



DOI:10.22144/ctujos.2024.361

GHI NHẬN LOÀI *Acalypha arvensis* Poepp. CHO HỆ THỰC VẬT VIỆT NAM DỰA TRÊN ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI VÀ CHỈ THỊ DNA

Nguyễn Thị Kim Thanh¹, Nguyễn Diệp Anh¹, Phạm Tất Đạt¹, Nguyễn Thị Thu¹,
Trần Thị Thúy Hằng², Lê Thị Thùy¹, Trần Thị Thùy Anh¹, Tô Thanh Thúy¹ và Trần Đức Long^{1*}

¹Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

²Học viện Y dược học cổ truyền Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): longtd@hus.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 10/05/2024

Sửa bài (Revised): 07/07/2024

Duyệt đăng (Accepted): 09/08/2024

Title: A new record of *Acalypha arvensis* Poepp. for the Flora of Vietnam based on morphological characters and DNA markers

Author(s): Nguyen Thi Kim Thanh¹,
Nguyen Diep Anh¹, Pham Tat Dat¹,
Nguyen Thi Thu¹, Tran Thi Thuy Hang²,
La Thi Thuy¹, Tran Thi Thuy Anh¹, To
Thanh Thuy¹ and Tran Duc Long*

Affiliation(s): ¹Faculty of Biology,
VNU University of Science; ²Vietnam
University of Traditional Medicine

TÓM TẮT

Chi Tai tượng (*Acalypha*) có nhiều loài có giá trị dược liệu, được sử dụng trong các bài thuốc y học cổ truyền. Trong nghiên cứu này, hai mẫu thực vật được thu tại khu vực sông Hương, thành phố Huế và lưu trữ ở Bảo tàng Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (HNU) với số hiệu HNU025526 và HNU025527. So sánh hình thái kết hợp với phân tích bốn chỉ thị DNA *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* cho thấy hai mẫu này là loài Tai tượng đồng (*Acalypha arvensis* Poepp.). Đây là lần đầu tiên loài Tai tượng đồng được ghi nhận ở Việt Nam, bổ sung thêm một loài vào hệ thực vật Việt Nam.

Từ khóa: *Acalypha*, *A. arvensis*, ghi nhận mới, chỉ thị DNA

ABSTRACT

Many *Acalypha* species have been used in traditional medicine for a wide range of applications. In this study, two plant specimens were collected on the Huong river bank, Hue city and deposited at the Herbarium of Biological Museum, VNU University of Science (HNU) with herbarium codes HNU025526 and HNU025527. Comparison of morphological characters and analysis of the four common molecular markers *matK*, *rbcL*, *ITS* and *trnL-trnF* shows that these two plant specimens are *Acalypha arvensis* Poepp. Thus, the *Acalypha arvensis* Poepp. was recorded for the first time in Vietnam, adding another plant species for the Flora of Vietnam.

Keywords: *Acalypha*, *A. arvensis*, new species record, DNA markers

1. GIỚI THIỆU

Chi Tai tượng (*Acalypha*) thuộc phân tông Acalyphinae, tông Acalypheae, phân họ Acalyphoideae, họ Thầu dầu (Euphorbiaceae), bao gồm khoảng 450 loài, phân bố rộng rãi ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới (Webster, 1994; Radcliffe-Smith, 2001). Ở khu vực Đông Dương, Gagnepain (1925) lần đầu tiên nghiên cứu toàn diện chi Tai tượng. Tác giả đã lập khóa định loại, mô tả đặc điểm

hình thái cho 11 loài Tai tượng, trong đó có 7 loài ở Việt Nam là *A. acmophylla*, *A. evrardii*, *A. indica*, *A. boehmerioides*, *A. australis*, *A. brachystachya* và *A. heterostachya*. Khi nghiên cứu tổng thể toàn bộ hệ thực vật Việt Nam, Hộ (1992) đã thống kê và mô tả sơ lược, nâng tổng số loài lên 10 loài: *A. australis*, *A. indica*, *A. lanceolata*, *A. brachystachya*, *A. kerrii*, *A. siamensis*, *A. hispida*, *A. wilkesiana*, *A. grandis* và *A. acmophylla*. Sau này, các công trình của Nguyễn Nghĩa Thìn đã đưa ra hệ thống phân loại chi

tiết về chi Tai tượng (Thìn, 1999; Nguyen, 2007). Trong đó, một số loài đã được chuyển thành synonym nên tổng số loài Tai tượng chỉ còn tám loài: *A. australis*, *A. indica*, *A. lanceolata*, *A. brachystachya*, *A. kerrii*, *A. siamensis*, *A. hispida*, *A. wilkesiana* (Nguyen, 2007).

