

# MÔ HÌNH HÓA VÙNG PHÂN BỐ TIỀM NĂNG CỦA CỐC MÀY E-OS (*Leptobrachella eos*) BẰNG PHƯƠNG PHÁP MAXENT

Nguyễn Tuấn Anh<sup>1\*</sup>, Lê Đức Minh<sup>1,2</sup>, Phạm Văn Anh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>2</sup>Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2022.5.055-061>

## TÓM TẮT

Loài Cóc mây e-os (*Leptobrachella eos*) là một loài mới được mô tả từ năm 2011, sống chủ yếu ở các suối chảy trong rừng thường xanh ít bị tác động. Tuy nhiên, các hoạt động của con người như chặt phá rừng, đốt nương làm rẫy... đã gây suy giảm chất lượng sinh cảnh sống của loài. Trong nghiên cứu này, phương pháp mô hình hóa phân bố Maxent đã được sử dụng để dự đoán vùng phân bố tiềm năng của Cóc mây e-os, giúp hiểu rõ hơn về đặc điểm phân bố của loài, từ đó giúp giải quyết các vấn đề về phân loại và bảo tồn có liên quan. Kết quả mô hình cho thấy, vùng phân bố tiềm năng của Cóc mây e-os tập trung ở phía Nam tỉnh Vân Nam của Trung Quốc, Tây Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ của Việt Nam và phía Đông của Lào. Mô hình Maxent cũng cho thấy, có cơ sở nhất định để coi hệ thống sông Hồng và sông Đà, hoặc sự kết hợp giữa sông Hồng, sông Đà và một số yếu tố tự nhiên khác, là ranh giới cách ly tự nhiên đối với quá trình tiến hóa của loài Cóc mây e-os nói riêng và nhiều loài lưỡng cư giữa vùng cao Tây Bắc và các khu vực ở phía Đông Bắc Việt Nam nói chung. Ngoài ra, khi so sánh đặc điểm hình thái, di truyền và mô hình hóa phân bố, mẫu ghi nhận mới ở Thái Lan có sai khác so với các mô tả trước đây, do vậy có thể điểm ghi nhận mới của loài ở Thái Lan là một loài khác và nên được nghiên cứu sâu hơn trong tương lai.

**Từ khóa:** Bảo tồn, *Leptobrachella eos*, Maxent, phân bố, ranh giới cách ly.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Loài Cóc mây e-os - *Leptobrachella eos* (Ohler, Wollenberg, Grosjean, Hendrix, Vences et al., 2011) có đặc điểm hình thái nhận dạng cơ bản: dài thân 33,0–34,47 mm (ở con đực) và từ 40,1–45,5 mm (ở con cái); đầu dài hơn rộng; mút mõm tròn, màng nhĩ tròn, rõ; không có răng lá mía. Chi trước: tương quan chiều dài giữa các ngón tay I<II<IV<III; giữa các ngón tay không có màng bơi; mút ngón tay hơi phình to, tròn. Chi sau: mút ngón chân không nở rộng; có màng bơi ở gốc các ngón chân; riềm da bên ngón chân phát triển; củ bàn trong rõ. Da mặt lưng hơi ráp; hai bên sườn nổi các nốt sần nhỏ; phía trên gốc chi trước có một nốt sần nổi rõ; mặt bụng nhẵn. Khi còn sống, phần trên mỏng mắt vàng cam, phần dưới vàng sáng; mặt lưng nâu nhạt, lốm đốm các hạt trắng và vệt sẫm màu không rõ hình dạng; cằm, vùng túi kêu màu trắng trong; ngực, bụng màu vàng nhạt hay màu kem (Ohler et al., 2011; Phạm Văn Anh và cs, 2021) (Hình 1).

