



Original Article

## Triterpenoids and Indole Alkaloids from the Aerial Parts of *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson

Vu Mai Thao, Ha Thi Thoa, Nguyen Thi Tu Oanh,  
Nguyen Xuan Nhiem, Nguyen Thi Minh Hang\*

*Institute of Marine Biochemistry, Vietnam Academy of Science and Technology,  
18 Hoang Quoc Viet, Nghia Do, Cau Giay, Hanoi, Vietnam*

Received 17 March 2023

Revised 6 April 2023; Accepted 10 June 2023

**Abstract:** *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson is an edible vegetable, cultivated in Vietnam. This plant was reported to contain a diverse chemical composition including megastimans, flavonoids, iridoids, and phenylpropanoid glycosides. It also exhibited many interesting biological activities such as antibacterial, antifungal, antihypertensive, anti-asthmatic, analgesic, anti-inflammatory, tyrosinase inhibitory, antioxidant, and antidiabetic effects. However, so far, the studies on this species in Vietnam are relatively few. In this study, six compounds including lutein (1), verbascoside (2), indole-3-carboxylic acid (3), 3 $\alpha$ ,24-dihydroxy-olean-12-en-28-oic acid (4), ursolic acid (5), and pomolic acid (6) were isolated from the ethyl acetate fraction of the aerial parts of *A. gangetica*. Their structures were identified based on the NMR and MS spectroscopic data and comparison with those in the literature. Four compounds (3-6) have been isolated from this plant for the first time.

**Keywords:** *Asystasia gangetica*, ursolic acid, pomolic acid, lutein, verbascoside, indole-3-carboxylic acid.

\* Corresponding author.

E-mail address: [hangimbc@gmail.com](mailto:hangimbc@gmail.com)

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4490>

# Triterpenoid và indole alkaloid từ phần trên mặt đất của loài Biền hoa sông hằng (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson)

Vũ Mai Thảo, Hà Thị Thoa, Nguyễn Thị Tú Oanh,  
Nguyễn Xuân Nhiệm, Nguyễn Thị Minh Hằng\*

*Viện Hóa sinh biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,  
18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội*

Nhận ngày 17 tháng 3 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 06 tháng 4 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 6 năm 2023

**Tóm tắt:** Cây Biền hoa sông hằng (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) được trồng tại nhiều nơi ở Hà Nội và một số tỉnh khác để làm rau ăn với tên gọi “rau ngọt nhạt”. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy loài cây này đa dạng về thành phần hóa học với các hợp chất megastigman, flavonoid, iridoid và phenylpropanoid glycosid và có nhiều hoạt tính sinh học đáng chú ý như kháng khuẩn, kháng nấm, hạ huyết áp, chống hen suyễn, giảm đau, kháng viêm, ức chế enzyme tyrosinase, chống oxy hóa và chống tiểu đường. Tuy nhiên, ở Việt Nam, loài cây này còn ít được nghiên cứu cả về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học. Trong nghiên cứu này, sáu hợp chất là lutein (1), verbascoside (2), acid indol-3-carboxylic (3), acid 3 $\alpha$ ,24-dihydroxy-olean-12-en-28-oic (4), acid ursolic (5) và acid pomolic (6) đã được phân lập từ phần trên ethyl acetat của phần trên mặt đất loài Biền hoa sông hằng. Cấu trúc hóa học của các hợp chất này được xác định dựa trên các dữ liệu phổ NMR, MS và so sánh số liệu phổ với tài liệu tham khảo. Đây là lần đầu tiên bốn hợp chất (3-6) được phân lập từ loài Biền hoa sông hằng (*A. gangetica*).

**Từ khóa:** *Asystasia gangetica*, acid ursolic, acid pomolic, lutein, verbascoside, acid indol-3-carboxylic.

## 1. Mở đầu

Cây Biền hoa sông hằng hay Thập vạn thác (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) thuộc họ Ô rô (Acanthaceae) được phân bố ở Lào Cai, Hà Giang, Lạng Sơn, Vĩnh Phúc, Hà Nội. Cây có tác dụng trừ giun, tiêu sưng, trừ thấp. Ở Ấn Độ người ta dùng dịch lá làm thuốc trừ giun và dùng xoa trị sưng viêm và đau thấp khớp. Ở Vân Nam (Trung Quốc), toàn thân dùng trị đòn ngã tổn thương và gãy xương [1]. Loài cây này được

trồng tại nhiều nơi ở Hà Nội và một số tỉnh khác để làm rau ăn với tên gọi “rau ngọt nhạt” với công dụng giúp kích thích sữa cho phụ nữ sau sinh, giải nhiệt cơ thể, bổ huyết, nhuận tràng [2]. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy cây Biền hoa sông hằng (*A. gangetica*) đa dạng về thành phần hóa học bao gồm các hợp chất megastigman [3], flavonoid [3, 4], iridoid và phenylpropanoid glycosid [5, 6]. Tinh dầu từ các bộ phận trên mặt đất, hạt và rễ của cây *A. gangetica* cũng đã được phân tích bằng phương

\* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: hangimbc@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4490>

pháp sắc ký khí và sắc ký khí kết hợp với khối phổ [7]. Các nghiên cứu về hoạt tính sinh học đã cho thấy loài cây này thể hiện nhiều hoạt tính sinh học đáng chú ý như kháng khuẩn, kháng nấm, hạ huyết áp, chống hen suyễn, giảm đau, kháng viêm, ức chế enzyme tyrosinase, chống oxy hóa và chống tiểu đường [8, 9-15]. Đây là loài cây tiềm năng trong việc tìm kiếm các chất có hoạt tính sinh học cao để ứng dụng trong nghiên cứu phát triển thuốc và các sản phẩm dùng trong phòng và chữa bệnh. Tuy nhiên, ở Việt Nam, mới có một nghiên cứu phân lập được 2 hợp chất flavonoid từ phân đoạn ethyl acetat của loài cây này [16]. Nghiên cứu này cung cấp thêm thông tin về thành phần hóa học của phân đoạn chiết ethyl acetat từ phân trên mặt đất của cây Biên hoa sông hồng (*A. gangetica*).

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Phân trên mặt đất của loài Biên hoa sông hồng được thu hái vào tháng 12 năm 2021 tại Hà Nội và được TS. Đỗ Thị Xuyên thuộc Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội giám định tên khoa học là *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson. Mẫu được lưu giữ tại Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Thuốc, Viện Hóa sinh biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### 2.2. Dung môi, hóa chất và thiết bị

Dung môi, hóa chất dùng để chiết xuất và phân lập chất gồm *n*-hexan, ethyl acetat, methanol, dichloromethan. Sắc ký cột được thực hiện trên silica gel (Merck) cỡ hạt 40-63  $\mu\text{m}$  và Sephadex LH-20 (Sigma-Aldrich). Sắc ký lớp mỏng được thực hiện trên bản mỏng tráng sẵn (TLC, silica gel 60 F<sub>254</sub>, Merck). Phát hiện chất bằng đèn tử ngoại bước sóng 254 nm và thuốc thử Cerisulfat. Phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR) được đo trên máy Bruker Avance 500 MHz và Bruker Avance Neo 600 MHz. Phổ khối HRESI-MS được đo trên máy Agilent 6530 Accurate-Mass Q-TOF LC/MS.

