

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по научной и
инновационной деятельности

Национального исследовательского

Томского государственного университета,
кандидат геолого-минералогических наук

Краснова Татьяна Семеновна
« 13 » июня 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Бега Анны Геннадьевны по теме «Распространение, экология и генетическая изменчивость комаров подрода *Stegomyia* в Российской Федерации», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.7. Генетика, 1.5.15. Экология

Диссертация Анны Геннадьевны Бега посвящена изучению распространения, экологии и генетической изменчивости комаров рода *Aedes* подрода *Stegomyia* (Diptera: Culicidae), обитающих на территории Российской Федерации. Несмотря на то, что изучаемая группа в России представлена только шестью видами и их относят к малочисленным, эпидемическое значение этих кровососов чрезвычайно высоко. *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus*, входящие в подрод *Stegomyia*, в последние два десятилетия получили печальную известность в связи со вспышками лихорадок Зика в Центральной и Южной Америке, Чикунгуньи в Европе и других заболеваний по всему миру. Особое опасение вызывает быстрое географическое распространение и инвазии этих насекомых. Около десяти лет назад *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus* появились на черноморском побережье России. В связи с этим изучение комаров подрода *Stegomyia* безусловно является актуальным для мониторинга изменения границ ареала этих видов на территории России, ксеномониторинга, и для изучения истории приобретения инвазивными видами адаптаций для освоения нетипичных для них биотопов. Другой аспект необходимости исследования *Stegomyia* в России связан с изучением эндемичных видов подрода, которые заслуживают внимания как потенциальные автохтонные переносчики возбудителей заболеваний, в том числе, распространяемых *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*.

Диссертация Анны Геннадьевны представлена на 155 страницах и имеет общепринятую структуру. В главе «Введение» описывается актуальность, состояние научной разработанности, цель и задачи исследования, теоретическая и практическая значимость работы, общая информация о методах исследования, положения, выносимые

на защиту, вклад автора, информация об апробации результатов работы и общие сведения о количестве публикаций. «Обзор литературы» представлен тремя разделами, посвященными общему описанию биологии и эпидемическому значению комаров подрода *Stegomyia*, справочному описанию шести представителей подрода найденных в России, а также краткому описанию преимуществ и недостатков использования митохондриальных геномов для популяционно-генетических исследований насекомых. Глава «Материалы и методы» включает описание сбора материала, его фиксации, определения видов комаров, методики постановки экспериментов, а также молекулярно-генетического и биоинформатического анализов. Подробно описана методика проведения статистического анализа данных и включен раздел, описывающий подготовку рисунков.

Результаты работы представлены в одноименной главе при этом порядок их представления, соответствует логике проведения исследования. От описания видового состава *Stegomyia* биотопов, автор переходит к описанию распространения комаров в европейской части России, затем в Сибири и на Дальнем Востоке, после – к характеристике природных популяций *Ae. albopictus* (суточная активность нападения самок, описание биотопов личинок), далее – к описанию результатов экспериментов по определению предпочтений самок в местах откладки яиц, продолжительности преимагинального развития в различных природных условиях, в том числе, в случае конкурентных отношений с другими комарами, а также результаты сравнения нуклеотидных последовательностей *COI* и полных митогеномов комаров. Описание результатов сопровождается наглядными рисунками; особенно хороши географические информационные карты. «Обсуждение результатов» в основном посвящено осмыслению автором результатов своей работы и, в некоторой степени, продолжению описания результатов. Автор формулирует шесть выводов, которые в развернутом виде представлены в одноименной главе. «Список используемой литературы» внушительен и включает 326 источников, библиографическое описание которых приводится на 34 страницах. Диссертация также включает разделы «Заключение» и «Благодарности». При сравнении формулировок цели, задач, положений, выносимых на защиту, выводов, рисунков автореферата и диссертации различий выявлено не было, то есть автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Результаты исследования Анны Геннадьевны, отраженные в выводах и положениях, выносимых на защиту, соответствуют поставленным задачам и их достоверность не вызывает сомнения, хотя формулировки могли быть более точными, о чем будет сказано ниже.