Chi thị DNA đã được ứng dụng trong nghiên cứu phân loại từ lâu và càng trở nên phổ biến sau khi Hebert et al. (2003) đề xuất sử dụng trình tự *COI* (cytochrome c oxidase I) làm mã vạch DNA (DNA barcode) để định loài động vật. Nhiều chi thị DNA được giải trình tự và đề xuất làm mã vạch DNA để định loài sinh vật. Trên cơ sở đánh giá bảy chi thị DNA khác nhau, nhóm công tác về thực vật của Hiệp hội mã vạch sự sống (The Consortium for the Barcode of Life Plant Working Group) đã đề xuất sử dụng phối hợp *matK* (maturase K) và *rbcL* (ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit) làm bộ mã vạch DNA cốt lõi để định danh thực vật (Hollingsworth et al., 2009). Sau đó, nhóm công tác về thực vật ở Trung Quốc (China Plant BOL Group) đã đề xuất bổ sung thêm *ITS* (internal transcribed spacer) vào bộ mã vạch DNA cốt lõi ở thực vật (Li et al., 2011). Tùy theo đối tượng nghiên cứu cụ thể mà bộ chi thị DNA được thay đổi. Đối với chi Tai tượng, bộ ba chi thị *ITS*, *ndhF* (NADH dehydrogenase subunit F) và *trnL-trnF* (*trnL-trnF* intergenic spacer) đã được dùng để xem xét lại phân loại và phát sinh của chi Tai tượng (Sagun et al., 2010; Levin et al., 2022). Trong nghiên cứu này, bốn chi thị DNA *matK*, *rbcL*, *ITS*, và *trnL-trnF* được phân tích kết hợp với các đặc điểm hình thái của hai tiêu bản thực vật HNU025526 và HNU025527 để định loài.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bảng 1. Các trình tự tham khảo từ Genbank

STT	Tên loài	<i>matK</i>	<i>rbcL</i>	<i>ITS</i>	<i>trnL-trnF</i>
1	<i>A. acmophylla</i> Hemsl.			OM140840.1	OM066510.1
2	<i>A. arvensis</i> Poepp.	OQ290195.1	OP711583.1	OM140851.1	OM066521.1
3	<i>A. australis</i> L.	OP477347.1	OP477347.1	OM140852.1	OM066522.1
4	<i>A. brachystachya</i> Hornem.			OM140858.1	OM066528.1
5	<i>A. grandis</i> Benth.			OM140905.1	OM066573.1
6	<i>A. hispida</i> Burm.f.	OP546127.1	OP546127.1	OM140910.1	OM066578.1
7	<i>A. indica</i> L.			OM140912.1	OM066580.1
8	<i>A. kerrii</i> Craib			OM140913.1	OM066581.1
9	<i>A. lanceolata</i> Willd.	MH767839.1	MH767534.1	OM140919.1	OM066587.1
10	<i>A. siamensis</i> Oliv. ex Gage			OM140974.1	OM066643.1
11	<i>A. wilkesiana</i> Müll.Arg.	ON166672.1	JX571771.1	OM140991.1	OM066660.1
12	<i>Mareya micrantha</i> Benth.	AB268028.1	AB267924.1	OM140995.1	OM066664.1

Các tiêu bản thực vật được thu tại thành phố Huế (tọa độ: 16°27'42,6"N;107°34'26,7"E) và được phân tích, mô tả đặc điểm hình thái tại Bộ môn Khoa học Thực vật, Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội theo phương pháp của Nguyen (2007). Tên khoa học được xác định dựa trên các bản mô tả đầu tiên (Poeppig and Endlicher, 1845) và tham khảo hình ảnh mẫu chuẩn (typus) của loài *A. arvensis*.

