

Phân lập và xác định cấu trúc một số hợp chất từ phần trên mặt đất cây Cà đại hoa trắng (*Solanum torvum* Swartz.) ở Thừa Thiên - Huế

Nguyễn Phúc Khánh Nhi¹, Trần Phương Hà¹, Hoàng Lê Tuấn Anh², Đinh Thị Quý Thủy³,
Lã Bích Hương⁴, Võ Thị Mỹ Dung⁵, Nguyễn Hải Phong⁵, Lê Cảnh Việt Cường^{1*}

¹Viện Nghiên cứu Khoa học miền Trung, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

³Trường THPT Huỳnh Thúc Kháng, IaGrai, Gia Lai

⁴Phòng Cảnh sát Môi trường, Công an TP Hải Phòng

⁵Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Ngày nhận bài 28/5/2021; ngày chuyển phản biện 14/6/2021; ngày nhận phản biện 21/7/2021; ngày chấp nhận đăng 28/7/2021

Tóm tắt:

Cây Cà đại hoa trắng (hay còn gọi là Cà hoang gai, Cà nông, Cà dũ) có tên khoa học là *Solanum torvum* Swartz. thuộc họ Cà (Solanaceae), phân bố rộng rãi ở Việt Nam. Theo y học cổ truyền Việt Nam, cây Cà đại hoa trắng được sử dụng để chữa đau bụng, ho, sốt, đau răng và ong đốt. Trong nghiên cứu này, từ phân đoạn nước của phần trên mặt đất cây Cà đại hoa trắng đã phân lập và xác định cấu trúc 3 hợp chất là paniculonin A (1), paniculonin B (2) và isorhamnetin-3-O-glucopyranoside (3). Trong đó, hợp chất 3 lần đầu tiên được phân lập từ cây Cà đại hoa trắng.

Từ khóa: isorhamnetin-3-O-glucopyranoside, paniculonin A, paniculonin B, *Solanum torvum*.

Chỉ số phân loại: 3.4

Mở đầu

Cà đại hoa trắng (*Solanum torvum* Swartz.) thuộc họ Cà (Solanaceae), phân bố phổ biến ở các quốc gia nhiệt đới. Tại Việt Nam, Cà đại hoa trắng được tìm thấy ở nhiều địa phương như: Sơn La, Lào Cai, Bắc Giang, Hà Nội, Thừa Thiên - Huế, Kon Tum, Đắk Lắk, Lâm Đồng và khu vực Nam Bộ. Theo y học cổ truyền Việt Nam, loài này thường dùng để chữa các bệnh thường gặp như đau bụng, ho, sốt, đau răng và ong đốt. Ở các quốc gia châu Á khác như Trung Quốc, Ấn Độ, Cà đại hoa trắng được sử dụng làm thuốc lợi tiểu, giảm đau, kích thích tiêu hóa [1]. Thành phần hóa học loài Cà đại hoa trắng chứa nhiều lớp chất có hoạt tính sinh học cao như flavonoid [2, 3], phenolic [4, 5], sesquiterpenoid [6], steroidal glycoalkaloid [7] và steroidal glycoside [3, 8-12]. Các nghiên cứu về tác dụng sinh học cho biết, dịch chiết và các hợp chất phân lập từ loài này có tác dụng kháng viêm [9], kháng vi rút [2], kháng vi sinh vật [13], chống oxy hóa [4, 14], chống tiểu đường [4, 15] và đặc biệt là khả năng gây độc nhiều dòng tế bào ung thư ở người [10, 11, 16]. Tuy nhiên, đến nay các nghiên cứu về loại dược liệu này (thành phần hóa học và hoạt tính sinh học) ở Việt Nam còn khá khiêm tốn, chưa tương xứng với tiềm năng ứng dụng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành phân lập và xác định cấu trúc hóa học của 3 hợp chất từ phân đoạn nước cây Cà đại hoa trắng thu được ở Thừa Thiên - Huế.

