# KHẢO SÁT THÀNH PHẦN LIMONOID TRONG LÁ CÂY LÁT HOA (*Chukrasia tabularis* A. Juss.)

*Nguyễn Thị Việt Ái[1,2], Phan Thị Thanh Hương[3], Dương Thị Hải Yến[3]*
*Hoàng Việt Dũng[4], Phan Văn Kiệm[2,3], Bùi Hữu Tài[2,3*]*

**Tóm tắt**

***Mục tiêu:*** Chiết xuất được một số hợp chất nhóm limonoid từ lá cây Lát hoa (*Chukrasia tabularis* A. Juss. - *C. tabularis)* thuộc họ Meliaceae, được thu hái tại tỉnh Sơn La. ***Phương pháp nghiên cứu:*** Nghiên cứu thực nghiệm *in vitro*, các hợp chất được phân lập bằng các phương pháp sắc ký và tinh chế bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) bán điều chế. Cấu trúc của các hợp chất được xác định dựa trên phân tích phổ cộng hưởng từ hạt nhân một chiều và hai chiều (1D và 2D NMR), phổ khối lượng phân giải cao (HRESIMS) kết hợp so sánh với các tài liệu đã công bố. ***Kết quả:*** 3 phragmalin limonoid orthoester đã được phân lập và xác định cấu trúc, bao gồm tabularisin N (hợp chất 1), tabulalide D (hợp chất 2) và 3,30-diisobutyryl-12-acetoxyphragmalin (hợp chất 3). ***Kết luận:*** Nghiên cứu đã bổ sung dữ liệu về thành phần hóa học của loài *C. tabularis* ở Việt Nam, góp phần khẳng định *C. tabularis* là nguồn giàu limonoid có cấu trúc đa dạng, tạo cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về hóa thực vật và đánh giá tiềm năng hoạt tính sinh học của nhóm hợp chất này.

**Từ khóa:** Cây Lát hoa; Họ Meliaceae; Orthoester; Phragmalin limonoid.

# INVESTIGATION ON THE LIMONOID CONSTITUENTS FROM THE LEAVES OF *CHUKRASIA TABULARIS* A. JUSS.

**Abstract**

***Objectives:*** To primarily investigate the limonoid constituents of the leaves of *Chukrasia tabularis* A. Juss., Meliaceae family, collected in Son La province.

**[1]Học viện Khoa học và Công nghệ**
**[2]Viện Kiểm nghiệm Thuốc Trung ương, Bộ Y tế**
**[3]Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam**
**[4]Viện Đào tạo Dược, Học viện Quân y**
**[*]Tác giả liên hệ: Bùi Hữu Tài (bhtaiich@gmail.com)**
**Ngày nhận bài: 31/7/2026**
**Ngày được chấp nhận đăng: 03/9/2026**
**http://doi.org/10.56535/jmpm.v51i10.2332**

***Methods:*** This was an *in vitro* experimental study design. Compounds were isolated and purified by chromatographic techniques as well as semi-preparative HPLC. The isolated compounds were structurally elucidated by comprehensive spectroscopic analyses of 1D and 2D NMR, HRESIMS and comparison with reported data. ***Results:*** Three orthoester derivatives of phragmalin-type limonoid were isolated and identified as tabularisin N (compound 1), tabulalide D (compound 2), and 3,30-diisobutyryl-12-acetoxyphragmalin (compound 3). ***Conclusion:*** This study enriches the phytochemical knowledge of *C. tabularis* in Vietnam, providing additional evidence that this species is a valuable source of structurally diverse limonoids for future phytochemical and biological investigations.

**Keywords**: *Chukrasia tabularis*; Meliaceae family; Orthoester; Phragmalin limonoid.

## ĐẶT VẤN ĐỀ

Chi *Chukrasia* hiện được xem là chi đơn loài nhưng *Chukrasia tabularis* A. Juss. là loài duy nhất được chấp nhận, mặc dù trước đây đã có nhiều tên đồng danh được công bố [1]. *C. tabularis* là loài cây gỗ có giá trị kinh tế cao, phân bố rộng rãi tại các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới của châu Á [1 - 4]. Bên cạnh giá trị kinh tế, vỏ cây còn được ứng dụng trong y học cổ truyền Trung Quốc để điều trị tiêu chảy, cúm và các bệnh lý liên quan đến viêm [2, 3, 5]. Các nghiên cứu hóa thực vật trong hơn hai thập kỷ qua đã khẳng định *C. tabularis* là nguồn giàu hợp chất limonoid, một trong những nhóm hợp chất đặc trưng nhất của họ Meliaceae [2, 5 - 7]. Sự phức tạp về cấu trúc của các limonoid này bắt nguồn từ các quá trình oxy hóa hoặc tái sắp xếp khung carbon, khiến chúng trở thành những đối tượng hấp dẫn trong nghiên cứu hóa học hợp chất thiên nhiên. Nhiều limonoid phân lập từ *C. tabularis* đã được chứng minh là thể hiện hoạt tính kháng viêm, kháng khuẩn, kháng côn trùng và gây độc tế bào ung thư [6]. Trong khuôn khổ nghiên cứu, tìm kiếm các chất chuyển hóa thứ cấp có cấu trúc độc đáo và hoạt tính sinh học từ các loài thực vật họ Meliaceae, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: *Công bố kết quả khảo sát về thành phần limonoid từ lá C. tabularis.*

## ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Đối tượng nghiên cứu

Lá cây Lát hoa được thu hái tại tỉnh Sơn La vào tháng 7 năm 2023. Tên khoa học của mẫu được TS. Bùi Văn Thanh, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST) định danh và tiêu bản mẫu (P193) được lưu giữ tại Phòng Nghiên cứu Cấu trúc, Viện Hóa học, VAST.

**2. Phương pháp nghiên cứu**

** Thiết kế nghiên cứu:* Nghiên cứu thực nghiệm *in vitro*.

** Chiết xuất và phân lập các hợp chất:*

Lá khô của *C. tabularis* (4,5kg) được chiết siêu âm với methanol (3 × 9,0L, 2,5 giờ/lần), cất dung môi dưới áp suất giảm, thu được cao methanol. Cao chiết này (285,6g) được phân tán trong nước và chiết phân bố với các dung môi hữu cơ, thu được các phân đoạn *n*-hexan (H, 203,5g), ethyl acetat (E, 29,4g) và phân đoạn nước (W). Phân đoạn H được phân tách bằng sắc ký cột silica gel, rửa giải với hệ dung môi *n*-hexan-aceton theo độ phân cực tăng dần (từ 0 - 100% aceton), thu được 7 phân đoạn (H1 - H7). Phân đoạn H3 (8,2g) tiếp tục được tinh chế bằng sắc ký cột silica gel với hệ dung môi $CH_2Cl_2$-aceton (15:1) thu được 7 phân đoạn nhỏ hơn (H3.1 - H3.7). Phân đoạn H3.2 (0,09g) được tinh chế bằng HPLC bán điều chế [Agilent 1260 kết nối với cột YMC J'sphere ODS-H80 (kích thước cột 20 × 250mm, cỡ hạt 4µm), tốc độ dòng 3 mL/phút và đầu dò quan sát tại các bước sóng 210, 230, 254 và 280nm] với hệ dung môi ACN-$H_2O$ (65:35), thu được hợp chất 1 (9,8mg, $t_R$ = 38,6 phút). Tương tự, phân đoạn H3.4 (1,25g) được phân tách trên cột RP-18 với hệ dung môi MeOH-$H_2O$ (5:1), thu được 3 phân đoạn phụ (H3.4a - H3.4c). Phân đoạn H3.4b (0,08g) tiếp tục được làm sạch bằng HPLC bán điều chế với hệ dung môi ACN-$H_2O$ (60:40), thu được hợp chất 2 (6,5mg, $t_R$ = 45,8 phút). Cuối cùng, hợp chất 3 (6,3mg, $t_R$ = 61,8 phút) được tinh chế từ phân đoạn H3.5 (0,11g) sử dụng HPLC bán điều chế với hệ dung môi ACN-$H_2O$ (60:40; 0,05% TFA).

** Xác định cấu trúc hợp chất:*

Cấu trúc hóa học của hợp chất được xác định bằng phân tích góc quay cực trên máy P2000 polarimeter (Jasco, Nhật Bản), phân tích phổ 1D và 2D NMR trên máy Bruker AvanceNEO (Bruker, Đức), phân tích phổ HRESIMS trên máy Agilent 6530 Accurate Mass Q-TOF LC/MS (Agilent Technologies, Hoa Kỳ) và kết hợp so sánh dữ liệu phổ với tài liệu tham khảo.

**3. Đạo đức nghiên cứu**

Nghiên cứu thực nghiệm không được thực hiện trên người hoặc động vật. Nghiên cứu được thực hiện đúng theo quy định của Viện Hóa học. Số liệu nghiên cứu được Viện Hóa học cho phép sử dụng và công bố. Nhóm tác giả cam kết không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu.

