



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 292–297

Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 292–297

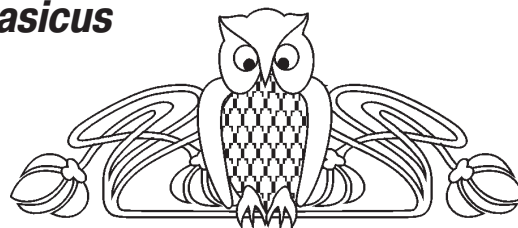
<https://ichbe.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-3-292-297>

Научная статья

УДК 595.462

Филогеография скорпиона *M. caucasicus* (Nordmann 1840) внутри ареала рода *Mesobuthus* (Vachon 1950) (Scorpiones: Buthidae)



Н. М. Поверенный , В. В. Аникин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Поверенный Никита Максимович, аспирант кафедры морфологии и экологии животных, nikitapov64@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9958-9342>

Аникин Василий Викторович, доктор биологических наук, профессор кафедры морфологии и экологии животных, anikinvasiliiv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8575-5418>

Аннотация. В настоящее время установлены новые места обитания скорпионов рода *Mesobuthus* на территории республик Армения и Дагестан. Целью исследования было определение филогенетического положения скорпионов, обитающих на территориях республики Армения и республики Дагестан. Данное исследование вносит вклад в развитие представлений о зоогеографическом распространении фауны скорпионов на территории Палеарктики. В ходе исследований были установлены филогенетические связи вида *Mesobuthus caucasicus* с территории республики Дагестан и Армении с другими таксонами рода *Mesobuthus* из Нижнего Поволжья и Южного Казахстана. Данная работа является продолжением исследований авторов по изучению филогении, морфологических особенностей и распространения скорпионов рода *Mesobuthus* в Прикаспийском, Северо-Туранском и Скифском регионах. Впервые в комплексный анализ введены сиквенсы ДНК по гену COI видов *M. caucasicus* и *M. eupeus* с территории республики Дагестан (Россия) и республики Армения. Построена дендрограмма на основе расшифрованных нуклеотидных последовательностей представителей популяций Саратовской, Волгоградской, Астраханской областей, республики Дагестан, республики Армения и Южного Казахстана. Установлено, что представители *M. caucasicus* из Дагестана входят в среднеазиатский комплекс видов рода *Mesobuthus*, в частности близки к видам *M. fuscus*, *M. intermedius*, *M. kreuzbergi*. Что касается скорпионов из популяций Саратовской, Волгоградской и Астраханской областей, то на данный момент исследований они формируют отдельный кластер, что подтверждает их обособленность от видов *M. caucasicus* и *M. eupeus*.

Ключевые слова: скорпион, *Mesobuthus caucasicus*, филогеография, Дагестан, Армения

Для цитирования: Поверенный Н. М., Аникин В. В. Филогеография скорпиона *M. caucasicus* (Nordmann 1840) внутри ареала рода *Mesobuthus* (Vachon 1950) (Scorpiones: Buthidae) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 292–297. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-3-292-297>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Phylogeography of the scorpion *M. caucasicus* (Nordmann 1840) within the range of the genus *Mesobuthus* (Vachon 1950) (Scorpiones: Buthidae)

N. M. Poverennyi , V. V. Anikin

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Nikita M. Poverennyi, nikitapov64@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9958-9342>

Vasilii V. Anikin, anikinvasiliiv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8575-5418>

