

## Khảo sát hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và tác dụng chống oxy hóa của vỏ quả gấc (*Momordica cochinchinensis*)

Evaluation of total phenolic, total flavonoid content and antioxidant activity of *Momordica cochinchinensis* peel

Nguyễn Khánh Thùy Linh\*, Phạm Thị Hiền Thu  
Nguyen Khanh Thuy Linh\*, Pham Thi Hien Thu

Khoa Dược, Trường Đại học Y - Dược, Đại học Huế  
Faculty of Pharmacy, Hue University of Medicine and Pharmacy, Hue University

(Ngày nhận bài: 13/02/2023, ngày phản biện xong: 03/4/2023, ngày chấp nhận đăng: 15/4/2023)

### Tóm tắt

Gấc là loại cây được trồng nhiều ở các nước nhiệt đới. Các nghiên cứu về thành phần hoá học và hoạt tính sinh học của vỏ quả gấc còn hạn chế. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và khả năng chống oxy hoá của các cao chiết từ vỏ quả gấc. Định lượng phenolic tổng bằng thuốc thử Folin ciocalteu và flavonoid tổng bằng thuốc thử  $\text{AlCl}_3$ . Đánh giá tác dụng chống oxy hoá bằng phương pháp trung hoà gốc tự do DPPH. Cao chiết ethyl acetat có hàm lượng phenolic tổng lớn nhất ( $73,37 \pm 0,015\text{mg GAE/g}$  cao) và cao *n*-hexan có hàm lượng phenolic tổng bé nhất ( $18,04 \pm 0,012\text{mg GAE/g}$  cao). Đối với hàm lượng flavonoid tổng thì cao *n*-hexan có hàm lượng cao nhất ( $79,60 \pm 0,090\text{mg QE/g}$  cao), trong khi đó cao nước có hàm lượng thấp nhất ( $1,25 \pm 0,007\text{mg QE/g}$  cao). Trong 4 cao chiết, cao ethyl acetat và cao nước thể hiện hoạt tính chống oxy hoá với  $\text{IC}_{50}$  lần lượt là  $35,77 \pm 0,536\mu\text{g/ml}$  và  $71,03 \pm 0,237\mu\text{g/ml}$ . Kết quả của nghiên cứu đã chứng minh vỏ quả gấc có thể được xem như là nguồn cung cấp các hợp chất chống oxy hoá trong tự nhiên.

Từ khoá: *Momordica cochinchinensis*; phenolic tổng; flavonoid tổng; chống oxy hóa.

### Abstract

*Momordica cochinchinensis* is a tropical plant grown in many countries in tropical regions. Studies on the chemical components and biological activities from the peel of *Momordica cochinchinensis* are few. The aim of this study was to measure the amounts of total phenolics and flavonoids as well as antioxidant activities of peel extracts of *M. cochinchinensis*. The amounts of phenolics content and total flavonoids were determined by folin ciocalteu and aluminium chloride methods, respectively. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) was employed to evaluate antioxidant capacities. Ethyl acetat extract resulted in the greatest phenolic ( $73,37 \pm 0,015\text{mg GAE/g}$  extract), while the smallest content was recorded for *n*-hexan extract ( $18,04 \pm 0,012\text{mg GAE/g}$  extract). The greatest flavonoid content was observed with *n*-hexan extract ( $79,60 \pm 0,090\text{mg QE/g}$  extract), while the least was recorded for water extract ( $1,25 \pm 0,007\text{mg QE/g}$  extract). Among four extracts, ethyl acetat extract and water extract displayed the DPPH radical scavenging activity with  $\text{IC}_{50}$  values  $35,77 \pm 0,536\mu\text{g/ml}$  and  $71,03 \pm 0,237\mu\text{g/ml}$ , respectively. This study showed that the peel of *M. cochinchinensis* could be potential source of natural antioxidant.

Keywords: *Momordica cochinchinensis*; total phenolic content; total flavonoid content; antioxidant.