Chi thị DNA của hai mẫu *A. arvensis* HNU025526 và HNU025527 được giải trình tự để ước tính khoảng cách di truyền và phân tích mối quan hệ tiến hóa với một số loài khác thuộc chi Tai tượng. DNA được tách chiết từ mẫu lá theo phương pháp của Liu et al. (2000) và được dùng làm khuôn cho PCR nhân bản các chi thị *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* với các cặp mồi tương ứng là 5'-TTTCGATATTGGCTGAAAGATCC-3'/5'-GGGATGTCCTACTGCGTTAC-3', 5'-ATATCTTGGCAGCATTCCGA-3'/5'-CCCAAGGATGCCCTAAAGTT-3', 5'-GTAACAAGGTTTCCGTAGGTG-3'/5'-TGA TATGCTTAAACTCAGCGG-3' và 5'-ATGGCGAAATTGGTAGACGC-3'/5'-AATCATGTGCCA GGAACCAG-3' do nhóm nghiên cứu thiết kế. Sản phẩm PCR được giải trình tự bằng dịch vụ của công ty 1st Base (Malaysia) theo cả hai chiều đối với chi thị *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* và một chiều đối với chi thị *matK*. Trình tự nucleotide *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* được BLAST (Altschul et al., 1990) để tìm trình tự tương đồng (Bảng 1) của các loài *Acalypha* ở Việt Nam. Ngoài ra, trình tự bốn chi thị DNA của loài *Mareya micrantha* Benth. cũng được thu nhận để làm nhóm ngoài (outgroup) trong các phân tích.

Trình tự nucleotide *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* của hai mẫu HNU025526 và HNU025527 được đóng cột (align) với các trình tự tham khảo của loài *A. arvensis* Poepp., *A. australis* L., *A. hispida* Burm.f., *A. lanceolata* Willd., *A. wilkesiana* Müll.Arg. và *Mareya micrantha* Benth. (Bảng 1) bằng phần mềm BioEdit (Hall, 1999) và ước tính khoảng cách di truyền (p-distance) theo công thức $p = n_d/n$ (trong đó n_d là số nucleotide khác biệt và n là tổng số nucleotide so sánh) bằng phần mềm MEGA11 (Tamura et al., 2021).

Trình tự *ITS* hoặc *trnL-trnF* của các loài trong Bảng 1 được đóng cột bằng phần mềm BioEdit và phân tích mô hình tiến hóa phân tử bằng phần mềm jModelTest 2.1 (Darriba et al., 2012). Cây phát sinh chủng loại dựa trên trình tự *ITS* hoặc *trnL-trnF* hoặc kết hợp cả hai trình tự được xây dựng theo phương pháp suy luận Bayes (Bayes inference) bằng phần mềm MrBayes 3.2 (Ronquist et al., 2012), với mô hình SYN+G đối với trình tự *ITS* và mô hình HKY đối với trình tự *trnL-trnF*. Hai chuỗi Markov Monte Carlo (MCMC) được thực hiện riêng rẽ trên hai cây khởi đầu ngẫu nhiên với 20 triệu thế hệ, cây phát sinh được thu nhận sau mỗi 500 thế hệ và đánh giá sau mỗi 5000 thế hệ, năm triệu thế hệ đầu tiên được loại bỏ khi thu nhận kết quả. Cây phát sinh từ MrBayes 3.2 được hiển thị bằng phần mềm FigTree. Trình tự của *ITS* và *trnL-trnF* của loài *Mareya micrantha* Benth. thuộc chi gần gũi với chi Tai tượng được dùng làm nhóm ngoài.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái, sinh thái của *Acalypha arvensis* Poepp.

Mẫu vật của loài Tai tượng đồng (*Acalypha arvensis*) được thu ngày 06/6/2023 ở ven sông Hương, thành phố Huế và được lưu tại Phòng Bách thảo, Bảo tàng Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội với số hiệu HNU025526 và HNU025527. Hình thái của loài Tai tượng đồng được mô tả chi tiết kèm theo hình ảnh và các đặc điểm về sinh học, sinh thái, phân bố và mẫu chuẩn.