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

**1. Thông số vật lý và dữ liệu phổ của các hợp chất**

Hợp chất tabularisin N (1) là chất rắn màu trắng; $[\alpha]_D^{28}$ -58,0 (*c* 0,1, $CHCl_3$); HR-ESI-MS: *m/z* 777,2611 $[M+H]^+$ (tính toán cho ion $[C_{37}H_{45}O_{18}]^+$, 777,2600); $^1$H-NMR (600MHz, $CDCl_3$), $\delta_H$ (*J* = Hz): 4,70 (s, H-3), 3,11 (br d, 10,8, H-5), 2,49

(dd, 17,4, 10,8, $H_a$-6), 2,65 (dd, 17,4, 7,2, $H_b$-6), 4,84 (d, 1,8, H-11), 4,52 (d, 1,8, H-12), 2,81 (dd, 10,8, 1,2, H-14), 3,25 (br d, 19,2, $H_a$-15), 2,74 (dd, 19,2, 10,8, $H_b$-15), 5,47 (s, H-17), 1,45 (s, H-18), 4,20 (d, 11,4, $H_a$-19), 4,56 (d, 11,4, $H_b$-19), 7,42 (t, 1,8, H-21), 6,44 (t, 1,8, H-22), 7,40 (t, 1,8, H-23), 0,93 (s, H-28), 1,82 (d, 10,8, $H_a$-29), 1,79 (d, 10,8, $H_b$-29), 6,03 (s, H-30), 1,76 (s, H-32), 2,31 (s, 3-COC<u>H</u>$_3$), 3,73 (s, 7-OC<u>H</u>$_3$), 1,67 (s, 12-COC<u>H</u>$_3$), 2,08 (s, 19-COC<u>H</u>$_3$), 2,09 (s, 30-COC<u>H</u>$_3$), 2,60 (s, 2-OH), 2,46 (s, 11-OH); $^{13}$C NMR (150MHz, $CDCl_3$), $\delta_C$: 85,2 (C-1), 79,5 (C-2), 82,8 (C-3), 45,4 (C-4), 35,6 (C-5), 33,0 (C-6), 171,8 (C-7), 86,3 (C-8), 85,3 (C-9), 47,0 (C-10), 70,8 (C-11), 71,7 (C-12), 37,8 (C-13), 42,2 (C-14), 26,7 (C-15), 169,8 (C-16), 77,0 (C-17), 15,6 (C-18), 66,5 (C-19), 120,9 (C-20), 141,0 (C-21), 109,9 (C-22), 143,2 (C-23), 14,1 (C-28), 39,1 (C-29), 70,1 (C-30), 120,2 (C-31), 21,0 (C-32), 170,9 (3-<u>C</u>OCH$_3$), 21,4 (3-CO<u>C</u>H$_3$), 51,9 (7-OCH$_3$), 169,7 (12-<u>C</u>OCH$_3$), 20,2 (12-CO<u>C</u>H$_3$), 169,9 (19-<u>C</u>OCH$_3$), 21,1 (19-CO<u>C</u>H$_3$), 168,7 (30-<u>C</u>OCH$_3$), 21,2 (30-CO<u>C</u>H$_3$).