\*Tác giả liên hệ: Nguyễn Khánh Thùy Linh, Khoa Dược, Trường Đại học Y – Dược, Đại học Huế  
Email: nktlinh@huemed-univ.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

Ngày nay, khi cuộc sống càng hiện đại thì con người càng có xu hướng muốn sử dụng các sản phẩm nguồn gốc từ tự nhiên. Các hợp chất chiết xuất từ tự nhiên có hoạt tính sinh học đã thu hút sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu vì khả năng điều trị của chúng đối với các bệnh mãn tính khác nhau [1]. Với điều kiện khí hậu ẩm áp, Đông Nam Á là nơi lý tưởng cho sự phát triển của nhiều loại trái cây và rau củ khác nhau. Các loại trái cây ở vùng này có chứa hàm lượng cao các hợp chất có hoạt tính sinh học nên rất có ý nghĩa trong việc tăng cường sức khoẻ cho con người [2].

Gấc là loại trái cây nhiệt đới theo mùa được trồng khá phổ biến ở các nước Đông Nam Á như Việt Nam, Thái Lan, Lào, Malaysia. Một số nghiên cứu đã gợi ý rằng quả gấc là một nguồn giàu các hợp chất có hoạt tính sinh học tốt như carotenoid, polyphenol và acid béo thiết yếu [3], [4], [5]. Ngoài ra, chiết xuất từ quả gấc thể hiện hoạt tính chống ung thư, chống viêm và chống oxy hoá [6], [7], [8], [9]. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào phần thịt, màng hạt và hạt gấc, ít các nghiên cứu về vỏ quả gấc. Nhằm tận dụng hết các thành phần của quả gấc và có cơ sở khoa học cho việc sử dụng vỏ quả gấc như một nguồn nguyên liệu hỗ trợ điều trị các bệnh liên quan đến tác dụng chống oxy hoá, nghiên cứu này đã xác định hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và đánh giá tác dụng chống oxy hoá của vỏ quả gấc.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Vỏ quả gấc thu hái vào tháng 9 năm 2022 tại thành phố Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế. Vỏ quả sau khi thu hái được rửa sạch, sấy khô, xay nhỏ và bảo quản ở điều kiện khô ráo để tiến hành các thí nghiệm.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp chiết xuất dược liệu

Mẫu bột dược liệu (100g) được ngâm chiết bằng methanol ở nhiệt độ phòng, sau đó lọc chất rắn, thu được dịch chiết. Dung môi methanol được cất thu hồi dưới áp suất giảm thu được cao tổng methanol (MCM) 40g. Tiếp theo, phần cao tổng methanol này được phân tán trong nước, sau đó chiết lần lượt với các dung môi *n*-hexan, ethyl acetat (chiết 3 lần, 100mL/ lần). Gộp các phân đoạn dịch chiết để loại dung môi dưới áp suất giảm, thu được các cao phân đoạn *n*-hexan (MCH) 15,2g; cao ethyl acetat (MCE) 12,6g và cao nước (MCW) 7,1g.

#### 2.2.2. Phương pháp xác định hàm lượng phenolic tổng

Hàm lượng phenolic tổng trong cao chiết dược liệu được định lượng bằng phương pháp quang phổ sau khi phản ứng với thuốc thử Folin-Ciocalteu ở điều kiện tránh ánh sáng [10]. Lấy 0,2mL dịch chiết đã pha loãng ở nồng độ thích hợp trộn với 0,8mL nước cất trong ống nghiệm, sau đó thêm 1mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10%. Hỗn hợp được trộn đều, sau 5 phút, thêm 2,5mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5%. Lắc đều hỗn hợp phản ứng được giữ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút trước khi đo ở bước sóng 760nm trên máy quang phổ kế (UV-VIS Shimadzu V630, Japan). Mẫu chuẩn và các mẫu thử tiến hành tương tự nhau, mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần để tính giá trị trung bình. Hàm lượng phenolic tổng của cao chiết được tính dựa trên phương trình đường chuẩn acid Gallic. Kết quả được thể hiện bởi miligam acid Gallic tương đương (mg GAE)/g cao chiết.