### 2.3. Chiết xuất và phân lập chất

Phân trên mặt đất cây Biên hoa sông hồng sau khi thu hái được thái thành các đoạn dài khoảng 2-3 cm, phơi khô và xay nhỏ thu được 4 kg bột khô. Bột mẫu khô (4 kg) được ngâm chiết bằng methanol ở nhiệt độ phòng (3 lần, 12 L và 24 h/lần). Các dịch chiết MeOH được gộp chung và cất loại dung môi xuống còn 1 L. Hòa dịch chiết cô đặc với nước cất theo tỉ lệ 1:1, sau đó chiết phân bố lần lượt với *n*-hexan và ethyl acetat (3 x 500 mL). Cất loại hoàn toàn dung môi của các dịch chiết thu được các cặn chiết tương ứng là cặn *n*-hexan (AGH, 65 g) và cặn ethyl acetat (AGE, 20,6 g).

Phân tách cặn chiết ethyl acetat (AGE, 20,3 g) bằng cột Sephadex LH-20, rửa giải bằng MeOH thu được 3 phân đoạn E1-E3. Phân đoạn E2 (14,2 g) tiếp tục được phân tách trên cột sắc ký silica gel, rửa giải gradient hệ dung môi *n*-hexan:EtOAc (98:2→0:100) thu được 8 phân đoạn, E2.1-E2.8.

Phân đoạn E2.4 (0,32 g) tiếp tục được phân tách bằng cột silica gel với hệ dung môi *n*-hexan:CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (gradient: 1:0→0:1) thu được 5 phân đoạn, E2.4.1-E2.4.5. Rửa phân đoạn E2.4.2 (30 mg) bằng MeOH thu được hợp chất **4** (5 mg). Phân đoạn E2.4.3 (150 mg) được tinh chế bằng cột silica gel với hệ dung môi *n*-hexan:EtOAc (9:1) thu được 4 phân đoạn E2.4.3.1-E2.4.3.4. Phân đoạn E2.4.3.2 (27 mg) được tinh chế bằng cột Sephadex LH-20 với hệ dung môi MeOH:CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (9:1) thu được hợp chất **5** (5 mg). Phân đoạn E2.4.3.3 (40 mg) được tinh chế bằng cột silica gel với hệ dung môi *n*-hexan:EtOAc (9:1) thu được hợp chất **1** (12 mg) và **6** (7 mg).

Phân đoạn E2.6 (0,55 g) được tinh chế 2 lần bằng cột Sephadex LH-20 lần lượt với hệ dung môi MeOH:CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (9:1) và MeOH thu được hợp chất **3** (5 mg). Phân đoạn E2.8 (1,2 g) được phân tách bằng cột silica gel với hệ dung môi CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH (95:5) thu được 5 phân đoạn, E2.8.1-E2.8.5.

Phân đoạn E2.8.3 (130 mg) được tinh chế bằng cột Sephadex LH-20 với hệ dung môi MeOH:CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (9:1) thu được hợp chất **2** (8 mg).

Cấu trúc hóa học của các hợp chất đã phân lập được xác định dựa trên sự kết hợp các dữ liệu phổ NMR, MS và so sánh các số liệu phổ với tài liệu tham khảo.

### 3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

#### 3.1. Kết quả nghiên cứu

##### Hợp chất 1: Lutein

Chất rắn, màu đỏ cam.

$^1\text{H}$  NMR (600 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta_{\text{H}}$ : 0,84 (3H, s, H-16'), 0,99 (3H, s, H-17'), 1,07 (6H, s, H-16, H-17), 1,38 (1H, dd,  $J = 6,6, 13,2$  Hz, Ha-2'), 1,47 (1H, t,  $J = 12,0$  Hz, Ha-2), 1,73 (3H, s, H-18), 1,62 (3H, s, H-18'), 1,76 (1H, m, Hb-2), 1,82 (1H, dd,  $J = 6,0, 13,2$  Hz, Hb-2'), 1,90 (3H, s, H-19'), 1,96 (3H, s, H-20), 1,97 (6H, s, H-20', H-19), 2,05 (1H, dd,  $J = 7,2, 15,6$  Hz, Hb-4), 2,36 (1H, m, Ha-4), 2,25 (1H, br.s, H-3'), 2,41 (1H, d,  $J = 10,2$  Hz, H-6'), 4,00 (1H, m, H-3), 5,54 (1H, br.s, H-4').

$^{13}\text{C}$  NMR (150 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta_{\text{C}}$ : 37,1 (C-1), 48,4 (C-2), 65,1 (C-3), 42,5 (C-4), 126,1 (C-5), 137,7 (C-6), 125,6 (C-7), 138,5 (C-8), 135,6 (C-9), 131,3 (C-10), 124,9 (C-11), 137,5 (C-12), 136,4 (C-13), 132,5 (C-14), 130,0 (C-15), 28,7 (C-16), 30,2 (C-17), 21,6 (C-18), 12,7 (C-19), 12,8 (C-20), 34,0 (C-1'), 44,6 (C-2'), 65,9 (C-3'), 125,6 (C-4'), 138,0 (C-5'), 54,9 (C-6'), 128,7 (C-7'), 137,7 (C-8'), 135,0 (C-9'), 130,8 (C-10'), 124,4 (C-11'), 137,6 (C-12'), 135,5 (C-13'), 132,5 (C-14'), 130,0 (C-15'), 24,3 (C-16'), 29,5 (C-17'), 22,8 (C-18'), 13,1 (C-19'), 12,8 (C-20').

Phổ  $^{13}\text{C}$  NMR và DEPT của hợp chất 1 xuất hiện tín hiệu của 40 carbon bao gồm 10 nhóm methyl tại  $\delta_{\text{C}}$  28,7 (C-16), 30,2 (C-17), 21,6 (C-18), 12,7 (C-19), 12,8 (C-20), 24,3 (C-16'), 29,5 (C-17'), 22,8 (C-18'), 13,1 (C-19'), 12,8 (C-20'), 3 nhóm methylen tại  $\delta_{\text{C}}$  48,4 (C-2), 42,5 (C-4) và 44,6 (C-2'), 15 nhóm methin olefin, 9 carbon bậc 4 trong đó có 7 carbon olefin tại  $\delta_{\text{C}}$  126,1 (C-5), 137,7 (C-6), 135,6 (C-9), 136,4 (C-13), 138,0 (C-5'), 135,0 (C-9') và 135,5 (C-13') và 2 carbon bậc bốn tại  $\delta_{\text{C}}$  37,1 (C-1) và 34,0 (C-1'); cùng với