Loài này sống chủ yếu ở các suối chảy trong rừng thường xanh ít bị tác động, tuy nhiên các hoạt động của con người như chặt phá rừng, đốt

nương làm rẫy, khai thác trái phép các sản phẩm từ rừng đã gây ra sự suy giảm chất lượng sinh cảnh sống của loài. Bên cạnh đó loài *L. eos* cũng bị săn bắt làm thực phẩm (Phạm Văn Anh và cs, 2021). Do vậy số lượng cá thể bị đã và đang bị suy giảm trước nguy cơ mất sinh cảnh sống và săn bắt làm thực phẩm. Loài ếch này được mô tả từ năm 2011 ở Lào (Ohler et al., 2011) và hiện nay ghi nhận có ở Thái Lan, Trung Quốc và Việt Nam (Frost, 2022). Ở Việt Nam loài này hiện được ghi nhận ở các tỉnh Điện Biên, Sơn La, Thanh Hoá và Nghệ An (Pham et al., 2014, Pham et al., 2016).

Mô hình hóa phân bố loài (Species distribution model - SDM) là một phương pháp tiếp cận tương đối mới và đã được chứng minh tính hiệu quả trong những nghiên cứu về địa sinh học, đa dạng sinh học, sinh thái, tiến hóa, và các ảnh hưởng môi trường đến loài (Urbina-Cardona et al., 2019). Về cơ bản, SDM tìm và phát hiện các mối tương quan giữa các điểm phân bố đã biết của loài và những yếu tố môi trường có khả năng ảnh hưởng đến sự phân bố của loài (Phillips et al., 2006).

\*Corresponding author: [tuananhnguyen@hus.edu.vn](mailto:tuananhnguyen@hus.edu.vn)



Hình 1. Cóc mây e-os - *Leptobrachella eos*: A. Mẫu đực; B. Mẫu cái (Ảnh: Phạm Văn Anh)

SDM có thể giúp xác định vùng phân bố tiềm năng của các loài (Trinh et al., 2022), giải quyết các vấn đề phân loại cho các nhóm mà đặc điểm hình thái/di truyền/tập tính không có sự khác biệt đáng kể (van Schingen et al., 2016), dự báo khu vực dễ bị ảnh hưởng bởi các loài ngoại lai xâm lấn (Srivastava et al., 2020), tìm vùng ‘trú ẩn’ của các loài quý hiếm và đặc hữu (Tang et al., 2018), đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên phân bố trong tương lai của các loài (Nguyen et al., 2022) và quá trình thay đổi các đặc điểm đa dạng sinh học và tiến hóa theo không gian và thời gian (Bett et al., 2012). Với khả năng ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau, nhiều phương pháp mô hình hóa đã được phát triển, trong đó có phương pháp Maximum Entropy (Maxent) là một trong những phương pháp được sử dụng phổ biến nhất (Urbina-Cardona et al., 2019). Maxent là một thuật toán mô hình hóa sử dụng trí tuệ nhân tạo và khác với nhiều thuật toán khác vốn đòi hỏi cả dữ liệu xuất hiện và không xuất hiện của loài, Maxent chỉ cần dữ liệu xuất hiện để thực hiện quá trình mô hình hóa (Phillips et al., 2017).

Trong thời gian gần đây, một số công trình đã ứng dụng Maxent trong nghiên cứu về nhóm lưỡng cư – bò sát ở Việt Nam. Ví dụ, van Schingen và cộng sự (2016) đã sử dụng Maxent để bổ sung vùng phân bố mới của Thần lằn cá sấu (*Shinisaurus crocodilurus*), một loài bò sát nguy cấp với vùng phân bố rải rác ở Việt Nam và Trung Quốc và giúp mở rộng đáng kể vùng phân bố đã biết ở Việt Nam của loài (van

Schingen et al., 2016). Ở một nghiên cứu khác, bằng việc dùng Maxent, Ngo và cộng sự (2021) đã đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và từ đó tìm ra vùng ‘trú ẩn’ quan trọng cho loài Thạch sùng mí hữu liên (*Goniurosaurus huuliensis*), là loài thạch sùng đặc hữu và cực kỳ nguy cấp vốn chỉ được tìm thấy ở một khu vực nhỏ của Bắc Việt Nam (Ngo et al., 2021).