*Tác giả liên hệ: Email: lcvuong@misr.vast.vn

Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

Nguyên liệu

Mẫu thực vật là phần trên mặt đất loài Cà đại hoa trắng thu tại xã Hương Nguyên, huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên - Huế vào tháng 7/2019 và được TS Trần Thị Phương Anh (Học viện KH&CN, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam) giám định. Mẫu (MISR2019-14) lưu giữ tại Viện Nghiên cứu Khoa học miền Trung thuộc Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.

Hóa chất, dung môi, máy móc, trang thiết bị

Hóa chất, dung môi dùng để chiết xuất, phân lập gồm *n*-hexane (Hàn Quốc), dichloromethane (Trung Quốc), ethyl acetate (Trung Quốc), acetone (Hàn Quốc), methanol (Malaysia) được nhập khẩu bởi Công ty Bình Trị - Thu Đạt (Long An) và nước cất đạt tiêu chuẩn thí nghiệm. Sử dụng sắc ký cột với các chất hấp phụ pha thường (silica gel 240-430 mesh, Hãng Merck), pha đảo C-18 (150 μ m, Fujisilica Chemical Ltd); sắc ký bản mỏng được tiến hành trên DC-Alufoilen 60 F₂₅₄, RP₁₈ F_{254s} (Hãng Merck); dùng đèn tử ngoại (bước sóng 254 và 365 nm) để phát hiện vết chất hoặc dùng thuốc thử là H₂SO₄ trong ethanol 10% được phun đều lên bản mỏng, sấy khô rồi hơi nóng từ từ đến khi hiện màu. Phổ cộng hưởng từ hạt nhân (NMR): đo trên máy Bruker AM500 FT-NMR (Bruker Corporation, Mỹ), phổ

Isolation and structure determination of some compounds from the aerial parts of *Solanum torvum* Swartz. collected in Thua Thien - Hue

Phuc Khanh Nhi Nguyen¹, Phuong Ha Tran¹,
Le Tuan Anh Hoang², Thi Quy Thuy Dinh³,
Bich Huong La⁴, Thi My Dung Vo⁵,
Hai Phong Nguyen⁵, Canh Viet Cuong Le^{1*}

¹Mien Trung Institute for Scientific Research, VAST

²Center for Research and Technology Transfer, VAST

³Huynh Thuc Khang High School, Ia Grai, Gia Lai province

⁴Haiphong Department of Environment, Haiphong's Police

⁵University of Sciences, Hue University

Received 28 May 2021; accepted 28 July 2021

Abstract:

Solanum torvum Swartz, belonging to the family Solanaceae, a herb known as “Ca dai hoa trang”, “Ca hoang gai”, “Ca nong”, or “Ca du” in Vietnam, is widely distributed in Vietnam. *Solanum torvum* has been used as folk medicine to treat various illnesses, such as stomachache, cough, fever, toothache, and bee stings. As a part of our research on genus *Solanum* in Vietnam, three natural compounds including paniculonin A (1), paniculonin B (2), and isorhamnetin-3-O-glucopyranoside (3) were isolated from the water layer of *Solanum torvum* collected in Thua Thien - Hue. This is the first time compound 3 was isolated from this species.

Keywords: isorhamnetin-3-O-glucopyranoside, paniculonin A, paniculonin B, *Solanum torvum*.

Classification number: 3.4

khối (ESI-MS): đo trên máy Agilent 1200 series LC-MS (Agilent Technologies, Mỹ) tại Viện Hóa học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.

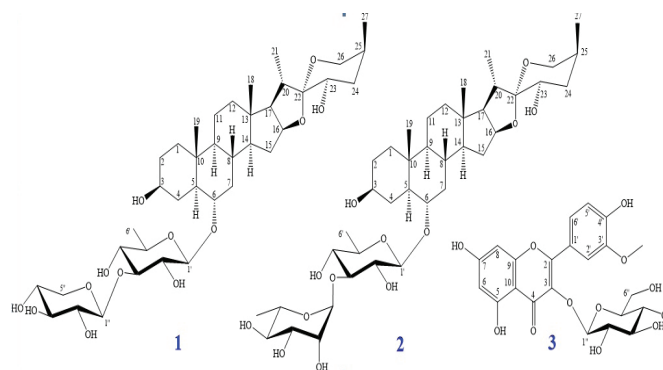
Kết quả và bàn luận

Thực nghiệm và kết quả

Phần trên mặt đất cây Cà đại hoa trắng được phơi khô dưới bóng râm, sau đó xay nhỏ đến kích thước 0,5-2 mm thu được phần bột (4,5 kg). Bột Cà đại hoa trắng được ngâm chiết với methanol ở nhiệt độ phòng trong 72 giờ (20 l x 3 lần). Dịch chiết được gộp lại và cô đặc bởi thiết bị cô quay chân không thu được cao chiết toàn phần (280 g). Cao toàn