3 carbon nhóm methin trong đó có 2 nhóm hydroxymethin tại  $\delta_{\text{C}}$  65,1 (C-3), 65,9 (C-3') và một nhóm methin gắn với nối đôi tại  $\delta_{\text{C}}$  54,9 (C-6'). Phổ  $^1\text{H}$  NMR xuất hiện tín hiệu của các proton thuộc 10 nhóm methyl dưới dạng singlet tại  $\delta_{\text{H}}$  1,07 (6H, s, H-16 và H-17), 1,73 (3H, s, H-18), 1,97 (3H, s, H-19), 1,96 (3H, s, H-20), 0,84 (3H, s, H-16'), 0,99 (3H, s, H-17'), 1,62 (3H, s, H-18'), 1,90 (3H, s, H-19'), 1,97 (3H, s, H-20'). Các proton của 3 nhóm methylen xuất hiện tại  $\delta_{\text{H}}$  1,47 (1H, t,  $J = 12,0$  Hz, Ha-2), 1,76 (1H, m, Hb-2), 2,36 (1H, m, Ha-4), 1,76 (1H, m, Hb-4), 1,38 (1H, dd,  $J = 6,6, 13,2$  Hz, Ha-2') và 1,82 (1H, dd,  $J = 6,0, 13,2$  Hz, Hb-2'). Proton của hai nhóm hydroxymethin xuất hiện tại  $\delta_{\text{H}}$  4,00 (1H, m, H-3), 2,25 (1H, br.s, H-3') và proton của nhóm methin bão hòa khác tại  $\delta_{\text{H}}$  2,41 (1H, d,  $J = 10,2$  Hz, H-6'). Các dữ liệu phổ trên gợi ý cho cấu trúc của một hợp chất carotenoid với 2 nhóm cyclohexen đầu mạch. Phân tích phổ COSY cùng với các phổ HSQC, HMBC xác định được cấu trúc của hợp chất 1 là lutein. Số liệu phổ  $^{13}\text{C}$  NMR của hợp chất 1 được so sánh với các số liệu tương ứng của lutein [17] khẳng định cấu trúc của 1 là lutein.

##### Hợp chất 2: Verbascoside

Chất rắn, màu vàng.

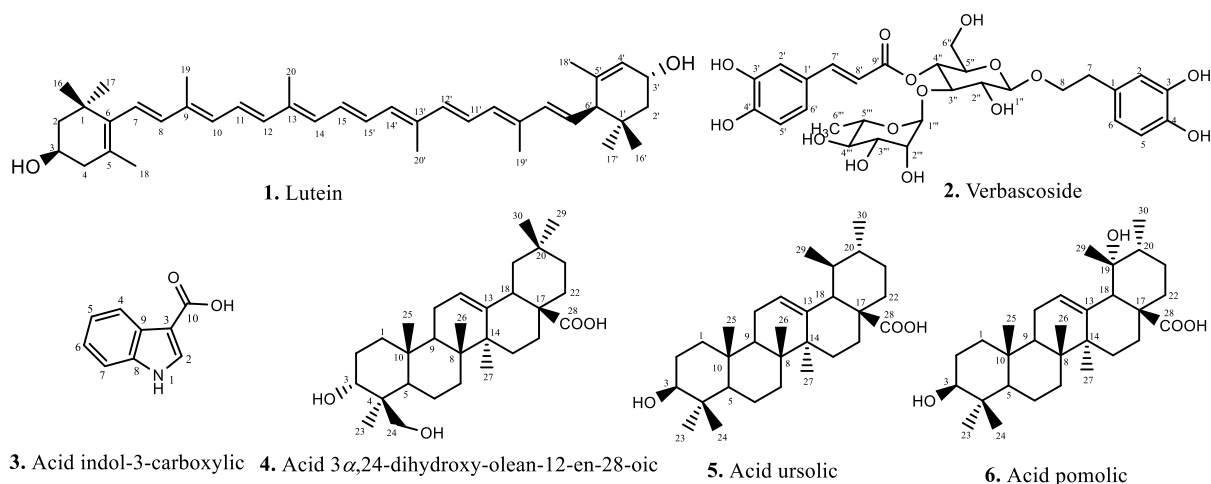
$^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta_{\text{H}}$ : 6,71 (1H, d,  $J = 2,0$  Hz, H-2), 6,69 (1H, d,  $J = 8,0$  Hz, H-5), 6,58 (1H, dd,  $J = 2,0, 8,0$  Hz, H-6), 2,81 (2H, dt,  $J = 3,0, 7,5$  Hz, H-7), 4,07 (1H, m, Ha-8), 3,74 (1H, m, Hb-8), 7,07 (1H, d,  $J = 2,0$  Hz, H-2'), 6,79 (1H, d,  $J = 8,5$  Hz, H-5'), 6,96 (1H, dd,  $J = 2,0, 8,5$  Hz, H-6'), 7,59 (1H, d,  $J = 16,0$  Hz, H-7'), 6,27 (1H, d,  $J = 16,0$  Hz, H-8'), 4,39 (1H, d,  $J = 8,0$  Hz, H-1''), 3,41 (1H, dd,  $J = 8,0, 9,0$  Hz, H-2''), 3,83 (1H, t,  $J = 9,0$  Hz, H-3''), 4,93 (1H, t,  $J = 9,0$  Hz, H-4''), 3,54 (1H, m, H-5''), 3,63 (1H, m, Ha-6''), 3,54 (1H, m, Hb-6''), 5,20 (1H, d,  $J = 1,5$  Hz, H-1'''), 3,93 (1H, dd,  $J = 2,0, 3,5$  Hz, H-2'''), 3,60 (1H, m, H-3'''), 3,32 (1H, m, H-4'''), 3,57 (1H, m, H-5'''), 1,10 (1H, d,  $J = 6,0$  Hz, H-6''').

$^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta_{\text{C}}$ : 131,4 (C-1), 117,1 (C-2), 146,1 (C-3), 144,6 (C-4),

116,3 (C-5), 121,2 (C-6), 36,5 (C-7), 72,2 (C-8), 127,6 (C-1'), 115,2 (C-2'), 146,8 (C-3'), 149,7 (C-4'), 116,5 (C-5'), 123,1 (C-6'), (C-7'), 114,7 (C-8'), 148,0 168,3 (C-9), 104,2 (C-1''), 76,2 (C-2''), 81,6 (C-3''), 70,6 (C-4''), 76,0 (C-5''), 62,3 (C-6''), 103,0 (C-1'''), 72,3 (C-2'''), 72,0 (C-3'''), 73,8 (C-4'''), 70,4 (C-5'''), 18,4 (C-6''').