Acalypha arvensis Poepp. in Poepp. Endl., Nov. Gen. Sp. Pl. 3: 21. 1841

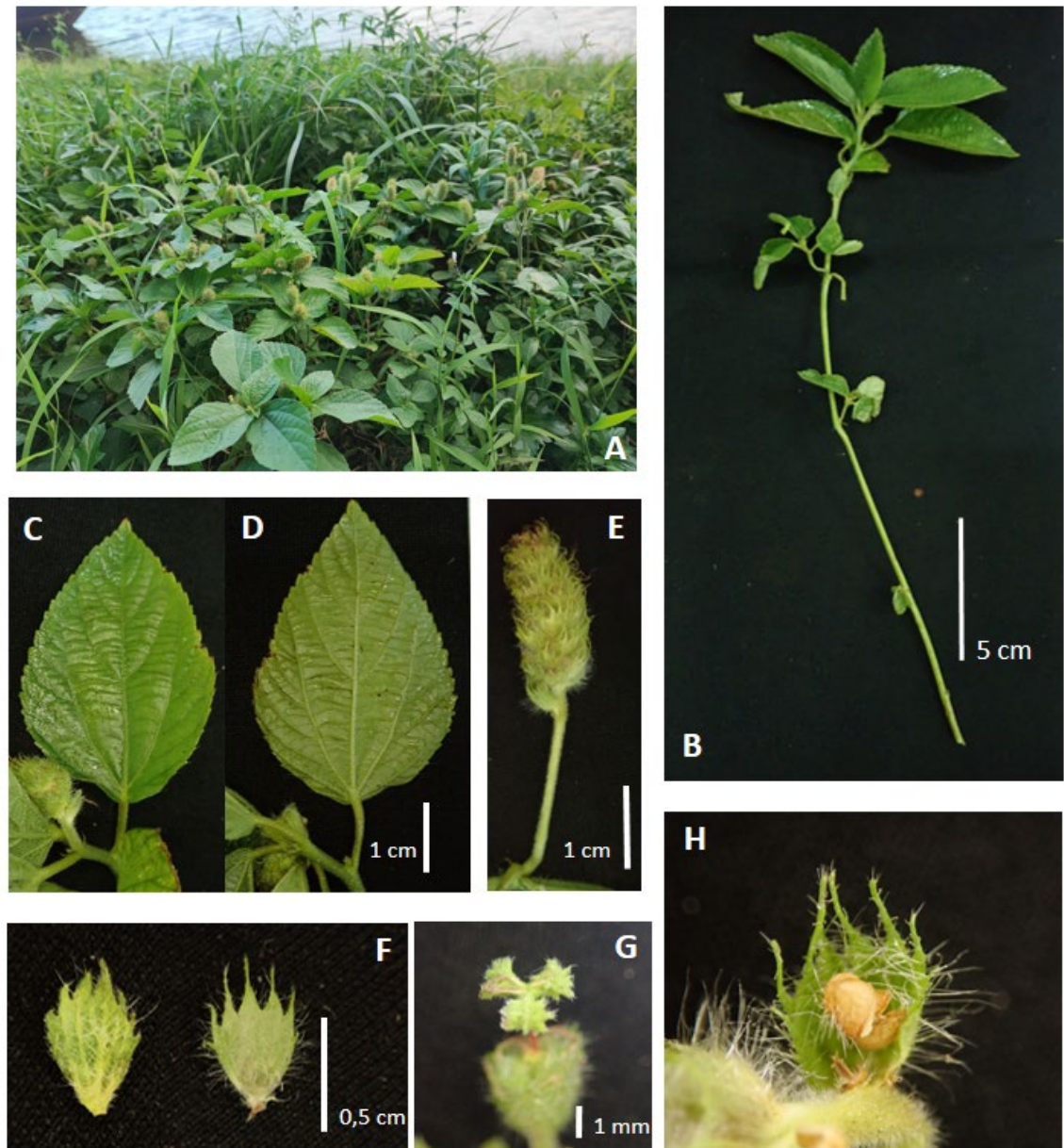
Synonym: *Ricinocarpus arvensis* (Poepp.) Kuntze, Revis. Gen. Pl. 2: 617. 1891.

Tên Việt Nam: Tai tượng đồng

Lectotype: Peru, Maynas Prov., Yurimaguas, January 1831, Poeppig 2215 ('2115') ([W0074853, W0074854; single specimen on 2 sheets], designated by Cardiel & Muñoz, PhytoKeys 17: 8 (2012); isolectotypes F [F0042433F, F0042434F], W!photo [W0021410, W1889-0105800]).

Mô tả:

Cây thảo, hàng năm, cao từ 20-30 cm. Cành mảnh, hiếm khi phân nhánh. Cành non có lông tơ thưa, cành già nhẵn. Lá kèm hình kim hoặc tam giác thuôn, dài khoảng 0,4 cm. Cuống lá dài 0,5–2 cm; phiến lá hình bầu dục rộng đến hình trứng, dài 2–5 cm, rộng 1–4 cm; chóp lá dạng tam giác, góc lá hình nêm đến tròn; mép lá có răng cưa nhọn; gân gốc 3 với 2 gân bên kéo dài quá 2/3 phiến lá, 4-6 đôi gân phụ, các gân cấp 3 nổi rõ ở cả hai mặt lá, lông đơn, dài đến 1 mm, thưa ở mặt trên, mau ở mặt dưới. Cụm hoa ở nách lá, đơn tính hoặc lưỡng tính. Cụm hoa đực có cuống dài tới 2,5 cm, phần mang hoa dài 1,5-3 cm; cụm hoa cái có cuống dài 2-3 cm, phần mang hoa mập, kích thước tới 3,5 x 1,5 cm; cụm hoa lưỡng tính giống với cụm hoa cái với phần mang hoa đực phía trên, dài khoảng 5-7 mm. Hoa cái dị hình (là một biến dị có hình dạng khác biệt của hoa cái, thường là một hoa đơn độc ở đỉnh của cụm hoa và thường giảm bớt số lá noãn) có cuống dài tới 2,5 cm ở đỉnh của cụm hoa cái. Hoa đực nhỏ, gần như không cuống, đài 4, 8 nhị với bao phấn 2 ô. Lá bắc của hoa cái lớn hình trứng ngược, đầy lông đơn ở cả mặt trong và mặt ngoài, lá bắc có 7 gân chân vịt nổi rõ, chạy tới mép, tạo thành 5-7 răng hình tam giác có mũi dài. Hoa cái đài 3, hình tam giác, dài khoảng 7 mm; bầu 3 ô, đường kính khoảng 1 mm, có gai, phủ lông dày hoặc thưa; vòi nhụy 3, mảnh, tự do, xẻ lông chim, cao hơn hoặc bằng lá bắc. Hoa dị hình không có lá bắc, đài 3, hình tam giác; bầu dẹt, đường kính khoảng 3 mm, gồm 2-3 ô tách thành 2-3 thùy hình tam giác, mang nhiều gai mập phủ lông đơn; vòi nhụy 3, tự do, dài khoảng 1mm, xẻ lông chim, phớt hồng. Quả nang, màu nâu, hình cầu, đường kính 1,5-1,7 mm, vỏ có gai thưa, phủ lông.



Hình 1. Loài Tai tượng đồng (*Acalypha arvensis* Poepp.)

A. Sinh cảnh; B. Dạng sống; C. Mặt trên phiến lá; D. Mặt dưới phiến lá; E. Cụm hoa cái; F. Lá bắc; G. Hoa cái dị hình; H. Quả nang

Sinh học và sinh thái: Loài bản địa Nam Mỹ, ghi nhận ở Peru, Brazil, Singapore. Ở Việt Nam, được ghi nhận ở ven bờ sông Hương (Thành phố Huế). Cây ưa sáng, ưa ẩm, mọc xen lẫn với Sỏi đất ba thùy (*Sphagneticola trilobata*), Mần mần (*Cleome gynandra*), Mần trâu (*Eleusine indica*),...

3.2. Khoảng cách di truyền và quan hệ tiến hóa giữa các loài thuộc chi Tai tượng

Bốn chỉ thị DNA *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* của hai mẫu HNU025526 và HNU025527 được nhân bản và giải trình tự. Các vị trí nucleotide có Phred score dưới 30 được loại bỏ và trình tự nucleotide giải theo cả hai chiều của *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* được kết hợp với nhau để tạo thành trình

tự nucleotide dài hơn. Bốn chỉ thị *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* của hai mẫu HNU025526 và HNU025527 được giải trình tự có chiều dài tương ứng là 595 bp và 613 bp, 1053 bp và 1060 bp, 635 bp và 635 bp, 1033 bp và 1020 bp. Trình tự của mỗi chỉ thị được BLAST để tìm trình tự tương đồng của các loài thuộc chi Tai tượng đã từng được mô tả ở Việt Nam. Chỉ năm loài *A. arvensis*, *A. australis*, *A.*

hispidia, *A. lanceolata*, *A. wilkesiana* có đủ trình tự của cả bốn chỉ thị, các loài còn lại chỉ có trình tự của *ITS* và *trnL-trnF* (Bảng 1). Để khai thác tối đa thông tin trình tự, khoảng cách di truyền (p-distance) được tính theo trình tự nucleotide của cả bốn chỉ thị *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF* với tổng cộng 2498 vị trí nucleotide được phân tích (Bảng 2).