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng các số liệu có được trong quá trình thực địa ở các Khu Bảo tồn thiên nhiên Cópia (từ 2012 - 2016), Sốp Cộp (2012 - 2014), Xuân Nha (2021) tỉnh Sơn La; Vườn Quốc gia Pù Mát (2020) tỉnh Nghệ An và tổng hợp, xem xét, đánh giá các điểm ghi nhận của loài Cóc mây e-os (*Leptolalax eos*) trong các bài báo trước đây của Ohler và cộng sự (2011), Phạm và cộng sự (2014), Phạm và cộng sự (2016), và cộng sự (2018), Nguyen và cộng sự (2020), Wu và cộng sự (2022) để xử lý các điểm ghi nhận và xây dựng này mô hình phân bố tiềm năng cho loài này bằng Maxent. Kết quả mô hình sẽ giúp hiểu rõ hơn về đặc điểm phân bố của loài, từ đó giúp giải quyết các vấn đề về phân loại và bảo tồn có liên quan.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Xử lý dữ liệu đầu vào

Các số liệu từ thực địa và công trình khoa học đã công bố có liên quan đến Cóc mây e-os (*Leptobrachella eos*) được tổng hợp. Các thông tin liên quan đến các điểm ghi nhận của loài được xem xét và liệt kê đầy đủ. Các địa điểm ghi nhận từ dữ liệu điều tra thực địa của các tác

giả cũng được tập hợp và bổ sung. Danh sách các địa điểm ghi nhận được kiểm tra, đánh giá để lọc và loại bỏ các điểm sai, không chính xác.

Từ danh sách này, để tránh hiện tượng tự tương quan về không gian, gói tiện ích spThin (Aiello-Lammens et al., 2015) trong phần mềm R (R Core Team 2020) đã được dùng để loại bỏ các cặp điểm có khoảng cách nhỏ hơn 10 km (Pearson et al., 2007). Sau khi xử lý, tổng số địa điểm ghi nhận còn lại để chạy mô hình là 21. Mô hình phân bố của loài được xây dựng bằng 19 biến sinh khí hậu với độ phân giải 30 giây cung lấy từ cơ sở dữ liệu WorldClim 2.1 (Fick & Hijmans 2017), bao gồm:

- BIO1 = Nhiệt độ trung bình hàng năm;
- BIO2 = Dải nhiệt độ trung bình ngày;
- BIO3 = Dải đẳng nhiệt;
- BIO4 = Nhiệt độ theo mùa;
- BIO5 = Nhiệt độ tối đa của tháng ấm nhất;
- BIO6 = Nhiệt độ tối thiểu của tháng lạnh nhất;
- BIO7 = Dải nhiệt độ hàng năm;
- BIO8 = Nhiệt độ trung bình của quý ấm nhất;
- BIO9 = Nhiệt độ trung bình của quý khô nhất;
- BIO10 = Nhiệt độ trung bình của quý ẩm nhất;
- BIO11 = Nhiệt độ trung bình của quý lạnh nhất;
- BIO12 = Lượng mưa hàng năm;
- BIO13 = Lượng mưa của tháng ẩm nhất;
- BIO14 = Lượng mưa của tháng khô nhất;
- BIO15 = Lượng mưa theo mùa;
- BIO16 = Lượng mưa của quý ẩm nhất;
- BIO17 = Lượng mưa của quý khô nhất;
- BIO18 = Lượng mưa của quý ẩm nhất;
- BIO19 = Lượng mưa của quý lạnh nhất;

Ranh giới nghiên cứu được giới hạn bằng khoảng cách hai độ tính từ đa giác lồi tối thiểu của các điểm ghi nhận (Anderson & Raza 2010).

## **2.2. Chạy và căn chỉnh mô hình**

Tất cả các mô hình được xây dựng bằng Maxent phiên bản 3.4.4 (Phillips et al., 2017). Tuy nhiên, do Maxent có xu hướng tạo ra mô hình quá khớp và ít có tính dự báo nếu không được căn chỉnh phù hợp (Elith & Leathwick 2009), nên các bước sau được thực hiện để giảm

thiếu hiện tượng quá khớp và tăng khả năng dự đoán của mô hình bằng gói tiện ích ENMeval (Kass et al., 2021) trong R.

