

CORRELATION BETWEEN ECHOLOCATION CALL FREQUENCY AND MORPHOLOGICAL MEASUREMENTS IN HORSESHOE BATS (MAMMALIA, CHIROPTERA, RHINOLOPHIDAE) OF VIETNAM

Hoang Trung Thanh^{1*}, Nguyen Truong Son^{2,3}, Vu Dinh Thong^{2,3}

¹University of Science - VNU

²Institute of Ecology and Biological Resources – VAST, ³Graduate University of Science and Technology - VAST

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 06/01/2023	Rhinolophidae (horseshoe bats) is one of the most diverse bat families in Vietnam. However, integrated data on both echolocation and morphological measurements of these bat species from the country is still limited. This study was conducted to (1) investigate the relationship between CF values and external morphological measurements, including forearm length (FA), head and body length (HB), ear length (EL) and anterior nose-leaf width (ANW) of horseshoe bat species in Vietnam; (2) determine which morphological measurement could better predict the CF values of these bat species. Linear regression analysis was used to analyze the relationship between CF values and external measurements based on data collected from 110 individuals of 15 horseshoe bat species. Our results showed significant negatively correlations between CF values and all of the four studied external measurements. The correlation coefficient values gradually reduced in order of correlation between CF with EL ($r = -0.831$), ANW ($r = -0.771$), FA ($r = -0.554$), HB ($r = -0.444$). With higher correlation coefficient values, EL and ANW can be used to predict the CF values better than those of either FA or HB.
Revised: 27/4/2023	
Published: 28/4/2023	
KEYWORDS	
Horseshoe bats	
Vietnam	
Echolocation frequency	
Morphological measurements	
Correlation	

TƯƠNG QUAN GIỮA TẦN SỐ TIẾNG KÊU SIÊU ÂM VỚI MỘT SỐ CHỈ SỐ HÌNH THÁI NGOÀI CỦA CÁC LOÀI Dơi LÁ MŨI (MAMMALIA, CHIROPTERA, RHINOLOPHIDAE) Ở VIỆT NAM

Hoàng Trung Thành^{1*}, Nguyễn Trường Sơn^{2,3}, Vũ Đình Thống^{2,3}

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG Hà Nội

²Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

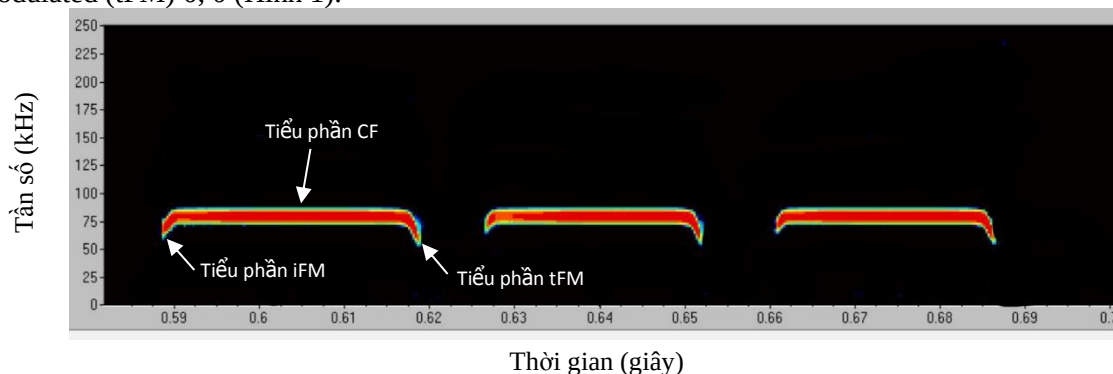
THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 06/01/2023	Rhinolophidae (họ Dơi lá mũi) là một trong những họ dơi đa dạng nhất ở Việt Nam. Cho đến nay, chưa có nghiên cứu chi tiết về mối quan hệ giữa tần số tiếng kêu siêu âm với đặc điểm hình thái ngoài trên các loài dơi này ở Việt Nam. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm (1) đánh giá mối quan hệ giữa tần số tiếng kêu siêu âm CF với một số chỉ số hình thái ngoài gồm Dài cánh tay (FA), Dài đầu – thân (HB), Dài tai (EL) và Rộng lá mũi trước (ANW) trên các loài dơi lá mũi ở Việt Nam; (2) xác định xem chỉ số nào trong đó có thể dùng để dự báo tốt hơn giá trị CF của các loài dơi này. Phương pháp hồi quy tuyến tính được sử dụng để phân tích số liệu thu thập từ 110 cá thể thuộc 15 loài dơi lá mũi. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa các giá trị CF với cả bốn chỉ số hình thái ngoài được nghiên cứu. Các giá trị của hệ số tương quan giảm dần theo thứ tự tương quan giữa CF với EL ($r = -0,831$), ANW ($r = -0,771$), FA ($r = -0,554$), HB ($r = -0,444$). Với mức độ tương quan lớn hơn, EL và ANW có thể được dùng để dự báo các giá trị CF tốt hơn so với FA hay HB.
Ngày hoàn thiện: 27/4/2023	
Ngày đăng: 28/4/2023	
TỪ KHÓA	
Dơi lá mũi	
Viet Nam	
Tần số tiếng kêu siêu âm	
Đặc điểm hình thái ngoài	
Tương quan	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.7205>