Abstract. Currently, new habitats of scorpions of the genus *Mesobuthus* have been established on the territory of the republics of Armenia and Dagestan. The aim of the study was to determine the phylogenetic position of scorpions inhabiting the territories of the Republic of Armenia and the Republic of Dagestan. This study contributes to the development of ideas about the zoogeographic distribution of the scorpion fauna in the Palaearctic. In the course of the research, phylogenetic relationships of the species *Mesobuthus caucasicus* from the territory of the Republic of Dagestan and Armenia with other taxa of the genus *Mesobuthus* from the Lower Volga region and southern Kazakhstan were established. This work is a continuation of the authors' research on the study of phylogeny, morphological features and distribution of scorpions



of the genus *Mesobuthus* in the Caspian, North Turan and Scythian regions. For the first time, DNA sequences for the COI gene of the species *M. caucasicus* and *M. eupeus* from the territory of the Republic of Dagestan (Russia) and the Republic of Armenia were introduced into the complex analysis. A dendrogram was constructed based on the decoded nucleotide sequences of representatives of the populations of the Saratov, Volgograd, Astrakhan regions, the Republic of Dagestan, the Republic of Armenia and South Kazakhstan. It was found that representatives of *M. caucasicus* from Dagestan are included in the Central Asian complex of species of the genus *Mesobuthus*, in particular, they are close to the species *M. fuscus*, *M. intermedius*, *M. kreuzbergi*. As for scorpions from the populations of the Saratov, Volgograd, and Astrakhan regions, at the moment of research they form a separate cluster, which confirms their isolation from the species *M. caucasicus* and *M. eupeus*.

Keywords: scorpion, *Mesobuthus caucasicus*, phylogeography, Dagestan, Armenia

For citation: Poverennyi N. M., Anikin V. V. Phylogeography of the scorpion *M. caucasicus* (Nordmann 1840) within the range of the genus *Mesobuthus* (Vachon 1950) (Scorpiones: Buthidae). *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 000–000. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-3-292-297>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

В Палеарктике широко распространены два больших видовых комплекса скорпионов рода *Mesobuthus* – *M. eupeus* и *M. caucasicus*. Они ранее уже были отмечены на территории республик Армения и Дагестан [1]. Вид *M. eupeus* является типовым для рода *Mesobuthus* и широко распространённым видом в Палеарктике [2]. В свою очередь, видовой комплекс *M. caucasicus* имеет границы распространения от Кавказа до Китая. Учёными доказана обособленность отдельных популяций этих комплексов. Комплекс *M. caucasicus* был разбит на виды: *M. fuscus*, *M. intermedius*, *M. kreuzbergi*, *M. elenae*, *M. gorelovi* [3]. В данной работе мы добавили в анализ видовой комплекс *M. caucasicus* сведения по новым популяциям из республик Дагестан и Армения. В работе сравниваются нуклеотидные последовательности фрагмента гена COI исследованных популяций с последовательностями представителей, обитающих на территории Нижнего Поволжья, Южного Казахстана. Ранее популяции, обитающие на этих территориях, относились к виду *M. eupeus*. На сегодняшний день популяции, обитающие на территории Саратовской, Волгоградской и Астраханской областей (где вид включен в региональные Красные книги [4–6]), определены как самостоятельный вид [7]. Скорпионы, обитающие на территории Южного Казахстана, относятся к таксону *M. e. thersites*, обитающему на территории Восточного Казахстана [8].

Материалы и методы

Для проведения исследований были использованы сборы скорпионов коллег в 2019–2020 гг. с территории Дагестана: бархан Сарыкум (2) и заповедник Дагестанский (1) – сборщик К. Гребенников (г. Москва), окрестности р. Акуша (3) – сборщик Б. Ларшин (г. Москва), и с территории Армении: Нурабашенский район, г. Ереван (4) – сборщик Б. Ларшин (г. Москва) (рис. 1).

Для проведения молекулярно-генетического анализа была выделена ДНК из предоставленных образцов, затем амплифицирована и очищена, последовательно были расшифрованы методом секвенирования по Сэнгеру. Исследования проводилось на базе учебной лаборатории молекулярной биологии СГУ имени Н. Г. Чернышевского.

Для гена цитохром С-оксидазы первой субъединицы были использованы специфические праймеры: LCO1490 5'-ggg-caa-caa-atc-atc-ata-aag-ata-ttg-g-3' 28 нуклеотидов [9], CI-N-2191 5'-ccc-ggt-aaa-att-aaa-ata-taa-act-tc-3' 26 нуклеотидов [10]. ДНК была выделена из каудальных сегментов заднебрюшья скорпиона с помощью набора Qiagen dna microkit (США).