Quá trình căn chỉnh sử dụng tất cả các tổ hợp thuộc tính và tất cả các giá trị nhân tử chính quy hóa (Regularization multiplier) từ 1,0 đến 10,0 với mức tăng 0,5 cho mỗi lần chạy lặp. Các tham số khác của mô hình, ví dụ như ngưỡng hội tụ, loại lớp được chọn theo quy chuẩn đã được các tác giả của phần mềm Maxent khuyến nghị (Phillips et al., 2006). Phương pháp xây dựng mô hình là phương pháp lấy mẫu lại jackknife, thực hiện theo quy trình của Pearson và cộng sự (2007), đã được chứng minh là cách tiếp cận hiệu quả cho những loài có số điểm ghi nhận thấp (Pearson et al., 2007). Theo phương pháp này, sẽ có Maxent sẽ chạy  $n$  lần và tạo ra  $n$  mô hình, với  $n =$  số điểm ghi nhận của loài. Trong mỗi lần chạy, một điểm ghi nhận sẽ được chọn ngẫu nhiên và loại bỏ từ bộ số liệu, và mô hình cho lần chạy đó được xây dựng dựa trên  $n - 1$  điểm còn lại.

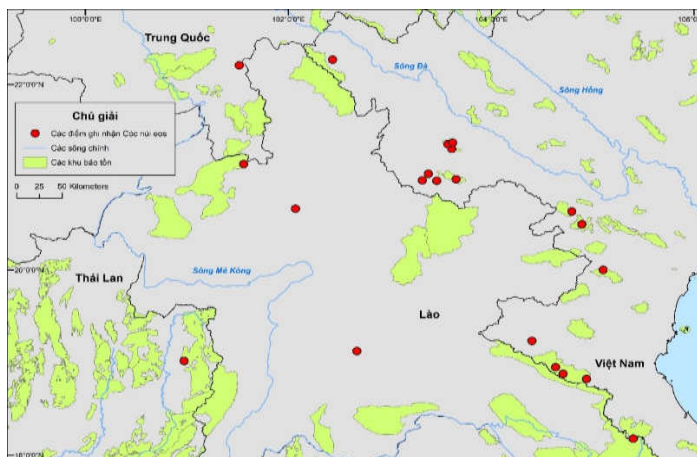
## **2.3. Lựa chọn mô hình tối ưu**

Để đánh giá khả năng dự đoán của mô hình và lựa chọn mô hình tối ưu, mức thiếu sót 10% được sử dụng để chọn ra các mô hình có hiện tượng quá khớp thấp nhất. Trong nhóm này, các mô hình có giá trị Diện tích dưới đường cong (Area Under the Curve – AUC) cao nhất sẽ được chọn. Sau đó, các mô hình còn lại sẽ được so sánh bằng cách dùng chỉ số thông tin Akaike (Akaike information criterion – AIC), có khả năng cân bằng giữa khả năng dự báo và độ phức tạp của mô hình (Warren & Seifert, 2011). Sau khi đã chọn được mô hình tối ưu, ngưỡng xuất hiện 10% được sử dụng để phân biệt giữa vùng có điều kiện phù hợp và không phù hợp cho loài Cóc mây e-os (Pearson et al., 2007).

## **3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

### **3.1. Các điểm ghi nhận của Cóc mây e-os**

Số liệu từ các tài liệu có liên quan và từ các khảo sát thực địa của tác giả được tổng hợp và thể hiện ở Hình 2. Theo đó, loài Cóc mây e-os đã được ghi nhận từ Nam Trung Quốc, Việt Nam, Lào và Tây Bắc Thái Lan.



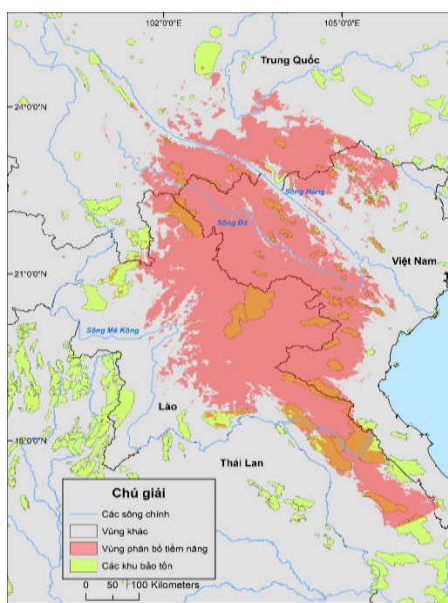
Hình 2. Các điểm ghi nhận đã biết của Cóc mào e-os *Leptobrachella eos*