phần tiếp tục được hòa tan trong 2 lít nước cất và đem chiết lần lượt với n-hexane, dichloromethane và ethyl acetate (có độ phân cực tăng dần). Sau đó thu được cặn n-hexane (STH, 55,1 g), cặn dichloromethane (STD, 67,7 g), cặn ethyl acetate (STE, 13,2 g) và lớp nước (STW, 64,0 g).

Lớp nước (STW) tiếp tục được đưa lên sắc ký cột Diaion-HP20, rửa bằng nước cất để loại đường, sau đó được phân tách với hệ dung môi tăng dần thể tích methanol trong nước (25, 50, 75 và 100%) thu được 4 phân đoạn (STW1-STW4). Phân đoạn STW4 (22,4 g) tiếp tục được phân tách thành 5 phân đoạn nhỏ hơn (STW4a-STW4e) trên sắc ký cột pha thường (Silica gel) kết hợp với rửa giải bằng hệ dung môi gradient có độ phân cực tăng dần là dichloromethane/methanol (20/1 → 1/1). Tiếp tục phân tách phân đoạn STW4c (2,4 g) bằng sắc ký cột sử dụng hạt silica gel pha đảo và hỗn hợp dung môi acetone/nước (1/1) làm chất rửa giải thu được 3 phân đoạn, STW4C1-STW4C3. Hợp chất 1 (4 mg) thu được khi tinh chế phân đoạn STW4C1 (155 mg) trên sắc ký cột pha thường với hệ dung môi dichloromethane/methanol/nước (7/1/0,05) làm pha động. Tiếp tục phân tách phân đoạn STW4A (3,2 g) trên cột sắc ký pha đảo sử dụng methanol/nước (2/1) làm pha động thu được 4 phân đoạn nhỏ hơn, STW4A1-STW4A4. Hợp chất 2 (5 mg) thu được khi phân tách phân đoạn STW4A4 (220 mg) bằng cột sắc ký pha thường sử dụng dichloromethane/methanol/nước (7/1/0,05) làm chất rửa giải. Cuối cùng, phân đoạn STW2 (2,3 g) được phân tách trên cột sắc ký pha đảo (methanol/nước, 1/1,2) thu được 3 phân đoạn nhỏ hơn (STW2A-STW2C). Tiếp tục phân tách phân đoạn STW2B (410 mg) trên sắc ký cột và dùng dichloromethane/methanol/nước (10/1/0,05) làm pha động thu được hợp chất 3 (8 mg) (hình 1).



Hình 1. Cấu trúc hóa học của các hợp chất phân lập từ cây Cà đại hoa trắng.

Bàn luận

Hợp chất 1 phân tách được có dạng bột, màu trắng. Trên phổ ¹H-NMR (500 MHz, CD₃OD) của hợp chất 1 xuất hiện những đặc trưng của 4 nhóm methyl, bao gồm 2 nhóm methyl singlet tại δ_H 0,88 (3H, s, H-18), 0,90 (3H, s, H-19) và 2 nhóm methyl doublet tại δ_H 0,98 (3H, d, J=7,0 Hz, H-21), 1,12 (3H, d, J=7,0 Hz, H-27). Bên cạnh đó, sự có mặt của 2 anomeric proton tại δ_H 4,34 (1H, d, J=8,0 Hz,

