



Original Article

Evaluation of Anti- α -amylase and Anti- α -glucosidase Activity of *Canna x Generalis* L.H Bailey & E.Z Bailey Rhizome

Nguyen Thi Van Anh*, Le Hong Luyen

University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam Academy of Science and Technology,
18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

Received 06 November 2023

Revised 02 December 2023; Accepted 18 March 2024

Abstract: *Canna x generalis* L.H Bailey & E.Z Bailey (CG) has been used as folk medicine to treat different diseases. However, scientific information about the pharmacological effects and chemical composition of this plant is still very limited. This study aims to evaluate for the first time the α -amylase and α -glucosidase inhibitory activity of CG rhizome extracts. The rhizome part of CG was extracted with ethanol and then fractionated with *n*-hexane, ethyl acetate, and water. The total extract and fractions were evaluated for their inhibitory effects on α -amylase and α -glucosidase enzymes *in vitro*. The results showed that the ethyl acetate fraction had the strongest inhibitory activity against α -amylase and α -glucosidase with IC_{50} values of 53.19 ± 2.79 and 95.83 ± 6.26 $\mu\text{g/mL}$, respectively. Therefore, the rhizome part of the CG plant, especially the ethyl acetate fraction, is a potential natural source for searching for active ingredients to prevent and treat diabetes.

Keywords: *Canna generalis*, diabetes, α -amylase, α -glucosidase, enzyme inhibition.

* Corresponding author.

E-mail address: nguyen-thi-van.anh@usth.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4571>

Đánh giá tác dụng ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase của rễ cây *Canna x generalis* L.H Bailey & E.Z Bailey

Nguyễn Thị Vân Anh*, Lê Hồng Luyên

Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 06 tháng 11 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 02 tháng 12 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 18 tháng 3 năm 2024

Tóm tắt: Cây dong riềng *Canna x generalis* L.H Bailey & E.Z Bailey (CG) được dân gian sử dụng để điều trị nhiều bệnh khác nhau. Tuy nhiên, thông tin khoa học về tác dụng dược lý và thành phần hoá học của loài cây này còn rất hạn chế. Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá hoạt tính ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase của các cao chiết từ phần rễ của CG. Phần rễ của CG được chiết bằng dung môi ethanol và tiếp tục chiết phân đoạn bằng dung môi *n*-hexan, ethyl acetat và nước. Cao chiết toàn phần và các phân đoạn được đánh giá tác dụng ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase *in vitro*. Kết quả cho thấy cao phân đoạn ethyl acetat có hoạt tính ức chế α -amylase và α -glucosidase mạnh nhất với giá trị IC₅₀ lần lượt là $53,19 \pm 2,79$ và $95,83 \pm 6,26$ $\mu\text{g/mL}$. Như vậy, phần rễ của cây CG, đặc biệt là cao chiết phân đoạn ethyl acetat là một nguồn thực vật tiềm năng để nghiên cứu, tìm kiếm các hoạt chất phòng và điều trị bệnh tiểu đường.

Từ khóa: *Canna generalis*, tiểu đường, α -amylase, α -glucosidase, hoạt tính ức chế enzym.

1. Mở đầu

Bệnh tiểu đường là một bệnh mãn tính được đặc trưng bởi tình trạng tăng đường huyết do cơ thể thiếu hụt insulin, hoặc không thể sử dụng insulin để kiểm soát lượng đường trong máu. Bệnh có nhiều biến chứng nguy hiểm và là một trong những nguyên nhân chính gây tử vong trên toàn cầu [1]. Trong số các bệnh nhân mắc bệnh tiểu đường, bệnh tiểu đường type 2 chiếm gần 90%. Nguyên nhân của bệnh tiểu đường type 2 là do các tế bào beta của tuyến tụy không sản xuất được insulin, do đó glucose trong máu không được vận chuyển vào tế bào, dẫn đến lượng đường trong máu cao. α -Amylase và α -glucosidase là hai enzym chính liên quan đến bệnh tiểu đường type 2. Ức chế hoạt động của

hai enzym này sẽ làm giảm lượng đường trong máu sau bữa ăn. Acarbose và miglitol là hai chất tổng hợp hoá học có tác dụng ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase thường được sử dụng để kiểm soát bệnh tiểu đường. Tuy nhiên, các tác dụng phụ về đường tiêu hóa như chướng bụng, tiêu chảy thường xuyên xảy ra khi dùng thuốc. Đánh giá sàng lọc các loài thực vật có hoạt tính ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase nhằm tìm kiếm các phương pháp điều trị khác hiệu quả và ít tác dụng phụ hơn cho bệnh tiểu đường đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu [2, 3].

