



HÀM LƯỢNG POLYPHENOL, KHẢ NĂNG KHÁNG OXI HÓA VÀ ỨC CHẾ ENZYME α -GLUCOSIDASE CỦA MỘT SỐ PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Lê Thị Ngọc Hạnh¹, Huỳnh Minh Quang¹, Lê Thị Chinh¹,
Đoàn Thị Minh Phương¹, Lê Thị Kim Anh¹

¹Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Tp.HCM

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 14/06/2024

Ngày nhận kết quả bình duyệt:
15/11/2024

Ngày chấp nhận đăng: 01/2025

Title:

Screening and evaluation of total Polyphenol content, antioxidant activities and Enzyme α -Glucosidase inhibitory of some agricultural by-products in vietnam

Keywords:

Polyphenol, antioxidant, enzyme α -Glucosidase, agricultural by-product

Từ khóa:

Polyphenol, kháng Oxi hóa, enzyme α -Glucosidase, phụ phẩm nông nghiệp

ABSTRACT

In this study, total Polyphenol content, antioxidant activities and Enzyme α -Glucosidase inhibitory of 15 Vietnamese agricultural by-products were screened and evaluated. The total Polyphenol content was determined range from 0,19 – 1,59 mg/g. The Ethanolic extracts showed the less antioxidant activities than ascorbic acid, but among them, *Annona glabra* L. leaves showed the higher antioxidant activity than previous study with $IC_{50}=16,0 \pm 0,5 \mu\text{g/mL}$. For Enzyme α -Glucosidase inhibitory, among the Ethanolic extracts, *Artocarpus altilis* F. leaves and *Citrus maxima* M. peels showed the lowest IC_{50} ($27,83 \pm 3,18 \mu\text{g/mL}$ and $29,65 \pm 2,01 \mu\text{g/mL}$, respectively).

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã thực hiện việc xác định tổng hàm lượng Polyphenol, khả năng kháng Oxi hóa và ức chế Enzyme α -Glucosidase của 15 mẫu phụ phẩm nông nghiệp. Kết quả thu được cho thấy tổng hàm lượng Polyphenol của các mẫu nằm trong khoảng 0,19 – 1,59 mg/g. Khả năng kháng Oxi hóa của các mẫu thấp hơn chất đối chứng dương là acid ascorbic, tuy nhiên, mẫu bình bát trong nghiên cứu này có khả năng kháng Oxi hóa ($IC_{50}= 16,0 \pm 0,5 \mu\text{g/mL}$) tốt hơn so với nghiên cứu trước đó. Về khả năng ức chế enzyme α -Glucosidase, lá sa kê và vỏ bưởi cho khả năng ức chế tốt nhất với giá trị IC_{50} lần lượt là $27,83 \pm 3,18 \mu\text{g/mL}$ và $29,65 \pm 2,01 \mu\text{g/mL}$.

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là một trong những nước thuộc vùng nhiệt đới gió mùa, điều kiện thời tiết rất thuận lợi cho nhiều loại cây trồng phát triển, do đó, ngành nông nghiệp luôn chiếm một tỉ trọng rất cao trong nền kinh tế của Việt Nam. Bên cạnh việc thu hoạch và chế biến các sản phẩm nông nghiệp,

một lượng lớn các phụ phẩm nông nghiệp cũng được thải ra, gây tác động rất lớn đến môi trường sống. Tổ chức Nông lương (FAO) cũng chỉ ra trong quá trình sản xuất lương thực thực phẩm trên thế giới, khoảng 1/3 phụ phẩm nông nghiệp được tạo ra và nhà sản xuất phải chịu chi phí xử