* Corresponding author. Email: hoangtrungthanh@hus.edu.vn

1. Giới thiệu

Họ Dơi lá mũi (Rhinolophidae) là một trong những họ dơi đa dạng nhất trên thế giới. Họ dơi này chỉ bao gồm 1 giống duy nhất *Rhinolophus* với 110 loài đã được ghi nhận 0, có phân bố từ Tây Bắc châu Âu đến châu Á, New Guinea, Đông Bắc Australia và một số đảo ở Tây Nam Thái Bình Dương 0. Các loài dơi lá mũi được đặc trưng bởi cấu trúc phức tạp của các lá mũi được hình thành từ các nếp da ở phần mũi với hình dạng, kích thước khác nhau, cùng các xoang mũi rộng liên quan đến việc phát và truyền tín hiệu, trong khi loa tai lớn và cấu tạo ốc tai giúp chúng thu nhận các tín hiệu hồi âm 0. Tín hiệu tiếng kêu siêu âm điển hình của dơi lá mũi gồm ba tiểu phần: initial frequency modulated (iFM), constant frequency (CF) và terminal frequency modulated (tFM) 0, 0 (Hình 1).



Hình 1. Cấu trúc tiếng kêu siêu âm của Dơi lá mũi (*Rhinolophus affinis*)

Mối quan hệ giữa tần số tiếng kêu siêu âm CF với kích thước cơ thể của một số dơi lá mũi trên thế giới đã được tìm hiểu ở một số nghiên cứu trước. Heller & Herversen 0 đã xác định có mối tương quan âm giữa CF với FA của 5 loài dơi lá mũi ở châu Âu, 6 loài dơi lá mũi và 6 loài dơi nếp mũi (Hipposideridae) ở Malaysia. Robinson 0 nghiên cứu trên 9 loài dơi lá mũi và 5 loài dơi nếp mũi ở Thái Lan đã xác định có mối tương quan giữa độ dài bước sóng tiếng kêu siêu âm với rộng lá mũi. Feng và cộng sự 0 đã xác định có mối tương quan âm giữa CF với FA, HB và cân nặng cơ thể của 8 loài dơi lá mũi ở Trung Quốc. Zhao và cộng sự 0 đã xác định ở 10 loài dơi lá mũi và 4 loài dơi nếp mũi ở Trung Quốc có tương quan tuyến tính giữa CF và EL ở mức độ tương quan chặt.

Những nghiên cứu gần đây đã xác định được ở Việt Nam có 20 loài dơi lá mũi 0-0. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có nhiều nghiên cứu về mối tương quan giữa đặc điểm tiếng kêu siêu âm với kích thước cơ thể ở các loài dơi lá mũi của Việt Nam. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá mối quan hệ giữa tần số tiếng kêu siêu âm với một số chỉ số kích thước cơ thể của các loài dơi lá mũi ở Việt Nam, so sánh với kết quả nghiên cứu liên quan và xác định xem chỉ số nào trong đó có thể dùng để dự báo tốt hơn giá trị CF của các loài dơi này.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Điều tra thực địa được tiến hành trong thời gian 2015 – 2021 ở 10 vườn quốc gia (VQG) và khu bảo tồn thiên nhiên (KBTTN) của Việt Nam: VQG Tam Đảo (Vĩnh Phúc), VQG Cát Bà (Hải Phòng), VQG Ba Bể (Bắc Kạn), KBTTN Na Hang (Tuyên Quang), VQG Xuân Sơn (Phú Thọ), KBTTN Bắc Hương Hóa và KBTTN Đakrong (Quảng Trị), Khu di tích Mỹ Sơn (Quảng Nam), Khu Bảo tồn thiên nhiên – văn hóa Đồng Nai, Khu di tích lịch sử Hòn Đất (Kiên Giang).

Dơi được bắt bằng bẫy thụ cầm kích thước 1,6 m x 1,8 m và lưới mờ với nhiều kích thước khác nhau (3 m x 4 m, 3 m x 7 m, 3 m x 12 m) 0, 0. Dơi bị mắc vào bẫy và lưới được gỡ cẩn thận và định loại sơ bộ. Các cá thể trưởng thành được đo các chỉ số hình thái ngoài và chụp ảnh. Việc định loại sơ bộ được thực hiện theo 0, 0, 0, 0, 0, 0. Các chỉ số kích thước gồm Dài cẳng tay (forearm length, FA), Dài đầu – thân (head-body length, HB), Rộng lá mũi trước (anterior nose-

leaf width, ANW), Dài tai (ear length, EL), được đo bằng thước kẹp điện tử Mitutoyo với độ chính xác đến 0,1 mm 0, 0, 0. Hầu hết các cá thể dơi được thả ngay tại hiện trường, chỉ giữ lại một số mẫu còn chưa chắc chắn về mặt phân loại học hoặc một số cá thể đực trưởng thành để phục vụ cho các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.