Практическая ценность диссертационной работы Анны Геннадьевны в первую очередь связана с уточнением границ ареалов видов комаров и с экологией инвазивных

видов, и во вторую – с получением данных о генетической изменчивости комаров. В настоящем исследовании было проведено определение ареала распространения видов комаров подрода *Stegomyia*, в том числе инвазивных видов *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. flavopictus*, а также оценка многолетней динамики сдвига границ их ареалов. Подобные исследования являются трудоемкими и редко бывают исчерпывающими при охвате больших территорий, как Российская Федерация. Однако они представляют собой важный источник информации для организаций, проводящих мониторинг распространения возбудителей и переносчиков заболеваний. Показанная динамика сдвига границы ареала *Ae. albopictus* на 60-90 км/год позволит провести многолетний прогноз распространения переносчика. Кроме того, выявление районов, где распространение комаров проходит медленно, позволяет выявить потенциальные ограничения экспансии инвазивных видов, которые могут быть связаны как с ландшафтно-климатическими, экологическими, фаунистическими особенностями таких районов, а также отличаться по степени антропогенной нагрузки. Экспериментальные данные по определению лимитирующих факторов также могут непосредственно использоваться для разработки стратегии борьбы с переносчиками. Например, определение объема резервуара и его особенностей (покрышки автомобильных шин, дупла, пластиковые емкости) позволяют более рационально распределять усилия по обработке водоемов в качестве профилактических мер и в случае возникновения очага трансмиссивного заболевания. Молекулярный анализ подтвердил, что BOLD-фрагмент гена цитохромоксидазы I (*COI*) является подходящим для идентификации видов *Ae. albopictus*, *Ae. flavopictus*, *Ae. sibiricus/galloisi* и вполне может быть использован как дополнительный диагностический признак при проведении мониторинговых исследований территорий.

Теоретическая значимость работы связана с расширением нашего представления о видовом разнообразии *Stegomyia* в России. Несмотря на то, что инвазии видов, прежде всего переносчиков заболеваний, интенсивно исследуются в мире, каждый отдельный случай требует внимательного изучения, поскольку выявляет и общие закономерности, и открывает новые аспекты этого процесса. Таким образом, инвазивные виды в процессе захвата новых территорий могут выступать в качестве своеобразной модели развития адаптаций, которую можно в какой-то мере экстраполировать на другие организмы. Поиск генетических маркеров, которые ассоциированы с успешными стратегиями поведения комаров в ходе инвазии важен для изучения фундаментальных аспектов адаптации как биологического явления. Полученные Анной Геннадьевной нуклеотидные последовательности фрагмента гена *COI* и полных митогеномов комаров вносит большой вклад в дальнейшую исследовательскую работу направленную на поиск генетических основ адаптаций комаров к новым условиям обитания, а также в значительной мере

расширяет информацию о генетическом разнообразии популяций видов, обитающих на территории России, в особенности таких плохо исследованных регионов, как Дальний Восток и Сибирь. Данные, представленные в настоящем исследовании, являются новыми, поскольку подобные исследования комаров подрода *Stegomyia* проводятся впервые на территории России. Впервые получен полный митогеном *Ae. sibiricus*.

Среди замечаний к диссертационной работе следует выделить следующие.

1. В работе недостает обсуждения результатов в сравнении с литературными источниками. В главе «Обсуждение результатов» приводится всего около 20 ссылок, что составляет чуть более 6% от всех используемых в работе источников. Проблема инвазии *An. albopictus* в Западной Европе и на американском континенте в последние годы исследуется очень активно. Хотелось бы проследить параллели или различия в стратегиях инвазии *Ae. albopictus* в России и других странах, но этого сравнения проведено не было. Недостает также обсуждения результатов, полученных и при сравнении нуклеотидных последовательностей *COI* и митогеномов представителей подрода. Подтверждение правильности идентификации видов молекулярными методами является второстепенным результатом, тогда как разнообразие гаплотипов интересно было бы обсудить именно с точки зрения происхождения инвазивных популяций и динамики расширения границ ареалов видов, либо в свете адаптации к локальным условиям обитания.

2. Несмотря на то, что митогеномы *Ae. sibiricus* и *Ae. flavopictus* были получены, использовать этот материал для констатации их хорошего соответствия морфологическим критериям определения видов явно недостаточно. Так как автор не обнаружил различий по гаплотипам в BOLD-фрагменте гена цитохромоксидазы *COI*, которые могли бы служить надежными маркерами для разделения *Ae. sibiricus* и *Ae. galloisi*, проведение поиска таких различий по другим генам митохондриальной ДНК с использованием впервые полученных данных о полном митогеноме *Ae. sibiricus* кажется очевидным. Тем не менее такая задача не была поставлена, зато автор анализирует митогеном клеточной линии *Ae. albopictus*, что не вполне вписывается в канву работы, так как не может быть интерпретировано в ключе ни одного из направлений проводимого диссертационного исследования.