Выделенная ДНК была амплифицирована методом ПЦР с помощью набора encyclo pcr kit, производитель: Евроген (Россия). В реакцию были добавлены: encyclo buffer – 2,5 мкл, 0,5 мкл – dNTP, каждый праймер – 0,5 мкл, ДНК матрица – 2 мкл, H₂O – 18,5 мкл, encyclo полимеразы – 0,5 мкл. Амплификационный профиль: 1-й шаг – 96°C (1 мин); 2-й шаг – 96°C (40 с); 3-й шаг – 50°C (5 с); 4-й шаг – 60°C (4 мин); общее число циклов – 29. Методом электрофореза было оценено, что фрагменты выделенной ДНК в среднем составляют 7000–10000 пар нуклеотидов.

ПЦР была поставлена с помощью амплификатора «C1000 touch thermal cycler» производитель: Biorad (США). Секвенирование ПЦР-продуктов осуществлялось с помощью генетического анализатора «Applied Biosystems 3500», производитель: Thermo Fisher Scientific Inc (США).

Выравнивание сиквенсов и построение дендрограммы проводились с помощью программы MEGA X. В анализе в качестве статистического метода использовалась проверка максимальной вероятности, в качестве модели замещения использовалась модель Джукса – Кантора. Для оценки генетического расхождения использовался «Bootstrap» метод с использованием 2000 репликаций.