lý các phụ phẩm này (Tian, 2016). Tuy nhiên, các phụ phẩm trong quá trình xử lý và chế biến rau quả là một nguồn phụ gia thực phẩm tự nhiên có giá trị cao vì nhiều nghiên cứu chỉ ra chúng chứa nhiều thành phần có khả năng chống Oxi hóa, kháng khuẩn, làm chất tạo màu, kết dính, ...(Gowe, 2015; Tian, 2016; Yu et al., 2014). Polyphenols là các hợp chất chứa nhiều nhóm hydroxyl trong phân tử, được công nhận như một nhóm chất có khả năng kháng Oxi hóa bên cạnh khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase (Balasundram et al., 2006; Liu et al., 2020; Thi Thu Trang et al., 2022). Do đó, nhiều nghiên cứu được thực hiện để tìm ra các nguồn thực vật chứa hàm lượng Polyphenol cao, sau đó khảo sát khả năng kháng Oxi hóa và ức chế Enzyme α -Glucosidase của chúng để ứng dụng vào việc hỗ trợ điều trị bệnh đái tháo đường cũng như bổ sung nguồn chất kháng Oxi hóa. Khi nghiên cứu ba loại ốt khác nhau, (Liu et al., 2020) đã cho thấy hạt của các loại ốt này chứa hàm lượng Polyphenol đáng kể và có khả năng kháng Oxi hóa, ức chế enzyme α -Glucosidase. Tổng hàm lượng Polyphenol, khả năng kháng Oxi hóa, ức chế Enzyme α -Glucosidase của một số phụ phẩm nông nghiệp khác ở Việt Nam và trên thế giới cũng đã được xác định. Kết quả thu được rất khả quan như nghiên cứu của (Masood et al., 2022), (Dang et al., 2016), (De Camargo et al., 2016), (Phan et al., 2021)... Để phong phú hơn nguồn dữ liệu về tiềm năng tận dụng nguồn phụ phẩm nông nghiệp, trong nghiên cứu này, các phụ phẩm nông nghiệp được thu gom ngẫu nhiên trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam để

đánh giá hàm lượng Polyphenol, khả năng kháng Oxi hóa và ức chế enzyme α -Glucosidase.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguyên liệu

2.1.1. Hóa chất, thiết bị

Ethanol (96%, Việt Nam), Folin-Ciocalteu (Đức), acid ascorbic (99%, Trung Quốc), Acid Gallic (98%, Merck), Sodium Carbonate (99%, Trung Quốc), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, 95%, Alfa Aesar, Japan), disodium hydrogen Phosphate dodecahydrate (99%, Trung Quốc), Monosodium Dihydrogen orthoPhosphate (99%, Trung Quốc), Acarbose (Acros Organics, Trung Quốc), *p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (*p*-NP-G, 99%, Acros Organics, Switzerland), Enzyme α -Glucosidase từ *Saccharomyces cerevisiae* (Sigma, 100UN), nước cất 2 lần. Các hóa chất đều đạt dạng tinh khiết phân tích.

Cân phân tích 4 số; tủ sấy; bếp đun; hệ thống chiết Soxhlet; hệ thống đuổi dung môi áp suất kém; máy khuấy từ; máy đo pH; bể ổn nhiệt; bể siêu âm; máy quang phổ UV-VIS.

2.1.2. Phụ phẩm nông nghiệp

Các phụ phẩm nông nghiệp được thu thập tại chợ Sơn kỳ, quận Tân Phú, Thành phố Hồ Chí Minh (Bảng 1). Các mẫu sau khi thu thập được loại bỏ các phần dập, hư hoặc thối, sau đó được rửa sạch, phơi khô, cắt nhỏ để tăng diện tích tiếp xúc khi tiến hành chiết mẫu cao Ethanol. Khối lượng mỗi mẫu sau khi phơi khô phải nhiều hơn 100 g.

Bảng 1. Thông tin các mẫu phụ phẩm nông nghiệp được khảo sát (Đỗ Tất Lợi, 2006)

STT	Tên thường gọi	Tên khác	Tên khoa học	Bộ phận được khảo sát
1	Bắp	Ngô	<i>Zea mays</i> L.	Râu
2	Bình bát	Cây nê	<i>Annona glabra</i> L.	Lá
3	Bơ	-	<i>Persea americana</i> M.	Vỏ
4	Bưởi da xanh	-	<i>Citrus maxima</i> M.	Vỏ
5	Cải bắp	-	<i>Brassica oleracea</i> V.	Lá phủ bên ngoài