Bảng 2. Khoảng cách di truyền (p-distance) dựa trên trình tự *matK*, *rbcL*, *ITS* và *trnL-trnF*

	HNU025526	HNU025527	<i>A. arvensis</i>	<i>A. australis</i>	<i>A. hispidia</i>	<i>A. lanceolata</i>	<i>A. wilkesiana</i>
HNU025527	0,000416						
<i>A. arvensis</i>	0,007116	0,007535					
<i>A. australis</i>	0,034612	0,035029	0,041090				
<i>A. hispidia</i>	0,034845	0,035264	0,040946	0,038750			
<i>A. lanceolata</i>	0,039749	0,040167	0,046277	0,042792	0,039331		
<i>A. wilkesiana</i>	0,031276	0,031693	0,037317	0,033140	0,005408	0,034081	
<i>M. micrantha</i>	0,102596	0,103015	0,109474	0,098463	0,105528	0,102960	0,101124

Hai mẫu HNU025526 và HNU025527 rất giống nhau (p-distance 0,000416) và giống với *A. arvensis* (p-distance ~0,007), phù hợp với phân loại hình thái. Khoảng cách di truyền của hai mẫu HNU025526, HNU025527 và mẫu loài *A. arvensis* so với các loài khác thuộc chi Tai tượng nằm trong khoảng 0,031276-0,046277, lớn hơn đáng kể so với khoảng cách giữa các mẫu cùng loài *A. arvensis* (cao nhất 0,007535). Khoảng cách di truyền giữa các loài thuộc chi Tai tượng so với loài *M. micrantha* xấp xỉ 0,1, phản ánh khác biệt lớn giữa các loài thuộc hai chi khác nhau. Như vậy, hai mẫu HNU025526 và HNU025527 giống với loài *A. arvensis* và khác biệt rõ rệt về di truyền với các loài khác thuộc chi Tai tượng.

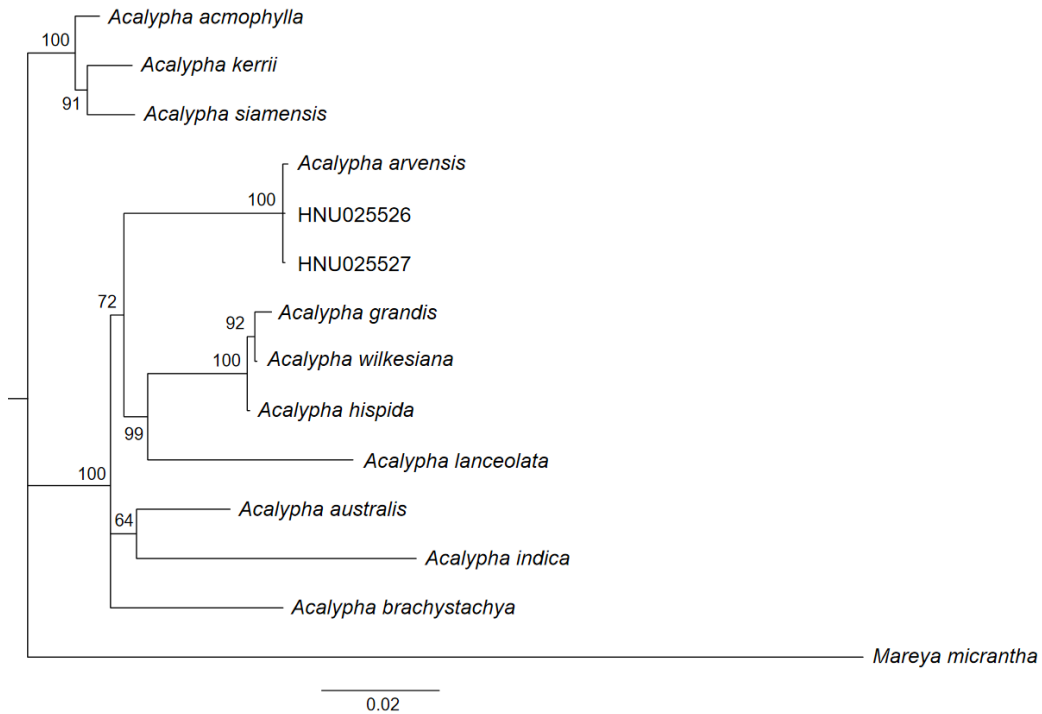
Trong số bốn chỉ thị DNA phân tích, chỉ hai chỉ thị *ITS* và *trnL-trnF* có sẵn trình tự trong Genbank của cả 10 loài thuộc chi Tai tượng đã từng được mô tả ở Việt Nam và được dùng để xây dựng cây phát sinh chủng loại theo phương pháp suy luận Bayes. Ba cây phát sinh chủng loại dựa trên trình tự *ITS* hoặc *trnL-trnF* hoặc cả *ITS* và *trnL-trnF* đều thể hiện mối quan hệ tiến hóa tương tự nhau giữa các loài. Ở cả ba cây phát sinh, hai mẫu HNU025526 và HNU025527 luôn thuộc cùng một nhóm đơn nguồn (monophyletic group) với mẫu loài *A. arvensis* với xác suất hậu nghiệm 100% (Hình 2). Kết hợp với đặc điểm hình thái và khoảng cách di truyền, có thể khẳng định hai mẫu HNU025526 và HNU025527 thật sự thuộc loài *A. arvensis*, bổ sung thêm một loài thuộc chi Tai tượng cho hệ thực vật Việt Nam.