Tiếng kêu siêu âm của dơi được thu ở trạng thái bay hoặc đậu trong màn bay. Các tín hiệu tiếng kêu siêu âm của dơi được ghi bằng các thiết bị Song Meter SM2 hoặc Song Meter SM4BAT (Wildlife Acoustics Inc, USA). Dữ liệu tiếng kêu siêu âm được lưu dưới dạng “*.wav” files và được phân tích bởi phần mềm Avisoft SASLab Pro (Avisoft Bioacoustics, Đức) để xác định tần số tiếng kêu siêu âm thuộc tiểu phần CF dựa trên đồ thị tiếng kêu (Hình 1).

Phân tích hồi quy tuyến tính dựa trên phương pháp bình phương tối thiểu (Ordinary least square) được thực hiện trên phần mềm PAST v3.14 (Palaeontological Statistics) 0 để xác định mối quan hệ giữa CF với FA, HB, ANW và EL. Trong đó, CF được coi là biến phụ thuộc, các chỉ số kích thước FA, HB, ANW và EL là các biến độc lập 0. Đánh giá mức độ tương quan theo Schober và cộng sự 0.

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

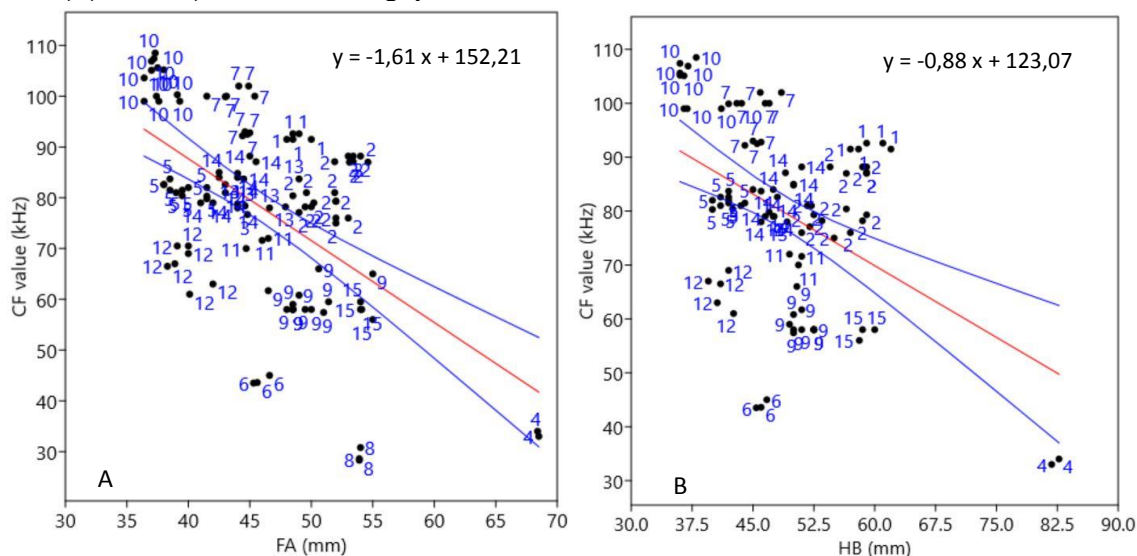
Đã ghi nhận các chỉ số hình thái ngoài gồm Dài cẳng tay (FA), Dài tai (EL), Rộng lá mũi trước (HW), Dài đầu – thân (HB) và Tần số tiếng kêu siêu âm thuộc tiểu phần CF (CF) của tổng cộng 110 cá thể thuộc 15 loài dơi lá mũi ở Việt Nam (Bảng 1). Trong đó, loài có kích thước cơ thể lớn nhất là *R. perniger*, với dài cẳng tay 68,4 – 68,5 mm và CF trong khoảng 33,0 – 34,0 kHz; loài có kích thước cơ thể nhỏ nhất là *R. pusillus*, với dài cẳng tay 36,4 – 39,3 mm và tần số tiếng kêu siêu âm CF 99,0 – 108,5 kHz (Bảng 1).