### 3.2. Kết quả mô hình hóa vùng phân bố tiềm năng của Cóc mào e-os

Kết quả mô hình hóa vùng phân bố tiềm năng của Cóc mào e-os cho thấy, các mô hình Maxent đều thể hiện khả năng dự đoán tương đối tốt, với giá trị AUC trung bình > 0,838. Mô hình tối ưu có giá trị nhân tử chính quy hóa là 4,0 và AUC là 0,874. Sau quá trình căn chỉnh và lựa chọn, các mô hình cuối cùng đều khá tương đồng trong kết quả dự đoán vùng phân bố tiềm năng của *L. eos* và chỉ có khác biệt nhỏ trong vị trí

chính xác và tổng diện tích vùng phù hợp.

Tuy nhiên, giá trị nhân tử chính quy hóa là 4,0 cho mô hình tối ưu có nghĩa là kết quả cuối cùng tương đối linh hoạt, và vì thế vùng phân bố dự đoán được có thể rộng và lớn hơn vùng phân bố thực. Do vậy, kết quả mô hình hóa vùng phân bố được trình bày ở đây nên được hiểu là vùng ‘tiềm năng’ và không nên hiểu là vùng ‘lỗi’. Kết quả mô hình hóa cũng có thể bao gồm những vùng không/chưa ghi nhận được loài do nhiều lý do khác nhau.



Hình 3. Vùng phân bố tiềm năng của loài Cóc mào e-os

Theo kết quả mô hình, vùng phân bố tiềm năng của Cóc mào e-os tập trung chủ yếu ở phía Nam tỉnh Vân Nam của Trung Quốc, Tây Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ của Việt Nam, và phía Đông của Lào (Hình 3). Tuy nhiên, mô hình tối

ưu không bao gồm bất kỳ khu vực nào của Thái Lan, kể cả vùng mới có ghi nhận về loài vào năm 2018 ở tỉnh Nan. Kết quả của các mô hình khác, với các tham số ở các dải và tổ hợp giá trị khác nhau, cũng không bao gồm Thái Lan.

Theo đó, các khu bảo tồn có giá trị cao trong công tác bảo tồn, bảo vệ loài Cóc mây e-os bao gồm:

Khu Bảo tồn thiên nhiên Sốp Cộp, Cópia, Xuân Nha (Sơn La): Cả ba khu bảo tồn thiên nhiên này đều nằm hoàn toàn trong vùng phân bố tiềm năng của *L. eos* (Pham et al., 2014, và kết quả thực địa của các tác giả), đã có nhiều ghi nhận của loài trong thời gian vừa qua. Mặc dù có tiềm năng về đa dạng lưỡng cư bò sát khá cao, nhưng các khu bảo tồn này vẫn còn ít được quan tâm đầu tư cho các công tác nghiên cứu và bảo tồn đa dạng sinh học. Vì thế, trong thời gian tới, các khu bảo tồn ở Sơn La nên được đầu tư nhiều hơn để bảo vệ hệ lưỡng cư bò sát quý hiếm, đặc hữu của mình.

Khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Hu và Xuân Liên (Thanh Hóa), và Vườn Quốc gia Pù Mát (Nghệ An): ba khu rừng đặc dụng này đều nằm hoàn toàn trong vùng phân bố tiềm năng của Cóc mây e-os, và đã ghi nhận được loài (Pham et al., 2016, Đỗ Văn Thoại và cs, 2016, kết quả thực địa của các tác giả). Xuân Liên và Pù Mát đều là những khu vực được đầu tư cho công tác bảo tồn, bảo vệ, nghiên cứu khá đáng kể trong thời gian gần đây, vì thế nên được hỗ trợ để tiếp tục phát huy thế mạnh và nền tảng có sẵn trong công tác bảo tồn loài.