Canna x generalis L.H Bailey & E.Z Bailey (CG) là một loài dong riềng thuộc chi dong riềng *Canna*. Trong y học cổ truyền, các loài dong riềng *Canna* được sử dụng phổ biến để điều trị nhiều bệnh khác nhau như tiêu chảy, viêm gan,

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: nguyen-thi-van.anh@usth.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4571>

kiết lý, lậu, bầm tím, đau nhức và các bệnh tim mạch [4-6]. Tuy nhiên, các nhà khoa học chưa quan tâm nhiều đến nghiên cứu các loài này. Một số nghiên cứu đã báo cáo tác dụng dược lý của *C. warszewiczii* và *C. edulis* như hoạt tính chống sốt rét, hoạt tính kháng khuẩn, hoạt tính chống đông máu, chống ngưng tập tiểu cầu, hoạt tính chống oxy hóa và chống viêm. Ngoài ra, một số hợp chất flavonoid và phenolic có hoạt tính sinh học đã được phân lập từ loài dong riềng *C. edulis* [4-8]. Nhóm nghiên cứu của Xie và cộng sự đã chứng minh khả năng ức chế enzym α -glucosidase của hợp chất lignan trong cây *C. edulis* [9]. Tuy nhiên, các thông tin khoa học về thành phần hóa học và hoạt tính sinh học của CG còn rất hạn chế. Nghiên cứu của Mahmoud và cộng sự đã báo cáo tiềm năng điều trị bệnh viêm loét đại tràng của thân rễ CG và một số thành phần hoá học chính [10]. Gần đây, nghiên cứu của chúng tôi đã chứng minh hoạt tính chống ngưng tập tiểu cầu, chống đông máu và chống oxy hóa, phân lập một số hợp chất có hoạt tính sinh học từ phần trên mặt đất của CG [5]. Tuy nhiên, tiềm năng của CG trong việc phòng và điều trị bệnh tiểu đường vẫn chưa được nghiên cứu. Nghiên cứu này nhằm mục đích đánh giá tác dụng ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase của cao chiết tổng và các cao chiết phân đoạn từ phần rễ của CG.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Mẫu cây được thu hái tại Thái Nguyên, Việt Nam và được giám định tên khoa học là: *Canna x generalis* L.H Bailey & E.Z Bailey (CG). Mẫu cây được lưu giữ tại Khoa Khoa học Sự sống, Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, với số hiệu: CG.TN01.

2.2. Dung môi và hoá chất

Dung môi dùng để chiết xuất gồm ethanol, *n*-hexan, ethyl acetat (EtOAc) và nước cất. Các hoá chất khác gồm dimethyl sulfoxide (DMSO), α -amylase, α -glucosidase, acarbose, p-

nitrophenyl- α -glucopyranoside (pNPG), NaNO₂, AlCl₃ từ Sigma-Aldrich, acid acetic, natri cacbonat và Na₂CO₃ từ Trung Quốc.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp chiết xuất

Phần rễ của CG được làm sạch, thái nhỏ, phơi khô ở nhiệt độ phòng và nghiền thành bột. Sau đó, bột rễ của CG được ngâm chiết ba lần bằng ethanol 96% ở nhiệt độ phòng. Dịch chiết tổng ethanol được gom lại và cô quay dưới áp suất giảm để loại bỏ dung môi và thu được cao chiết tổng ethanol. Sau đó, cao chiết tổng được chiết phân bố lần lượt bằng các dung môi có độ phân cực tăng dần là *n*-hexan, ethyl acetat và nước. Mỗi dung môi được chiết lặp lại 3 lần. Các dịch chiết được cất thu hồi dung môi dưới áp suất giảm để loại hoàn toàn dung môi thu được cao chiết *n*-hexan (CGR.Et), ethyl acetat (CGR.EA) và nước (CGR.W).

