а также оценить вклад антропогенных процессов в формирование ареала». Для достижения данной цели был поставлен ряд частных задач, касающихся изучения последовательностей двух митохондриальных генов трехиглых колюшек из разных частей ареала и реконструкции процесса расселения вида, оценки возможного периода формирования ареала и его отдельных частей на основании данных палеогеографических исследований, выявления источников повторного заселения трехиглой колюшкой регионов, где данный вид не обнаруживали более 100 лет, а также оценки степени перемешивания различных филогенетических линий вида в результате деятельности человека. Поставленные задачи вполне адекватны для достижения заявленной цели исследования.

Автором была проведена огромная исследовательская работа от обоснования и постановки задач, сбора и обработки первичных данных до систематизации и аналитического анализа полученных результатов. Диссертация является результатом изучения обширного материала, в сборе и лабораторном анализе которого Николай Владимирович принимал непосредственное участие.

Научная новизна работы не вызывает сомнения, а полученные автором результаты, главным образом, предложенная новая схема формирования современного ареала трехиглой колюшки вносит значительный вклад в развитие ихтиологической науки.

Представленная диссертационная работа построена по традиционному плану и состоит из введения, четырех глав (Обзор литературы, Материалы и методы, Результаты исследований, Обсуждение), заключения, выводов, списка цитированной литературы из 175 источников, а также приложения. Работа изложена на 138 страницах машинописного текста, включая 112 страниц основного текста и 26 страниц Приложений, содержит 20 рисунков и 12 таблиц в основном тексте, 1 таблицу и 4 рисунка в Приложениях. Результаты проведенных исследований представлялись на российских и международных конференциях, опубликованы в 10 печатных работах, три из которых – в высокорейтинговых международных и российских журналах, рекомендованных ВАК.

При ознакомлении с диссертацией сразу обращает на себя внимание тщательность и качество ее оформления. Ясное, четкое и логичное изложение материала, отсутствие грамматических ошибок, прекрасный иллюстративный материал, присутствуют все подписи к таблицам, рисункам, корректные ссылки на литературу.

Во Введении обосновывается актуальность, научная новизна, практическая и теоретическая значимость исследуемой проблемы, формулируются цели и задачи исследования.

В первой главе Обзор Литературы рассматриваются особенности биологии, систематическое положение и распространение трехиглой колюшки, генетические механизмы, способствующие адаптации *G. aculeatus* к различным условиям окружающей среды и современные представления о формировании ее ареала. С учетом огромного количества исследований, которые посвящены *G. aculeatus* в современном научном мире обзор литературы, формирующий у читателей четкое и ясное представление об изучаемом объекте, несомненно, является дополнительным плюсом выполненного исследования.

Глава 2 посвящена материалу и методам его обработки. Материалом для исследований послужили образцы трехиглой колюшки из природных популяций, собранные как автором работы, так и его коллегами, лабораторные исследования проведены автором диссертации самостоятельно. В работе исследованы 246 образцов колюшки из 53 локальностей, а также к сравнению добавлены последовательности участков мтДНК *G. aculeatus*, секвенированные сторонними авторами и представленные в базе данных NCBI «GenBank» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>). Всего добавлено 509 образцов, сгруппированных в 146 условных выборок. Для формирования аутгруппы было загружено 11 нуклеотидных последовательностей гена COI и 1 последовательность *cyt b* чернопятнистой колюшки (*G. wheatlandi*). Дополнительно из базы NCBI «GenBank» были загружены 6 полных митохондриальных геномов *G. aculeatus*, частичные последовательности которых были добавлены к выборке секвенированных последовательностей участка мтДНК между генами COI и *cyt b* длиной 9926 п.о.

В качестве ДНК-маркеров были выбраны частичные последовательности митохондриальных генов COI и *cyt b*, что было обусловлено отсутствием рекомбинации в мтДНК, благодаря чему возможно определить последовательность возникновения мутаций. Для 10-и образцов дополнительно выполнена амплификация последовательности длиной 9926 п.о. между генами *cyt b* и COI, который содержит последовательности генов: COI (частичная последовательность), COX2, ATP8, ATP6, COX3, ND3, ND4L, ND4, ND5, ND6, *cyt b* (частичная последовательность).

Обращает на себя внимание тщательность и корректность лабораторных исследований, не оставляющих сомнений в качестве и достоверности полученных данных. Выбор методов обоснован, они адекватны задачам исследования и очень подробно изложены. Статистическая обработка данных также проведена корректно.