3. Неочевидность заключений автора, который он делает из полученных результатов порой могут вызывать недоумение. Например, автор предполагает, «что в процессе синантропизации участвуют отдельные генотипы из уже имеющегося генетического разнообразия в автохтонных популяциях комаров» и, что «в новых условиях происходит направленная селекция особей с определённым генетическим составом» и «в результате такой селекции формируются генетически однородные инвазионные популяции, обитающие вместе с человеком». При этом экспериментальные данные автора, которые

бы позволяли делать такие предположения не были получены – ведь не анализировали генетическое разнообразие отдельно синантропных и несинантропных особей в пределах одной локации. Или другой пример: автор полагает, что «анализ гаплотипической изменчивости *Ae. albopictus* позволяет установить в качестве предковой популяции Крыма популяцию г. Новороссийска». Однако в Новороссийске нашли только одну особь с распространённым в Крыму гаплотипом. Сложно представить, что эти данные являются надёжными для такого утверждения. Далее, в пятом выводе автор отмечает, «звездчатая структура гаплотипической изменчивости» в «синантропных популяциях», в том числе и *Ae. galloisi* не проявляется, при этом автор анализировал всего одну особь этого вида.

4. В работе выявлено несколько систематических ошибок и неточностей. Например, Анна Геннадьевна неоднократно использует понятие «белок-кодирующие аминокислоты», когда, очевидно, имеется в виду «белок-кодирующие нуклеотидные последовательности». Или замена аминокислотных остатков в белке «аденин->валин», хотя, вероятно, имелось в виду, «аланин->валин». Кроме того, автор использует для обозначения митохондриального генома наряду с общеупотребимым «митогеном», термин «митохондрион». Мною не было найдено случаев употребления этого термина. Возможно, это транслитерация с английского «*mitochondrion*», который переводится на русский язык как «*митохондрии*» (мн. ч.). Встречаются и другие понятия, которые автор вводит впервые: «молчащие замены», «прототипные последовательности» (видимо, имеются в виду «референсные последовательности»), «аномальные последовательности», «филогенетическая история комаров». Их использование в тексте диссертации не сильно искажает передаваемый смысл, но портит впечатление о работе.

5. В целом, работа написана хорошим языком, можно отметить лаконичность изложения, что соответствует требованию к соблюдению научного стиля диссертационной работы. При этом формулировка положений, выносимых на защиту, могла не включать дополнительных вводных сентенций. Здесь стоит подчеркнуть, что формулировка положений в той части, которая несет основную смысловую нагрузку соответствует результатам и их достоверность не вызывает сомнения.

В целом, диссертационное исследование А. Г. Бега выполнено на хорошем научном и методическом уровне с использованием обширного материала, с применением описательных, экспериментальных методик, включением в исследование методов молекулярно-генетического анализа. Результаты, полученные автором, характеризуются научной новизной и имеют теоретическую и практическую значимость. Результаты прошли апробацию и опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе, журнале «Генетика».

Всё вышесказанное позволяет сделать заключение, что диссертационное исследование Бега Анны Геннадьевны «Распространение, экология и генетическая изменчивость комаров подрода *Stegomyia* в Российской Федерации», представленное на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальностям 1.5.7. Генетика, 1.5.15. Экология по своей актуальности, новизне и значимости результатов удовлетворяет требованиям п. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а ее автор, Бега Анна Геннадьевна, достойна присуждения искомой ученой степени по специальностям 1.5.7. Генетика, 1.5.15. Экология.

Отзыв составлен доцентом кафедры генетики и клеточной биологии Института биологии, экологии, почвоведения сельского и лесного хозяйства (Биологического института) Национального исследовательского Томского государственного университета, кандидатом биологических наук (03.02.07 – Генетика) Артемовым Глебом Николаевичем.

Отзыв на диссертацию и автореферат Анны Геннадьевны Бега заслушан, обсужден и одобрен на расширенном семинаре кафедры генетики и клеточной биологии с участием специалистов кафедры зоологии беспозвоночных Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства, протокол № 193 от 8 июня 2023 г.

Доцент кафедры генетики и клеточной биологии
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский государственный университет»,
кандидат биологических наук (03.02.07 – Генетика)

13.06.2023

Артемов Глеб Николаевич

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,
адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел. +7 (382-2) 52-98-52,
e-mail: rector@tsu.ru; сайт: www.tsu.ru



Подпись удостоверяю
Ведущий документовед
Андрienko И. В.