2.3.2. Phương pháp đánh giá hoạt tính ức chế enzym α -amylase

Tác dụng ức chế enzym α -amylase của cao chiết tổng và các cao chiết phân đoạn của rễ CG được đánh giá theo phương pháp của Wu và cộng sự với một số hiệu chỉnh [11]. Các cao chiết được hòa tan trong DMSO và pha loãng với dung dịch đệm phosphate (pH = 6,9). α -Amylase (0,5 U/mL) được pha bằng dung dịch đệm phosphate (pH = 6,9). Sau đó, 50 μ L α -amylase (0,5 U/mL) được trộn với mẫu thử và 250 μ L dung dịch đệm phosphate (pH = 6,9). Sau khi ủ hỗn hợp trong 20 phút ở 37 °C, thêm 250 μ L dung dịch tinh bột (1 mg/mL) vào và ủ lại hỗn hợp này trong 20 phút, sau đó thêm 250 μ L acid acetic 50% để dừng lại các phản ứng. Hỗn hợp mới sau đó được ly tâm ở tốc độ 3000 vòng/phút ở 4 °C. Độ hấp thụ của dịch nổi phía trên được đo ở bước sóng 540 nm bằng máy quang phổ UV-Vis. Acarbose được sử dụng làm chứng dương cho thí nghiệm này. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Phần trăm ức chế hoạt động của enzym được tính như sau:

$$I (\%) = \left(1 - \frac{ODS}{ODC}\right) \times 100\%$$

Trong đó:

I là phần trăm ức chế;

OD_c là độ hấp thụ của mẫu chứng;

OD_s là độ hấp thụ của mẫu thử.

Giá trị IC₅₀ được tính dựa vào đồ thị và phương trình biểu diễn % ức chế enzym α -amylase theo nồng độ của cao toàn phần và các phân đoạn dịch chiết từ rễ CG.

2.3.3. Phương pháp đánh giá hoạt tính ức chế enzym α -glucosidase

Tác dụng ức chế enzym α -glucosidase của cao chiết tổng và cao chiết phân đoạn của rễ CG được đánh giá theo phương pháp của Zhang và cộng sự [12] với một số hiệu chỉnh. Các cao chiết được hòa tan trong DMSO và pha loãng với dung dịch đệm phosphate 0,1M (pH = 6,8). Enzym α -glucosidase (0,5 U/mL) được pha trong dung dịch đệm phosphate 0,1M (pH = 6,8). Sau đó, chuẩn bị hỗn hợp gồm 50 μ L dịch chiết, 130 μ L đệm photphat 0,1M và 20 μ L enzym α -glucosidase. Hỗn hợp này được ủ ở 37 °C trong 10 phút. Sau khi ủ xong, thêm vào hỗn hợp cơ chất pNPG và ủ tiếp trong 60 phút ở 37 °C. Phản ứng được dừng lại bằng cách thêm 80 μ L Na₂CO₃ 0,2M. Cuối cùng, tiến hành đo độ hấp thụ ở bước sóng 405 nm bằng máy ELISA Plate Reader (Bio-rad). Acarbose được sử dụng làm chứng dương. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần. Phần trăm ức chế hoạt tính enzym của các mẫu thử được tính như sau:

$$I(\%) = (1 - \frac{As}{Ac}) \times 100\%$$

Trong đó:

I: phần trăm ức chế của mẫu thử;

Ac: giá trị mật độ quang của mẫu đối chứng;

As: giá trị mật độ quang của mẫu thử.

Giá trị IC₅₀ của mẫu được tính dựa vào đồ thị và phương trình biểu diễn % ức chế enzym α -glucosidase theo nồng độ của cao toàn phần và các phân đoạn dịch chiết từ rễ CG. Giá trị IC₅₀ càng thấp thể hiện hoạt tính ức chế enzym càng tốt.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu được trong các thí nghiệm được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn (mean \pm SD). Các số liệu được lưu trữ và phân tích xử lý dữ liệu theo phương pháp

thống kê sinh học trên máy vi tính bằng phần mềm Microsoft Office Excel 2019 và phần mềm SPSS 23.0.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kết quả chiết xuất rễ *C. generalis*

Rễ cây CG (500 g) sau khi sấy khô, cắt nhỏ và xay thành bột mịn được chiết xuất 3 lần với ethanol 96% thu được 165 g cao tổng. Giữ lại 65 g cao ethanol để đánh giá khả năng ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase *in vitro*, lấy 100 g còn lại để chiết lần lượt với *n*-hexan, EtOAc và nước, rồi cô quay đến khối lượng không đổi thu được các phân đoạn như sau: 7,5 g cao *n*-hexan; 3,5 g cao EtOAc và 45 g cao nước.