Bảng 1. Các chỉ số hình thái ngoài và tần số tiếng kêu siêu âm thuộc tiểu phần CF của các loài dơi lá mũi (Giá trị trung bình $\pm$ Độ lệch chuẩn, Khoảng giá trị, n = số lượng mẫu)

STT	Tên loài	FA (mm)	EL (mm)	ANW (mm)	HB (mm)	CF (kHz)
1.	<i>Rhinolophus acuminatus</i>	48,8 $\pm$ 0,76 48,5 – 50,0 (n = 5)	20 $\pm$ 1,06 18,5 – 21,0 (n = 5)	7,58 $\pm$ 0,08 7,5 – 7,7 (n =)	59,4 $\pm$ 2,07 57,0 – 62,0 (n = 5)	91,94 $\pm$ 0,60 91,5 – 92,6 (n = 5)
2.	<i>R. affinis</i>	51,74 $\pm$ 1,78 48,5 – 54,0 (n = 19)	21,06 $\pm$ 1,00 19,0 – 22,0 (n = 19)	9,28 $\pm$ 0,68 8,2 – 10,1 (n = 13)	55,37 $\pm$ 3,48 47,6 – 59,0 (n = 19)	81,85 $\pm$ 4,82 75,0 – 88,2 (n = 19)
3.	<i>R. chaseni</i>	44,46 $\pm$ 0,42 44,0 – 44,8 (n = 3)	18,73 $\pm$ 0,29 18,4 – 18,9 (n = 3)	-	-	77,9 $\pm$ 1,11 76,7 – 78,8 (n = 3)
4.	<i>R. perniger</i>	68,4 – 68,5 (n = 2)	38,8 (n = 2)	-	81,8 – 82,7 (n = 2)	33,00 – 34,00 (n = 2)
5.	<i>R. malayanus</i>	39,4 $\pm$ 1,29 38,0 – 41,5 (n = 10)	15,45 $\pm$ 1,36 12,0 – 17,0 (n = 10)	7,76 $\pm$ 0,29 7,4 – 8,2 (n = 10)	41,65 $\pm$ 1,20 40,0 – 42,5 (n = 10)	81,76 $\pm$ 1,05 80,4 – 83,7 (n = 10)
6.	<i>R. marshalli</i>	45,83 $\pm$ 0,68 45,3 – 46,6 (n = 3)	25,36 $\pm$ 1,00 24,3 – 26,3 (n = 3)	8,43 $\pm$ 0,40 8,5 – 8,8 (n = 3)	46,03 $\pm$ 0,65 45,4 – 46,7 (n = 3)	44,03 $\pm$ 0,84 43,5 – 45,0 (n = 3)
7.	<i>R. microglobosus</i>	44,08 $\pm$ 1,19 41,5 – 45,0 (n = 10)	16,62 $\pm$ 0,64 15,5 – 17,8 (n = 10)	7,57 $\pm$ 0,28 7,2 – 8,0 (n = 10)	45,34 $\pm$ 1,92 42,0 – 48,5 (n = 10)	97,44 $\pm$ 4,22 92,5 – 102,0 (n = 10)
8.	<i>R. paradoxolophus/rex</i>	53,93 $\pm$ 0,06 53,9 – 54,0 (n = 3)	31,23 $\pm$ 1,62 30,1 – 33,1 (n = 3)	12,03 $\pm$ 0,21 11,8 – 12,2 (n = 3)	-	29,23 $\pm$ 1,37 28,3 – 30,8 (n = 3)
9.	<i>R. pearsonii</i>	49,62 $\pm$ 2,1 46,5 – 51,4 (n = 13)	23,76 $\pm$ 0,84 23,0 – 25,5 (n = 13)	11,5 $\pm$ 0,95 10,1 – 12,1 (n = 4)	51,08 $\pm$ 1,21 49,5 – 52,5 (n = 11)	59,8 $\pm$ 2,83 57,4 – 66,0 (n = 12)
10.	<i>R. pusillus</i>	37,51 $\pm$ 0,91	15,74 $\pm$ 0,59	6,06 $\pm$ 0,57	37,76 $\pm$ 2,56	103,3 $\pm$ 3,62

STT	Tên loài	FA (mm)	EL (mm)	ANW (mm)	HB (mm)	CF (kHz)
		36,4 – 39,3 (n = 12)	15,0 – 16,7 (n = 12)	5,5 – 7,1 (n = 11)	36,0 – 43,6 (n = 10)	99,0 – 108,5 (n = 6)
11.	<i>R. shameli</i>	45,73 ± 0,93 44,7 – 46,5 (n = 3)	20,37 ± 0,74 19,8 – 21,2 (n = 3)	9,77 ± 0,29 9,6 – 10,1 (n = 3)	50,37 ± 0,78 49,5 – 51,0 (n = 3)	71,2 ± 1,06 70,0 – 72,0 (n = 3)
12.	<i>R. siamensis</i>	39,77 ± 1,19 38,3 – 42,0 (n = 7)	21,56 ± 2,47 16,7 – 23,5 (n = 7)	7,68 ± 0,22 7,6 – 8,1 (n = 4)	41,14 ± 1,21 39,5 – 42,6 (n = 5)	66,79 ± 3,66 61,0 – 70,5 (n = 7)
13.	<i>R. sinicus</i>	47,83 ± 1,20 46,6 – 49,0 (n = 3)	19,2 ± 0,92 18,2 – 20,0 (n = 3)	-	49,2	79,97 ± 3,23 78,0 – 83,7 (n = 3)
14.	<i>R. thomasi</i>	43,27 ± 1,36 41,0 – 45,5 (n = 13)	17,23 ± 1,62 15,0 – 21,0 (n = 13)	7,73 ± 0,15 7,6 – 7,9 (n = 4)	47,46 ± 2,15 43,5 – 51,0 (n = 13)	82,78 ± 3,22 78,0 – 88,2 (n = 13)
15.	<i>R. yunnanensis</i>	54,27 ± 0,48 54,0 – 55,0 (n = 4)	25,87 ± 0,83 25,0 – 27,0 (n = 4)	11,97 ± 0,37 11,5 – 12,4 (n = 4)	58,86 ± 1,00 58,1 – 60,0 (n = 3)	57,87 ± 1,43 56,0 – 59,5 (n = 4)

