

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 595.771, 575

ИНВАЗИЯ АЗИАТСКОГО ТИГРОВОГО КОМАРА *Aedes albopictus* (Scuse, 1895) НА ПОЛУОСТРОВ КРЫМ

Анна Геннадьевна Бега¹, Антон Вячеславович Москаев², Ирина Игоревна Горячева³, Борис Витальевич Андрианов⁴, Михаил Иванович Гордеев⁵.

^{1-3,5} Московский государственный областной университет, факультет естественных наук.

³⁻⁴ Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Автор, ответственный за переписку: Бега Анна Геннадьевна,
Anni.miya@gmail.com

Аннотация. Азиатский тигровый комар *Aedes albopictus* (Scuse, 1895) впервые обнаружен на п-ове Крым в 2019 г. Отловлены две самки *Ae. albopictus* в г. Ялта (Коваленко и др., 2020). В нашем исследовании в 2020 г. азиатский тигровый комар найден в двух локальностях: г. Севастополь и г. Ялта. В 2021 г. было установлено, что *Ae. albopictus* распространился от Ялты до Алушты и появился в г. Керчь. Всего на южном берегу Крыма нами отловлено 440 комаров этого вида. Проведен комплексный экологический и молекулярно-генетический анализ инвазивной популяции на п-ове Крым. Определена изменчивость фолмеровского фрагмента гена *coxI*. Показано, что инвазивная популяция Крыма содержит два основных митохондриальных гаплотипа, ранее выявленных на территории Краснодарского края. Это позволяет сделать вывод о происхождении крымской популяции от популяции из Краснодарского края. Мы предполагаем независимое проникновение комаров в города Севастополь, Ялту и Керчь в результате антропогенного заноса. Полученные данные свидетельствуют о формировании постоянных популяций *Ae. albopictus* на южном берегу Крыма.

Ключевые слова: *Aedes albopictus*, инвазивные виды, комары, полуостров Крым, *coxI*

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-34-90192.

Для цитирования: Бега А.Г., Москаев А.В., Горячева И.И., Андрианов Б.В., Гордеев М.И. Инвазия азиатского тигрового комара *Aedes albopictus* (Scuse, 1895) на полуостров Крым // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2022. Т. 127. Вып. 5. С. 15–20.

ORIGINAL ARTICLE

INVASION OF THE ASIAN TIGER MOSQUITO *Aedes albopictus* (Scuse, 1895) ON THE CREMIAN PENINSULA

Anna G. Bega¹, Anton V. Moskaev², Irina I. Goryacheva³, Boris V. Andrianov⁴, Mikhail I. Gordeev⁵

^{1-3,5} Moscow Region State University

³⁻⁴ Vavilov Institute of General Genetics

Corresponding author: Anna G. Bega, anni.miya@gmail.com

Abstract. The Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Scuse, 1895) was first detected on the Crimean Peninsula in 2019. Two female *Ae. albopictus* were captured in the city

of Yalta (Kovalenko et al., 2020). In our study in 2020, we recorded the Asian tiger mosquito in two locations: in Sevastopol and in Yalta. In the following year, 2021, it was found that *Ae. albopictus* spread from Yalta to Alushta and appeared in Kerch. In total, we caught 440 mosquitoes of this species on the southern coast of Crimea. The complex ecological and molecular-genetic analysis of the invasive population on the Crimean Peninsula was carried out. Variability of the Folmer fragment of the *coxI* gene was determined. It was shown that the invasive population of Crimea contains two major mitochondrial haplotypes previously detected in the Krasnodar Territory. This allows us to conclude about the origin of the Crimean population from the population of Krasnodar Territory. We assume independent penetration of mosquitoes to Sevastopol, Yalta, and Kerch as a result of anthropogenic introduction. The obtained data indicate the formation of permanent populations of *Ae. albopictus* on the southern coast of Crimea.

Key words: *Aedes albopictus*, invasive species, mosquitoes, Crimean Peninsula, *coxI*

Financial Support. The reported study was funded by RFBR, project number 19-34-90192.

For citation: Bega A.G., Moskaev A.V., Goryacheva I.I., Andrianov B.V., Gordeev M.I. Invasion of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Scuse, 1895) on the Crimean Peninsula // Byul. MOIP. Otd. biol. 2022. T. 127. Vyp. 5. S. 15–20.