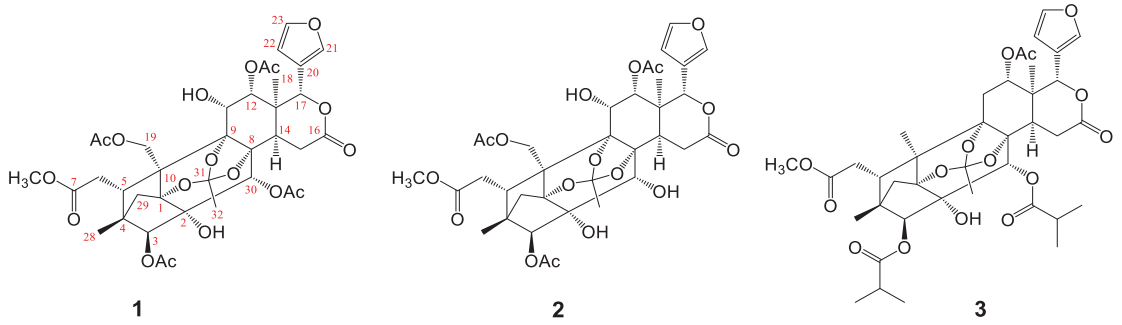
Hợp chất tabulalide D (2) là chất rắn màu trắng; $[\alpha]_D^{28}$ -50,6 (*c* 0,1, $CHCl_3$); HR-ESI-MS: *m/z* 735,2498 $[M+H]^+$ (tính toán cho ion $[C_{35}H_{43}O_{17}]^+$, 735,2495); $^1$H-NMR (600MHz, $CDCl_3$), $\delta_H$ (*J* = Hz): 4,75 (s, H-3), 3,23 (br d, 10,8, H-5), 2,50 (dd, 17,4, 10,8, $H_a$-6), 2,74 (dd, 17,4, 7,2, $H_b$-6), 4,89 (d, 1,8, H-11), 4,55 (d, 1,8, H-12), 2,77 (dd, 10,8, 1,2, H-14), 3,26 (br d, 19,2, $H_a$-15), 2,70 (dd, 19,2, 10,8, $H_b$-15), 5,57 (s, H-17), 1,43 (s, H-18), 4,17 (d, 11,4, $H_a$-19), 4,60 (d, 11,4, $H_b$-19), 7,42 (t, 1,8, H-21), 6,45 (t, 1,8, H-22), 7,42 (t, 1,8, H-23), 0,98 (s, H-28), 1,83 (br s, $H_2$-29), 4,60 (d, 7,2, H-30), 1,74 (s, H-32), 2,19 (s, 3-COC<u>H</u>$_3$), 3,74 (s, 7-OC<u>H</u>$_3$), 1,69 (s, 12-COC<u>H</u>$_3$), 2,07 (s, 19-COC<u>H</u>$_3$), 2,40 (s, 11-OH), 3.31 (d, 7,2, 30-OH); $^{13}$C NMR (150MHz, $CDCl_3$), $\delta_C$: 83,7 (C-1), 77,7 (C-2), 82,6 (C-3), 45,5 (C-4), 36,3 (C-5), 32,9 (C-6), 172,0 (C-7), 86,8 (C-8), 84,8 (C-9), 47,2 (C-10), 70,6 (C-11), 71,8 (C-12), 37,9 (C-13), 41,5 (C-14), 27,4 (C-15), 170,6 (C-16), 77,2 (C-17), 15,7 (C-18), 66,3 (C-19), 121,4 (C-20), 140,4 (C-21), 109,9 (C-22), 143,2 (C-23), 14,1 (C-28), 39,3 (C-29), 68,5 (C-30), 120,3 (C-31), 21,0 (C-32), 170,3 (3-<u>C</u>OCH$_3$), 20,9 (3-CO<u>C</u>H$_3$), 52,0 (7-OCH$_3$), 169,9 (12-<u>C</u>OCH$_3$), 21,0 (12-CO<u>C</u>H$_3$), 170,0 (19-<u>C</u>OCH$_3$), 20,3 (19-CO<u>C</u>H$_3$).

Hợp chất 3,30-diisobutyryl-12-acetoxyphragmalin (3) là chất rắn màu trắng; $[\alpha]_D^{28}$ -65,3 (*c* 0,1, $CHCl_3$); HR-ESI-MS: *m/z* 759,3231 $[M+H]^+$ (tính toán cho ion $[C_{39}H_{51}O_{15}]^+$, 759,3223); $^1$H-NMR (600MHz, $CDCl_3$), $\delta_H$ (*J* = Hz): 4,67 (s, H-3), 3,08 (br d, 10,8, H-5), 2,44 (dd, 17,4, 10,8, $H_a$-6), 2,63 (dd, 17,4, 7,2, $H_b$-6), 1,80 (t, 13,2, $H_a$-11), 2,28 (dd, 13,2, 3,0, $H_b$-11), 4,63 (dd, 13,0, 3,0, H-12), 2,23 (dd, 10,8, 1,2, H-14), 3,29 (br d, 19,2, $H_a$-15), 2,76 (dd, 19,2, 10,8, $H_b$-15), 5,58 (s, H-17), 1,19 (s, H-18), 1,13 (s, H-19), 7,48 (br s, H-21), 6,43 (br s, H-22), 7,39 (br s,