STT	Tên thường gọi	Tên khác	Tên khoa học	Bộ phận được khảo sát
6	Dưa hấu	-	<i>Citrullus lanatus</i> T.	Vỏ
7	Lá lốt	Nốt, lá lốt	<i>Piper sarmentosum</i> R.	Lá già
8	Mít	-	<i>Artocarpus heterophyllus</i> L.	Vỏ
9	Ngải cứu	Thuốc cứu, ngải diệp	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Lá già
10	Nha đam	Lô hội, long tu	<i>Aloe vera (L.) Burm.f</i>	Vỏ
11	Quýt	-	<i>Citrus reticulata</i> B.	Vỏ
12	Sa kê	Cây bánh mì	<i>Artocarpus altilis</i> F.	Lá
13	Sầu đâu	Sầu đông	<i>Azadirachta indica</i> A.	Lá già
14	Sầu riêng	-	<i>Durio</i> L.	Vỏ
15	Trầu không	-	<i>Piper betle</i> L.	Lá già

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định tổng hàm lượng Polyphenol

Mục tiêu của nghiên cứu là khảo sát hàm lượng Polyphenol, khả năng kháng Oxi hóa và khả năng ức chế enzyme α -glucosidase nhằm định hướng tận dụng nguồn hợp chất ly trích được từ các phụ phẩm nông nghiệp để tái sử dụng phục vụ cho con người, nên cần chọn loại dung môi an toàn, dễ bay hơi. Do đó, Ethanol được chọn làm dung môi để chiết mẫu. Hệ thống Soxhlet được sử dụng để chiết mẫu cao Ethanol trong nghiên cứu này. Lượng mẫu trong mỗi lần chiết từ 3 – 10 g tùy từng loại mẫu. Sau quá trình chiết, tiến hành đuổi dung môi khỏi dịch chiết dưới áp suất kém, thu được cao Ethanol khô. Bảo quản cao khô trong lọ thủy tinh ở ngăn mát tủ lạnh (ở nhiệt độ 4 °C).

2.2.2. Xác định tổng hàm lượng Polyphenol

Tổng hàm lượng Polyphenol trong mẫu được xác định theo phương pháp Folin Ciocalteu. Mẫu tác dụng với thuốc thử Folin Ciocalteu dạng thương phẩm, thêm dung dịch Sodium Carbonate làm môi trường sau khi để trong tối 5 phút. Tiếp tục để yên 30 phút trong tối và đo độ hấp thu tại bước sóng 650 nM. Thực hiện qui trình tương tự với

loạt dung dịch chuẩn Acid Gallic có nồng độ từ 0,25 đến 7,50 $\mu\text{g/mL}$. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần (Lê et al., 2021).

2.2.3. Xác định khả năng kháng Oxi hóa

Phương pháp bắt gốc tự do DPPH được sử dụng làm cơ sở để xác định khả năng kháng Oxi hóa của mẫu polysaccharide thành phẩm. Mẫu được chuẩn bị ở các nồng độ 50, 100, 200, 500, 800 $\mu\text{g/mL}$, thêm thuốc thử DPPH, ủ tối và đo độ hấp thu ở bước sóng 517 nM. Sử dụng acid ascorbic làm chất đối chứng dương. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần. Xác định giá trị IC_{50} của mẫu phân tích dựa trên các giá trị I% tại các nồng độ khác nhau của mẫu, so sánh với giá trị IC_{50} của ascorbic acid (Lê et al., 2021).

Phần trăm bắt gốc tự do DPPH được tính theo công thức:

$$\text{I\%} = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100$$

Trong đó: I%: phần trăm bắt gốc tự do, A_i : Độ hấp thu của mẫu thử, A_0 : Độ hấp thu của mẫu control.

2.2.4. Xác định khả năng ức chế enzyme α -Glucosidase

Khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase được xác định dựa trên phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử (Dang et al., 2014; Granados-Guzmán et al., 2017; Sanni et al., 2019; Sunil et al., 2019; Tho et al., 2017). Mẫu được chuẩn bị ở các nồng độ trong khoảng 10 – 400 $\mu\text{g/mL}$ trong dung dịch đệm Phosphate pH = 7,0. Thêm 400 μL Enzyme α -Glucosidase 0,4 U/mL, lắc đều, ủ tại nhiệt độ 37 °C trong 5 phút. Tiếp tục thêm 100 μL dung dịch chất nền *p*-NP-G 4 mM và ủ trong 30 phút tại nhiệt độ 37 °C để phản ứng xảy ra. Sau khi ủ, thêm 1500 μL Na_2CO_3 0,1 M để ngừng phản ứng. Dung dịch sau đó được đo độ hấp thụ tại bước sóng 401 nM. Mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần.