Phổ  $^1\text{H}$  NMR của hợp chất **2** xuất hiện các tín hiệu tại  $\delta_{\text{H}}$  6,71 (1H, d,  $J = 2,0$  Hz, H-2), 6,69 (1H, d,  $J = 8,0$  Hz, H-5), 6,58 (1H, dd,  $J = 2,0, 8,0$  Hz, H-6), 2,81 (2H, dt,  $J = 3,0, 7,5$  Hz, H-7) 4,07 (1H, m, Ha-8) và 3,74 (1H, m, Hb-8) của một nhóm 3,4-dihydroxyphenylethyl. Tín hiệu của 2 proton thuộc một liên kết đôi cấu hình *trans* tại  $\delta_{\text{H}}$  6,27 (1H, d,  $J = 16,0$  Hz, H-8') và 7,59 (1H, d,  $J = 16,0$  Hz, H-7') cùng với tín hiệu của một hệ ABX tại  $\delta_{\text{H}}$  7,07 (1H, d,  $J = 2,0$  Hz, H-2'), 6,79 (1H, d,  $J = 8,5$  Hz, H-5'), 6,97 (1H, dd,  $J = 2,0, 8,5$  Hz, H-6') cho biết sự có mặt của một nhóm *trans*-caffeoyl. Ngoài ra, phổ  $^1\text{H}$  NMR còn xuất hiện tín hiệu của một đơn vị đường glucose tại  $\delta_{\text{H}}$  4,39 (1H, d,  $J = 8,0$  Hz, H-1''), 3,41 (1H, dd,  $J = 8,0, 9,0$  Hz, H-2''), 3,83 (1H, t,  $J = 9,0$  Hz, H-3''), 4,93 (1H, t,  $J = 9,0$  Hz, H-4''), 3,54 (1H, m, H-5''), 3,63 (1H, m, Ha-6'') và 3,54 (1H, m, Hb-6'') cùng với một đơn vị đường rhamnose tại  $\delta_{\text{H}}$  5,20 (1H, d,  $J = 1,5$  Hz, H-1'''), 3,93 (1H, dd,  $J = 2,0, 3,5$  Hz, H-2'''), 3,60

(1H, m, H-3'''), 3,32 (1H, m, H-4'''), 3,57 (1H, m, H-5''') và 1,10 (1H, d,  $J = 6,0$  Hz, H-6'''). Phổ  $^{13}\text{C}$  NMR xuất hiện tín hiệu của 29 carbon được quy gán nhờ phổ HSQC tương ứng với 8 carbon của nhóm 3,4-dihydroxyphenylethyl, 9 carbon của nhóm *trans*-caffeoyl trong đó nhóm carbonyl ester xuất hiện tại  $\delta_{\text{C}}$  168,3, 6 carbon của gốc glucose và 6 carbon của gốc rhamnose. Các tương tác trên phổ HMBC cho phép kết nối các nhóm trong cấu trúc của hợp chất **2** với nhau. Tương tác giữa H-4'' ( $\delta_{\text{H}}$  4,93) với nhóm  $-\text{COO}$  (C-9,  $\delta_{\text{C}}$  168,3) cho biết nhóm *trans*-caffeoyl gắn vào gốc glucose tại vị trí C-4''. Tương tác giữa H-1''' ( $\delta_{\text{H}}$  5,20) với C-3'' ( $\delta_{\text{C}}$  81,6) và H-3'' ( $\delta_{\text{H}}$  3,83) với C-1''' ( $\delta_{\text{C}}$  103,0) cho phép xác định nhóm rhamnosyl liên kết với nhóm glycosyl tại vị trí C-3''. Tương tác giữa H-1'' ( $\delta_{\text{H}}$  4,39) với C-8 ( $\delta_{\text{C}}$  72,2) và H-8 ( $\delta_{\text{H}}$  4,07/3,74) với C-1'' ( $\delta_{\text{C}}$  104,2) cho phép xác định nhóm glycosyl liên kết với nhóm 3,4-dihydroxyphenylethyl tại C-8. Kết hợp các dữ liệu phổ trên cấu trúc của hợp chất **2** được xác định là hợp chất  $\beta$ -(3,4-dihydroxyphenyl)ethyl- $O$ - $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl (1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-(4- $O$ -caffeoyl)-glucopyranoside (verbascoside). Số liệu phổ  $^1\text{H}$  và  $^{13}\text{C}$  NMR của hợp chất **2** cũng được so sánh với các số liệu tương ứng của verbascoside [18] khẳng định cấu trúc của hợp chất **2** là verbascoside.



Hình 1. Cấu trúc hóa học của các chất **1-6**.

**Hợp chất 3:** Acid indol-3-carboxylic

Chất bột, màu trắng.

$^1\text{H}$  NMR (600 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta_{\text{H}}$ : 7,96 (1H, s, H-2), 8,09 (1H, dd,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-4), 7,18 (1H, dt,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-5), 7,22 (1H, dt,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-6), 7,44 (1H, dd,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-7).

$^{13}\text{C}$  NMR (150 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta_{\text{C}}$ : 133,3 (C-2), 108,7 (C-3), 122,0 (C-4), 122,3 (C-5), 123,5 (C-6), 112,8 (C-7), 138,2 (C-8), 127,5 (C-9), 169,2 (C-10).

Trên phổ  $^1\text{H}$  NMR của hợp chất **3** có tín hiệu của một vòng thơm thế 1,2 tại  $\delta_{\text{H}}$  7,18 (1H, dt,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-5), 7,22 (1H, dt,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-6), 7,44 (1H, dd,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-7) và 8,09 (1H, dd,  $J = 1,2, 8,4$  Hz, H-4) và một proton olefin tại  $\delta_{\text{H}}$  7,96 (1H, s, H-2). Phổ  $^{13}\text{C}$  NMR có tín hiệu của 9 carbon bao gồm một vòng benzen thế 1,2; một liên kết đôi và một nhóm carboxyl ( $\delta_{\text{C}}$  169,2). Qua các dữ liệu phổ trên, hợp chất **3** được nhận dạng là một hợp chất carboxylic khung indole. So sánh số liệu phổ NMR của hợp chất **3** với các số liệu đã công bố trước cho hợp chất acid indol-3-carboxylic [19], sự tương đồng giữa các số liệu cho phép xác định hợp chất **3** là acid indol-3-carboxylic.

**Hợp chất 4:** Acid 3 $\alpha$ ,24-dihydroxyolean-12-en-28-oic

Chất bột màu trắng.

$^1\text{H}$  NMR (500 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta_{\text{H}}$ : 0,68 (3H, s, H-26), 0,81 (3H, s, H-25), 0,87 (6H, s, H-23, H-30), 0,88 (3H, s, H-29), 1,10 (3H, s, H-27), 3,19 (1H, m, Ha-24), 3,45 (1H, m, Hb-24), 3,56 (1H, br.s, H-3), 5,15 (1H, br.s, H-12).

$^{13}\text{C}$  NMR (125 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta_{\text{C}}$ : 32,1 (C-1), 27,1 (C-2), 68,3 (C-3), 42,4 (C-4), 48,8 (C-5), 18,0 (C-6), 32,8 (C-7), 40,0 (C-8), 47,0 (C-9), 36,5 (C-10), 23,0 (C-11), 121,5 (C-12), 143,8 (C-13), 41,3 (C-14), 25,2 (C-15), 22,6 (C-16), 45,4 (C-17), 40,7 (C-18), 45,7 (C-19), 30,4 (C-20), 33,3 (C-21), 32,8 (C-22), 22,6 (C-23), 64,1 (C-24), 15,3 (C-25), 16,7 (C-26), 25,6 (C-27), 178,6 (C-28), 32,8 (C-29), 23,3 (C-30).