3.2. Tác dụng ức chế enzym α -amylase của cao chiết tổng và phân đoạn rễ *C. generalis*

Kết quả đánh giá hoạt tính ức chế enzym α -amylase của cao chiết tổng và phân đoạn từ phần rễ của cây dong riềng CG được trình bày trong Bảng 1.

Khả năng ức chế enzym α -amylase của cao chiết tổng và cao chiết phân đoạn tỉ lệ thuận với nồng độ thử, khi nồng độ của các mẫu thử tăng thì phần trăm ức chế enzym α -amylase của các mẫu thử cũng tăng. Dịch chiết ethanol toàn phần từ rễ CG thể hiện tác dụng ức chế enzym α -amylase với giá trị IC₅₀ là 94,41 \pm 6,25 μ g/mL. Trong các mẫu thử cao chiết của phần rễ CG, cao chiết phân đoạn ethyl acetat thể hiện tác dụng ức chế enzym α -amylase tốt nhất với giá trị IC₅₀ là 53,19 \pm 2,79 μ g/mL. Khả năng ức chế enzym α -amylase của phân đoạn ethyl acetat cao hơn cả chứng dương acarbose. Tiếp theo là cao chiết phân đoạn *n*-hexan với phần trăm ức chế là 77,93% tại nồng độ 200 μ g/mL, giá trị IC₅₀ là 68,75 \pm 7,5 μ g/mL. Cao chiết nước thể hiện tác dụng ức chế enzym α -amylase yếu nhất với giá trị IC₅₀ là 201,81 \pm 16,96 μ g/mL. Kết quả thử nghiệm với mẫu chứng dương acarbose cho thấy tác dụng ức chế enzym α -amylase *in vitro* của acarbose hoạt động ổn định trong thí nghiệm, có giá trị IC₅₀ là 61,54 \pm 7,07 μ g/mL.

Bảng 1. Tác dụng ức chế enzym α -amylase của các cao chiết từ phần rễ CG

Mẫu cao chiết	Giá trị IC ₅₀ (μ g/mL)
Cao ethanol	94,41 \pm 6,25
Cao <i>n</i> -hexan	68,75 \pm 7,5
Cao EtOAc	53,19 \pm 2,79
Cao H ₂ O	201,81 \pm 16,96
Acarbose	61,54 \pm 7,07

3.3. Tác dụng ức chế enzyme α -glucosidase của cao chiết tổng và phân đoạn rễ *C. generalis*

Kết quả đánh giá hoạt tính ức chế enzyme α -glucosidase của cao chiết tổng và phân đoạn từ phần rễ của cây dong riềng CG được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Khả năng ức chế enzym α -glucosidase của các cao chiết từ phần rễ *C. generalis*

Mẫu cao chiết	Giá trị IC ₅₀ (μ g/mL)
Cao ethanol	159,70 \pm 9,20
Cao <i>n</i> -hexan	137,88 \pm 3,88
Cao EtOAc	95,83 \pm 6,26
Cao H ₂ O	305,41 \pm 27,97
Acarbose	122,57 \pm 12,78