Phần trăm ức chế Enzyme α -Glucosidase được tính theo công thức:

$$\text{I\%} = \frac{A_0 - A_i}{A_0} \times 100$$

Bảng 2. Hiệu suất thu cao Ethanol của các mẫu khảo sát.

STT	Mẫu	Khối lượng mẫu (g)	Khối lượng cao Ethanol (g)	Hiệu suất (%)
1	Bắp	3,75	0,65	17,33
2	Bình bát	8,02	1,12	13,97
3	Bơ	10,57	1,23	11,64
4	Bưởi da xanh	10,03	1,45	14,45
5	Cải bắp	9,95	0,98	9,85
6	Dưa hấu	10,17	0,93	9,15
7	Lá lốt	5,24	1,33	25,38
8	Mít	10,06	1,32	13,12
9	Ngải cứu	5,55	1,01	18,20
10	Nha đam	9,53	0,97	10,18
11	Quýt thường	10,02	1,97	19,66
12	Sa kê	5,84	1,00	17,12
13	Sầu đâu	10,08	1,57	15,57
14	Sầu riêng	9,98	1,30	13,03
15	Trầu không	10,23	1,45	14,17

Trong đó: I%: phần trăm ức chế, A_i : Độ hấp thụ của mẫu thử, A_0 : Độ hấp thụ của mẫu control.

Dựa trên phần trăm ức chế tại các nồng độ khác nhau của mẫu thử, tiến hành xác định giá trị IC_{50} để đánh giá khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase của mẫu thử. Thực hiện quy trình tương tự đối với chất đối chứng dương là acarbose.

2.2.5. Xử lý số liệu

Số liệu được trình bày theo giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn, sử dụng phần mềm Excel xử lý số liệu để chỉ ra sự khác nhau về mặt thống kê với $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

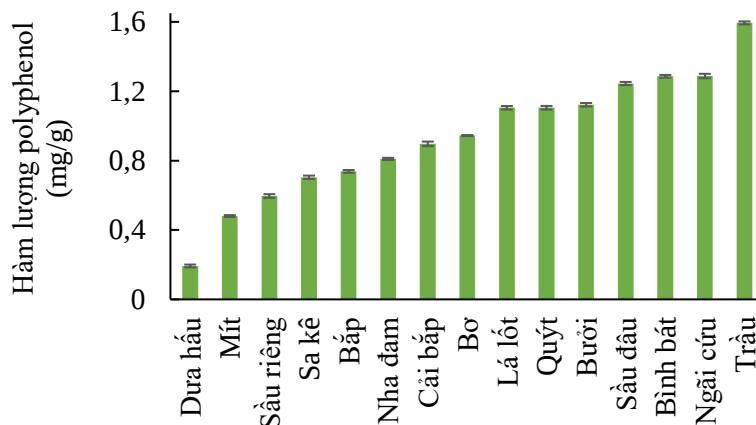
3.1. Hiệu suất thu cao Ethanol

Hiệu suất thu cao Ethanol của các mẫu khảo sát được trình bày trong bảng 2. Các kết quả cho thấy hiệu suất thu cao trong khoảng 9,15 – 25,38%, trong đó hiệu suất thấp nhất là từ mẫu vỏ dưa hấu và cao nhất là từ lá lốt già.

3.2. Tổng hàm lượng Polyphenol

Dựa vào dãy chuẩn của Acid Gallic và tín hiệu đo của mẫu theo phương pháp Folin Ciocalteu, tổng hàm lượng Polyphenol có trong các mẫu thu nhận được từ quá trình thu cao Ethanol có giá trị cao nhất là $1,59 \pm 0,01$ mg/g (mẫu lá trà già). Hai mẫu lá bình bát và lá ngải cứu già có hàm lượng Polyphenol cao thứ hai ($1,28 \pm 0,01$ mg/g). Hàm lượng Polyphenol thấp nhất là của

mẫu vỏ dừa hấu ($0,19 \pm 0,01$ mg/g) (Hình 1). So sánh với các nghiên cứu trước đó (Hossain et al., 2014; Ibrahim et al., 2015; Nguyen et al., 2020; Ruiz-Torralba et al., 2018; Shewale and Rathod, 2018) thì hàm lượng Polyphenol của các mẫu khảo sát trong nghiên cứu này thấp hơn. Cụ thể, hàm lượng Polyphenol trong mẫu vỏ dừa hấu thấp hơn 4 – 6 lần so với nghiên cứu của (Ibrahim et al., 2015) và (Ruiz-Torralba et al., 2018).