HRESI-MS  $m/z$ : 471,3465  $[\text{M}-\text{H}]^-$

Phổ  $^1\text{H}$  NMR của hợp chất **4** xuất hiện tín hiệu cộng hưởng của 6 nhóm methyl bậc ba dưới dạng singlet tại  $\delta_{\text{H}}$  0,68 (3H, s, H-26), 0,81 (3H, s, H-25), 0,87 (6H, s, H-23 và H-30), 0,88 (3H, s, H-29) và 1,10 (3H, s, H-27), một proton nhóm hydroxymethin tại  $\delta_{\text{H}}$  3,56 (1H, br.s, H-3), một proton của liên kết đôi thế 3 lần tại  $\delta_{\text{H}}$  5,15 (1H, br.s, H-12), hai proton của một nhóm oxymethylen tại  $\delta_{\text{H}}$  3,19 (1H, m, Ha-24)/3,45 (1H, m, Hb-24). Phổ  $^{13}\text{C}$  NMR xuất hiện tín hiệu của 30 carbon được quy gán bởi phổ HSQC thuộc về 6 nhóm methyl ( $\delta_{\text{C}}$  15,3, 16,7, 22,6, 23,3, 25,6, 32,8), 11 nhóm methylen trong đó có một nhóm oxymethylen ( $\delta_{\text{C}}$  68,3), 5 nhóm methin trong đó có một nhóm hydroxymethin ( $\delta_{\text{C}}$  68,3) và một nhóm methin olefin ( $\delta_{\text{C}}$  121,5), cùng với 8 carbon không liên kết với hydro trong đó có một carbon olefin ( $\delta_{\text{C}}$  143,8) và một carbon nhóm carbonyl ( $\delta_{\text{C}}$  178,6). Phổ khối lượng phân giải cao HRESI-MS (*negative*) cho pic giả ion phân tử  $[\text{M}-\text{H}]^-$  tại  $m/z$  471,3465 (tính toán cho  $\text{C}_{30}\text{H}_{47}\text{O}_4$  là 471,3474) cho phép xác định công thức phân tử của hợp chất **4** là  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_4$ . Các dữ liệu phổ trên gợi ý cho cấu trúc của một hợp chất triterpen khung oleanan. Trên phổ HMBC, tương tác giữa H-12 ( $\delta_{\text{H}}$  5,15) với C-14 ( $\delta_{\text{C}}$  41,3) và C-18 ( $\delta_{\text{C}}$  40,7) cho biết vị trí của liên kết đôi tại C-12/C-13. Tương tác của H<sub>3</sub>-23 ( $\delta_{\text{H}}$  0,87) với C-3 ( $\delta_{\text{C}}$  68,3), C-4 ( $\delta_{\text{C}}$  42,4) và C-5 ( $\delta_{\text{C}}$  48,8), và Ha-24 ( $\delta_{\text{H}}$  3,19) và Hb-24 ( $\delta_{\text{H}}$  3,45) với C-3 ( $\delta_{\text{C}}$  68,3), C-4 ( $\delta_{\text{C}}$  42,4) và C-5 ( $\delta_{\text{C}}$  48,8) cho biết vị trí của nhóm methyl (C-23) và nhóm hydroxymethylen (C-24) tại C-4. Tín hiệu của proton H-3 xuất hiện dưới dạng broad singlet gợi ý cho cấu hình  $\beta$  của H-3 và cấu hình  $\alpha$  của nhóm 3-OH. Kết hợp các dữ liệu phổ trên và so sánh số liệu phổ của hợp chất **4** với các số liệu công bố trong tài liệu tham khảo [20] cho phép xác định cấu trúc của hợp chất **4** là acid 3 $\alpha$ ,24-dihydroxyolean-12-en-28-oic.

**Hợp chất 5:** Acid ursolic

Chất bột, màu trắng.

$^1\text{H}$  NMR (600 MHz,  $\text{DMSO}-d_6$ )  $\delta_{\text{H}}$ : 0,67 (3H, s, H-24), 0,74 (3H, s, H-26), 0,84 (3H, s, H-25), 0,89 (3H, s, H-27), 0,81 (3H, d,  $J = 6,6$  Hz, H-29), 0,91 (3H, d,  $J = 6,6$  Hz, H-30), 1,03 (3H, s,

H-23), 3,00 (1H, dd,  $J = 10,8, 5,4$  Hz, H-3), 4,28 (1H, d,  $J = 4,8$  Hz, OH), 5,14 (1H, br.s, H-12).

$^{13}\text{C}$  NMR (150 MHz, DMSO- $d_6$ )  $\delta_{\text{C}}$ : 38,2 (C-1), 26,9 (C-2), 76,8 (C-3), 38,3 (C-4), 54,7 (C-5), 17,9 (C-6), 32,7 (C-7), 40,0 (C-8), 47,0 (C-9), 36,5 (C-10), 22,8 (C-11), 124,5 (C-12), 138,1 (C-13), 41,6 (C-14), 27,5 (C-15), 23,8 (C-16), 46,8 (C-17), 52,3 (C-18), 38,4 (C-19), 38,4 (C-20), 30,1 (C-21), 36,3 (C-22), 28,2 (C-23), 16,0 (C-24), 15,2 (C-25), 16,9 (C-26), 23,2 (C-27), 178,2 (C-28), 16,9 (C-29), 21,0 (C-30).

Phổ  $^1\text{H}$  NMR của hợp chất **5** xuất hiện tín hiệu cộng hưởng của 7 nhóm methyl trong đó có 5 nhóm methyl bậc ba tại  $\delta_{\text{H}}$  1,03 (3H, s, H-23), 0,67 (3H, s, H-24), 0,84 (3H, s, H-25), 0,74 (3H, s, H-26), 0,89 (3H, s, H-27) và 2 nhóm methyl bậc hai tại  $\delta_{\text{H}}$  0,81 (3H, d,  $J = 6,6$  Hz, H-29) và 0,91 (3H, d,  $J = 6,6$  Hz, H-30), một proton nhóm hydroxymethin tại  $\delta_{\text{H}}$  3,00 (1H, dd,  $J = 10,8, 5,8$  Hz, H-3), một proton nhóm methin olefin tại  $\delta_{\text{H}}$  5,14 (1H, br.s, H-12). Phổ  $^{13}\text{C}$  NMR xuất hiện tín hiệu của 30 carbon được quy gán nhờ phổ HSQC thuộc về 7 nhóm methyl, 9 nhóm methylen, 7 nhóm methin trong đó có một nhóm hydroxymethin ( $\delta_{\text{C}}$  76,8), một nhóm methin olefin ( $\delta_{\text{C}}$  124,5); và 7 carbon không liên kết với hydro trong đó có một carbon olefin ( $\delta_{\text{C}}$  138,1) và một carbon nhóm carboxyl ( $\delta_{\text{C}}$  178,2). Khi so sánh với hợp chất **4** thì thấy cấu trúc của hợp chất **5** có ít hơn một nhóm hydroxymethylen, nhiều hơn 1 nhóm methyl, ít hơn một carbon bậc 4 nhưng lại nhiều hơn 2 nhóm methin. Những dữ liệu trên gợi ý hợp chất **5** là một triterpen khung ursan. Phân tích các tương tác trên phổ HMBC và so sánh số liệu phổ  $^{13}\text{C}$  NMR của hợp chất **5** với các hợp chất triterp xác định hợp chất **5** chính là 3 $\beta$ -hydroxy-urs-12-en-28-oic acid hay còn gọi là acid ursolic.