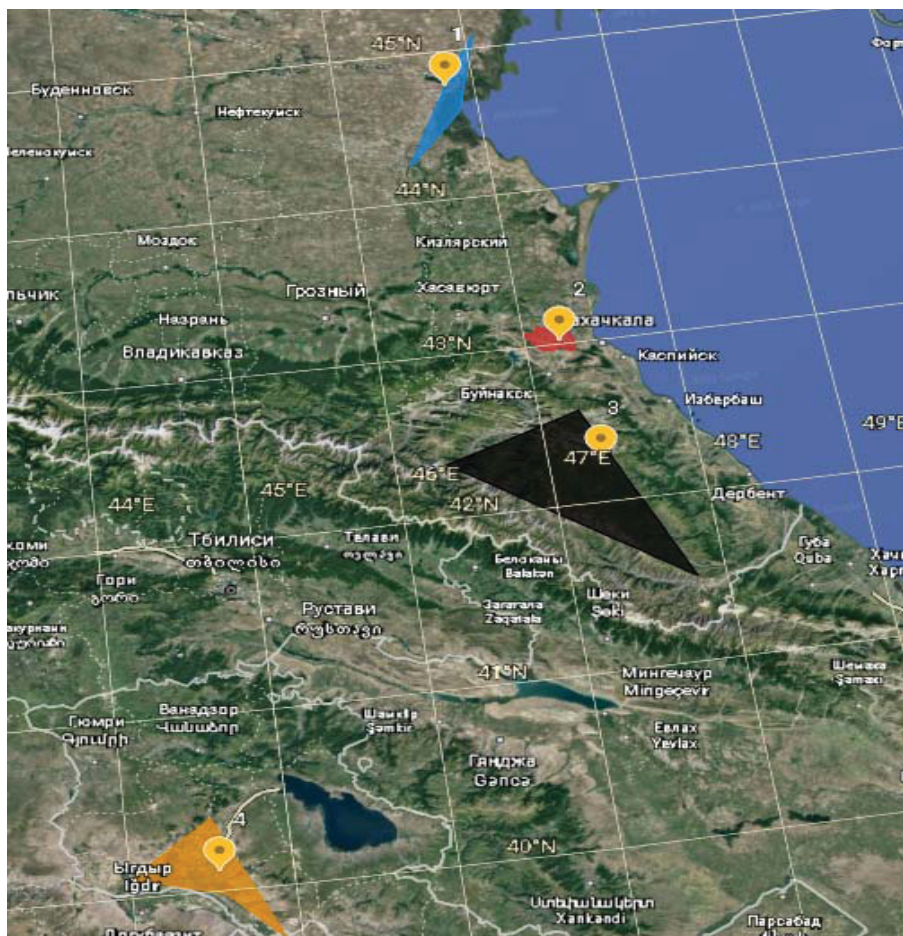


Рис. 1. Распространение двух видовых комплексов *M. caucasicus* и *M. euepeus* на территории Кавказа. Синим цветом отмечена зона распространения популяции из заповедника «Дагестанский»; красным – популяции бархана Сарыкум; чёрным – популяции с окрестности реки Акуша (*M. caucasicus*); жёлтым – кавказской популяции из Нурабашенского района, г. Ереван, республика Армения (*M. e. euepeus*). Карта – <https://earth.google.com> (цвет online)
Fig. 1. Distribution of two species complexes *M. caucasicus* and *M. euepeus* in the Caucasus. The zone of distribution of the population from the “Dagestansky” reserve is marked in blue; the zone of distribution of the barkhan Sarykum population is marked in red; the zone of distribution of the population from the vicinity of the Akusha River (*M. caucasicus*) is marked in black; the zone of distribution of the Caucasian population from the Nurabashen region, Yerevan, Republic of Armenia (*M. e. euepeus*) is marked in yellow. Map – <https://earth.google.com> (color online)

Помимо нуклеотидных последовательностей исследуемых образцов в анализ были введены известные нуклеотидные последовательности 10 таксонов, взятых из GenBank.

Результаты и их обсуждение

Проведённый нами анализ на основе сделанных сиквенсов образцов и данных Gen Bank показал наличие двух кластеров (рис. 2). Первый кластер состоит из трех субкластеров, где первый представлен сборной группой хоросано-туркменских популяций *M. e. thesites*, второй – из отдельной клады изолированной кавказской популяции *M. e. euepeus*, к ним «примыкает» и скорпион из Армении. Также в кластер входит клада южно-ка-

спийской популяции подвида *M. e. philippovitschi*. Третий субкластер сформирован двумя кладами. Первая клада представлена казахско-волжскими популяциями (собственные сиквенсы собранных скорпионов изученной территории Нижнего Поволжья [7, 11, 12]). Вторая клада – северо-казахскими популяциями *M. e. thesites*, к которым примыкает группа южно-казахской популяции из Южного Казахстана. Второй большой кластер сформирован комплексом *M. caucasicus*, который включает себя иранские, таджикские, узбекские, туркменские, афганские популяции, к нему примыкают и образцы скорпионов популяций *M. caucasicus*, собранные на территории республики Дагестан.