Khả năng ức chế enzym α -glucosidase của cả cao chiết tổng và cao chiết phân đoạn đều tăng dần theo nồng độ khảo sát. Cao chiết ethanol toàn phần từ phần rễ của CG thể hiện tác dụng ức chế enzym α -glucosidase với giá trị IC₅₀ là 159,70 \pm 9,20 μ g/mL. Trong các mẫu cao chiết, cao chiết phân đoạn ethyl acetat thể hiện hoạt tính ức chế enzym α -glucosidase mạnh nhất với giá trị IC₅₀ là 95,83 \pm 6,26 μ g/mL. Tác dụng ức chế enzym α -glucosidase của phân đoạn ethyl acetat cao hơn cả chứng dương acarbose. Tiếp theo là cao chiết phân đoạn *n*-hexan với phần trăm ức chế là 82,50% tại nồng độ 400 μ g/mL, giá trị IC₅₀ là 137,88 \pm 3,88 μ g/mL. Cao chiết nước thể hiện tác dụng ức chế enzym α -glucosidase yếu nhất với giá trị IC₅₀ là 305,41 \pm 27,97 μ g/mL. Kết quả thử nghiệm với mẫu chứng dương acarbose cho thấy tác dụng ức chế enzym α -glucosidase *in vitro* của acarbose hoạt động ổn định trong thí nghiệm, có giá trị IC₅₀ là 122,57 \pm 12,78 μ g/mL (Bảng 2).

3. Bàn luận

Bệnh tiểu đường đang ngày càng gia tăng ở mức đáng báo động ở các nước đang phát triển. Căn bệnh mãn tính này do nhiều yếu tố khác nhau gây ra như tình trạng stress, lối sống không hợp lý bao gồm thói quen ăn kiêng, thiếu hoạt động thể chất và tiền sử gia đình. Các phương pháp điều trị và kiểm soát bệnh tiểu đường thường hướng đích tác dụng vào các thụ thể enzym hoặc hormone nhằm đạt được mức đường huyết tối ưu càng sớm càng tốt sau bữa ăn [1]. Enzym α -amylase có vai trò quan trọng trong việc phá vỡ cấu trúc carbohydrate chuỗi dài, còn enzym α -glucosidase lại rất quan trọng trong việc xúc tác giai đoạn cuối cùng của quá trình tiêu hóa carbohydrate. Do đó, ức chế cả hai loại enzym này đều có hiệu quả trong việc làm giảm sự hấp thu glucose và kiểm soát bệnh tiểu đường. Acarbose là một loại thuốc chống tiểu đường thường được sử dụng để điều trị bệnh tiểu đường type 2. Thuốc này hoạt động theo cơ chế ức chế cả hai enzyme α -amylase và α -glucosidase ở ruột, do đó làm chậm quá trình hấp thu glucose từ ruột và cải thiện tình trạng tăng đường huyết sau bữa ăn. Tuy nhiên, nhược điểm của acarbose là có các tác dụng phụ thường gặp trên đường tiêu hóa [2]. Hiện nay, nghiên cứu và phát triển các thuốc hạ đường huyết có nguồn gốc thực vật, đặc biệt là các loại thảo dược đã được sử dụng phổ biến trong dân gian nhằm tìm kiếm những nguồn nguyên liệu mới để sản xuất thuốc mới hiệu quả, không gây tác dụng phụ, rẻ tiền so với các thuốc hóa dược là xu hướng được các nhà khoa học quan tâm trên thế giới và Việt Nam [13, 14].

Đây là nghiên cứu đầu tiên chứng minh tác dụng ức chế cả hai enzym α -amylase và α -glucosidase của cao chiết tổng và cao chiết phân đoạn từ phần rễ cây CG, sử dụng acarbose làm đối chứng dương. Trước đó, cũng có nhiều nghiên cứu báo cáo tác dụng ức chế enzym α -amylase và α -glucosidase của các cao chiết từ các loài thảo dược khác nhau. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng các chiết xuất thực vật có khả năng kiểm soát tình trạng tăng đường huyết [2, 13, 14]. Tương tự kết quả nghiên cứu của Bhati và cộng sự trên loài *Cornus capitata* [15] và nghiên