Hàm lượng phenolic tổng (TPC) được tính theo công thức:

$$\text{TPC} = C \times k \times \frac{V}{m} \quad (1)$$

Trong đó:

TPC: hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/g cao chiết).

C: Giá trị x từ đường chuẩn với acid Gallic (mg/mL).

V: Thể tích dung dịch cao chiết (mL).

k: Hệ số pha loãng.

m: Khối lượng cao chiết có trong thể tích V (mg).

### 2.2.3. Phương pháp xác định hàm lượng flavonoid tổng

Hàm lượng flavonoid tổng được xác định bằng phương pháp quang phổ sau khi tạo phức với  $AlCl_3$  [11]. Lấy 1mL dịch chiết đã pha loãng ở nồng độ thích hợp trộn với 0,5mL  $AlCl_3$  10% và 0,5mL nước. Hỗn hợp được ủ trong 10 phút ở nhiệt độ phòng sau đó đem đo ở bước sóng 428nm, sử dụng máy quang phổ kế (UV-VIS Shimadzu V630, Japan). Cách tiến hành mẫu chuẩn và các mẫu thử là tương tự nhau, mỗi thí nghiệm lặp lại 3 lần để tính giá trị trung bình. Hàm lượng flavonoid tổng của cao chiết được tính dựa trên phương trình đường chuẩn Quercetin. Kết quả được thể hiện bởi miligam Quercetin tương đương (mg QE)/ g cao chiết.

Hàm lượng flavonoid tổng (TFC) được tính theo công thức sau:

$$TFC = C \times k \times \frac{V}{m} \quad (2)$$

Trong đó:

TFC: Hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/g cao chiết).

C: Giá trị x từ đường chuẩn với quercetin (mg/mL).

k: Hệ số pha loãng.

m: Khối lượng cao chiết có trong thể tích V (mg).

### 2.2.4. Phương pháp đánh giá tác dụng chống oxy hóa

Hoạt tính chống oxy hóa được đánh giá bằng cách đo hoạt tính trung hòa gốc tự do thông qua phản ứng mất màu tím của dung dịch 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) trong methanol [12].

Chuẩn bị hỗn hợp phản ứng gồm: 1mL dung dịch DPPH 0,135mM và 1mL dung dịch thử ở các nồng độ khác nhau, lắc đều và để yên trong bóng tối 30 phút. Độ hấp thụ quang học được đo ở bước sóng 517nm (UV-VIS Shimadzu V630, Japan). Mỗi thí nghiệm tiến hành 3 lần để tính giá trị trung bình. Đối chứng dương sử dụng trong thí nghiệm là Quercetin, được tiến hành thí nghiệm tương tự như mẫu thử. Mẫu trắng là MeOH.

Khả năng trung hòa gốc tự do DPPH được xác định theo công thức sau:

$$\% \text{ ức chế DPPH} = 100 \times \frac{(ACT - ASP)}{ACT} \quad (3)$$

Trong đó:

ACT: độ hấp thụ quang học của mẫu chứng gồm có DPPH và MeOH.

ASP: độ hấp thụ quang học của mẫu thử gồm có DPPH và dịch chiết.

Kết quả báo cáo bởi phần trăm khả năng trung hòa gốc tự do DPPH.

$IC_{50}$  được xác định là nồng độ tối thiểu của dịch chiết trung hòa được 50% lượng DPPH và được tính dựa vào đường tuyến tính giữa nồng độ của dịch chiết và % DPPH bị trung hòa.