Основные результаты, полученные автором, изложены в главе 3 Результаты исследования. Приводятся данные по полиморфизму участков генов COI и *cyt b* мтДНК для исследованных образцов *G. aculeatus*. На основании полученной информации построены медианные сети гаплотипов для изученных генов, а также дендрограммы филогенетических взаимоотношений, обсуждается распределение представителей различных филогенетических линий COI и *cyt b* по ареалу. Обсуждается наличие некоторых гаплотипов в нехарактерных для них локальностях и уточняется происхождение для таких спорных образцов с использованием дополнительных исследований. Все полученные результаты сопровождаются наглядными и информативными цветными иллюстрациями, способствующими пониманию результатов и замысла автора.

В 4 главе Обсуждение на основании данных полученных автором с привлечением информации из Международного банка генетических данных (GenBank) проводится реконструкция путей расселения трехиглой колюшки по ареалу, в том числе определение наиболее древних популяций трехиглой колюшки Европы и происхождение ее филогенетических линий. Обсуждаются миграции вида в разные моменты исторического развития. На основании филогенетических реконструкций автор аргументированно и логично обосновывает концепцию формирования современного ареала *G. aculeatus*,

принципиально отличающуюся от представлений о путях расселения этого вида, который был предложен ранее в современной научной литературе. Помимо этого, в работе анализируются палеогеографические изменения, повлиявшие на распространение филогенетических линий трехиглой колюшки, и рассматривается возможное влияние антропогенных факторов на трансформацию ее ареала.

Диссертационное исследование содержит Заключение, в котором автор подводит итог результатам проведенного исследования и формулирует новую концепцию расселения трехиглой колюшки и палеогеографическую модель формирования видового ареала.

Также сформулировано 5 выводов, соответствующих, в целом поставленным задачам.

Результаты диссертации являются новыми, полученными лично Н.В. Бардуковым. Выдвинутые автором оригинальные положения, обобщения и выводы базируются на обширном фактологическом материале, обоснованы, достоверны и в полной мере отражают полученные результаты. Статистическая обработка полученных данных адекватна и основана на современных методиках исследования.

Исследование, выполненное Н.В. Бардуковым, позволяет проследить пути расселения и создать палеогеографическую модель формирования ареала трехиглой колюшки. Результаты диссертации имеют также и практическое значение. На основании полученных результатов даны рекомендации, которые могут быть полезны молекулярно-генетическим лабораториям, выполняющим подобные исследования для видов, имеющих сходные филогеографические и экологические особенности. Полученные данные открывают возможности для изучения причин колебаний численности трехиглой колюшки в конкретных местообитаниях, что важно для прогнозов, позволяющих планировать промысел и рыбопереработку с целью получения рыбной муки, входящей в состав кормов для рыб ценных видов.

Следует отметить, что Бардуковым Н.В. опубликована серия работ в рецензируемых журналах, отражающих основные результаты выполненного исследования.

Вместе с тем, признавая высокий уровень проведенного исследования, огромный объем проанализированного материала, аккуратность и четкость оформления, можно отметить и некоторые недостатки данной работы.

Прежде всего, кажется недостаточным представление объема материала, использованного в работе. В главе «Материалы и методы», таблица 1 включает информацию об объемах выборок, координатах мест сбора проб и сборщиках этих проб, но информация о местах сбора выборок приведена в цифрах, которые расшифрованы в Приложении. Представляется целесообразным и более удобным для восприятия читателями включить в Таблицу 1 географические названия локальностей, в которых был собран материал, а информацию о тех, кто пробы собирал, можно вынести в Приложение. По тем же причинам, хотелось бы видеть расшифровку информации о локальностях и в Таблице 5.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают крайне высокой ценности выполненной работы. Диссертационная работа Н.В. Бардукова представляет собой законченное исследование на актуальную тему, формулирует новую палеогеографическую модель формирования ареала трехиглой колюшки, вносит значительный вклад в развитие ихтиологии на современном этапе, а также имеет перспективы дальнейшего практического применения.

Заключение. Диссертационная работа Бардукова Николая Владимировича «Формирование современного ареала трехиглой колюшки (*Gasterosteus aculeatus*)» представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.13 – ихтиология является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном и методологическом уровне с использованием современных методов исследования. Результаты, приведённые в работе, имеют высокую

научную и практическую значимость для решения проблем современной филогенетики и ихтиологии. Диссертационная работа по содержанию, актуальности, новизне, научному и методическому уровню, научно-практической ценности полученных результатов полностью соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук пп. 9-11, 13-14 Постановления Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842 (с действующими изменениями), а её автор – Бардуков Николай Владимирович заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.13 – ихтиология.

Кандидат биологических наук, доцент
кафедры ихтиологии биологического
факультета Московского
государственного университета
имени М.В. Ломоносова

Семенова Анна Викторовна

07 сентября 2026 г.

Тел. +7499 9391333, моб. +7 916 5030644, e-мейл: seman2000@yandex.ru
119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ.
Тел. +7 (495) 939-13-33 Факс +7 (495) 939-43-09 <http://www.bio.msu.ru>