cứu của Nguyễn Thị Thuý và cộng sự trên loài *Codonopsis javanica* [16], nghiên cứu này cũng cho thấy phân đoạn ethyl acetate thể hiện hoạt tính ức chế enzyme mạnh nhất so với cao chiết tổng và các phân đoạn khác. Ngoài ra, nghiên cứu trước đây về hoạt tính chống huyết khối của phần trên mặt đất của CG đã báo cáo rằng cao chiết phân đoạn ethyl acetate có hoạt tính chống ngưng tập tiểu cầu, chống đông máu và chống oxy hoá mạnh hơn so với các phân đoạn khác [5]. Các hoạt tính sinh học tiềm năng này có thể là do sự có mặt của các thành phần hoá học có hoạt tính sinh học trong cây. Ngoài ra, các hoạt chất có hoạt tính có thể đã phân bố nhiều hơn trong dung môi ethyl acetat, làm cho hoạt tính của phân đoạn ethyl acetat mạnh nhất. EtOAc là dung môi tốt để phân lập các hoạt chất có hoạt tính sinh học. Trong nghiên cứu của Lê Hồng Luyên và cộng sự, tiến hành phân lập cao chiết phân đoạn ethyl acetat từ phần trên mặt đất của CG đã xác định được một số hợp chất có hoạt tính sinh học như acid p-coumaric, aldehyd protocatechuic, astragalol, isoquercitrin, rutin, 4-ketopinoresinol, acid indole-3-carboxylic [5]. Nghiên cứu gần đây của Mahmoud và cộng sự đã báo cáo rằng cao chiết ethanol từ phần rễ của CG chứa các nhóm chất chính là flavonoid, acid phenolic và phytosterol. Đồng thời nhóm tác giả đã phân lập được 5 hợp chất từ phần rễ của CG là β -sitosterol-3-O- β -glucoside, acid rosmarinic, 6-O-p-coumaroyl- β -D-fructofuranosyl α -D-glucopyranoside, β -sitosterol và triacontanol [10].

Hiện nay, bằng chứng khoa học về thành phần hoá học và tác dụng dược lý của loài dong riềng CG còn rất ít. Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng phần rễ của CG, đặc biệt là phân đoạn ethyl acetat là nguồn thảo dược tiềm năng để nghiên cứu tìm kiếm các hợp chất có hoạt tính sinh học ức chế hai enzyme α -amylase và α -glucosidase. Đồng thời, đây cũng là loài cây đầy hứa hẹn cho việc nghiên cứu phát triển các sản phẩm bổ sung nhằm kiểm soát tình trạng tăng đường huyết.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã chứng minh được tác dụng ức chế enzyme α -amylase và α -glucosidase của cao

chiết tổng và phân đoạn từ phần rễ của cây dong riềng CG. Trong các mẫu cao chiết, cao chiết phân đoạn ethyl acetat có hoạt tính ức chế enzyme mạnh nhất với giá trị IC_{50} đối với tác dụng ức chế enzyme α -amylase và α -glucosidase lần lượt là $53,19 \pm 2,79$ và $95,83 \pm 6,26$ μ g/mL. Đây là kết quả nghiên cứu mới, có ý nghĩa khoa học giúp định hướng nghiên cứu sâu hơn về thành phần hoá học của rễ dong riềng CG, đặc biệt là phân đoạn dịch chiết ethyl acetat, nhằm nghiên cứu tìm kiếm các hoạt chất có tiềm năng trong phòng và điều trị bệnh tiểu đường type 2.

Tài liệu tham khảo

- [1] R. Salehidoost, A. Mansouri, M. Amini, Y. S. Aminorroaya, A. Aminorroaya, Diabetes and All-cause Mortality, A 18-year Follow-up Study, Scientific Reports, Vol. 10, No. 1, 2020, pp. 3183.
- [2] T. Matsui, T. Ueda, T. Oki, K. Sugita, N. Terahara, K. Matsumoto, Alpha-glucosidase Inhibitory Action of Natural Acylated Anthocyanins, Survey of Natural Pigments with Potent Inhibitory Activity, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 49, No. 4, 2001, pp. 1948-1951.
- [3] U. Asmat, K. Abad, K. Ismail, Diabetes Mellitus and Oxidative Stress - A Concise Review, Saudi Pharmaceutical Journal, Vol. 24, No. 5, 2016, pp. 547-553.
- [4] L. H. Luyen, V. T. Thom, L. T. T. Huong, D. T. L. Huong, N. T. V. Anh, Inhibitory Effect on Human Platelet Aggregation, Antioxidant Activity, and Phytochemicals of *Canna Warszewiczii* (A. Dietr) Nb. tanaka, Pharmacognosy Research, Vol. 12, No. 1, 2020, pp. 47-52.
- [5] L. H. Luyen, N. T. M. Hang, V. T. Thom, N. T. T. Oanh, D. T. L. Huong, L. N. Thanh, N. V. Hung, N. T. V. Anh, Potent Antiplatelet Aggregation, Anticoagulant and Antioxidant Activity of Aerial *Canna x Generalis* L.H Bailey & E.Z Bailey and its Phytoconstituents, South African Journal of Botany, Vol. 147, 2022, pp. 882-893.
- [6] N. T. V. Anh, N. T. M. Hang, L. H. Luyen, B. D. Huy, Potential Antithrombotic Effect of Two New Phenylpropanoid Sucrose Esters and Other Secondary Metabolites of *Canna Indica* L. Rhizome, Natural Product Research, 2023, pp. 1-9.
- [7] J. Zhang, Z. W. Wang, Soluble Dietary Fiber from *Canna Edulis* Ker By-product and its Enzymatic and Antioxidant Activities, Food Biotechnology, Vol. 25, No. 4, 2011, pp. 336-350.