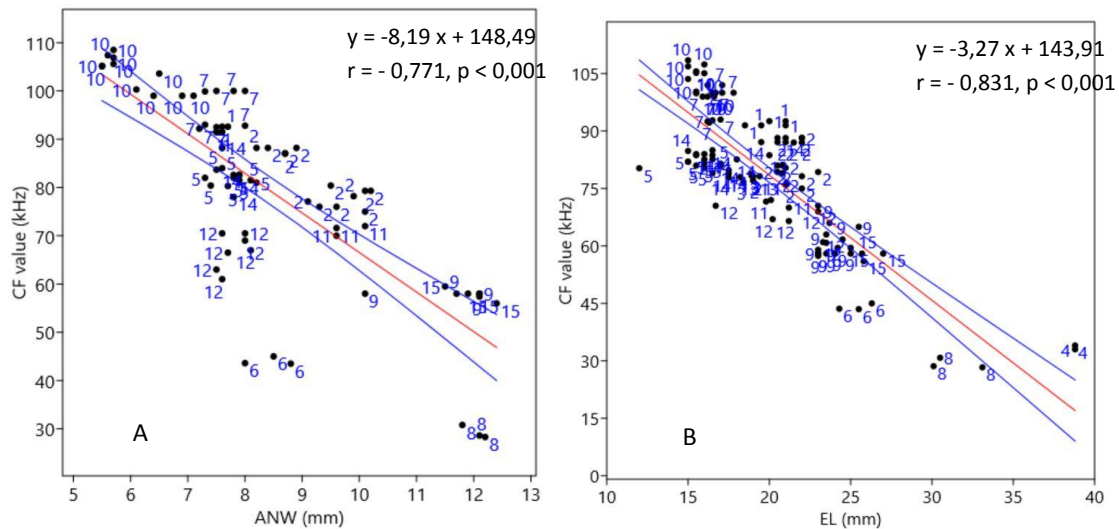
Kết quả phân tích cho thấy, CF của các loài dơi lá mũi có tương quan có ý nghĩa với FA và HB. Theo đó, CF có tương quan âm với FA ($t = -6,91$; $r = -0,554$; $p < 0,001$) (Hình 2A) và HB ($t = -4,78$; $r = -0,444$; $p < 0,001$) (Hình 2B) ở mức độ tương quan trung bình. CF tương quan âm có ý nghĩa với ANW ($t = -10,34$; $r = -0,771$; $p < 0,001$) (Hình 3A) và EL ($t = -15,56$; $r = -0,831$; $p < 0,001$) (Hình 3B) ở mức độ tương quan chặt.



Hình 2. Mối quan hệ giữa giá trị CF với FA (A); CF với HB (B)

Phạm vi giữa hai đường cong thể hiện khoảng tin cậy 95%. Các loài sử dụng trong phân tích: 1 - *R. acuminatus*; 2 - *R. affinis*; 3 - *R. chaseni*; 4 - *R. perniger*; 5 - *R. mayanus*; 6 - *R. marshalli*; 7 - *R. microglobosus*; 8 - *R. paradoxolophus/rex*; 9 - *R. pearsonii*; 10 - *R. pusillus*; 11 - *R. shameli*; 12 - *R. siamensis*; 13 - *R. sinicus*; 14 - *R. thomasi*; 15 - *R. yunnanensis*

Có thể thấy, ở các loài dơi lá mũi của Việt Nam xuất hiện mối tương quan có ý nghĩa giữa CF với cả bốn chỉ số hình thái ngoài FA, HB, EL và HW. Trong đó, mức độ tương quan giữa CF với các chỉ số hình thái kể trên giảm dần từ chặt đến trung bình theo thứ tự từ EL ($r = -0,831$), ANW ($r = -0,771$), FA ($r = -0,554$), HB ($r = -0,444$) (Hình 2A-B, 3A-B).



Hình 3. Mối quan hệ giữa giá trị CF với ANW (A); CF với EL (B).