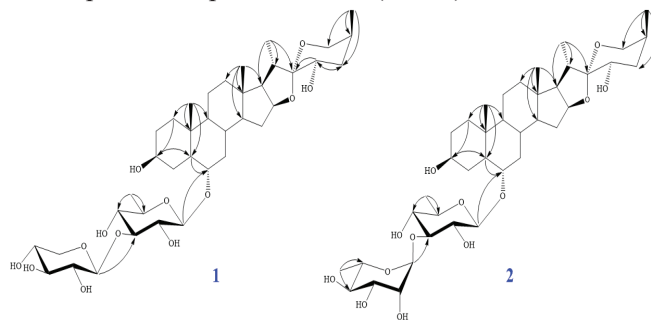
H-1'), 4,50 (1H, d, $J=7,5$ Hz, H-1'') gợi ý sự có mặt của 2 đơn vị đường β . Trên phổ $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CD_3OD) và HSQC của **1** quan sát thấy tín hiệu của 38 carbon bao gồm 27 tín hiệu carbon của phần aglycone và 11 tín hiệu carbon của hai đơn vị đường. Trong đó, 27 tín hiệu carbon của phần aglycone xác định sự có mặt của 4 nhóm methyl tại δ_{C} 17,0 (C-18), 13,8 (C-19), 14,3 (C-21) và 17,6 (C-27); 9 nhóm methylene tại δ_{C} 38,5 (C-1), 31,9 (C-2), 32,7 (C-4), 41,6 (C-7), 22,1 (C-11), 41,3 (C-12), 32,6 (C-15), 36,0 (C-24) và 65,0 (C-26); 11 nhóm methine tại δ_{C} 71,9 (C-3), 51,8 (C-5), 80,4 (C-6), 35,1 (C-8), 55,1 (C-9), 57,4 (C-14), 82,6 (C-16), 63,2 (C-17), 37,1 (C-20), 64,0 (C-23) và 31,3 (C-25); 3 carbon không liên kết với hydro tại δ_{C} 37,6 (C-10), 42,2 (C-13) và 112,7 (C-22). Các giá trị phổ thu được gợi ý hợp chất **1** là một spirostanol steroid. Các tín hiệu quan sát được trên phổ $^{13}\text{C-NMR}$ và HSQC xác định phần đường của **1** có mặt trong 9 nhóm methine tại δ_{C} 104,8 (C-1'), 75,0 (C-2'), 87,8 (C-3'), 75,2 (C-4'), 72,7 (C-5'), 106,0 (C-1''), 75,2 (C-2''), 77,7 (C-3'') và 71,0 (C-4''); 1 nhóm methylene tại δ_{C} 67,1 (C-5'') và 1 nhóm methyl tại δ_{C} 18,2 (C-6'). Phân tích dữ liệu phổ NMR thu được kết hợp so sánh với nghiên cứu của Challal và cs (2014) [8] cho phép xác định phần đường của **1** là *O*- β -D-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-quinovopyranosyl, chuỗi disaccharide thường gặp ở các hợp chất steroid glycoside phân lập từ cây Cà đại hoa trắng [8, 9, 11].

Phân tích các tín hiệu trên phổ HMBC của hợp chất **1** cho thấy, các tương tác từ H-19 (δ_{H} 0,90) đến C-1 (δ_{C} 38,5)/C-5 (δ_{C} 51,8)/C-9 (δ_{C} 55,1)/C-10 (δ_{C} 37,6) và H-1 (δ_{H} 1,05, 1,73)/H-5 (δ_{H} 1,18) đến C-3 (δ_{C} 71,9) xác định sự có mặt của nhóm hydroxy tại C-3. Tương tự, các tương tác HMBC từ H-21 (δ_{H} 0,98) đến C-17 (δ_{C} 63,2)/C-20 (δ_{C} 37,1)/C-22 (δ_{C} 112,7), H-27 (δ_{H} 1,12) đến C-24 (δ_{C} 36,0)/C-25 (δ_{C} 31,3)/C-26 (δ_{C} 65,0) và H-23 (δ_{H} 3,70) đến C-22 (δ_{C} 112,7)/C-24 (δ_{C} 36,0) xác định sự có mặt của nhóm hydroxy tại C-23. Vị trí của phần đường gắn vào khung chất tại C-6 được xác định dựa vào các tương tác HMBC từ H-5 (δ_{H} 1,18) đến C-6 (δ_{C} 80,4), H-1'' (δ_{H} 4,50) đến C-3' (δ_{C} 87,8) và H-1' (δ_{H} 4,34) đến C-6 (δ_{C} 80,4) cùng với giá trị độ dịch chuyển hóa học của carbon C-6 (δ_{C} 80,4). Từ các phân tích trên kết hợp đối chiếu với nghiên cứu của Manases và cs (2004) [17] cho phép xác định hợp chất **1** là spirostanol disaccharide có tên là paniculonin A.