- [8] J. Zhang, Z. W. Wang, Q. Mi, Phenolic Compounds from *Canna Edulis* Ker Residue and Their Antioxidant Activity. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 44, No. 10, 2011, pp. 2091-2096.
- [9] F. Xie, S. Gong, W. Zhang, J. Wu, Z. Wang, Potential of Lignin from *Canna Edulis* Ker Residue in the Inhibition of A-D-Glucosidase: Kinetics and Interaction Mechanism Merging with Docking Simulation, *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 95, No. 95, 2017, pp. 592-602.
- [10] T. N. Mahmoud, W. H. E. Maadawy, Z. A. Kandil, H. Khalil, N. M. E. Fiky, T. S. M. A. E. Alfy, *Canna x Generalis* L. H. Bailey Rhizome Extract Ameliorates Dextran Sulfate Sodium-induced Colitis Via Modulating Intestinal Mucosal Dysfunction, Oxidative Stress, Inflammation, and TLR4/ NF-Kb and NLRP3 Inflammasome Pathways, *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 269, 2021, pp. 113670.
- [11] Y. W. Wu, Y. S. Han, M. H. Kim, Antioxidant, α -amylase and α -glucosidase Inhibitory Activities of *Cedrela Sinensis* (A. Juss) Leaf with Ethanol Extract Concentration, *Food Science and Technology*, Vol. 42, 2022, pp. e89122.
- [12] J. Zhang, S. Zhao, P. Yin, L. Yan, J. Han, L. Shi, X. Zhou, Y. Liu, C. Ma, α -Glucosidase Inhibitory Activity of Polyphenols from the Burs of *Castanea Mollissima* Blume, *Molecules*, Vol. 19, No. 6, 2014, pp. 8373-8386.
- [13] S. Ghauri, S. Q. Raza, M. Imran, S. Saeed, M. Rashid, R. Naseer, Assessment of α -amylase and α -glucosidase Inhibitory Potential of *Citrus Reticulata* Peel Extracts in Hyperglycemic/Hypoglycemic Rat, *3 Biotech*, Vol. 11, No. 4, 2021, pp. 167.
- [14] L. M. Ngoc, N. B. Khoa, N. N. Son, D. T. H. Khanh, B. T. Tung, *In vitro* and *In silico* Screening of Bioactive Compounds from *Jasminum Subtriplinerve* Blume as α -glucosidase Inhibitor, *VNU Journal: Medicine and Pharmaceutical Science*, Vol. 38, No. 1, 2022, pp. 34-44.
- [15] A. Bhatia, B. Singh, R. Arora, S. Arora, *In vitro* Evaluation of the α -Glucosidase Inhibitory Potential of Methanolic Extracts of Traditionally Used Antidiabetic Plants, *BMC Complementary Alternative Medicine*, Vol. 19, No. 1, 2019, pp. 74.
- [16] N. T. Thuy, N. H. T. Linh, N. T. T. Binh, B. T. Tung, Evaluation of Antioxidant and α -glucosidase Inhibitory Activities of *Codonopsis javanica* (Blume) Hook. f. Thoms' Root Extractm VNU Journal: Medicine and Pharmaceutical Science, Vol. 36, No. 3, 2020, pp. 57-65.