Bốn loài *A. grandis*, *A. hispidia*, *A. lanceolata* và *A. wilkesiana* thuộc cùng một nhánh tiến hóa, tương tự với hai nghiên cứu về chi Tai tượng trước đây (Sagun et al., 2010; Levin et al., 2022). Ba loài *A.*

acmophylla, *A. kerrii* và *A. siamensis* thuộc cùng một nhánh tiến hóa khác, tương tự với nghiên cứu của Levin et al. (2022), nghiên cứu của Sagun et al. (2010) không bao gồm loài *A. acmophylla*. Hai loài *A. australis* và *A. indica* thuộc cùng một nhóm đơn nguồn nhưng với xác suất hậu nghiệm tương đối nhỏ, tương tự như nghiên cứu của Sagun et al. (2010). Loài *A. brachystachya* có quan hệ gần gũi với *A. australis*, tương tự như kết quả của Levin et al. (2022) nhưng lại khác với Sagun et al. (2010), trong đó *A. brachystachya* lại có quan hệ gần gũi hơn với nhánh tiến hóa chứa loài *A. grandis*.

3.3. Thảo luận

Kết quả phân tích đặc điểm hình thái và chỉ thị phân tử cho thấy hai mẫu tiêu bản HNU025526 và HNU025527 thu nhận ở Huế thuộc loài Tai tượng đồng (*Acalypha arvensis* Poepp.). Đây là lần đầu tiên loài Tai tượng đồng được ghi nhận ở Việt Nam, tăng số loài thuộc chi Tai tượng lên chín loài (*A. arvensis*, *A. australis*, *A. indica*, *A. lanceolata*, *A. brachystachya*, *A. kerrii*, *A. siamensis*, *A. hispidia*, *A. wilkesiana*). Lá Tai tượng đồng được dùng để chữa ho, tiêu chầy, nhiễm trùng da, viêm âm đạo, đau bụng kinh ở Guatemala (Girón et al., 1991). Dịch chiết Tai tượng đồng ức chế nhiều chủng vi khuẩn thuộc loài *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, kể cả các chủng vi khuẩn *S. aureus* kháng methicillin (Ble-González et al., 2022; Thesnor et al., 2023). Như vậy, tai tượng đồng là đối tượng tiềm năng để phát triển các sản phẩm dược liệu có nguồn gốc tự nhiên. Việc ghi nhận loài Tai tượng đồng ở Việt Nam là cơ sở quan trọng để khai thác nguồn tài nguyên thiên nhiên này.



Hình 2. Cây phát sinh chủng loại dựa trên trình tự *ITS* và *trnL-trnF*

4. KẾT LUẬN

Mẫu vật của loài Tai tượng đồng (*Acalypha arvensis* Poepp.) đã được định loại bằng đặc điểm hình thái và kiểm chứng bằng các chỉ thị phân tử. Đây là lần đầu tiên loài Tai tượng đồng được ghi nhận ở Việt Nam, là cơ sở để nghiên cứu và ứng dụng giá trị dược liệu của Tai tượng đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Altschul, S. F., Gish, W., Miller, W., Myers, E. W., & Lipman, D. J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215(3), 403–410. [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)

Ble-González, E. A., Gómez-Rivera, A., Zamilpa, A., López-Rodríguez, R., Lobato-García, C. E., Álvarez-Fitz, P., Gutierrez-Roman, A. S., Perez-García, M. D., Bugarin, A., & González-Cortazar, M. (2022). Ellagitannin, Phenols, and Flavonoids as Antibacterials from *Acalypha arvensis* (Euphorbiaceae). *Plants*, 11(3), 300. <https://doi.org/10.3390/PLANTS11030300/S1>

Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R., & Posada, D. (2012). jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 2012 9:8, 9(8), 772–772. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2109>

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ Đề tài cấp cơ sở mã số TN.23.10 của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Gagnepain, F. (1925). *Flore générale de l'Indo-Chine* (Vol. 5). Masson.