Phạm vi giữa hai đường cong thể hiện khoảng tin cậy 95%. Các loài sử dụng trong phân tích: 1 - *R. acuminatus*; 2 - *R. affinis*, 3 - *R. chaseni*, 4 - *R. perniger*, 5 - *R. mayanus*, 6 - *R. marshalli*, 7 - *R. microglobosus*, 8 - *R. paradoxolophus/rex*, 9 - *R. pearsonii*, 10 - *R. pusillus*, 11 - *R. shameli*, 12 - *R. siamensis*, 13 - *R. sinicus*, 14 - *R. thomasi*, 15 - *R. yunanensis*

Trong các chỉ số hình thái ngoài, FA thường được sử dụng để đánh giá mối quan hệ giữa kích thước cơ thể với tần số tiếng kêu siêu âm của các loài dơi lá mũi 0, 0, 0-0. Theo đó, mối tương quan âm có ý nghĩa giữa FA và CF đã được ghi nhận trên các loài dơi lá mũi ở Malaysia ($r = -0,60$), Trung Quốc ($r = -0,714$), châu Phi ($r = -0,884$) hoặc tổng hợp các loài trên thế giới nói chung ($r = -0,65$). Nghiên cứu này trên các loài dơi lá mũi của Việt Nam cũng cho kết quả tương tự khi xác định có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa CF với FA (Hình 2A). Trong đó, mức độ tương quan trên các loài dơi của Việt Nam gần tương đương với mức độ tương quan trên các loài dơi ở Malaysia và trên thế giới nói chung (cùng ở mức tương quan trung bình), với hệ số tương quan lần lượt là $r = -0,554$, $r = -0,60$ và $r = -0,65$ và thấp hơn mức độ tương quan trên các loài dơi lá mũi ở Trung Quốc và châu Phi (mức tương quan chặt) có hệ số tương quan lần lượt là $r = -0,714$ và $r = -0,884$. Ngoài ra, chúng tôi cũng đánh giá HB với vai trò như một chỉ số khác để biểu thị cho kích thước cơ thể của dơi. Kết quả cho thấy có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa CF với HB ở mức độ trung bình với hệ số tương quan $r = -0,444$ (Hình 2B).

Như vậy, những loài dơi lá mũi có kích thước cơ thể lớn hơn (biểu thị bằng FA và HB) có xu hướng sử dụng tiếng kêu siêu âm CF có tần số thấp hơn so với những loài dơi lá mũi có kích thước nhỏ. Trên thực tế, những loài dơi có kích thước nhỏ bắt những con mồi nhỏ, dơi có kích thước lớn bắt những con mồi lớn hơn. Dơi không thể phát hiện được những con mồi có kích thước nhỏ hơn chiều dài một bước sóng. Do đó, dơi cỡ lớn phát ra tiếng kêu siêu âm có bước sóng dài hơn để bắt những con mồi cỡ lớn, dơi cỡ nhỏ phát ra tiếng kêu siêu âm có bước sóng ngắn hơn để phát hiện được những con mồi nhỏ hơn. Theo nguyên tắc vật lý, bước sóng ngắn thì có tần số cao, bước sóng dài thì tần số thấp.

Bên cạnh các chỉ số biểu thị kích thước cơ thể, mối quan hệ giữa các đặc điểm tiếng kêu siêu âm với kích thước của các cấu trúc bên ngoài liên quan đến hoạt động phát (rộng lá mũi trước) và thu tín hiệu siêu âm (kích thước tai ngoài – dài tai, rộng tai) cũng đã được nghiên cứu. Bogdanowicz xác định có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa CF với ANW khi phân tích trên 23 loài dơi lá mũi. Robinson xác định có mối tương quan dương giữa độ dài bước sóng tiếng kêu siêu âm với rộng lá mũi trước trên 9 loài dơi lá mũi ở Thái Lan. Kết quả phân tích trên các loài dơi lá mũi ở Việt Nam cho thấy có mối tương quan âm giữa CF với ANW ở mức độ tương

quan chặt, với hệ số tương quan $r = -0,771$. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả phân tích của Bogdanowicz 0 khi xác định có mối tương quan có ý nghĩa với $r = -0,822$. Như vậy, kết quả nghiên cứu ở các loài dơi lá mũi của Việt Nam cũng như trên thế giới đều cho thấy, những loài dơi lá mũi có lá mũi trước càng rộng sẽ phát ra tín hiệu tiếng kêu siêu âm với tần số càng thấp (Hình 3A) 0.