Hợp chất **2** phân lập được có dạng bột, màu trắng. Trên phổ $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CD_3OD) của hợp chất **2** xuất hiện những đặc trưng của 4 nhóm methyl đặc trưng của HC spirostane tại δ_{H} 0,88 (3H, s, H-18), 0,90 (3H, s, H-19), 0,98 (3H, d, $J=7,0$ Hz, H-21), 1,27 (3H, d, $J=6,5$ Hz, H-6''). Ngoài ra, còn có sự xuất hiện 2 tín hiệu anomeric proton tại δ_{H} 4,29 (1H, d, $J=8,0$ Hz, H-1'), 5,16 (1H, d, $J=1,5$ Hz, H-1'') và tín hiệu của 2 nhóm methyl tại δ_{H} 1,30 (3H, d, $J=6,5$ Hz, H-6'), 1,27 (3H, d, $J=6,5$ Hz, H-6''). Trên phổ $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CD_3OD) và HSQC của hợp chất **2**

xuất hiện tín hiệu của 27 carbon thuộc phần aglycone gồm 4 nhóm methyl tại δ_{C} 17,0 (C-18), 13,9 (C-19), 14,4 (C-21) và 17,6 (C-27); 9 nhóm methylene tại δ_{C} 38,5 (C-1), 31,8 (C-2), 32,7 (C-4), 41,7 (C-7), 22,1 (C-11), 41,3 (C-12), 32,5 (C-15), 35,9 (C-24) và 65,0 (C-26); 11 nhóm methine tại δ_{C} 71,8 (C-3), 51,7 (C-5), 80,5 (C-6), 35,0 (C-8), 55,1 (C-9), 57,4 (C-14), 82,6 (C-16), 63,1 (C-17), 37,0 (C-20), 63,9 (C-23) và 31,2 (C-25); 3 carbon không liên kết với hydro tại δ_{C} 37,6 (C-10), 42,0 (C-13), 112,6 (C-22). Và tín hiệu của 12 carbon thuộc 2 đơn vị đường tại δ_{C} 105,1 (C-1'), 76,3 (C-2'), 84,4 (C-3'), 75,7 (C-4'), 72,9 (C-5'), 18,4 (C-6'), 102,8 (C-1''), 72,2 (C-2''), 72,3 (C-3''), 73,9 (C-4''), 70,0 (C-5''), 17,9 (C-6'').

Dữ kiện phổ thu được của hợp chất **2** khá giống với hợp chất **1** ngoại trừ phần đường. Điều này cho phép dự đoán hợp chất **2** là spirostanol disaccharide. So sánh số liệu phổ ^1H và $^{13}\text{C-NMR}$ thuộc phần đường của hợp chất **2** với số liệu phổ thuộc phần đường của torvoside J, torvoside K và torvoside L [8, 18, 19] cho phép xác định phần đường của hợp chất **2** là *O*- α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-quinovopyranosyl. Bên cạnh đó, các tương tác HMBC từ H-1'' (δ_{H} 5,16) đến C-3' (δ_{C} 84,4) và H-1' (δ_{H} 4,29) đến C-6 (δ_{C} 80,5) xác định vị trí gắn kết của phần đường vào khung chất tại C-6. Các bằng chứng phổ trên kết hợp đối chiếu với số liệu được công bố ở nghiên cứu của Challal và cs (2014) [8], cho phép xác định hợp chất **2** là paniculonin B (hình 2).



Hình 2. Các tương tác HMBC chính của hợp chất **1** và **2**.