Khu bảo tồn thiên nhiên Mường Nhé (Điện Biên) và Khu Bảo tồn Đa dạng Sinh học Quốc gia Phou Den Din (Lào): Loài Cóc mây e-os đã được ghi nhận ở Mường Nhé (Pham et al., 2014), nhưng chưa được ghi nhận ở Phou Den Din. Tuy nhiên, về mặt thực tế, hai khu vực này là một khối rừng liên tục, và với chất lượng sinh cảnh của Phou Den Din, khả năng *L. eos* có mặt ở đây cũng rất cao. Vì thế, các nghiên cứu tương tự ở Lào có thể tập trung tìm kiếm ghi nhận mới cho loài này ở khu vực trên.

Mô hình Maxent cũng cho thấy, Cóc mây e-os có vùng phân bố tiềm năng ở phía Đông hệ thống sông Hồng và sông Đà, thường được coi là một ranh giới cách ly tự nhiên của nhiều loài lưỡng cư bò sát (Bain & Hurley, 2011), dù *L. eos* không có điểm ghi nhận nào ở khu vực này (Hình 2). Tuy nhiên, trong mô hình cũng thể

hiện rõ hai dải phân cách được coi là không phù hợp với loài. Một dải nhỏ trùng tương đối với vị trí dòng chảy của sông Đà, và một dải lớn trùng hầu như hoàn toàn với vị trí sông Hồng (Hình 3). Vì thế, nghiên cứu này góp phần cung cấp minh chứng cho thấy hệ thống sông Hồng và sông Đà, hoặc sự kết hợp giữa sông Hồng, sông Đà và các yếu tố tự nhiên khác (đứt gãy địa chất, sinh khí hậu), có thể là ranh giới cách ly tự nhiên trong quá trình tiến hóa của các loài lưỡng cư giữa vùng cao Tây Bắc và các khu vực ở phía Đông.

Về điểm ghi nhận mới ở tỉnh Nan, Thái Lan, mẫu mô tả có khác biệt về hình thái, di truyền, nằm ngoài vùng phân bố tiềm năng của loài. Vì thế, rất có thể mẫu ghi nhận mới ở Thái Lan là một loài khác có mối quan hệ họ hàng gần với *Leptobrachella eos* vì mẫu vật mô tả ở Thái Lan chỉ dựa trên 01 mẫu cái và có kích thước nhỏ hơn: dài thân là 34,2 mm (n = 1) (Wu et al., 2022) so với 40,7 (n = 1) trong mô tả của Ohler và cộng sự (2011); 40,1–45,5 mm (n = 7) trong mô tả của Pham và cộng sự (2014); 43,5 – 43,8 mm (n = 2) trong mô tả của Pham và cộng sự (2016). Bên cạnh đó, dẫn liệu sinh học phân tử cũng cho thấy khoảng cách về mặt di truyền giữa mẫu vật ở Thái Lan với các mẫu vật khác của loài là 3,5% (Wu et al., 2022).

Ngoài ra, sông Mê Kông cũng được coi là một ranh giới phân cách tự nhiên cho nhiều nhóm lưỡng cư và bò sát khác nhau (Geissler et al., 2015). Ngoại trừ điểm ghi nhận mới ở Thái Lan, tất cả các điểm ghi nhận còn lại của Cóc mây e-os đều ở phía Đông của sông Mê Kông (Hình 2). Do vậy, mẫu vật của loài *L. eos* mô tả ở Thái Lan có thể một loài khác. Các nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung giải quyết rõ về mẫu vật ở Thái Lan.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, phương pháp mô hình hóa phân bố loài đã được sử dụng để tìm vùng phân bố tiềm năng cho Cóc mây e-os. Các mô hình cuối cùng đều có kết quả khá tương đồng trong việc dự đoán vùng phân bố tiềm năng của *L. eos*, và chỉ có khác biệt nhỏ trong vị trí chính xác và tổng diện tích vùng phù hợp cho



loài. Kết quả mô hình hóa cho thấy Cóc mây e-os có vùng phân bố tiềm năng tập trung chủ yếu ở phía Nam tỉnh Vân Nam của Trung Quốc, Tây Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ của Việt Nam, và phần lớn lãnh thổ phía Đông của Lào. Kết quả của nghiên cứu cũng đóng góp một phần bằng chứng cho giả thuyết về hệ thống sông Hồng và sông Đà là ranh giới phân cách tự nhiên cho nhiều loài lưỡng cư. Tuy nhiên, mô hình phân bố không bao gồm bất kỳ khu vực nào của Thái Lan, kể cả vùng mới có ghi nhận về loài vào năm 2018 ở khu vực Tây Bắc Thái Lan. Ngoài ra, khi so sánh đặc điểm hình thái, di truyền, và phân bố, mẫu mới thu được của loài có thể là một loài khác, và nên được nghiên cứu sâu hơn trong tương lai.