#### Hợp chất 6: Acid pomolic

Chất bột, màu trắng.

$^1\text{H}$  NMR (600 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta_{\text{H}}$ : 0,80 (3H, s, H-24), 0,81 (3H, s, H-26), 0,93 (3H, d,  $J = 6,6$  Hz, H-30), 0,96 (3H, s, H-25), 0,99 (3H, s, H-23), 1,21 (3H, s, H-29), 1,35 (3H, s, H-27), 2,52 (1H, br.s, H-18), 3,17 (1H, dd,  $J = 4,8, 11,4$  Hz, H-3), 5,30 (1H, t,  $J = 3,6$  Hz, H-12).

$^{13}\text{C}$  NMR (150 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta_{\text{C}}$ : 39,8 (C-1), 27,2 (C-2), 79,8 (C-3), 39,8 (C-4), 56,7 (C-5), 19,6 (C-6), 34,2 (C-7), 41,0 (C-8), 48,4 (C-9), 38,1 (C-10), 24,6 (C-11), 129,4 (C-12), 139,9 (C-13), 42,5 (C-14), 29,6 (C-15), 27,8 (C-16), 49,6 (C-17), 55,0 (C-18), 73,6 (C-19), 43,0 (C-20), 26,6 (C-21), 39,0 (C-22), 28,7 (C-23), 15,8 (C-24), 16,3 (C-25), 17,5 (C-26), 24,8 (C-27), 182,3 (C-28), 27,0 (C-29), 16,5 (C-30).

HRESI-MS  $m/z$ : 471,3462 [M-H] $^-$ .

Phổ  $^1\text{H}$  NMR của hợp chất **6** xuất hiện tín hiệu của 7 nhóm methyl trong đó có 6 nhóm methyl bậc ba tại  $\delta_{\text{H}}$  0,99 (3H, s, H-23), 0,80 (3H, s, H-24), 0,96 (3H, s, H-25), 0,81 (3H, s, H-26), 1,35 (3H, s, H-27), 1,21 (3H, s, H-29) và một nhóm methyl bậc hai tại  $\delta_{\text{H}}$  0,93 (3H, d,  $J = 6,6$  Hz, H-30), một nhóm hydroxymethin tại  $\delta_{\text{H}}$  3,17 (1H, dd,  $J = 4,8, 11,4$  Hz, H-3), một nhóm methin olefin tại  $\delta_{\text{H}}$  5,30 (1H, t,  $J = 3,6$  Hz, H-12). Phổ  $^{13}\text{C}$  NMR và DEPT xuất hiện tín hiệu của 30 carbon bao gồm 7 nhóm methyl, 9 nhóm methylen, 6 nhóm methin trong đó có một nhóm hydroxymethin ( $\delta_{\text{C}}$  79,8) và một nhóm methin olefin ( $\delta_{\text{C}}$  129,4), cùng với 8 carbon không liên kết với hydro trong đó có một carbon liên kết với oxy ( $\delta_{\text{C}}$  73,6), một carbon olefin ( $\delta_{\text{C}}$  139,9) và một carbon nhóm carboxyl ( $\delta_{\text{C}}$  182,3). Trên phổ khối lượng phân giải cao HRESI-MS xuất hiện pic [M-H] $^-$  tại  $m/z$  471,3462 cho phép xác định công thức phân tử của **6** là  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_4$  và cho biết độ bất bão hòa trong phân tử của **6** bằng 7 bao gồm 1 liên kết đôi, 1 nhóm  $-\text{C}=\text{O}$  và 5 vòng. Các dữ liệu này gợi ý hợp chất **6** là một hợp chất triterpen 5 vòng có một liên kết đôi trong vòng và một nhóm carboxyl. So sánh phổ của hợp chất **6** với hợp chất **5** cho thấy **6** có ít hơn **5** một nhóm methin và nhiều hơn 1 carbon bậc 4 gắn với oxi. Như vậy, hợp chất **6** là một dẫn xuất thể hydroxy hợp chất **5**. Trên phổ HMBC, tương tác giữa H-29 ( $\delta_{\text{H}}$  1,21) với C-18 ( $\delta_{\text{C}}$  55,0), C-19 ( $\delta_{\text{C}}$  73,6), C-20 ( $\delta_{\text{C}}$  43,0) và H-30 ( $\delta_{\text{H}}$  0,93) với C-19 ( $\delta_{\text{C}}$  73,6), C-20 ( $\delta_{\text{C}}$  43,0), C-21 ( $\delta_{\text{C}}$  26,6) cho phép xác định vị trí của nhóm 29- $\text{CH}_3$  gắn vào C-19, nhóm 30- $\text{CH}_3$  gắn vào C-20 và một nhóm hydroxy gắn vào C-19. Dạng phân tách doublet ( $J = 4,8, 11,4$  Hz) của H-3 cho phép xác định cấu hình  $\beta$  của nhóm  $-\text{OH}$  tại C-3. Kết hợp

các dữ liệu phổ trên và so sánh số liệu phổ  $^{13}\text{C}$  NMR của hợp chất **6** với tài liệu tham khảo [22] xác định được cấu trúc của **6** là  $3\beta,19\alpha$ -dihydroxy-urs-12-en-28-oic acid hay còn gọi là acid pomolic.