Материалы и методы

Кровососущие комары *Aedes albopictus* (Scuse, 1895), являются переносчиками ряда арбовирусов, в том числе возбудителей лихорадок Денге, Зика, Чикунгунья (Akmer et al., 2019). Нативный ареал *Ae. albopictus* находится в Юго-Восточной Азии. В условиях глобализации экономики, развития туризма и транспорта вид распространился по пяти континентам (Kraemer et al., 2015). В связи с высоким эпидемиологическим значением *Ae. albopictus* был включен в региональную рамочную программу по эпиднадзору и борьбе с инвазивными видами комаров-переносчиков и возвращающимися трансмиссивными болезнями на 2014–2020 гг. (Berg et al., 2013). *Ae. albopictus* впервые появился в Российской Федерации на территории Черноморского побережья Кавказа в 2011 г. (Ганушкина и др., 2012). В настоящее время он продолжает расширять свой ареал. В 2019 г. северная граница распространения этого вида проходила через города Тимашевск, Кропоткин, Армавир, восточная граница – через населенные пункты Цыбанобалка, Варениковская, Крымск (Бега и др. 2021). На п-ове Крым *Ae. albopictus* впервые обнаружен в 2019 г.: были отловлены две самки этого вида в г. Ялта. Имеется ли в Крыму постоянная популяция *Ae. albopictus*, или данные особи появились на территории полуострова в результате случайного завоза – установлено не было (Коваленко и др., 2020). Цель нашей работы – изучение распространения инвазивной популяции *Ae. albopictus* вдоль Черноморского побережья.

Данные о нахождении *Ae. albopictus* на территории п-ова Крым получены нами в ходе экспедиционных работ в летние периоды 2020–2021 гг. Мы отлавливали имаго комаров в местах днёвок в следующих населенных пунктах: Симферополь, Бахчисарай, Севастополь, Форос, Алушка, Ялта, Алушта, Малореченское, Белогорск, Феодосия, Керчь. Учеты численности проводили путем отлова «на себе». Оценивали число особей, отловленных в течение 30 мин. Для учета выбирали защищенные от ветра, умеренно затененные места, окруженные растительностью. Комаров фиксировали в 96%-м спирте. Видовую принадлежность комаров определяли по морфологическим признакам с использованием стандартных ключей (Гуцевич и др., 1970), а также молекулярно-генетическим методом. Молекулярно-генетическую идентификацию проводили на основании анализа структуры фрагмента гена *coxI* (Folmer et al., 1994). Для этого ДНК выделяли из отдельных особей на стадии имаго фенольным методом. Для проведения ПЦР использовали набор реагентов Encyclo («Евроген», Россия) и стандартные праймеры LCO1490 и HCO2198, амплифицирующие фрагмент митохондриального гена *coxI* длиной 658 п.н. (Folmer et al., 1994). Секвенирование проводили в двух направлениях на анализаторе «ABI PRISM 3500» с использо-

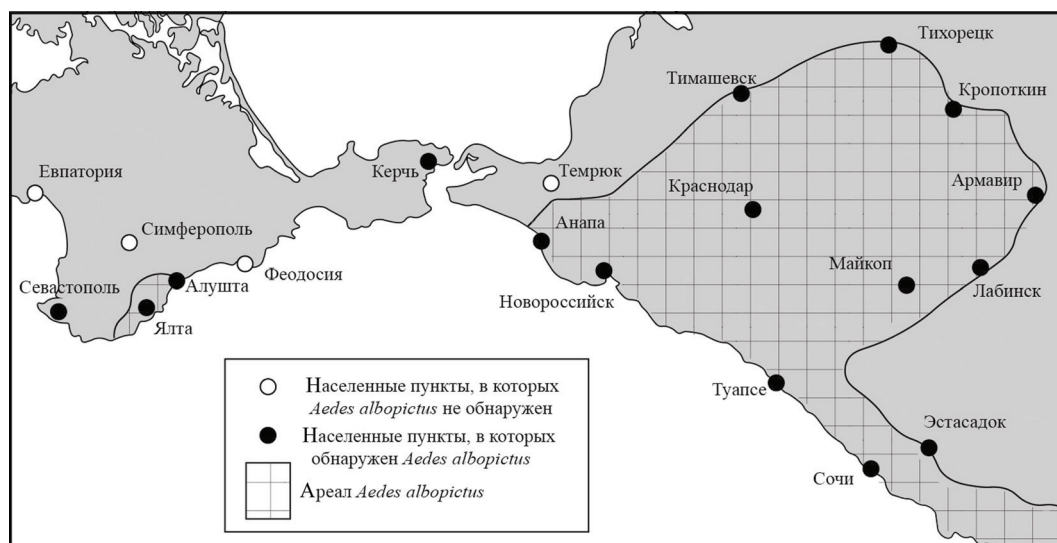
ванием реагентов BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit («Applied Biosystems», США) согласно рекомендациям фирмы-производителя. Анализ хроматограмм проводили с помощью программы ChromasPro 13.3 («Technelysium», Австралия). Выравнивание последовательностей, полученных в результате секвенирования, с последовательностями, размещенными в базах данных, было выполнено с использованием ресурсов NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) и программы MEGA 7.0. (Kumar et al., 2016).

