

<https://doi.org/10.25221/kurentzov.35.4>
<https://elibrary.ru/ebynxj>
<https://zoobank.org/References/0F947962-7CA8-4683-99BC-CF3D135616B4>

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИСТОВОГО КУЗНЕЧИКА *ELIMAEA FALLAX*
(ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE: PHANEROPTERINAE) В СТРАНАХ
БАСЕЙНА ЯПОНСКОГО МОРЯ**

Н.С. Батурина¹, В.В. Молодцов¹, М.Г. Сергеев^{1,2}, С.Ю. Стороженко^{3*}

¹Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

³Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО
РАН, г. Владивосток

*Корреспондирующий автор, E-mail: storozhenko@biosoil.ru

Аннотация. Описаны общие закономерности распространения *Elimaea fallax* на Дальнем Востоке России и Корейском полуострове. Построены и сопоставлены несколько моделей распространения этого вида на северо-востоке его ареала. Показано, что наиболее благоприятные места обитания *E. fallax* в бассейне Японского моря располагаются и будут располагаться преимущественно на Корейском полуострове.

Ключевые слова: прямокрылые, ареал, моделирование, Россия, Корея.

**DISTRIBUTION OF THE LEAF KATYDID *ELIMAEA FALLAX*
(ORTHOPTERA: TETTIGONIIDAE: PHANEROPTERINAE) IN THE
COUNTRIES OF THE JAPAN SEA BASIN**

N.S. Baturina¹, V.V. Molodtsov¹, M.G. Sergeev^{1,2}, S.Yu. Storozhenko^{3*}

¹Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

²Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

³Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia.

*Corresponding author, E-mail: storozhenko@biosoil.ru

Abstract. The general patterns of distribution of *Elimaea fallax* in the Russian Far East and the Korean Peninsula are described. Several models of the distribution of this species in the north-east part of its range were generated and compared. It has been shown that the most favorable habitats for *E. fallax* in the Sea of Japan basin are and will be located primarily on the Korean Peninsula.

Keywords: orthopteran insects, range, ecomodelling, Russia, Korea.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Elimaea* Stål, 1874 насчитывает 165 видов, которые относятся к 9 под родам и распространены преимущественно в Ориентальной области (Cigliano et al., 2024). Из них только один вид из номинативного подрода обитает в умеренных широтах Евразии, тогда как остальные известны преимущественно из Ориентальной области.

Elimaea fallax Bey-Bienko, 1951 описан из Приморского края и Маньчжурии (Северо-Восточный Китай) (Бей-Биенко, 1951) и позднее найден в Северной Корее (Бей-Биенко, 1954). В России до начала XXI в. этот вид был известен исключительно из Приморского края (Стороженко, 1980, 2004), но недавно был обнаружен на юге Хабаровского края (Sergeev, Dubatolov, 2022). Этот кузнечик широко распространен в Китае от провинции Хэйлунцзян на севере до провинции Юньнань на юге (Kang et al., 2014). В бассейне Японского моря *E. fallax* также обычен на Корейском полуострове (Kim, Kim, 2001; Kim, Puskás, 2012; Storozhenko et al., 2015), но отсутствует на Сахалине и в Японии.

Целью настоящей работы является обобщение данных по распространению *E. fallax* в России и на Корейском полуострове и прогнозирование положения северной границы ареала вида при вероятном изменении климата на период до 2060 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основой для работы послужили коллекционные фонды Института систематики и экологии животных СО РАН, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН и Новосибирского государственного университета, а также литературные данные по распространению кузнечика *Elimaea fallax* на Корейском полуострове.

Эколого-географическое распространение вида моделировалось на основе подхода максимальной энтропии (пакет MaxEnt 3.4.4) (Phillips et al., 2006; Morales et al., 2017; Лисовский, Дудов, 2020). В качестве параметров моделей использованы данные по климатическим показателям (19 так называемых биоклиматических переменных) для 1970–2000 гг. с разрешением 30 угловых секунд (Fick, Hijmans, 2017). Модели генерировались с кроссвалидацией (25 повторностей) и оценивались с помощью теста на надежность (по площади под кривой отклика – AUC). Для биоклиматических переменных оценивался вклад в дисперсию и проводился ресемплинг методом складного ножа. Используются прогнозные климатические оценки, рассчитанные по модели CNRM-ESM2-1 и предсказанию дальнейшего увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере по пути социально-экономического развития 3-7.0 (Meinshausen et al., 2020).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По нашим наблюдениям на Дальнем Востоке России и Корейском полуострове *Elimaea fallax* предпочитает кустарники на полянах и опушках широколиственных лесов, а также встречается на лугах с высоким разно-

травьем. На кустарниках (особенно *Lespedeza bicolor*) его численность может составлять около 1,5–8 экз/час. при средней плотности 0,02–0,11 экз/м². Кроме того, этот вид может заселять и некоторые трансформированные местообитания, такие как обочины дорог, городские парки и скверы.