### 3.2. Bàn luận

Các cao chiết từ cây Biển hoa sông Hằng (*A. gangetica*) đã thể hiện nhiều hoạt tính sinh học đáng chú ý. Cao chiết nước lá *A. gangetica* làm giảm huyết áp tâm thu, tâm trương và huyết áp trung bình phụ thuộc vào liều dùng [4]. Cao chiết ethanol và cao chiết nước của toàn cây *A. gangetica* thể hiện tác dụng giảm đau vừa phải và tác dụng kháng viêm ở nồng độ 200 và 400 mg/kg [11]. Cao chiết chứa anthocyanin từ hoa *A. gangetica* là một nguồn tiềm năng các chất chống tiêu đường tự nhiên. Ở nồng độ 400  $\mu\text{g/ml}$  cao chiết này có tác dụng ức chế đáng kể hoạt động của enzyme alpha amylase và alpha glucosidase ( $71,46 \pm 1,21\%$ ,  $76,85 \pm 0,75\%$ ) với  $\text{IC}_{50}$  lần lượt là 260  $\mu\text{g/mL}$  và 244  $\mu\text{g/mL}$  [14]. Cao chiết chứa anthocyanin từ hoa *A. gangetica* ở mức liều 250 mg/kg làm giảm đáng kể mức đường huyết và tăng mức insulin ở chuột mắc bệnh tiểu đường và cũng làm giảm tổng lượng cholesterol (TC), triglyceride (TG), lipoprotein tỷ trọng thấp (LDL) và tăng lipoprotein tỷ trọng cao (HDL) ở chuột mắc bệnh tiểu đường do streptozotocin [15]. Cao chiết ethanol lá *A. gangetica* cũng thể hiện tiềm năng là chất chống oxy hóa trong việc bảo vệ hệ thống mô phòng thủ chống lại các tổn thương bởi oxy hóa trong bệnh tiểu đường do streptozotocin gây ra [12].

Lutein (**1**) là một sắc tố caroten tạo ra màu vàng hoặc cam cho nhiều loại thực phẩm phổ biến như dưa đỏ, ớt cam/vàng, mì ống, ngô, cà rốt, cá hồi và cá. Lutein đã được chứng minh là có tác dụng bảo vệ thần kinh, bảo vệ mắt, kháng vi sinh vật bao gồm vi khuẩn và virus, bảo vệ tim mạch, chống kí sinh trùng sốt rét, bảo vệ da, chữa lành vết thương và tăng sinh tế bào, chống loãng xương [23]

Verbascoside (**2**) là một phenylpropanoid glycoside có một số hoạt tính sinh học đáng chú ý như chống viêm, kháng khuẩn, chống ung thư

và chống oxy hóa. Đặc biệt, verbascoside ở trong dung dịch với polyvinylpyrrolidone và natri hyaluronate rất hữu ích trong việc tái tạo biểu mô và trong giảm đau, điểm viêm niêm mạc miệng, nóng rát và ban đỏ dựa trên hiệu ứng rào cản [24].

Acid ursolic (**5**) là một hợp chất triterpenoid năm vòng phân bố rộng rãi trong trái cây, rau như nam việt quất, húng quế, hương thảo và vỏ táo,... Acid ursolic đã được chứng minh là có nhiều lợi ích cho sức khỏe, bao gồm chống ung thư, chống viêm, chống oxy hóa, chống thấp khớp, kháng virus, chống khối u, diệt trypanosom. Tác dụng chống ung thư của acid ursolic đối với một số bệnh ung thư, bao gồm ung thư vú, da, phổi, tuyến tiền liệt và tuyến tụy đã được công bố [25].

Acid pomolic (**6**) (hay acid benthamic) cũng là một hợp chất triterpenoid năm vòng khung ursan. Acid pomolic đã được chứng minh là có một số hoạt tính sinh học như tác dụng chống ung thư liên quan đến ung thư vú, phổi, buồng trứng, và các tế bào ung thư tuyến tiền liệt, bao gồm bệnh bạch cầu và u thần kinh đệm. Các hoạt tính sinh học khác của acid pomolic bao gồm chống lại virus gây suy giảm miễn dịch ở người (HIV), chống đái tháo đường, chống xơ hóa, chống kết tập tiểu cầu ở người, hạ huyết áp, tác nhân mới đối với các bệnh tim mạch, chống hủy xương, chống lão hóa, chống viêm, gel sản phẩm tự nhiên mới, chống béo phì và chống viêm khớp dạng thấp [26].

Hợp chất  $3\alpha,24$ -dihydroxy-olean-12-en-28-oic acid (**4**) là một hợp chất triterpenoid acid lần đầu tiên được phân lập từ loài *Salvia nicolsoniana* [27]. Hoạt tính sinh học của hợp chất này còn ít được nghiên cứu.

Như vậy, có thể thấy rằng phần trên mặt đất loài Biển hoa sông hằng (*A. gangetica*) chứa một số hợp chất có hoạt tính sinh học tốt và có tiềm năng trong nghiên cứu và phát triển thuốc.

## 4. Kết luận

Từ phân đoạn chiết ethyl acetat của phần trên mặt đất cây Biển hoa sông hằng hay còn gọi là rau ngót nhật (*Asystasia gangetica*) đã phân lập



và xác định cấu trúc của 6 hợp chất là lutein (1), verbascoside (2), acid indol-3-carboxylic (3), acid 3 $\alpha$ ,24-dihydroxy-olean-12-en-28-oic (4), acid ursolic (5) và acid pomolic (6). Cấu trúc của các hợp chất được xác định bằng các phương pháp phổ NMR và MS kết hợp so sánh số liệu phổ với tài liệu tham khảo. Đây là lần đầu tiên các hợp chất 3-6 được tìm thấy ở loài *A. gangetica*.

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Viện Hóa sinh biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mã số đề tài: HSB22-CS04.