Результаты

В 2020 г. *Ae. albopictus* был найден нами в двух населенных пунктах п-ова Крым: в городах Севастополь и Ялта. В обоих городах были обнаружены имаго в тени деревьев и кустарников, в защищенных от ветра местах. Основное местообитание *Ae. albopictus* в г. Севастополь располагалось в Балаклавском р-не (Балаклавский муниципальный округ, 44°32'17" с.ш. 33°31'14" в.д.). Интенсивность нападения самок в этом местообитании составила 26 ос. за 30 мин (наблюдение 05.VIII 2020). Для сравнения можно привести наши данные об активности комаров на территории Черноморского побережья в 2019 г., где максимальная численность наблюдалась в г. Сочи и составляла 190 ос. за 30 мин (Бега и др., 2021). В г. Севастополь поблизости от нападающих самок найдены личиночные биотопы, характерные для инвазивной популяции *Ae. albopictus*: вазоны и пластиковые контейнеры объемом 1,5–2,0 л. Помимо

Балаклавского р-на, *Ae. albopictus* был также обнаружен в Ленинском р-не г. Севастополь, но его численность оказалась низкой. В г. Ялта *Ae. albopictus* был найден нами только в одной части города – в районе старого кладбища, на окраине города (44°29'16" с.ш. 34°08'10" в.д.). Интенсивность нападения самок не превышала 10 ос. за 30 мин (даты наблюдений: 06.VIII 2020, 07.VIII 2020). Там же было выявлено одно личиночное место выплода (автомобильная покрывка). Низкая численность и изолированность местообитаний позволяют предполагать недавнее проникновение *Ae. albopictus* на п-ов Крым. В 2021 г. в тех же локациях в г. Севастополь интенсивность нападения самок составила 88 ос. за 30 мин, в г. Ялта – 102 ос. и за 30 мин. От г. Ялта *Ae. albopictus* распространился на восток, вдоль южного берега Крыма до г. Алушта. Интенсивность нападения самок в Алуште составила 17 ос. за 30 мин. В результате проведенных нами исследований в 2019–2021 гг. уточнен современный ареал *Ae. albopictus* на п-ове Крым и Северном Кавказе (рисунок).

Известно, что южный берег Крыма характеризуется субтропическим климатом средиземноморского типа (без явно выраженного сухого сезона) и относится к Крымско-Новороссийской флористической провинции (Мокиевский и др., 2019). Эта часть полуострова наиболее благоприятна для обитания *Ae. albopictus*. Однако крымские и краснодарские популяции этого вида разделены протяженной территорией с умеренно-континентальным климатом,



Ареал *Ae. albopictus* на п-ове Крым и Северном Кавказе в 2020 г.

относящейся по типу растительности к типчаково-ковыльными степям. Эта территория не удовлетворяет экологическим потребностям вида, поэтому мы допускаем возможность обитания на ней *Ae. albopictus* только на отдельных озелененных участках (в случае заноса). Это исключает возможность проникновения *Ae. albopictus* на п-ов Крым путем естественного расширения ареала.

Нами проведен молекулярно-генетический анализ изменчивости гена *coxI* мтДНК у комаров *Ae. albopictus* п-ова Крым. Последовательности гена *coxI* получены для 10 ос., собранных в г. Севастополь, и 10 ос., собранных в г. Ялта. При сравнении последовательностей *coxI* выявлены 2 митохондриальных гаплотипа. Эти гаплотипы были обнаружены ранее в популяциях комаров на территории Краснодарского края (Фёдорова и др., 2019). Все проанализированные особи в каждой из локальностей имели общий гаплотип. Гаплотип, выявленный нами в г. Севастополь, соответствует гаплотипу Н4 из работы М.В. Фёдоровой и др. (2019). Данный гаплотип – редкий на территории Краснодар-