### **Lời cảm ơn**

Các tác giả cảm ơn GS.TS. Nguyễn Quảng Trường và TS. Phạm Thế Cường (Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) đã hỗ trợ cho quá trình viết bài và cung cấp những góp ý quý báu cho bài báo.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Aiello-Lammens, M.E., Boria, R.A., Radosavljevic, A., Vilela, B. & Anderson, R.P. (2015) spThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, 38, 541–545.
2. Anderson, R.P. & Raza, A. (2010) The effect of the extent of the study region on GIS models of species geographic distributions and estimates of niche evolution: Preliminary tests with montane rodents (genus *Nephelomys*) in Venezuela. *Journal of Biogeography*, 37, 1378–1393.
3. Bain, R.H. & Hurley, M.M. (2011) *A biogeographic synthesis of the amphibians and reptiles of Indochina*. Bulletin of the American Museum of Natural History.
4. Bett, N.N., Blair, M.E. & Sterling, E.J. (2012) Ecological Niche Conservatism in Doucs (Genus *Pygathrix*). *International Journal of Primatology*, 33, 972–988.
5. Đỗ Văn Thoại, Nguyễn Quảng Trường, Cao Tiến Trung, Lưu Trung Kiên (2016). Ghi nhận bổ sung hai loài ếch nhái thuộc họ Megophryidae ở tỉnh Nghệ An. Trích từ: *Kỷ yếu Hội nghị khoa học toàn quốc về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật lần thứ 7*, 413–418
6. Elith, J. & Leathwick, J.R. (2009) Species

Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 677–697.

7. 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, 4302–4315.

8. Frost, D.R. (2022) *Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.1*. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>.

9. Geissler, P., Hartmann, T., Ihlow, F., Rödder, D., Poyarkov, N.A., Nguyen, T.Q., Ziegler, T. & Böhme, W. (2015) The Lower Mekong: An insurmountable barrier to amphibians in southern Indochina? *Biological Journal of the Linnean Society*, 114, 905–914.

10. Kass, J.M., Muscarella, R., Galante, P.J., Bohl, C.L., Pinilla-Buitrago, G.E., Boria, R.A., Soley-Guardia, M. & Anderson, R.P. (2021) ENMeval 2.0: Redesigned for customizable and reproducible modeling of species' niches and distributions. *Methods in Ecology and Evolution*, 12, 1602–1608.

11. Ngo, H.N., Nguyen, H.Q., Phan, T.Q., Tran, H.M., Nguyen, T.Q., Ziegler, T. & Rodder, D. (2021) Vulnerability of an endemic Tiger Gecko (*Goniurosaurus huuliensis*) to climate change. *Salamandra*, 57, 464–474.

12. Nguyen, T.A., Nhung, C.T.H., Galante, P.J. & Le, M.D. (2022) Rapid decline and fragmentation of the distribution of an enigmatic small carnivore, the Owston's Civet, in response to future climate change. *Frontiers of Biogeography*, 14, 1–12.

13. Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M. & Townsend Peterson, A. (2007) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34, 102–117.

14. Pham, A. Van, Le, D.T., Hung Lan Nguyen, S., Ziegler, T. & Nguyen, T.Q. (2014) First records of *Leptolalax eos* ohler, wollenberg, grosjean, hendrix, vences, ziegler et dubois, 2011 and *Hylarana cubitalis* (Smith, 1917) (Anura: Megophryidae, Ranidae) from Vietnam. *Russian Journal of Herpetology*, 21, 195–200.

15. Pham, C.T., Nguyen, T.Q., Hoang, C. Van & Ziegler, T. (2016) New records and an updated list of amphibians from Xuan Lien Nature Reserve, Thanh Hoa Province, Vietnam. *Herpetology Notes*, 9, 31–41.