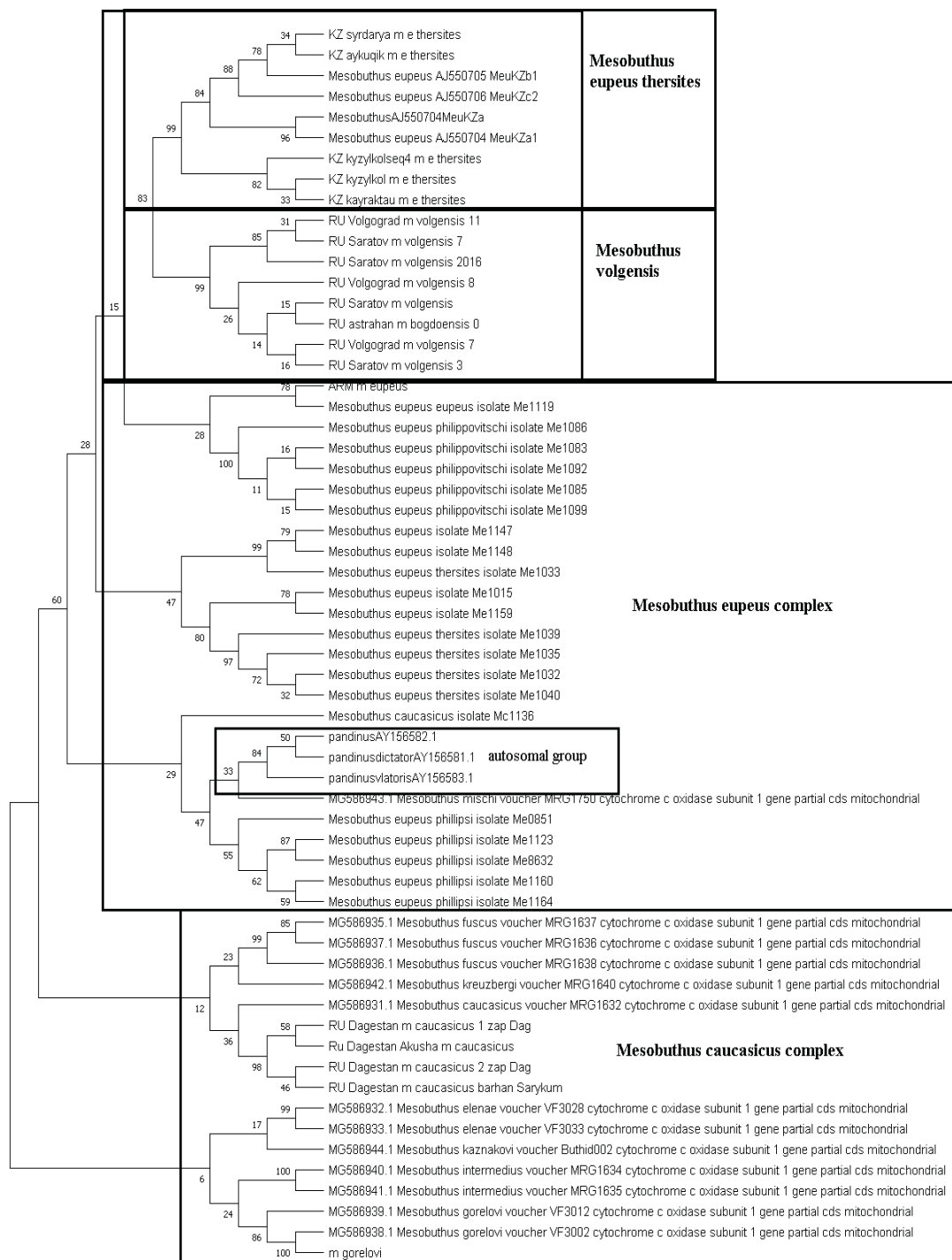


Рис. 2. Дендрограмма по гену COI, отражающая родственные связи представителей рода *Mesobuthus*
 Fig. 2. Dendrogram for the COI gene, reflecting the relationship of representatives of the genus *Mesobuthus*

Заключение

Скорпионы из представленных популяций Армении, несомненно, имеют отношение к изолированной группе *M. e. eupeus* и, как видно из дендрограммы (см. рис. 2), близки к азербайджанской популяции, которая, по данным

иностранных учёных, имеет близкую связь с турецкой популяцией [13], которая, в свою очередь, имеет широкий ареал, западный предел которого находится в 67.5 км от Эгейского моря [14]. Скорпионы из республики Дагестан, а именно исследуемые популяции бархана Сары-



кум, заповедника «Дагестанский» и популяции, обитающей близ реки Акуша, несомненно, относятся к комплексу *M. caucasicus*. Несмотря на небольшое расстояние между местами обитания дагестанской и армяно-азербайджанской популяций, скорпионы дагестанских популяций формируют «отдельную» кладу (см. рис. 2) и, соответственно, не имеют близких связей с популяцией, ареал которой простирается от Турции до Азербайджана, что неудивительно для гористой местности. Также этот факт определенно связан с низкими темпами распространения вида [15]. Следуя предположениям западных коллег, можно дополнить комплекс *M. caucasicus* еще одним отдельным видом из республики Дагестан. Данная работа является первым этапом изучения зоогеографического распространения комплекса *M. caucasicus* в северо-восточной части зоны его распространения в Палеарктике.