Loa tai (còn gọi là tai ngoài) của dơi có vai trò quan trọng trong việc thu nhận tín hiệu hồi âm của chính nó 0, 0, 0. Zhao và cộng sự 0 xác định có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa CF với EL khi nghiên cứu trên 10 loài dơi lá mũi ở Trung Quốc. Tương tự, Wu và cộng sự 0 cũng ghi nhận có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa CF với chiều rộng tai ở 12 loài dơi lá mũi ở Trung Quốc và chỉ số độ rộng tai (EW) được sử dụng để dự báo tần số tiếng kêu siêu âm CF của các loài dơi lá mũi ở Trung Quốc tốt hơn so với chỉ số FA. Kết quả phân tích của chúng tôi cho thấy, các loài dơi lá mũi của Việt Nam có mối tương quan âm có ý nghĩa giữa CF với EL ở mức độ tương quan chặt, với hệ số tương quan $r = -0,831$ (Hình 3B). Theo đó, dơi có tai dài hơn (hay loa tai lớn hơn) sẽ sử dụng tần số tiếng kêu siêu âm thấp hơn, trong khi dơi có tai ngắn hơn (hay loa tai nhỏ hơn) sẽ sử dụng tần số tiếng kêu siêu âm cao hơn. Mối liên quan này có thể chưa được giải thích đầy đủ 0. Tuy nhiên, tín hiệu ở tần số cao dễ bị loãng, hoặc dễ bị suy yếu trong không khí, nên dơi phải phát ra tiếng kêu có cường độ lớn hơn 0, 0, hay tiếng kêu to hơn. Có thể vì cường độ âm thanh lớn nên dơi chỉ cần sử dụng loa tai nhỏ hơn cũng tiếp nhận đủ tín hiệu hồi âm của chính nó. Ngoài ra, khi cường độ âm thanh lớn, loa tai nhỏ giúp bảo vệ hệ thống cơ quan thính giác được ổn định và an toàn 0.

Kết quả so sánh mối quan hệ giữa tần số tiếng kêu siêu âm CF với các chỉ số hình thái ngoài ở các loài dơi lá mũi của Việt Nam cho thấy, mức độ tương quan giữa CF với các chỉ số trên giảm dần theo thứ tự: EL ($r = -0,831$), ANW ($r = -0,771$), FA ($r = -0,554$), và HB ($r = -0,444$). Có thể thấy, ở các loài dơi lá mũi, tần số tiếng kêu siêu âm CF có quan hệ tuyến tính với các chỉ số Dài tai (EL), Rộng lá mũi trước (ANW) – những cấu trúc lần lượt liên quan việc thu và phát tín hiệu siêu âm - ở mức độ tương quan chặt hơn so với mức độ tương quan giữa tần số tiếng kêu siêu âm CF với các chỉ số biểu thị cho kích thước cơ thể là Dài cẳng tay (FA) và Dài đầu – thân (HB). Trong các mô hình hồi quy tuyến tính, biến nào có mức độ tương quan chặt hơn thì biến đó có thể được sử dụng để dự báo các giá trị của biến phụ thuộc tốt hơn 0, **Error! Reference source not found..** Kết quả của nghiên cứu này cho thấy, EL và ANW có thể được sử dụng để dự báo tần số tiếng kêu siêu âm CF của dơi lá mũi tốt hơn so với FA và HB.

4. Kết luận

Tần số tiếng kêu siêu âm CF ở các loài dơi lá mũi của Việt Nam có quan hệ tuyến tính có ý nghĩa với HB ($r = -0,444$) và FA ($r = -0,544$) ở mức độ tương quan trung bình và có quan hệ tuyến tính với ANW ($r = -0,771$) và EL ($r = -0,831$) ở mức độ tương quan chặt. Các chỉ số kích thước liên quan đến cơ quan phát và thu tín hiệu siêu âm (ANW và EL) có quan hệ với tần số tiếng kêu siêu âm CF ở mức độ tương quan chặt hơn so với mối quan hệ giữa CF với các chỉ số kích thước cơ thể (FA và HB). Trong số các chỉ số kích thước được phân tích, EL và ANW có thể sử dụng để dự báo giá trị CF của các loài dơi lá mũi tốt hơn so với các chỉ số FA và HB.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ một phần bởi Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài QG 15.19.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] N. B. Simmons and A. L. Cirranello, *Bat Species of the World: A taxonomic and geographic database*, 2022. Available: <https://batnames.org/home.html>. [Accessed on Dec. 26, 2022]
- [2] D. E. Wilson and R. A. Mittermeier (Eds.), *Handbook of the mammals of the world*, vol. 9: Bats. Lynx Edicions, Barcelona, 2019.