По коллекционным фондам и литературным источникам для кузнечика *Elimaea fallax* получены данные по 196 экз. из 79 местообитаний с определенными географическими координатами, расположенных на юге России (Хабаровский и Приморский края) и на Корейском полуострове. После приведения данных по географическим координатам к требуемой точности (одна сотая углового градуса) это дает 68 локалитетов (рис. 1А).



Рис. 1. *Elimaea fallax* на юге Дальнего Востока и Корейском полуострове. А – распространение по коллекционным материалам и литературным источникам; Б – оценка пригодности местообитаний (все биоклиматические переменные для периода 1970–2000 гг.; средние по пикселям по 25 повторностям с кроссвалидацией).

Модель распространения *Elimaea fallax*, сгенерированная для современных условий, показывает, что на северо-востоке ареала оптимальными для вида оказываются регионы Корейского полуострова, тогда как юг российского Дальнего Востока менее благоприятен (рис. 1Б).

Уровень статистической поддержки моделей, созданных для *Elimaea fallax*,

высок ($AUC = 0.993$). Это, по-видимому, отражает не только включение в анализ большого числа точек нахождения вида на севере ареала, но и наличие оптимальных для вида местообитаний в зоне широколиственных и хвойно-широколиственных лесов.

Наибольший вклад в дисперсию вносят следующие биоклиматические переменные: среднегодовая сумма осадков, осадки самого теплого квартала, осадки самого влажного квартала и среднегодовая температура. И это вполне закономерно, учитывая муссонный климат региона, когда во второй половине лета при повышенных температурах выпадает наибольшее количество принесенных тайфунами осадков.

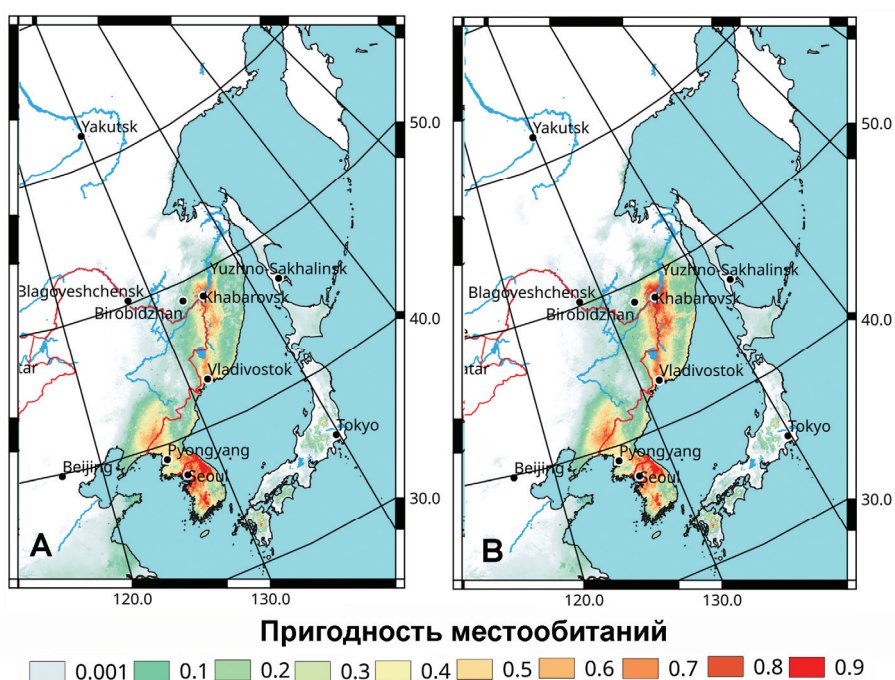


Рис. 2. Оценка пригодности местообитаний *Elimaea fallax* на юге Дальнего Востока и Корейском полуострове по всем данным о распространении и прогнозным биоклиматическим переменным по глобальной климатической модели CNRM-ESM2-1 (средние по пикселям по 25 повторностям с кроссвалидацией) и по сценарию социально-экономического развития 3–7.0 (высокий уровень эмиссии парниковых газов). А – для 2021–2040 гг.; Б – для 2041–2060 гг.