ского края, найден только у одной особи в пригороде г. Новороссийск. Гаплотип, выявленный нами в г. Ялта, является основным гаплотипом инвазивной популяции *Ae. albopictus* Краснодарского края, его частота в сборах достигает 80%. В работе М.В. Фёдоровой и др. (2019) он соответствует гаплотипу Н1. Гаплотипы Н1 и Н4 из городов Севастополь и Ялта отличались между собой одной филогенетически значимой заменой G103A в соответствии с референсной последовательностью GenBank ID JQ004525. Такое однообразие митохондриальных гаплотипов можно объяснить эффектом основателя и недавним появлением комаров *Ae. albopictus* в Крыму.

Исходя из природно-климатических условий региона, можно предположить дальнейшее расширение ареала *Ae. albopictus* вдоль южного берега Крыма до г. Судак, а также в глубь полуострова до Симферополя и Старого Крыма. Необходимо проведение дальнейшего энтомологического мониторинга в целях контроля инвазии азиатского тигрового комара *Ae. albopictus* на юге европейской части России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ганушкина Л.А., Таныгина Е.Ю., Безжонова О.В., Сергиев В.П. Об обнаружении комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. на территории Российской Федерации // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2012. Вып. 1. С. 3–4.
- Гуцевич В.А., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Комары (семейство Culicidae). Т. 3. Вып. 4. Л., 1970. 384 с.
- Бега А.Г., Москаев А.В., Гордеев М.И. Экология и распространение инвазивного вида комаров *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) на юге Европейской части России // Российский журнал биологических инвазий, 2021. № 1. С. 27–38.
- Коваленко И.С., Якунин С.Н., Абибулаев Д.Э., Владычак В.В., Бородай Н.В., Смелянский В.П., Фомина В.К., Зинич Л.С., Тихонов С.Н. Обнаружение *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) в Крыму // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. Вып. 2. С. 135–137.
- Мокиевский В.О., Цетлин А.Б., Игнатов Е.И. и др. Экологический Атлас. Черное и Азовское моря. М., 2019. 464 с.
- Федорова М.В., Швец О.Г., Медняк И.М., Шайкевич Е.В. Генетический анализ популяции завозных комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera, Culicidae) в Краснодарском крае // Паразитология. 2019. Т. 53, Вып. 6. С. 518–528.
- Akiner M.M., Öztürk M., Başer A.B. Günay F, Nacioglu S, Brinkmann A., Emanet N., Özkul B.A., Nitsche A., Linton Y., Ergünay K. Arboviral screening of invasive *Aedes* species in northeastern Turkey: West Nile virus circulation and detection of insect-only viruses // PLoS Neglected Tropical Diseases. 2019. Vol. 13. N 5. e0007334.
- Henk Van den Berg W, Velayudhan R, Ejov M. Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014–2020. Copenhagen, 2013. 26 p.
- Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Mol Mar Biol Biotechnol. 1994. Vol. 3. P. 294–299.
- Kraemer M.U.G., Sinka M.E., Duda K.A., Mylne A.Q.N., Shearer F.M., Barker C.M., Moore C.G., Carvalho R.G., Coelho G.E., Bortel W.V., Hendrickx G., Schaffner F., Elyazar I.R.F., Teng H.J., Brady O.J., Messina J.P., Pigott D.M., Scott T.W., Smith D.L., Wint G.R.W., Golding N., Hay S.I. The Global Distribution of Arbovirus Vectors *Aedes Aegypti* and *Ae. Albopictus* // Elife. 2015. Vol.4. P. 1–18.
- Kumar S., Stecher G., and Tamura K. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets // Mol. Biol. Evol. 2016. Vol. 33. P. 1870–1874.