### 2.2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Các thí nghiệm được tiến hành lặp lại 3 lần. Số liệu được phân tích ANOVA bằng phần mềm xử lý số liệu thống kê chuyên dụng IBM SPSS Statistic version 22. Kiểm định Tukey được thực hiện để đánh giá mức độ khác biệt có ý nghĩa giữa các giá trị với mức ý nghĩa  $p < 0,05$ .

### 3. Kết quả nghiên cứu

#### 3.1. Hàm lượng phenolic tổng của cao chiết từ vỏ quả gấc

Kết quả xác định hàm lượng phenolic tổng của cao chiết methanol (MCM), cao chiết *n*-hexan (MCH), cao chiết ethyl acetat (MCE) và cao chiết nước (MCW) từ vỏ quả gấc được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Hàm lượng phenolic tổng trong các cao chiết của vỏ quả gấc

Cao chiết	Khối lượng cao chiết (mg)	TPC <sup>(1)</sup> (mg GAE/g cao)	TPC trung bình <sup>(*)</sup> (mg GAE/g cao)
MCM	29,0	30,00	30,02 ± 0,022 <sup>a</sup>
		30,03	
		30,04	
MCH	21,0	18,05	18,04 ± 0,012 <sup>b</sup>
		18,04	
		18,03	
MCE	2,0	73,37	73,37 ± 0,015 <sup>c</sup>
		73,35	
		73,38	
MCW	13,7	39,98	40,00 ± 0,030 <sup>d</sup>
		40,03	
		39,98	

Ghi chú: <sup>(1)</sup>: các giá trị trong cột này được xác định dựa vào phương trình đường chuẩn của acid Gallic ( $y = 4,3229x - 0,034$ ,  $r^2 = 0,998$ ). <sup>(\*)</sup>: trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Hàm lượng phenolic tổng của các cao nghiên cứu khác nhau có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$ . Kết quả cho thấy cao chiết ethyl acetat có hàm lượng TPC lớn nhất tương đương  $73,37 \pm 0,015$ mg GAE/g cao và cao chiết *n*-hexan có hàm lượng TPC thấp nhất tương đương  $18,04 \pm 0,012$ mg GAE/g cao.

#### 3.2. Hàm lượng flavonoid tổng của cao chiết từ vỏ quả gấc

Kết quả xác định hàm lượng flavonoid tổng của cao chiết methanol (MCM), cao chiết *n*-hexan (MCH), cao chiết ethyl acetat (MCE) và cao chiết nước (MCW) từ vỏ quả gấc được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Hàm lượng flavonoid tổng trong các cao chiết của vỏ quả gấc

Cao chiết	Khối lượng cao chiết (mg)	TFC <sup>(2)</sup> (mg QE/g cao)	TFC trung bình <sup>(*)</sup> (mg QE/g cao)
MCM	29,0	16,79	16,74 ± 0,046 <sup>e</sup>
		16,73	
		16,71	
MCH	46,3	79,71	79,60 ± 0,090 <sup>f</sup>
		79,54	
		79,57	
MCE	12,8	10,89	10,90 ± 0,011 <sup>g</sup>
		10,91	
		10,91	
MCW	41,3	1,25	1,25 ± 0,007 <sup>h</sup>
		1,26	
		1,24	

Ghi chú: <sup>(2)</sup>: các giá trị trong cột này được xác định dựa vào phương trình đường chuẩn của Quercetin ( $y = 0,0386x - 0,0153, r^2 = 0,9993$ ). <sup>(\*)</sup>: trong cùng một cột, các số trung bình theo sau bởi một hoặc những chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Kết quả cho thấy hàm lượng flavonoid tổng của dịch chiết *n*-hexan của vỏ quả gấc đạt hàm lượng cao nhất là  $79,60 \pm 0,090$ mg QE/g cao, cao methanol và cao ethylacetat có hàm lượng lần lượt là  $16,74 \pm 0,046$ mg QE/g cao,  $10,90 \pm 0,011$ mg QE/g cao và cao nước có hàm lượng flavonoid tổng thấp nhất  $1,25 \pm 0,007$ mg QE/g cao.