Girón, L. M., Freire, V., Alonzo, A., & Cáceres, A. (1991). Ethnobotanical survey of the medicinal flora used by the Caribs of Guatemala. *Journal of Ethnopharmacology*, 34(2–3), 173–187. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(91\)90035-C](https://doi.org/10.1016/0378-8741(91)90035-C)

Hall, T. A. (1999). BIOEDIT: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/ NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41.

Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., & DeWaard, J. R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1512). <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>

Hollingsworth, P. M., Forrest, L. L., Spouge, J. L., Hajibabaei, M., Ratnasingham, S., van der Bank, M., Chase, M. W., Cowan, R. S., Erickson, D.

- L., Fazekas, A. J., Graham, S. W., James, K. E., Kim, K. J., John Kress, W., Schneider, H., van AlphenStahl, J., Barrett, S. C. H., van den Berg, C., Bogarin, D., ... Little, D. P. (2009). A DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(31).
<https://doi.org/10.1073/pnas.0905845106>
- Hồ, P.H. (1992). *Cây cỏ Việt Nam: Vol. II(1)*. Montreal, Canada
- Levin, G. A., Cardinal-McTeague, W. M., Steinmann, V. W., & Sagun, V. G. (2022). Phylogeny, Classification, and Character Evolution of Acalypha (Euphorbiaceae: Acalyphoideae). *Systematic Botany*, 47(2).
<https://doi.org/10.1600/036364422X16512572275034>
- Li, D. Z., Gao, L. M., Li, H. T., Wang, H., Ge, X. J., Liu, J. Q., Chen, Z. D., Zhou, S. L., Chen, S. L., Yang, J. B., Fu, C. X., Zeng, C. X., Yan, H. F., Zhu, Y. J., Sun, Y. S., Chen, S. Y., Zhao, L., Wang, K., Yang, T., & Duan, G. W. (2011). Comparative analysis of a large dataset indicates that internal transcribed spacer (ITS) should be incorporated into the core barcode for seed plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(49).
<https://doi.org/10.1073/pnas.1104551108>
- Liu, D., Coloe, S., Baird, R., & Pedersen, J. (2000). Rapid mini-preparation of fungal DNA for PCR [5]. In *Journal of Clinical Microbiology*.
- Nguyen, N.T. (2007). *Taxonomy of Euphorbiaceae in Vietnam*. Vietnam National University Publishers, Hanoi.
- Poeppig, E. F., Endlicher, S.F.L. (1845). *Nova Genera ac Species Plantarum* 3: 21. *Sumptibus Friderici Hofmeister, Leipzig*.
- Radcliffe-Smith, A. (2001). *Genera Euphorbiacearum*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Ronquist, F., Teslenko, M., Van Der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., & Huelsenbeck, J. P. (2012). MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61(3), 539–542.
<https://doi.org/10.1093/SYSBIO/SYS029>
- Sagun, V. G., Levin, G. A., & van Welzen, P. C. (2010). Revision and phylogeny of Acalypha (Euphorbiaceae) in Malesia. *Blumea: Journal of Plant Taxonomy and Plant Geography*, 55(1).
<https://doi.org/10.3767/000651910X499141>
- Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. (2021). MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7).
<https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>
- Thesnor, V., Molinié, R., Giebelhaus, R. T., de la Mata Espinosa, A. P., Harynuk, J. J., Béniméris, D., Vanhoye, B., Dunyach-Rémy, C., Sylvestre, M., Cheremond, Y., Meffre, P., Cebrián-Torrejón, G., & Benfodda, Z. (2023). Antibacterial Activity and Untargeted Metabolomics Profiling of *Acalypha arvensis* Poepp. *Molecules*, 28(23), 7882.
<https://doi.org/10.3390/MOLECULES28237882/S1>
- Thìn, N.N. (1999). *Khóa xác định và hệ thống phân loại họ Thầu Dầu Việt Nam*. Nhà xuất bản nông nghiệp.
- Webster, G. L. (1994). Synopsis of the Genera and Suprageneric Taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 81(1), 33.
<https://doi.org/10.2307/2399909>