H-23), 0,91 (s, H-28), 1,73 (d, 10,8, $H_a$-29), 1,90 (d, 10,8, $H_b$-29), 6,02 (s, H-30), 1,67 (s, H-32), 3,72 (s, 7-OC<u>H</u>$_3$), 1,60 (s, 12-COC<u>H</u>$_3$), 2,68 (s, 2-OH), *3-O-isobutyryl*: 2,95 (m, H-2′), 1,32 (d, 6,6, H-3′), 1,21 (d, 6,6, H-4′), *30-O-isobutyryl*: 2,53 (m, H-2″), 1,10 (d, 6,6, H-3″), 1,18 (d, 6,6, H-4″); $^{13}$C NMR (150MHz, $CDCl_3$), $\delta_C$: 85,3 (C-1), 80,1 (C-2), 83,2 (C-3), 45,1 (C-4), 35,9 (C-5), 33,5 (C-6), 172,1 (C-7), 85,7 (C-8), 86,1 (C-9), 45,5 (C-10), 31,7 (C-11), 69,1 (C-12), 38,9 (C-13), 43,8 (C-14), 26,8 (C-15), 169,7 (C-16), 76,6 (C-17), 14,0 (C-18), 16,2 (C-19), 120,9 (C-20), 141,0 (C-21), 109,9 (C-22), 142,9 (C-23), 14,0 (C-28), 39,8 (C-29), 70,2 (C-30), 119,2 (C-31), 21,1 (C-32), 51,7 (7-OCH$_3$), 169,3 (12-<u>C</u>OCH$_3$), 20,1 (12-CO<u>C</u>H$_3$), *3-O-isobutyryl*: 177,3 (C-1′), 34,6 (C-2′), 19,7 (C-3′), 18,4 (C-4′), *30-O-isobutyryl*: 174,9 (C-1″), 34,6 (C-2″), 17,9 (C-3″), 19,3 (C-4″).

## BÀN LUẬN

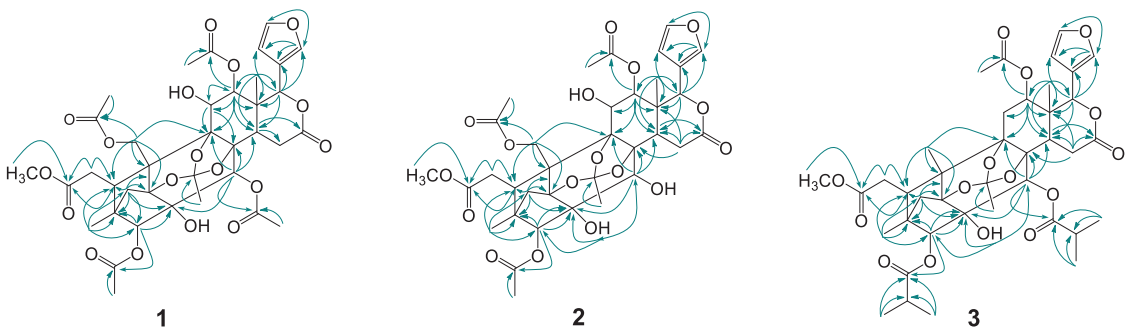
Hợp chất 1 (*Hình 1*) nhận được dưới dạng chất rắn, màu trắng. Công thức phân tử của hợp chất 1 được xác định là $C_{37}H_{44}O_{18}$ dựa trên quan sát phổ HRESIMS xuất hiện pic ion tại *m/z* 777,2611 $[M+H]^+$ (tính toán lý thuyết cho ion $[C_{37}H_{45}O_{18}]^+$, 777,2600) và kết hợp với dữ liệu phổ $^{13}$C NMR.




**Hình 1.** Cấu trúc hóa học của các hợp chất 1 - 3.

Phổ $^1$H NMR của hợp chất 1 xuất hiện ba tín hiệu methyl bậc ba dạng singlet ($\delta_H$ 0,93, 1,45 và 1,76), 4 proton oxymethine [$\delta_H$ 4,70 (s), 4,84 (d, 1,8Hz), 4,52 (d, 1,8Hz) và 6,03 (s)], cùng một nhóm oxymethylene [$\delta_H$ 4,20 (d, 12,0Hz) và 4,56 (d, 12,0Hz)]. Ngoài ra, hai nhóm methylene xuất hiện tại $\delta_H$ 2,65 (dd, 17,4, 7,2Hz)/2,49 (dd, 17,4, 10,8Hz) và $\delta_H$ 3,25 (br d, 19,2Hz) và 2,74 (dd, 19,2, 10,8Hz). Tín hiệu của proton H-30 xuất hiện ở vùng trường thấp ($\delta_H$ 6,03), gợi ý cho thấy carbon C-30 có thể đã bị ester hóa. Bên cạnh đó, một tín hiệu singlet ($\delta_H$ 5,47) cùng ba tín hiệu proton của vòng furan xuất hiện dưới dạng triplet