### Tài liệu tham khảo

- [1] V. V. Chi, Dictionary of Medicinal Plants, Medical Publishing House, Hanoi, Vol. 1, 2012, pp. 160-161 (in Vietnamese).
- [2] N. T. Vi, Report on Research Methods of Medicinal Herbs - Establishing of Standards for *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson, Faculty of Pharmacy, University of Southern Can Tho, 2020 (in Vietnamese).
- [3] T. Kanchanapoom, S. Ruchirawat, Megastigmane Glucoside from *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson, Journal of Natural Medicines, Vol. 61, 2017, pp. 430-433, <https://doi.org/10.1007/s11418-007-0158-3>.
- [4] M. M. Senthamselvi, D. Kesavan, N. Sulochana, A New Biflavone Glycoside from Flowers of *Asystasia gangetica*, Chemistry of Natural Compounds, Vol. 47, No. 3, 2011. pp. 360-362, <https://doi.org/10.1007/s10600-011-9933-1>.
- [5] P. Worawittayanon, J. Ruadreo, W. Disadee, P. Sahakitpichan, S. Sitthimonchai, N. Thasana, S. Ruchirawat, T. Kanchanapoom, Iridoid and Flavone Glycosides from *Asystasia gangetica* subsp. *micrantha* and *Asystasia salicifolia* and Their Antioxidant Activities, Biochemical Systematics and Ecology, Vol. 40, 2012, pp. 38-42, <https://doi.org/10.1016/j.bse.2011.08.016>.
- [6] I. A. Othman, N. Ahmat, A. A. Qatran, A. Khdhairawi, Iridoid Glycosides and Phenylpropanoids from *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson Var. *micrantha* (Acanthaceae), Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 24, No. 4, 2020, pp. 530-537.
- [7] D. O. Moronkola, Chemical Compositions of The Essential Oils from Aerial, Seed and Root Parts of Nigerian *Asystasia gangetica* (L.), Current Chemical Research, Vol. 1, No.1, 2011, pp. 14-18.
- [8] A. A. Hamid, O. O. Aiyelaagbe, R. N. Ahmed, L. A. Usman, S. A. Adebayo, Preliminary Phytochemistry, Antibacterial and Antifungal Properties of Extracts of *Asystasia gangetica* Linn T. Anderson Grown in Nigeria, Advances in Applied Science Research, Vol. 2, No. 3, 2011, pp. 219-226.
- [9] P. Mugabo, I. A. Raji, Effects of Aqueous Leaf Extract of *Asystasia gangetica* on The Blood Pressure and Heart Rate in Male Spontaneously Hypertensive Wistar Rats, BMC Complementary and Alternative Medicine, Vol. 13, 2013, pp. 283-290, <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-283>.
- [10] P. A. Akah, A. C. Ezike, S. V. Nwafor, C. O. Okoli, N. M. Enwerem, Evaluation of The Anti-asthmatic Property of *Asystasia gangetica* Leaf Extracts, Journal of Ethnopharmacology, Vol. 89, 2003, pp. 25-36, [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(03\)00227-7](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(03)00227-7).
- [11] M. M. Hussain, V. Kumar, G. Jeyabalan, Analgesic and Anti-inflammatory Activity of Ethanolic and Aqueous Whole Plant Extract of *Asystasia gangetica*, International Journal of Pharmacy, Vol. 6, No. 3, 2016, pp. 174-179.
- [12] M. Y. U. Barbaza, C. Y. Hsieh, K. A. D. C. Cruz, C. J. Lee, P. W. Tsai, C. L. Hsieh, The Potential of *Asystasia gangetica* (Chinese Violet) Extracts as An Anti-aging Agent and as A Whitening Agent, Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, Vol. 21, 2020, pp. 49-54.
- [13] K. A. Kumar, M. Umamaheswari, A. T. Sivashanmugam, V. Subhadradevi, S. S. Somanathan, T. K. Ravi, Protective Effect of *Asystasia gangetica* Reduced Oxidative Damage in The Small Intestine of Streptozotocin-Induced Diabetic Rats, Oriental Pharmacy and Experimental Medicine, Vol. 9, No. 4, 2009, pp. 307-314, <https://doi.org/10.3742/OPEN.2009.9.4.307>.
- [14] K. Sama, R. Sivaraj, P. Rajiv, In Vitro Antidiabetic Activity of Anthocyanin Extract of *Asystasia gangetica* (Chinese Violet) Flower, Asian Journal of Plant Science and Research, Vol. 3, No. 2, 2013, pp. 88-92.
- [15] S. Khavitha, S. Rajestwari, D. Ravi, Antidiabetic Activity of *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson Flower Extract in Streptozotocin Induced Diabetic Rats, International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Vol. 8, No. 8, 2016, pp. 79-84.

- [16] V. T. T. Nga, N. V. Cuong, N. P. Dung, Extraction and Isolation of Flavonoids from *Asystasia gangetica*, Journal of Pharmacy, Vol. 59, No. 11, 2019, pp. 73-76 (in Vietnamese).
- [17] G. P. Moss, Carbon-13 NMR Spectra of Carotenoids, Pure & Applied Chemistry, Vol. 47, 1976, pp. 92-102, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-020974-6.50004-8>.
- [18] D. K. Olivier, E. A. Shikanga, S. Combrinck, R. W. M. Krause, T. Regnier, T. P. Dlamini, Phenylethanoid Glycosides from *Lippia javanica*, South African Journal of Botany, Vol. 76, 2010, pp. 58-63, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.07.002>.
- [19] J. Hagemeyer, B. Schneider, N. J. Oldham, K. Hahlbrock, Accumulation of Soluble and Wall-bound Indolic Metabolites in *Arabidopsis thaliana* Leaves Infected with Virulent or Avirulent *Pseudomonas syringae* Pathovar Tomato Strains, Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 98, No. 2, 2001, pp. 753-758, <https://doi.org/10.1073/pnas.98.2.753>.
- [20] T. Morota, C. X. Yang, H. Sasaki, W. Z. Qin, K. Sugama, K. L. Miao, T. Yoshino, L. H. Xu, M. Maruno, B. H. Yang, Triterpenes from *Tripterigium wilfordii*, Phytochemistry, Vol. 39, No. 5, 1995, pp. 1153-1157, [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00007-8).
- [21] R. A. E. shiekh, D. A. A. Mahdy, M. S. Hifnawy, T. Tzanova, E. E. Bana, S. Philippet, D. Bagrel, E. A. Abdelsattar, Chemical and Biological Investigation of *Ochrosia elliptica* Labill. Cultivated in Egypt, Records of Natural Products, Vol. 11, No. 6, 2017, pp. 552-557, <http://doi.org/10.25135/rnp.70.17.03.049>.
- [22] J. J. Cheng, L. J. Zhang, H. L. Cheng, C. T. Chiou, I. J. Lee, Y. H. Kuo, Cytotoxic Hexacyclic Triterpene Acids from *Euscaphis japonica*, Journal of Natural Products, Vol. 73, 2010, pp. 1655-1658, <https://doi.org/10.1021/np1003593>.
- [23] S. Mitra, A. Rauf, A. M. Tareq, S. Jahan, T. B. Emran, T. G. Shahriar, K. Dhama, F. A. Alhumaydhi, A. S. M. Aljohani, M. Rebezov, M. S. Uddin, P. Jeandet, Z. A. Shah, M. A. Shariati, K. R. Rengasamy, Potential Health Benefits of Carotenoid Lutein: An Updated Review, Food and Chemical Toxicology, Vol. 154, 2021, pp. 112328, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112328>.
- [24] O. Nigro, A. Tuzi, T. Tartaro, A. Giaquinto, I. Vallini, G. Pinotti, Biological Effects of Verbascoside and Its Anti-inflammatory Activity on Oral Mucositis: A Review of The Literature, Anti-Cancer Drugs, Vol. 31, No. 1, 2020, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1097/CAD.0000000000000818>.
- [25] S. Mlala, A. O. Oyedeji, M. Gondwe, O. O. Oyedeji, Ursolic Acid and Its Derivatives as Bioactive Agents, Molecules, Vol. 24, 2019, pp. 2751, <https://doi.org/10.3390/molecules24152751>.
- [26] E. W. C. Chan, Y. K. Ng, C. S. S. Lim, V. S. Anggraeni, Z. Z. Siew, C. W. Wong, S. K. Wong, Pomolic Acid: A Short Review on Its Chemistry, Plant Sources, Pharmacological Properties, and Patents, Journal of Applied Pharmaceutical Science, Vol. 13, No. 5, 2023, pp. 58-65, <https://doi.org/10.7324/JAPS.2023.114932>.
- [27] R. Pereda-Miranda, G. Delgado, A. Romo de Vivar, New Triterpenoids from *Salvia nicolsoniana*, Journal of Natural Products, Vol. 49, No. 2, 1986, pp. 225-230, <https://doi.org/10.1021/np50044a005>.