Hợp chất **3** phân lập được có dạng bột, màu vàng. Trên phổ $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CD_3OD) của hợp chất **3** xuất hiện đặc trưng của 5 aromatic proton thuộc 2 hệ tương spin AX và ABX tại δ_{H} 6,41 (1H, d, $J=2,0$ Hz, H-6), 6,22 (1H, d, $J=2,0$ Hz, H-8), 7,94 (1H, d, $J=2,0$ Hz, H-2'), 6,93 (1H, d, $J=8,0$ Hz, H-5'), 7,61 (1H, dd, $J=2,0, 8,0$ Hz, H-6'); tín hiệu của 1 anomeric proton tại δ_{H} 5,41 (1H, d, $J=7,5$ Hz, H-1'') và 1 nhóm methoxy tại δ_{H} 3,96 (3H, s). Trên phổ $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, CD_3OD) của hợp chất **3** cho thấy tín hiệu của 22 carbon, bao gồm 15 tín hiệu carbon thuộc phần aglycone flavone tại δ_{C} 158,5 (C-2), 135,4 (C-3), 179,4 (C-4), 163,1 (C-5), 99,9 (C-6), 166,0 (C-7), 94,7 (C-8), 158,7 (C-9), 105,8 (C-10), 123,1 (C-1'), 114,4 (C-2'), 150,9 (C-3'), 148,4 (C-4'), 116,0 (C-5'), 123,8 (C-6'); 6 tín hiệu carbon đặc trưng của phần đường glucopyranosyl tại δ_{C} 103,7 (C-1''), 75,9 (C-2''), 78,5 (C-3''), 71,5 (C-4''), 78,1 (C-5''), 62,6 (C-

6") và 1 nhóm methoxy tại δ_c 56,8. Từ các dữ liệu phổ trên kết hợp đối chiếu với nghiên cứu của Beck và Häberlein (1999) [20] cho phép xác định hợp chất **3** là isorhamnetin-3-*O*-glucopyranoside. Hợp chất này được thông báo đã phân lập được từ một số loài thuộc chi *Solanum* như *S. incanum*, *S. rostratum*, *S. americanum* và *S. stramonifolium* [21-24]. Đây là lần đầu tiên, isorhamnetin-3-*O*-glucopyranoside được phân lập từ loài Cà dại hoa trắng (*S. torvum*).