Список литературы

1. Fet V. A catalogue of scorpions (Chelicereta: Scorpiones) USSR // Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "Enrico Caffi" (Bergamo). 1989. Vol. 13. P. 73–171.
2. Kovarik F., Yagmur E. A., Fet V., Navidpour S. On Two Subspecies of *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) in Turkey (Scorpiones: Buthidae) // Euscorpius. 2011. № 109. P. 11–13.
3. Fet V., Kovarik F., Gantenbein B., Kaiser R., Stewart A., Graham M. Revision of the *Mesobuthus caucasicus* Complex from Central Asia, with Descriptions of Six New Species (Scorpiones: Buthidae) // Euscorpius. 2018. № 255. P. 60–66.
4. Красная книга Астраханской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира. 2-е изд. Астрахань: Астраханский университет, 2014. 413 с.
5. Красная книга Волгоградской области. Т. 1: Животные / под ред. В. П. Белика. 2-е изд., перераб. и доп. Волгоград; Воронеж: Издат-Принт, 2017. 216 с.
6. Аникин В. В., Поверенный Н. М. Скорпион пёстрый – *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) // Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Папирус, 2021. С. 263.
7. Поверенный Н. М., Аникин В. В. Изучение филогенетических связей представителей рода *Mesobuthus* (Arachnida: Scorpiones) на основе молекулярного анализа ДНК // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 3. С. 333–334. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2017-17-3-333-334>
8. Fomichev A. A. A new locality of *Mesobuthus eupeus thersites* (C. L. Koch, 1839) (Scorpiones: Buthidae) in East Kazakhstan // Euscorpius. 2011. № 136. P. 1–3.
9. Folmer Ole, Black M., Hoeh Wr., Lutz R., Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates // Molecular Marine Biology and Biotechnology. 1994. Vol. 3, № 5. P. 294–299.
10. Raharimalala F. N., Ravaomanarivo L. H., Ravelonandro P., Rafaraso L. S., Zouache K., Tran-Van V. Biogeography of the two major arbovirus mosquito vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae), in Madagascar // Parasit. Vectors. 2012. № 5 (56). P. 5–10.
11. Поверенный Н. М. Нахождение скорпиона *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) (Scorpiones) в различных биотопах Богдинско-Баскунчакского заповедника // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. 2015. Вып. 12. С. 153–155.
12. Аникин В. В., Поверенный Н. М. Установление таксономического статуса скорпионов рода *Mesobuthus* (Arachnida: Scorpiones) с территории Нижнего Поволжья на основе данных сиквенса гена COI мтДНК // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. 2017. Вып. 14. С. 20–24.
13. Mirshamsi O., Sari A., Elahi E., Shidokht D. Phylogenetic relationships of *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) inferred from COI sequences (Scorpiones: Buthidae) // Journal of Natural History. 2010. Vol. 44. P. 2854–2856.
14. Teruel R. First record of *Mesobuthus eupeus* (Koch, 1839) from western Turkey (Scorpiones: Buthidae) // Revista Ibérica de Aracnología. 2002. Vol. 5. P. 75–76.
15. Gantenbein B., Keightley P. D. Rates of molecular evolution in nuclear genes of east Mediterranean scorpions // Evolution. 2004. Vol. 58. P. 2486–2497.