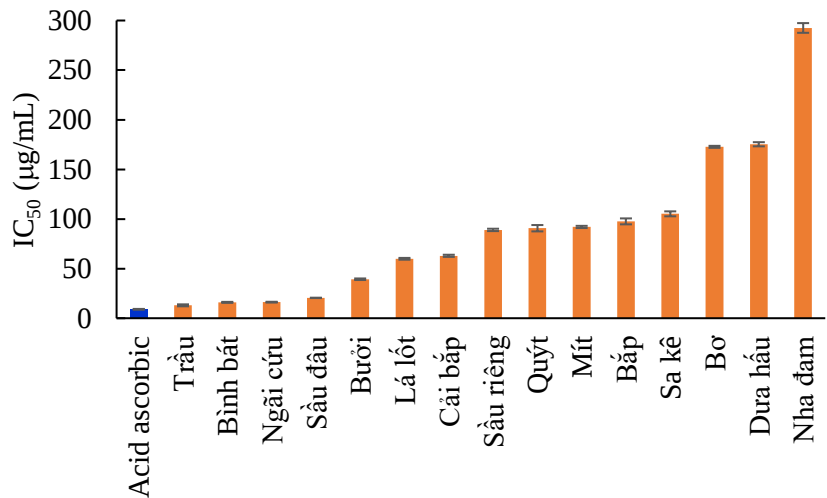


Hình 1. Hàm lượng Polyphenol (mg/g) của các mẫu khảo sát

3.3. Khả năng kháng Oxi hóa

Khả năng kháng Oxi hóa của các mẫu khảo sát được thực hiện theo phương pháp bắt gốc tự do DPPH với acid ascorbic làm chất đối chứng dương. Mẫu có hoạt tính càng cao thì giá trị IC_{50} sẽ càng thấp và ngược lại mẫu có hoạt tính càng thấp thì giá trị IC_{50} càng cao. Hình 2 cho thấy các mẫu lá già của bình bát, ngải cứu, sầu đầu và trà có giá trị IC_{50} trong khoảng 13 – 20 μ g/mL, thấp hơn các mẫu còn lại, chứng tỏ các mẫu này có khả năng kháng Oxi hóa cao hơn, tuy nhiên so với chất đối chứng dương là acid ascorbic ($9,0 \pm$

$0,4$ μ g/mL) thì khả năng kháng Oxi hóa vẫn còn thấp. Kết quả này có sự tương đồng với nghiên cứu về mẫu rễ sầu đầu của (Hossain et al., 2014). Mẫu bình bát trong nghiên cứu này ($IC_{50} = 16,0 \pm 0,5$ μ g/mL) có khả năng kháng Oxi hóa tốt hơn so với trong nghiên cứu của (Duy et al., 2020) ($IC_{50} = 19,7 \pm 0,5$ μ g/mL). Tuy nhiên, cao chiết Ethanol của ngải cứu trong nghiên cứu này ($IC_{50} = 16,2 \pm 0,4$ μ g/mL) có khả năng kháng Oxi hóa thấp hơn so với cao chiết nước ($IC_{50} = 11,4$ μ g/mL) của (Temraz and El-Tantawy, 2008).