### 3.3. Kết quả khảo sát hoạt tính chống oxy hóa của các cao chiết

Hoạt tính chống oxy hóa của cao chiết methanol (MCM), cao chiết *n*-hexan (MCH), cao chiết ethyl acetat (MCE) và cao chiết nước (MCW) từ vỏ quả gấc được đánh giá thông qua mô hình trung hòa gốc tự do DPPH. Kết quả được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3.** Hoạt tính trung hòa DPPH (IC<sub>50</sub>) của các cao chiết từ vỏ quả gấc

Cao chiết	Giá trị IC <sub>50</sub> (µg/ml)
MCM	-
MCH	-
MCE	$35,77 \pm 0,536$
MCW	$71,03 \pm 0,237$
Quercetin	$2,18 \pm 0,058$

Ghi chú: (-): không thể hiện hoạt tính trong điều kiện thí nghiệm

Dựa trên giá trị IC<sub>50</sub>, khả năng chống oxy hoá của các cao chiết thể hiện khác nhau rõ rệt. Cao ethyl acetat thể hiện khả năng chống oxy hoá cao nhất với IC<sub>50</sub> là  $35,77 \pm 0,536$ µg/ml. Sau đó là cao nước với IC<sub>50</sub> là  $71,03 \pm 0,237$ µg/ml. Cao methanol và cao *n*-hexan không thể hiện hoạt tính chống oxy hoá ở điều kiện thí nghiệm đã tiến hành.

### 4. Thảo luận

Một số nghiên cứu về thành phần hoá học của quả gấc đã chỉ ra sự có mặt với hàm lượng cao của các hợp chất polyphenol như  $\beta$ -caroten, lycopene... trong các bộ phận dùng khác nhau của quả gấc [3], [13]. Tương tự như màng hạt, cùi gấc, vỏ quả gấc cũng là thành phần giàu phenolic. Hàm lượng lutein ở trong vỏ quả gấc cao hơn so với lớp màng hạt và cùi gấc [3]. Do hàm lượng lớn  $\beta$ -caroten có trong vỏ quả gấc, Chuyen Hoang và cộng sự đã nghiên cứu các kỹ thuật khác nhau nhằm xử lý vỏ quả gấc để bảo quản  $\beta$ -caroten cũng như khả năng chống

oxy hoá của vỏ quả gấc [14], [15]. Nghiên cứu của Ali Abdulqader (2020) cho thấy hàm lượng TPC, TFC từ cao ethanol vỏ quả gấc lần lượt là  $27,3 \pm 1,7$ mg GAE/ 100g dược liệu khô và  $38,1 \pm 2,2$ mg QE/100g dược liệu khô [16]. Tính mới của nghiên cứu là góp phần cung cấp thêm thông tin về giá trị TPC, TFC của các cao chiết của vỏ quả gấc. Đó là cơ sở khoa học cho việc sử dụng vỏ quả gấc như một nguồn nguyên liệu cung cấp các hợp chất polyphenol.

Thực vật chứa nhiều loại dẫn xuất phenol bao gồm phenol đơn giản, dẫn xuất axit benzoic, flavonoid, phenylpropanoid, tanin, lignan, caroten... [17]. Trái cây và rau quả là nguồn cung cấp các hợp chất phenolic phong phú, những chất hoá học này thể hiện nhiều tác dụng sinh học tốt như loại bỏ gốc tự do [18], giảm huyết áp, giảm khả năng mắc ung thư hay tim mạch [19], [20]. Do đó, những chất hoá học này đóng vai trò quan trọng đối với sức khỏe của con người. Chất chống oxy hoá có trong cơ

thể ở nồng độ thấp có thể làm chậm hoặc ngăn chặn rõ rệt quá trình oxy hoá diễn ra trong cơ thể bằng cách ngăn chặn quá trình oxy hoá lipid, đột biến ADN và tổn thương mô [21], [22].