REFERENCES

- Ganushkina L.A., Tanygina E.Yu., Bezzhonova O.V., Sergiev V.P. Ob obnaruzhenii komarov *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. na territorii Rossijskoj Federatsii // Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni. 2012. Vyp. 1. S. 3–4.
- Gutsevich V.A., Monchadskij A.S., Shtakelberg A.A. Fauna SSSR. Nasekomye dvukrylye. Komary (Semejstvo Culicidae). T. 3. Vyp. 4. L., 384 s.
- Bega A.G., Moskaev A.V., Gordeev M.I. Ekologiya i rasprostranenie invazivnogo vida komarov *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) na yuge Evropejskoj chasti Rossii // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij, 2021. № 1. S. 27–38.
- Bega A.G., Moskaev A.V., Gordeev M.I. Ekologiya i rasprostranenie invazivnogo vida komarov *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) na yuge Evropejskoj chasti Rossii // Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij. 2021. № 1. S. 27–38.
- Kovalenko I.S., Yakunin S.N., Abibulaev D.E., Vladychak V.V., Borodai N.V., Smelyanskij V.P., Fomina V.K., Zinich L.S., Tikhonov S.N. Obnaruzhenie *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) v Krymu // Problemy osobo opasnykh infektsii. 2020. Vyp. 2. S. 135–137.
- Mokievskij V.O., Tsetlin A.B., Ignatov E.I i dr. Ekologicheskij atlas. Chernoe i Azovskoe morya. M., 2019. 464 s.
- Fedorova M.V., Shvets O.G., Mednyak I.M., Shaikevich E.V. Geneticheskij analiz populyatsii zavoznykh komarov *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera, Culicidae) v Krasnodarskom krae // Parazitologiya. 2019. T. 53, Vyp. 6. S. 518–528.
- Akner M.M., Öztürk M., Başer A.B. Günay F, Hacıoğlu S, Brinkmann A., Emanet N., Özkul B.A., Nitsche A., Linton Y., Ergünay K. Arboviral screening of invasive *Aedes* species in northeastern Turkey: West Nile virus circulation and detection of insect-only viruses // PLoS Neglected Tropical Diseases. 2019. Vol. 13. N 5. e0007334.
- Henk Van den Berg W, Velayudhan R, Ejov M. Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014–2020. Copenhagen, 2013. 26 p.
- Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Mol Mar Biol Biotechnol. 1994. Vol. 3. P. 294–299.
- Kraemer M.U.G., Sinka M.E., Duda K.A., Mylne A.Q.N., Shearer F.M., Barker C.M., Moore C.G., Carvalho R.G., Coelho G.E., Bortel W.V., Hendrickx G., Schaffner F., Elyazar I.R.F., Teng H.J., Brady O.J., Messina J.P., Pigott D.M., Scott T.W., Smith D.L., Wint G.R.W., Golding N., Hay S.I. The Global Distribution of Arbovirus Vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* // Elife. 2015. Vol. 4. P. 1–18.
- Kumar S., Stecher G., and Tamura K. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets // Mol. Biol. Evol. 2016. Vol. 33. P. 1870–1874.

Информация об авторах

Анна Геннадьевна Бега – мл. науч. сотр. лаборатории экспериментальной биологии и биотехнологии, НОЦ МГОУ в г. Черноголовка (anni.miya@gmail.com);

Антон Вячеславович Москаев – зав. лабораторией экспериментальной биологии и биотехнологии, НОЦ МГОУ в г. Черноголовка, канд. биол. наук (av.moskaev@mgou.ru);

Ирина Игоревна Горячева – зав. лабораторией генетики насекомых Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, докт. биол. наук (iigoryacheva@mail.ru);

Борис Витальевич Андрианов – вед. науч. сотр. лаборатории генетики насекомых Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, докт. биол. наук (andrianovb@mail.ru);

Михаил Иванович Гордеев – зав. кафедрой общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета, докт. биол. наук (gordeev_mikhail@mail.ru).

Information about the author

Bega Anna Gennadievna – junior researcher, Department of Experimental Biology and Biotechnology, REC MRSU in Chernogolovka city (anni.miya@gmail.com);

Moskaev Anton Vyacheslavovich – Candidate of Biological Sciences, Head of Department of Experimental Biology and Biotechnology, REC MRSU in Chernogolovka city (av.moskaev@mgou.ru);

Goryacheva Irina Igorevna – Doctor of Science, Head of Department of Insect Genetics, Vavilov Institute of General Genetics (iigoryacheva@mail.ru);

Andrianov Boris Vitalievich – Doctor of Science, Leading Researcher, Department of Insect Genetics, Vavilov Institute of General Genetics (andrianovb@mail.ru);

Gordeev Mikhail Ivanovich – Doctor of Science, Professor, Head of Department of General Biology and Ecology, Moscow Region State University (gordeev_mikhail@mail.ru).

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of interests

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.04.2021; одобрена после рецензирования 10.11.2021; принята к публикации 10.04.2022.

The article was submitted 06.04.2021; approved after reviewing 10.11.2021; accepted for publication 10.04.2022.