Kết luận

Từ phân đoạn nước của phần trên mặt đất cây Cà dại hoa trắng đã phân lập và xác định cấu trúc hóa học của 3 hợp chất gồm paniculonin A (**1**), paniculonin B (**2**) và isorhamnetin-3-*O*-glucopyranoside (**3**). Trong đó, hợp chất isorhamnetin-3-*O*-glucopyranoside lần đầu tiên được phân lập từ cây Cà dại hoa trắng. Các nghiên cứu về hoạt tính sinh học của các hợp chất phân lập được sẽ được công bố trong thời gian tới.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển KH&CN Quốc gia (NAFOSTED) thông qua đề tài mã số 104.01.2018.321. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Võ Văn Chi (2012), *Từ điển Cây thuốc Việt Nam*, Nhà xuất bản Y học, tr.282-283.
- [2] D. Arthan, et al. (2002), "Antiviral isoflavonoid sulfate and steroidal glycosides from the fruits of *Solanum torvum*", *Phytochemistry*, **59**(4), pp.459-463.
- [3] Y.Y. Lu, J.G. Luo, L.Y. Kong (2011a), "Chemical constituents from *Solanum torvum*", *Chinese Journal of Natural Medicines*, **9**(1), pp.30-32.
- [4] G.R. Gandhi, S. Ignacimuthu, M.G. Paulraj (2011), "*Solanum torvum* Swartz. fruit containing phenolic compounds shows antidiabetic and antioxidant effects in streptozotocin induced diabetic rats", *Food and Chemical Toxicology*, **49**(11), pp.2725-2733.
- [5] A. Simaratanamongkol, et al. (2014), "Angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory activity of *Solanum torvum* and isolation of a novel methyl salicylate glycoside", *Journal of Functional Foods*, **11**, pp.557-562.
- [6] P.L. Yuan, et al. (2016), "Sesquiterpenes with immunosuppressive effect from the stems of *Solanum torvum*", *Phytochemistry Letters*, **17**, pp.126-130.
- [7] S.W. Smith, et al. (2008), "Solanaceous steroidal glycoalkaloids and poisoning by *Solanum torvum*, the normally edible susumber berry", *Toxicon*, **52**(6), pp.667-676.
- [8] S. Challal, et al. (2014), "Zebrafish bioassay-guided microfractionation identifies anticonvulsant steroid glycosides from the Philippine medicinal plant *Solanum torvum*", *ACS Chemical Neuroscience*, **5**(10), pp.993-1004.
- [9] C.L. Lee, et al. (2013), "Anti-neutrophilic inflammatory steroidal glycosides from *Solanum torvum*", *Phytochemistry*, **95**, pp.315-321.
- [10] J. Li, et al. (2014), "Five new cytotoxic steroidal glycosides from the fruits of *Solanum torvum*", *Fitoterapia*, **93**, pp.209-215.
- [11] Y. Lu, et al. (2009), "Four new steroidal glycosides from *Solanum torvum* and their cytotoxic activities", *Steroids*, **74**(1), pp.95-101.
- [12] S. Yahara, et al. (1996), "Steroidal glycosides from *Solanum torvum*", *Phytochemistry*, **43**(5), pp.1069-1074.
- [13] K.F. Chah, K.N. Muko, S.I. Oboegbulem (2000), "Antimicrobial activity of methanolic extract of *Solanum torvum* fruit", *Fitoterapia*, **71**(2), pp.187-189.
- [14] A. Thenmozhi, M. Rao Us (2012), "Comparative free radical scavenging potentials of different parts of *Solanum torvum*", *Free Radicals and Antioxidants*, **2**(2), pp.24-29.
- [15] R. Suthangkornkul, et al. (2016), "A *Solanum torvum* GH3 β -glucosidase expressed in *Pichia pastoris* catalyzes the hydrolysis of furostanol glycoside", *Phytochemistry*, **127**, pp.4-11.
- [16] C. Balachandran, et al. (2015), "In vitro anticancer activity of methyl caffeate isolated from *Solanum torvum* Swartz. fruit", *Chemico-Biological Interactions*, **242**, pp.81-90.
- [17] G. Manases, et al. (2004), "Antimycotic spirostanol saponins from *solanum hispidum* leaves and their structure - Activity relationships", *J. Nat. Prod.*, **67**, pp.938-941.
- [18] Y. Lu, J. Luo, L. Kong (2011b), "Steroidal alkaloid saponins and steroidal saponins from *Solanum surattense*", *Phytochemistry*, **72**(7), pp.668-673.
- [19] Y. Iida, et al. (2005), "Three unusual 22-beta-O-23-hydroxy-(5 alpha)-spirostanol glycosides from the fruits of *Solanum torvum*", *Chem. Pharm. Bull.*, **53**(9), pp.1122-1125.
- [20] M.A. Beck, H. Häberlein (1999), "Flavonol glycosides from *Eschscholtzia californica*", *Phytochemistry*, **50**(2), pp.329-332.
- [21] T. Omar, et al. (2018), "Phytochemical constituents and antioxidant effect of *Solanum rostratum* species from Algeria", *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, **11**(6), pp.219-223.
- [22] J.M. Vagula, et al. (2018), "Analysis of *Solanum americanum* Mill. by ultrafast liquid chromatography with diode array and time-of-flight mass spectrometry detection with evaluation of anti-inflammatory properties in rodent models", *Analytical Letters*, **51**(13), pp.1973-1985.
- [23] B. Svobodova, et al. (2017), "Non-edible parts of *Solanum stramonifolium* Jacq. - a new potent source of bioactive extracts rich in phenolic compounds for functional foods", *Food & Function*, **8**(5), pp.2013-2021.
- [24] Y.L. Lin, et al. (2000), "Nonsteroidal constituents from *Solanum incanum* L.", *Journal of the Chinese Chemical Society*, **47**(1), pp.247-251.