[$\delta_H$ 7,42, 6,44 và 7,40; $J$ = 1,8Hz)] đặc trưng cho nhóm $\beta$-furanyl. Ngoài ra, hai tín hiệu proton không liên kết với carbon ($\delta_H$ 2,60 và 2,46) gợi ý cho hai nhóm hydroxy. Phổ $^{13}$C NMR kết hợp với phổ HSQC (heteronuclear single quantum coherence - kỹ thuật quang phổ 2D NMR) cho thấy hợp chất 1 có tất cả 37 carbon, bao gồm 4 carbonyl của nhóm acetyl ($\delta_C$ 170,9, 169,7, 169,9 và 168,7) tương ứng với 4 methyl carbon ($\delta_C$ 21,4, 20,2, 21,1 và 21,2), 1 carbonyl ester ($\delta_C$ 171,8), 1 carbon methyl ester ($\delta_C$ 51,9), 1 carbonyl $\delta$-lacton ($\delta_C$ 169,8), 1 carbon orthoester ($\delta_C$ 120,2), 4 carbon bậc ba liên kết với oxy ($\delta_C$ 85,2, 79,5, 86,3 và 85,3), 6 oxymethine/oxymethylene carbon ($\delta_C$ 82,8, 70,8, 71,7, 77,0, 66,5 và 70,1), cùng bốn tín hiệu carbon của vòng $\beta$-furanyl ($\delta_C$ 120,9, 141,0, 109,9 và 143,2). Những đặc điểm phổ nêu trên hoàn toàn phù hợp với một khung cấu trúc dạng 1,8,9-orthoester phragmalin limonoid [8, 9]. Phần mảnh cấu trúc được xác định thông qua các phân tích trên phổ 2D NMR. Cụ thể, tương tác HMBC (heteronuclear multiple bond correlation - kỹ thuật phổ 2D NMR) từ proton của nhóm methoxy ($\delta_H$ 3,73) đến carbon C-7 ($\delta_C$ 171,8) đã xác nhận vị trí của nhóm methyl ester tại C-7; các tương tác HMBC của H-3 ($\delta_H$ 4,70), H-12 ($\delta_H$ 4,52), $H_2$-19 ($\delta_H$ 4,20/4,56) và H-30 ($\delta_H$ 6,03) với các carbon carbonyl ($\delta_C$ 170,9, 169,7, 169,9 và 168,7) lần lượt xác định vị trí của bốn nhóm acetoxy tại C-3, C-12, C-19 và C-30. Các tương tác quan trọng khác được quan sát trên phổ HMBC giữa $H_2$-6 ($\delta_H$ 2,49 và 2,65) với C-7 ($\delta_C$ 171,8), cùng với tương tác của H-17 ($\delta_H$ 5,47) đến C-13 ($\delta_C$ 37,8), C-16 ($\delta_C$ 169,8) và các carbon của vòng furan gồm C-20 ($\delta_C$ 120,9), C-21 ($\delta_C$ 141,0) và C-22 ($\delta_C$ 109,9), đã khẳng định sự hiện diện của nhóm methyl ester tại C-7, vòng $\delta$-lacton và nhóm $\beta$-furanyl liên kết tại C-17. Cuối cùng, tương tác HMBC của H-30 ($\delta_H$ 6,03) với các carbon C-1 ($\delta_C$ 85,2), C-2 ($\delta_C$ 79,5), C-8 ($\delta_C$ 86,3) và C-9 ($\delta_C$ 85,3), kết hợp với tín hiệu đặc trưng của carbon orthoester ($\delta_C$ 120,2), đã xác nhận liên kết orthoester nối giữa C-1, C-8 và C-9.




**Hình 2.** Các tương tác HMBC chính của các hợp chất 1 - 3.

Hằng số tương tác nhỏ giữa H-11 và H-12 ($J$ = 1,8Hz) cho thấy hai proton này có mối quan hệ *gauche*, phù hợp với cấu hình tương đối thường xuất hiện trong các dẫn xuất phragmalin limonoid orthoester [8, 9]. Các tín hiệu singlet của H-3 ($\delta_H$ 4,70), H-17 ($\delta_H$ 5,47) và H-30 ($\delta_H$ 6,03) cho thấy các proton này định hướng *equatorial* dưới ảnh hưởng của khung đa vòng đặc trưng của limonoid. Ngoài ra, các hằng số tương tác geminal lớn quan sát được đối với $H_2$-6 ($J$ = 17,4Hz), $H_2$-15 ($J$ = 19,2Hz) và $H_2$-19 ($J$ = 11,4Hz) hoàn toàn phù hợp với khung cấu trúc limonoid đã được đề xuất. Dữ liệu NMR của hợp chất 1 có sự tương đồng cao với các phragmalin limonoid thuộc nhóm chất tabularisin/tabulalid [8 - 10]. Điểm khác biệt đáng chú ý là sự xuất hiện của một nhóm acetoxy bổ sung tại C-30, được chứng minh bởi sự dịch chuyển về vùng trường thấp của vị trí C-30 cùng với tương tác HMBC đặc trưng từ H-30 đến carbonyl của nhóm acetyl. Trên cơ sở phân tích đầy đủ các dữ liệu phổ 1D và 2D NMR, kết hợp với so sánh tài liệu tham khảo [9], hợp chất 1 được xác định là hợp chất tabularisin N.