- [3] G. Csorba, P. Ujhelyi, and N. Thomas, *Horseshoe Bats of the World (Chiroptera: Rhinolophidae)*, Alana Books, Shropshire, United Kingdom, 2003.
- [4] J. D. Altringham, *Bats: Biology and Behaviour*, Oxford University Press, 1996.
- [5] K-G. Heller and O. V. Helversen, "Resource partitioning of sonar frequency bands in rhinolophoid bats," *Oecologia*, vol. 80, pp.17-186, 1989.
- [6] M. F. Robinson, "A relationship between echolocation calls and noseleaf widths in bats of the genera *Rhinolophus* and *Hipposideros*," *J. Zool. Lond.*, vol. 239, pp. 389-393, 1996.
- [7] J. Feng, M. Chen, Z-X. Li, H-H. Zhao, J. Zhou, and S-Y. Zhang, "Relationship between echolocation frequency and body size in eight species of horseshoe bats (Rhinolophidae)," *Acta Zoologica Sinica*, vol. 48, no. 6, pp. 819-823, 2002.
- [8] H. Zhao, S. Zhang, M. Zuo, and J. Zhou, "Correlations between call frequency and ear length in bats belonging to the families Rhinolophidae and Hipposideridae," *J. Zool., Lond.*, vol. 259, pp. 189-195, 2003.
- [9] D. T. Vu, "Systematics and echolocation of rhinolophoid bats (Mammalia: Chiroptera) in Vietnam," PhD Thesis, University of Tuebingen, Tuebingen, Germany, 2011.
- [10] S. V. Kruskop, *Bats of Vietnam Checklist and an identification manual*, Joint Russian-Vietnamese Science and Technological Tropical Centre, Moscow, Russia, 2013.
- [11] T. T. Hoang, T. S. Nguyen, V. S. Nguyen, N. T. Dinh, H. H. Nguyen, T. T. Vuong, X. H. Nguyen, and D. T. Vu, "Diversity, taxonomy and conservation status of horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae) in Vietnam," *Journal of Biology*, vol. 39, no. 2, pp. 161-171, 2017.
- [12] T. T. Hoang, "Study on horseshoe bats (Chiroptera: Rhinolophidae) of Vietnam," PhD Thesis, VNU University of Science, Ha Noi, 2018.
- [13] C. M. Francis, *A field guide to the mammals of South-east Asia*, Bloomsbury Wildlife, 2019.
- [14] T. H. Kunz and S. Parsons (Eds.), *Ecological and Behavioural Methods for the Study of Bats*, 2nd Edition, The John Hopkins University Press, 2009.
- [15] O. Hammer, D. A. T. Harper, and P. D. Ryan, "Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis," *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, no. 1, pp. 1-9, 2001.
- [16] H. Wu, T-L. Jiang, R. Müller, and J. Feng, "The allometry of echolocation call frequencies in horseshoe bats: nasal capsule and pinna size are the better predictors than forearm length," *Journal of Zoology*, vol. 297, pp. 211-221, 2015.
- [17] P. Schober, C. Boer, and L. A. Schwarte, "Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation," *Anesth Analg.*, vol. 126, no. 5, pp. 1763-1768, 2018.
- [18] D. S. Jacobs, R. M. R. Barclay, and M. H. Walker, "The allometry of echolocation call frequencies of insectivorous bats: why do some species deviate from the pattern?," *Oecologia*, vol. 152, pp. 583-594, 2007.
- [19] S. Stoffberg, "Molecular phylogenetics and the evolution of highfrequency echolocation in horseshoe bats (Genus *Rhinolophus*)," PhD. Thesis, University of Cape Town, South Africa, 2007.
- [20] S. Stoffberg, D. S. Jacobs, and C. A. Matthee, "The divergence of echolocation frequency in horseshoe bats: moth hearing, body size or habitat?" *J. Mammal. Evol.*, vol. 18, pp. 117-129, 2011.
- [21] R. D. Houston, A. M. Boonman, and G. Jones, "Do echolocation signal parameters restrict bats' choice of prey?," in *Echolocation in bats and dolphins*, J. A. Thomas, C. F. Moss, and M. Vater (Eds.). Chicago, IL:University of Chicago Press, 2004.
- [22] D. S. Jacobs and A. Bastian, *Predator– Prey Interactions: Co-evolution between Bats and their Prey*, Springer Briefs in Animal Sciences, 2016.
- [23] W. Bogdanowicz, "Phenetic relationships among bats of the family Rhinolophidae," *Acta Theriologica*, vol. 37, pp. 213-240, 1992.
- [24] C. Chiu and C. F. Moss, "The role of the external ear in vertical sound localization in the free flying bat, *Eptesicus fuscus*," *J Acoust Soc Am.*, vol. 121, no. 4, pp. 2227-2235, 2007.
- [25] B. D. Lawrence and J. A. Simmons, "Measurements of atmospheric attenuation at ultrasonic frequencies and the significance for echolocation by bats," *J Acoust Soc Am.* vol. 71, no. 3, pp. 585-590, 1982.
- [26] M. L. A. Thomas, D. Fitzpatrick, R. McCreery, and K. L. Janky, "Big stimulus, little ears: safety in administering vestibular-evoked myogenic potentials in children," *J Am Acad Audiol.*, vol. 28, pp. 395-403, 2017.
- [27] J. W. Johnson, "A heuristic method for estimating the relative weight of predictor variables in multiple regression," *Multivar. Behav. Res.*, vol. 35, pp. 1-19, 2000.