References

1. Fet V. A catalogue of scorpions (Chelicereta: Scorpiones) USSR. *Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "Enrico Caffi" (Bergamo)*, 1989, vol. 13, pp. 73–171.
2. Kovarik F., Yagmur E. A., Fet V., Navidpour S. On Two Subspecies of *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) in Turkey (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 2011, no. 109, pp. 11–13.
3. Fet V., Kovarik F., Gantenbein B., Kaiser R., Stewart A., Graham M. Revision of the *Mesobuthus caucasicus* Complex from Central Asia, with Descriptions of Six New Species (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 2018, no. 255, pp. 60–66.
4. *Krasnaya kniga Astrakhanskoy oblasti: Redkiye i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya ob'yekty zhivotnogo i rastitel'nogo mira. 2-e izd.* [Red Book of the Astrakhan Province: Rare and Endangered Objects of the Animal and Plant World. 2nd ed.]. Astrakhan, Astrakhanskiy Universitet Publ., 2014. 413 p. (in Russian).
5. *Krasnaya kniga Volgogradskoy oblasti. T. 1: Zhivotnyye, pod red. V. P. Belika. 2-e izd., pererab. i dop.* [Belik V. P., ed. Red Book of the Volgograd Province. Vol. 1: Animals. 2nd ed., reprint. and add.]. Volgograd, Voronezh, Izdat-Print Publ., 2017. 216 p. (in Russian).
6. Anikin V. V., Poverennyi N. M. Scorpion mottled – *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839). In: *Krasnaya kniga Saratovskoy oblasti: Griby. Lishayniki. Rasteniya*.



- Zhivotnyye* [Red Book of Saratov Province: Mushrooms. Lichens. Plants. Animals]. Saratov, Papyrus Publ., 2021, p. 263 (in Russian).
7. Poverennyi N. M., Anikin V. V. Study of phylogenetic relationships of representatives of the genus *Mesobuthus* (Arachnida: Scorpiones) based on molecular DNA analysis. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 333–334 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2017-17-3-333-334>
 8. Fomichev A. A. A new locality of *Mesobuthus eupeus thersites* (C. L. Koch, 1839) (Scorpiones: Buthidae) in East Kazakhstan. *Euscorpius*, 2011, no. 136, pp. 1–3.
 9. Folmer Ole, Black M., Hoeh Wr., Lutz R., Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial Cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 1994, vol. 3, no. 5, pp. 294–299.
 10. Raharimalala F. N., Ravaomanarivo L. H., Ravelonandro P., Rafaraso L. S., Zouache K., Tran-Van V. Biogeography of the two major arbovirus mosquito vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae), in Madagascar. *Parasit. Vectors*, 2012, no. 5 (56), pp. 5–10.
 11. Poverennyi N. M. Finding the scorpion *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) (Scorpiones) in various biotopes of the Bogdinsko-Baskunchak reserve. *Entomological and Parasitological Investigations in the Povolzh'e Region*, 2015, iss. 12, pp. 153–155 (in Russian).
 12. Anikin V. V., Poverennyi N. M. Establishing the taxonomy status of scorpions of the genus *Mesobuthus* (Arachnida: Scorpiones) from the territory of Lower Volga Region based on the dates of nucleotide sequences of *COI* gene (mtDNA). *Entomological and Parasitological Investigations in the Povolzh'e Region*, 2017, iss. 14, pp. 20–24 (in Russian).
 13. Mirshamsi O., Sari A., Elahi E., Shidokht D. Phylogenetic relationships of *Mesobuthus eupeus* (C.L. Koch, 1839) inferred from *COI* sequences (Scorpiones: Buthidae). *Journal of Natural History*, 2010, vol. 44, pp. 2854–2856.
 14. Teruel R. First record of *Mesobuthus eupeus* (Koch, 1839) from western Turkey (Scorpiones: Buthidae). *Revista Ibérica de Aracnología*, 2002, vol. 5, pp. 75–76.
 15. Gantenbein B., Keightley P. D. Rates of molecular evolution in nuclear genes of east Mediterranean scorpions. *Evolution*, 2004, vol. 58, no. 11, pp. 2486–2497.

Поступила в редакцию 07.05.21, после рецензирования 12.05.21, принята к публикации 14.05.21

Received 07.05.21, revised 12.05.21, accepted 14.05.21