Hợp chất 2 nhận được dưới dạng chất rắn, màu trắng. Quan sát các phổ 1D NMR của hợp chất 2 có các đặc điểm phổ tương tự hợp chất 1, cho thấy cả hai đều sở hữu dạng khung cấu trúc 1,8,9-phragmalin limonoid orthoester [8 - 10]. Ngoài ra, phân tích phổ HRESIMS của hợp chất 2 ghi nhận pic ion tại $m/z$ 735,2498 $[M+H]^+$ (tính toán lý thuyết cho ion $[C_{35}H_{43}O_{17}]^+$, 735,2495), cho thấy công thức phân tử là $C_{35}H_{43}O_{17}$. Khối lượng phân tử của hợp chất 2 nhận được < 42Da so với hợp chất 1, gợi ý có sự thiếu vắng của một nhóm acetyl. Phù hợp với nhận định này, dữ liệu phổ $^1H$ và $^{13}C$ NMR của hợp chất 2 hầu như giống hoàn toàn trùng khớp với hợp chất 1, ngoại trừ sự vắng mặt của các tín hiệu đặc trưng cho nhóm acetyl đính tại C-30 và sự dịch chuyển về vùng trường cao của các tín hiệu H-30 và C-30 từ $\delta_H$ 6,03 (s)/$\delta_C$ 70,1 ở hợp chất 1 sang $\delta_H$ 4,60/$\delta_C$ 68,5 ở hợp chất 2. Như vậy, nhóm acetoxy tại C-30 của hợp chất 1 đã được thay thế bằng một nhóm hydroxyl trong hợp chất 2. Các dữ liệu NMR còn lại bao gồm số lượng các nhóm methyl, methylene, methine, carbon mang oxy và carbon không liên kết với hydro, cùng với các tương tác HMBC quan trọng, đều gần như giống với hợp chất 1, khẳng định rằng hai hợp chất có cùng khung cấu trúc [8 - 10]. Từ các dữ kiện phổ nêu trên, cấu trúc của hợp chất 2 được xác định là hợp chất tabulalide D [8].

Hợp chất 3 tinh chế được dưới dạng chất rắn, màu trắng. Công thức phân tử được xác định là $C_{39}H_{50}O_{15}$ dựa trên quan sát phổ HRESIMS với sự xuất hiện của pic ion tại $m/z$ 759,3231 $[M+H]^+$ (tính toán lý thuyết cho ion $[C_{39}H_{51}O_{15}]^+$, 759,3223) kết hợp với dữ liệu $^{13}C$ NMR.

Phổ 1D NMR và HSQC của hợp chất 3 xuất hiện các tín hiệu có thể gán cho ba nhóm methyl bậc ba ($\delta_H/\delta_C$: 1,19/14,0; 1,13/16,2; 0,91/14,0), một nhóm methyl ester ($\delta_H$ 3,72/$\delta_C$ 51,7) và bốn nhóm carbinol [$\delta_H/\delta_C$: 4,67/83,2; 4,63/69,1; 6,02/70,2 và 5,58/76,6]. Một nhóm acetoxy tại C-12 được xác định dựa trên tương tác HMBC từ các proton $\delta_H$ 1,60 và $\delta_H$ 4,63 (H-12) đến carbonyl carbon ($\delta_C$ 169,3). Sự hiện diện của nhóm orthoester được xác nhận bởi nhóm methyl singlet ($\delta_H$ 1,67/$\delta_C$ 21,1) và carbon orthoester ($\delta_C$ 119,2). Mặc dù không quan sát thấy tương quan HMBC trực tiếp nào giữa các proton phragmalin và carbon orthoacetate nhưng sự xuất hiện của 3 carbon bậc ba chứa oxy ($\delta_C$ 85,3, 85,7 và 86,1) tương ứng với C-1, C-8 và C-9 đã minh chứng cho dạng liên kết vị trí điển hình là 1,8,9-orthoester. Ngoài ra, ba tín hiệu proton olefinic quan sát được ở vùng trường thấp ($\delta_H$ 7,48, 6,43 và 7,39), cùng với các olefinic carbon [$\delta_C$ 120,9, 141,0, 109,9 và 142,9], cho thấy một vòng $\beta$-furanyl trong hợp chất 3. Các tương tác HMBC từ H-17 ($\delta_H$ 5,58) đến C-20 ($\delta_C$ 120,9)/C-21 ($\delta_C$ 141,0)/C-22 ($\delta_C$ 109,9) xác nhận sự hiện diện của một vòng furan liên kết tại C-17. Một cặp tín hiệu [$\delta_H$ 1,90 (d, 10,8Hz) và 1,73 (d, 10,8Hz)] được gán cho các proton $H_2$-29, đặc trưng cho hệ vòng cầu nối 4,29,1 của phragmalin, điều này cũng được chứng minh bằng các tương tác HMBC từ H-3 đến C-29, từ $H_3$-28 và $H_2$-29 đến C-5 và từ $H_2$-29 đến C-1. Tương tác HMBC quan trọng khác từ H-3 và H-30 đến các carbon carbonyl C-1' và C-1'', cùng với tương tác của H-1‴/H-12' đến carbonyl C-1‴, đã xác định rõ ràng rằng hai nhóm thế isobutyryloxy và một nhóm acetoxy lần lượt ở tại các vị trí C-3, C-30 và C-12. Cấu hình tương đối của hợp chất 3 được xác định là giống với các 1,8,9-phragmalin orthoester dựa trên tính tương tự dữ liệu 1D và 2D NMR [2, 5, 8, 10]. Do đó, cấu trúc của hợp chất 3 được xác định là 3,30-diisobutyryl-12-acetoxyphragmalin [10].