По прогнозам для 2021–2040 гг. и 2041–2060 гг., основанным на сохранении высокого уровня эмиссии парниковых газов и соответствующем продолжении потепления, на Корейском полуострове условия для *Elimaea fallax* останутся

оптимальными, а на юге Дальнего Востока станут более благоприятными, чем сейчас (рис. 2А, Б). Не исключено, что мы уже наблюдаем процесс смещения ареала *E. fallax* на север, так как до конца XX в. вид отмечался лишь в Приморском крае, а в нынешнем веке обнаружен в Хабаровском крае в нижнем течении р. Уссури (Sergeev, Dubatolov, 2022).

Таким образом, анализ созданных моделей показывает, что наиболее благоприятные места обитания *Elimaea fallax* в бассейне Японского моря располагаются и будут располагаться преимущественно на Корейском полуострове. Однако не исключено, что в дальнейшем этот вид, связанный в основном с субтропическими районами Азии, может расширять свой ареал на север и северо-восток. Этот сдвиг может определяться как глобальным потеплением, так и локальными трансформациями местообитаний под влиянием антропогенных факторов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю признательность А.В. Горохову (г. Санкт-Петербург, Россия) и Tae-Woo Kim (Incheon, Republic of Korea) за возможность ознакомиться с коллекциями Зоологического института РАН и National Institute of Biological Resources. Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда 22-66-00031 (<https://rscf.ru/project/22-66-00031>).

ЛИТЕРАТУРА

Бей-Биенко Г.Я. 1951. Исследования по кузнечиковым (Orthoptera, Tettigoniidae) Союза ССР и сопредельных стран. *Труды Всесоюзного энтомологического общества*, 43: 129–179.

Бей-Биенко Г.Я. 1954. Фауна СССР. Прямокрылые. Т. II, вып. 2 (Новая сер., N 59). *Кузнечиковые. Подсем. Листовые кузнечики (Phaneropterinae)*. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 385 с.

Лисовский А.А., Дудов С.В. 2020. Преимущества и ограничения методов экологического моделирования ареалов. 2. MAXENT. *Журнал общей биологии*, 81(2): 135–146.

Стороженко С.Ю. 1980. Обзор фауны кузнечиковых (Orthoptera, Tettigoniidae) Дальнего Востока. *Таксономия насекомых Дальнего Востока*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 10–19.

Стороженко С.Ю. 2004. *Длинноусые прямокрылые насекомые (Orthoptera: Ensifera) азиатской части России*. Владивосток: Дальнаука, 280 с.

Cigliano M.M., Braun H., Eades D.C., Otte D. 2024. Orthoptera Species File. Taxonomic database of the world's grasshoppers, locusts, katydids, crickets, and related insects. Available from: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. (Accessed: 15 February 2024)

Fick S.E., Hijmans R. J. 2017. WorldClim 2: new 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12): 4302–4315.

Kang L., Liu C., Liu X.-W. 2014. *Fauna Sinica Insecta. Vol. 57. Orthoptera, Tettigoniidae, Phaneropterinae*. Beijing: Science Press, 574 p.

Kim J.I., Kim T.W. 2001. Taxonomic review of Korean Phaneropterinae. *Korean Journal of Entomology*, 31(3): 147–156.

Kim T.W., Puskás G. 2012. Check-list of North Korean Orthoptera based on the

specimens deposited in the Hungarian Natural History Museum. *Zootaxa*, 3202: 1–27.

Liu C., Liu X.-W. 2011. *Elimaea* Stål (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae) and its relative from China, with description of twenty-three new species. *Zootaxa*, 3020: 1–48.

Meinshausen M., Nicholls Z.R.J., Lewis J. et al. 2020. The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500. *Geoscientific Model Development*, 13: 3571–3605.

Morales N.S., Fernánde I.C., Baca-González V. 2017. MaxEnts's parameter configuration and small samples: are we paying attention to recommendations? A systematic review. *PeerJ* 5, e3093.

Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231–259.

Sergeev M.G., Dubatolov V.V. 2022. New data on Orthoptera distribution in the southern part of the Russian Far East. *Far Eastern Entomologist*, 450: 15–20.

Storozhenko S.Yu., Kim T.W., Jeon M.J. 2015. *Monograph of Korean Orthoptera*. Korea: Doohyuh Publishing Co., 377 p.