Quá trình chiết phân đoạn chính là quá trình phân bố lại các hợp chất trong cao chiết toàn phần vào các dung môi có độ phân cực khác nhau. Những hợp chất có độ phân cực tương tự dung môi thì sẽ hoà tan vào trong dung môi đó. Polyphenol là những hợp chất có tính phân cực cao, do đó, các hợp chất polyphenol sẽ tập trung nhiều ở phân đoạn ethyl acetat. Mối tương quan tuyến tính giữa khả năng dập tắt gốc tự do và nồng độ polyphenolic trong nguyên liệu đã được chứng minh ở một số nghiên cứu trước đây [17], [23], [24]. Và kết quả của nghiên cứu này cũng đã thể hiện rõ điều đó, phân đoạn ethyl acetat có hàm lượng phenolic cao nhất nên khả năng chống oxy hoá của phân đoạn này cũng cao nhất. Cao *n*-hexan có độ phân cực thấp nên khả năng hoà tan các polyphenol kém, do đó sự hiện diện của nhóm chất này trong cao chiết *n*-hexan là rất thấp. Đối với cao methanol, do sự tồn tại của rất nhiều thành phần nên hàm lượng polyphenol trong cao chiết này thấp, và các thành phần trong cao chiết xảy ra nhiều tương tác qua lại lẫn nhau. Đây là một trong những nguyên nhân làm cho cao chiết *n*-hexan và cao chiết methanol không thể hiện hoạt tính chống oxy hoá trong nghiên cứu này.

Trong nghiên cứu này, hoạt tính chống oxy hoá được tiến hành bằng mô hình dập tắt gốc tự do DPPH. Phương pháp này có một số ưu điểm là chi phí thấp, quan sát dễ dàng dựa vào sự thay đổi màu sắc của dịch chiết. Đã có một số nghiên cứu chứng minh tác dụng chống oxy hoá của các bộ phận khác nhau của quả gấc như hạt [6], thịt và vỏ hạt [25]. Kết quả nghiên cứu tác dụng chống oxy hoá của các phân đoạn khác nhau của dịch chiết vỏ gấc đã cung cấp

thêm thông tin về hoạt tính chống oxy hoá của bộ phận dùng này.

## 5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu lần đầu tiên cung cấp thông tin về hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa trên mô hình trung hòa gốc tự do DPPH của các cao chiết từ vỏ quả gấc. Hàm lượng phenolic tổng của cao chiết methanol, *n*-hexan, ethyl acetat và nước lần lượt là  $30,02 \pm 0,022$ ;  $18,04 \pm 0,012$ ;  $73,37 \pm 0,015$ ;  $40,00 \pm 0,030$  mg GAE/g cao. Hàm lượng flavonoid tổng của các cao chiết methanol, *n*-hexan, ethyl acetat và nước đã được xác định theo thứ tự là  $16,74 \pm 0,046$ ;  $79,60 \pm 0,090$ ;  $10,90 \pm 0,011$ ;  $1,25 \pm 0,007$  mg QE/g cao. Khả năng chống oxy hoá của các cao chiết cũng đã được xác định, trong đó cao ethyl acetat và cao nước thể hiện hoạt tính với  $IC_{50}$  là  $35,77 \pm 0,536$  và  $71,03 \pm 0,237$   $\mu$ g/ml, hai cao chiết còn lại không thể hiện hoạt tính ở mô hình thí nghiệm nghiên cứu. Các kết quả của nghiên cứu là cơ sở cho việc nghiên cứu sâu hơn cũng như sử dụng vỏ quả gấc như là một nguồn nguyên liệu cung cấp các hợp chất chống oxy hóa trong tự nhiên.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Baena Ruiz R., Salinas Hernández P. (2016). Cancer chemoprevention by dietary phytochemicals: Epidemiological evidence. *Maturitas*, **94**, 13–19.
- [2] Khoo H.E., Azlan A., Kong K.W. et al. (2016). Phytochemicals and Medicinal Properties of Indigenous Tropical Fruits with Potential for Commercial Development. *Evid Based Complement Alternat Med*, **2016**, 1–20.
- [3] Kubola J., Siriamornpun S. (2011). Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Food Chem*, **127**(3), 1138–1145.
- [4] Nhung D.T.T., Bung P.N., Ha N.T. et al. (2010). Changes in lycopene and beta carotene contents in aril and oil of gac fruit during storage. *Food Chem*, **121**(2), 326–331.
- [5] Vuong L.T., Dueker S.R., Murphy S.P. (2002). Plasma  $\beta$ -carotene and retinol concentrations of children increase after a 30-d supplementation with