16. Phạm Văn Anh, Nguyễn Quảng Trường, Phạm Thế Cường, Lê Đức Minh, Nguyễn Thiên Tạo, Đoàn Đức Lân, Phạm Văn Nhã (2021). *Lưỡng cư Sơn La*. Nhà xuất bản Đại học Huế.

17. Phillips, S.J., Anderson, R.P., Dudík, M., Schapire, R.E. & Blair, M.E. (2017) Opening the black

box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, 40, 887–893.

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

19. R Core Team (2020) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation.

20. van Schingen, Mona, Duc Le, M., Thi Ngo, H., The Pham, C., Quy Ha, Q., Quang Nguyen, T. & Ziegler, T. (2016) Is there more than one Crocodile Lizard? An Integrative Taxonomic Approach Reveals Vietnamese and Chinese *Shinisaurus crocodilurus* Represent Separate Conservation and Taxonomic Units. *Der Zoologische Garten*, 85, 240–260.

21. van Schingen, M., Pham, C., Le, T., Bonkowski, M. & Ziegler, T. (2016) Discovery of a new crocodile lizard population in Vietnam: Population trends, future prognoses and identification of key habitats for conservation. *Revue suisse de Zoologie*, 123, 241–251.

22. Srivastava, V., Griess, V.C. & Keena, M.A.

(2020) Assessing the Potential Distribution of Asian Gypsy Moth in Canada: A Comparison of Two Methodological Approaches. *Scientific Reports*, 10, 1–10.

23. Tang, C.Q., Matsui, T., Ohashi, H., et al. (2018) Identifying long-term stable refugia for relict plant species in East Asia. *Nature Communications*, 9, 4488.

24. Trinh-Dinh, H., Nguyen, A.T., Le, M.D., Li, X., Cao, N.T.H. & Blair, M.E. (2022) Assessment of climate change impacts on one of the rarest apes on Earth, the Cao Vit Gibbon *Nomascus nasutus*. *Frontiers of Biogeography*, 14, 1–11.

25. Urbina-Cardona, N., Blair, M.E., Londoño, M.C., Loyola, R., Velásquez-Tibatá, J. & Morales-Devia, H. (2019) Species Distribution Modeling in Latin America: A 25-Year Retrospective Review. *Tropical Conservation Science*, 12, 1–19.

26. Warren, D.L. & Seifert, S.N. (2011) Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications*, 21, 335–342.

## SPECIES DISTRIBUTION MODELING FOR ROSY LITTER FROG (*Leptobrachella eos*) USING MAXENT

Nguyen Tuan Anh<sup>1</sup>, Le Duc Minh<sup>1,2</sup>, Pham Van Anh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Science, VNU

<sup>2</sup>Central Institute for Natural Resources and Environmental Studies, VNU

### SUMMARY

The rosy litter frog (*Leptobrachella eos*) is a new amphibian species that has been described in 2011. Its main habitat is running streams in undisturbed evergreen forests. However, human activities such as illegal logging, slash and burn practices, and so on have led to habitat degradation for the species. In this study, species distribution modeling using Maxent was used to construct the potential distribution range of the rosy litter frog to better understand the species distribution pattern and address possible taxonomic and conservation concerns. The model results showed that the potential distribution of the rosy litter frog occurs mainly in the South of Yunnan Province in China, in the Northwest and the North Central Coast in Vietnam, and in the East of Laos. It is also apparent from our results that the Red River and Black River system, or the combination of the Red River/Black River and other geological and/or climatological factors, form (a) natural barrier(s) for different geographic populations of the rosy litter frog in particular and many other amphibians in general. Furthermore, there is a marked divergence when comparing morphological, genetic, and distributional characteristics between the newly discovered population from Thailand and others within its projected range. Therefore, Thailand's sample may represent a new species and should be the subject of future studies.

**Keywords:** Conservation, distribution, *Leptobrachella eos*, Maxent, natural barrier.

Ngày nhận bài : 12/7/2022

Ngày phản biện : 13/8/2022

Ngày quyết định đăng : 25/8/2022