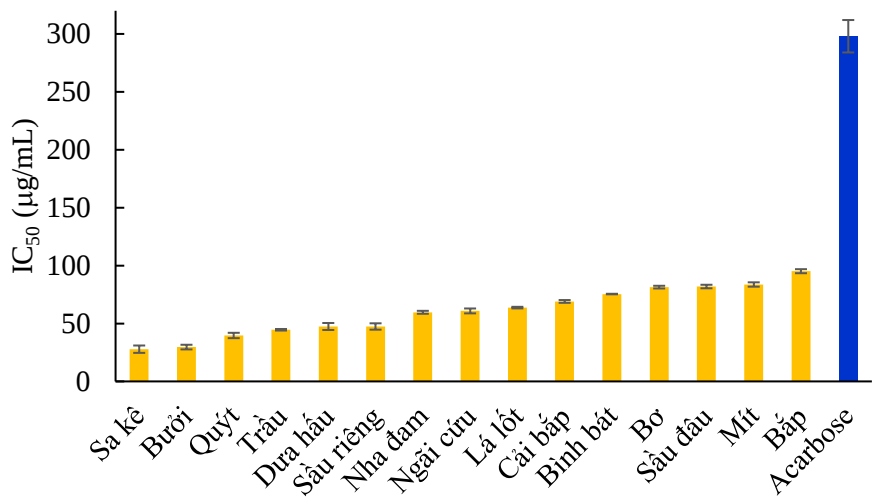


Hình 2. Khả năng kháng Oxi hóa của các mẫu khảo sát

3.4. Khả năng ức chế enzyme α -Glucosidase

Hình 3 trình bày khả năng ức chế enzyme α -

glucosidase (IC₅₀) của các mẫu khảo sát và chất đối chứng dương acarbose.



Hình 3. Khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase của các mẫu khảo sát

Kết quả cho thấy các mẫu khảo sát đều có IC₅₀ thấp hơn acarbose, chứng tỏ các phụ phẩm nông nghiệp trong nghiên cứu này có tiềm năng rất lớn trong việc hỗ trợ điều trị bệnh đái tháo đường do giá trị IC₅₀ càng thấp thì khả năng ức chế sẽ càng cao. Trong đó, lá sa kê và vỏ bưởi cho khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase tốt nhất với giá trị IC₅₀ lần lượt là $27,83 \pm 3,18 \mu\text{g/mL}$ và $29,65 \pm 2,01 \mu\text{g/mL}$. Trong nghiên cứu của (Nair et al.,

2013), cao chiết mEthanol của lá sa kê có giá trị IC₅₀ = $129,85 \pm 10,29 \mu\text{g/mL}$ cao hơn rất nhiều so với cao chiết Ethanol trong nghiên cứu này. Điều này cho thấy cao chiết Ethanol từ lá sa kê có khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase tốt hơn. Mặt khác, cao chiết Ethanol lớp vỏ xanh bên ngoài và lớp vỏ trắng bên trong của bưởi trong nghiên cứu của (Ha et al., 2022) cho kết quả IC₅₀ lần lượt là $80 \mu\text{g/mL}$ và $120 \mu\text{g/mL}$. Các

kết quả này đều cao hơn rất nhiều so với giá trị IC_{50} của cao chiết Ethanol (bao gồm cả lớp vỏ xanh và vỏ trắng) của bưởi trong nghiên cứu này. Điều này có thể được giải thích là do các tác động tương hỗ của các thành phần khác nhau trong lớp vỏ xanh và vỏ trắng tạo nên khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase tốt hơn so với các thành phần trong từng loại vỏ.

3.5. *Mối tương quan giữa tổng hàm lượng Polyphenol với khả năng kháng Oxi hóa và khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase*

Hình 1 – 3 cho thấy các mẫu có tổng hàm lượng Polyphenol cao đều cho khả năng kháng Oxi hóa và khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase tốt. Cụ thể, mẫu lá trà già có tổng hàm lượng Polyphenol cao nhất $1,59 \pm 0,01$ mg/g thì giá trị IC_{50} (bắt gốc tự do DPPH) = $13,0 \pm 1,0$ μ g/mL và IC_{50} (ức chế enzyme α -Glucosidase) = $44,59 \pm 0,66$ μ g/mL. Tuy rằng khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase của mẫu lá trà già thấp hơn mẫu lá sa kê và vỏ bưởi trong nghiên cứu này, nhưng vẫn cao hơn rất nhiều khi so sánh với chất đối chứng dương là acarbose (IC_{50} = 298 ± 14 μ g/mL). Mối tương quan này cũng đã được chứng minh qua các nghiên cứu của (Thi Thu Trang et al., 2022; Tho et al., 2017).

4. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Các kết quả của nghiên cứu đã cung cấp thêm dữ liệu cho việc xác định tổng hàm lượng Polyphenol trong các phụ phẩm nông nghiệp và cho thấy tiềm năng của chúng trong việc kháng Oxi hóa và ức chế enzyme α -Glucosidase. Các mẫu có hàm lượng Polyphenol cao đều có khả năng kháng Oxi hóa tốt và khả năng ức chế Enzyme α -Glucosidase tốt hơn chất đối chứng dương acarbose trong khảo sát. Nghiên cứu là bước khởi đầu cho việc tận dụng các phụ phẩm nông nghiệp trong các sản phẩm như mỹ phẩm, thực phẩm trong các nghiên cứu tiếp theo.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem.* 99, 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>.
- Dang, N.H., Nhung, P.H., Mai Anh, B.T., Thu Thuy, D.T., Minh, C. Van, Dat, N.T. (2016). Chemical Composition and α -Glucosidase Inhibitory Activity of Vietnamese Citrus Peels Essential Oils. *J. Chem.* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/6787952>.
- Dang, P.H., Nguyen, H.X., Nguyen, N.T., Le, H.N.T., Nguyen, M.T.T., 2014. α -Glucosidase inhibitors from the stems of *Embelia ribes*. *Phyther. Res.* 28, 1632–1636. <https://doi.org/10.1002/ptr.5175>.
- De Camargo, A.C., Regitano-D'Arce, M.A.B., Biasoto, A.C.T., Shahidi, F. (2016). Enzyme-assisted extraction of phenolics from winemaking by-products: Antioxidant potential and inhibition of alpha-glucosidase and lipase activities. *Food Chem.* 212, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.047>.
- Đỗ Tất Lợi. (2006). Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam. Nhà xuất bản Y học.
- Duy, H.T., Dũ, L.P., Thành, N.V., Độ, N.Đ., (2020). Khảo sát thành phần hóa học và khả năng kháng oxy hóa của các phân đoạn cao chiết lá già từ cây bình bát nước (*Annona Glabra* L.) *Tạp chí khoa học & công nghệ nông nghiệp* 4(1), 1668–1678.
- Gowe, C. (2015). Review on Potential Use of Fruit and Vegetables By-Products as A

- Valuable Source of Natural Food Additives. *Food science and Quality Management* 45, 47–61.
- Granados-Guzmán, G., Castro-Rios, R., de Torres, N.W., Salazar-Aranda, R. (2017). Optimization and Validation of a Microscale In vitro Method to Assess α -Glucosidase Inhibition Activity. *Curr. Anal. Chem.* 14, 458–464. <https://doi.org/10.2174/1573411013666170911154755>.
- Ha, T.T., Mai, T.N.P., Tran, T.T., Nguyen, N.H.K., Le, T.D., Nguyen, V.M. (2022). Antioxidant activity and inhibitory efficacy of Citrus grandis peel extract against carbohydrate digestive enzymes in vitro. *Food Sci. Technol.* 42, 1–7. <https://doi.org/10.1590/fst.109721>.
- Hossain, M.D., Sarwar, M.S., Dewan, S.M.R., Hossain, M.S., Shahid-Ud-Daula, A., Islam, M.S. (2014). Investigation of total phenolic content and antioxidant activities of *Azadirachta Indica* roots. *Avicenna J. phytomedicine* 4, 97–102.
- Ibrahim, U.K., Yusof, M.I.S., Zamil, K.A.A., Kamarrudin, N., Maqsood-Ul-Haque, S.N.S., Ab Rashid, S.R. (2015). Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Local Fruit Wastes in Malaysia. *Adv. Mater. Res.* 1113, 471–476. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1113.471>.
- Lê, T.N.H., Nguyễn, H.H., Phùng, T.H.N., Nguyễn, N.H., Nguyễn, T.T.L., Đoàn, T.M.P. (2021). Phân lập gel polysaccharide từ vỏ quả sầu riêng *Durio Zibethinus*. *Tạp chí Công Thương số 10*, 145–151.
- Liu, Y., Chen, Y., Wang, Y., Chen, J., Huang, Y., Yan, Y., Li, L., Li, Z., Ren, Y., Xiao, Y. (2020). Total phenolics, capsaicinoids, antioxidant activity, and α -Glucosidase inhibitory activity of three varieties of pepper seeds. *Int. J. Food Prop.* 23, 1016–1035. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1775646>.
- Masood, S., Rehman, A.U., Ihsan, M.A., Shahzad, K., Sabir, M., Alam, S., Ahmed, W., Shah, Z.H., Alghabari, F., Mehmood, A., Mehmood, A., Chung, G., (2022). Antioxidant potential and α -Glucosidase inhibitory activity of onion (*Allium Cepa* L.) Peel and bulb extracts. *Brazilian J. Biol.* 83, 1–9.
- Nair, S.S., Kavrekar, V., Mishra, A. (2013). In vitro studies on alpha amylase and alpha glucosidase inhibitory activities of selected plant extracts. *Eur. J. Exp. Biol.* 3, 128–132.
- Nguyen, L.T.T., Nguyen, T.T., Nguyen, H.N., Bui, Q.T.P. (2020). Simultaneous determination of active compounds in Piper betle Linn. leaf extract and effect of extracting solvents on bioactivity . *Eng. Reports* 2, 2–9. <https://doi.org/10.1002/eng2.12246>.
- Phan, D.T.A., Bui, T.H., Thi Doan, T.Q., van Nguyen, N., Ly, T.H. (2021). Inhibition of melanosis in whiteleg shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) during refrigerated storage using extracts of different avocado (*Persea americana* Mill.) by-products. *Prev. Nutr. Food Sci.* 26, 209–218. <https://doi.org/10.3746/pnf.2021.26.2.209>
- Ruiz-Torralba, A., Guerra-Hernández, E.J., García-Villanova, B. (2018). Antioxidant capacity, Polyphenol content and contribution to dietary intake of 52 fruits sold in Spain. *CYTA - J. Food* 16, 1131–1138. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1517828>.
- Sanni, O., Erukainure, O.L., Chukwuma, C.I., Koorbanally, N.A., Ibeji, C.U., Islam, M.S. (2019). *Azadirachta Indica* inhibits key enzyme linked to.