## KẾT LUẬN

Nghiên cứu bước đầu về thành phần hóa học từ lá cây lát hoa (*C. tabularis*) đã thu được 3 phragmalin limonoid orthoester (1 - 3). Cấu trúc của chúng được xác định bằng các phân tích phổ 1D và 2D NMR và phổ HRESIMS. Những phát hiện này tiếp tục mở rộng thành phần hóa học của *C. tabularis* và chứng minh loài này là nguồn phong phú của các hợp chất limonoid có cấu trúc đa dạng. Bên cạnh đó, các chất chuyển hóa thứ cấp phân lập được góp phần cung cấp thêm thông tin về phân loại hóa học có giá trị cho chi *Chukrasia* và xây dựng nền tảng cho các nghiên cứu sâu hơn về hóa học, hoạt tính sinh học và dược lý trong tương lai.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 104.01-2024.03.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. POWO. Plants of the World online, Royal botanic gardens Knew. https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:26709-1. Truy cập ngày 18/8/2026

2. Heng L, Zhao M, Xu R, Tao R, Wang CC, Zhang L, Bu Y, Luo J, Li Y. Phragmalin and mexicanolide limonoids with reversal of multidrug resistance from the seeds of *Chukrasia tabularis* A. Juss. Phytochemistry. 2021;182:e112606.

3. Antoine K, Khongsak P. Technical Reports Chukrasia: biology, cultivation and utilisation. Australian Centre for International Agricultural Research. 2000;TR049:1-32.

4. Andrade C, Ferreres F, Gomes NGM, Gil-Izquierdo A, Duangsrisai S, Pereira DM, Andrade PB, Valentao P. Valorisation of the industrial waste of *Chukrasia tabularis* A.Juss: characterization of the leaves phenolic constituents and antidiabetic-like effects. Ind Crops Prod. 2022;185:e115100.

5. Dai S, Wu Y, Xin X, An F. Phragmalin-type limonoids from the fruits of *Chukrasia tabularis* and their anti-inflammatory activity. Molecules. 2023;28:e5136.

6. Kaur R, Arora S. Phytochemical and pharmacological review of *Chukrasia tabularis* A. Juss. Int J Med Plants Res. 2025;14(6):1-21.

7. Hieu TT, Thuy PT, Duc DX. Isolation and bioactivities of limonoids from Meliaceae family: a review. Curr Org Chem. 2022;26(14):1359-430.

8. Nakatania M, Abdelgaleil SAM, Saad MMG, Huang RC, Doed M, Iwagawa T. Phragmalin limonoids from *Chukrasia tabularis*. Phytochemistry. 2004;65(20): 2833-41.

9. Zhang CR, Yang SP, Chen XQ, Wu Y, Zhen XC, Yue JM. Limonoids from the twigs and leaves of *Chukrasia tabularis*. Helv Chim Acta. 2008;91(12):2338-80.

10. Narender T, Khaliq T. 13C NMR spectroscopy of D and B, D-ring seco-limonoids of Meliaceae family. Nat Prod Res. 2008;22(9):763-800.