- type 2 diabetes in vitro, abates oxidative hepatic injury and enhances muscle glucose uptake ex vivo. *Biomed. Pharmacother.* 109, 734–743.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.171>
- Shewale, S., Rathod, V.K. (2018). Extraction of total phenolic content from *Azadirachta Indica* or (neem) leaves: Kinetics study. *Prep. Biochem. Biotechnol.* 48, 312–320.
<https://doi.org/10.1080/10826068.2018.1431784>.
- Sunil, C., Kumar, V., Van Staden, J. (2019). In vitro alpha-glucosidase inhibitory, total phenolic composition, antiradical and antioxidant potential of *Heteromorpha Arborescens* (Spreng.) Cham. & Schltdl. leaf and bark extracts. *South African J. Bot.* 124, 380–386. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.05.017>.
- Temraz, A., El-Tantawy, W.H. (2008). Characterization of antioxidant activity of extract from *Artemisia Vulgaris*. *Pak. J. Pharm. Sci.* 21, 321–326.
- Thi Thu Trang, T., Thi Ngoc Ha, L., Thi Thuy Ai, D., Thi Hien, N., Thi Thu Tram, N., Thi Huyen, V. (2022). Phytochemical Analysis and Antioxidant and Alpha-glucosidase Inhibitory Activities of the Stem Bark of *Dialium Cochinchinense*. *Vietnam. J. Agric. Sci.* 5, 1375–1388.
- Tho, L.H., Hai, N.X., Mai, N.T.T. (2017). Nghiên cứu mối quan hệ giữa hoạt tính ức chế enzyme α - glucosidase và cấu trúc của các hợp chất epoxyignan. *Sci. Technol. Dev.* 5, 110–115.
- Tian, X. (2016). Food Processing By-Products as Natural Sources of Antioxidants: A Mini Review. *Adv. Food Technol. Nutr. Sci. - Open J. SE* (2), S7–S17.
<https://doi.org/10.17140/aftnsoj-se-2-102>.
- Yu, J., Ahmedna, M., Bansode, R.R., (2014). Agricultural by-products as important food sources of Polyphenols. In Dean T.Cobb (Ed), *Polyphenols* (pp. 1-32). Nova Science Publishers, Inc.