- the fruit *Momordica cochinchinensis* (gac). *Am J Clin Nutr*, **75**(5), 872–879.
- [6] Le A.V., Huynh T.T., Parks S.E. et al. (2018). Bioactive Composition, Antioxidant Activity, and Anticancer Potential of Freeze-Dried Extracts from Defatted Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) Seeds. *Medicines*, **5**(3), 104.
- [7] Jung K., Chin Y.-W., Yoon K. dong et al. (2013). Anti-inflammatory properties of a triterpenoidal glycoside from *Momordica cochinchinensis* in LPS-stimulated macrophages. *Immunopharmacol Immunotoxicol*, **35**(1), 8–14.
- [8] Petchsak P., Sripanidkulchai B. (2015). *Momordica cochinchinensis* Aril Extract Induced Apoptosis in Human MCF-7 Breast Cancer Cells. *Asian Pac J Cancer Prev APJCP*, **16**(13), 5507–5513.
- [9] Abdulqader A., Ali F., A I. et al. (2018). Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng.) fruit and its potentiality and superiority in-health benefits. *J Contemp Med Sci*, **4**, 179–186.
- [10] International standard (ISO 14502-1) (2005). Determination of substances characteristic of green and black tea — Part 1: Content of total polyphenols in tea — Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. First edition.
- [11] Pękal A., Pyrzynska K. (2014). Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Anal Methods*, **7**(9), 1776–1782.
- [12] Asekun O., Okoh S., Familoni O. et al. (2013). Chemical profiles and antioxidant activity of essential oils extracted from the leaf and stem of *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth. *Res J Med Plant*, **7**, 82–91.
- [13] Bhumsaidon A., Chamchong M. (2016). Variation of lycopene and beta-carotene contents after harvesting of gac fruit and its prediction. *Agric Nat Resour*, **50**(4), 257–263.
- [14] Chuyen H.V., Roach P.D., Golding J.B. et al. (2017). Effects of four different drying methods on the carotenoid composition and antioxidant capacity of dried Gac peel. *J Sci Food Agric*, **97**(5), 1656–1662.
- [15] Hoang C., Roach P., Golding J. et al. (2017). Effects of pretreatments and air drying temperatures on the carotenoid composition and antioxidant capacity of dried gac peel. *J Food Process Preserv*, **41**, e13226.
- [16] Abdulqader A., Ali F., A I. et al. (2019). Antioxidant compounds and capacities of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) fruits. *Asian Pac J Trop Biomed*, **9**, 158–167.
- [17] Friedman M. (1997). Chemistry, biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. A Review. *J Agric Food Chem*, **45**(5), 1523–1540.
- [18] Kenny O., Smyth T., Hewage C.M. et al. (2013). Antioxidant properties and quantitative UPLC-MS analysis of phenolic compounds from extracts of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and bitter melon (*Momordica charantia*) fruit. *Food Chem*, **141**, 4295–302.
- [19] Grover J.K., Yadav S.P. (2004). Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. *J Ethnopharmacol*, **93**(1), 123–132.
- [20] Nagarani G., Abirami A., Siddhuraju P. (2014). Food prospects and nutraceutical attributes of *Momordica* species: A potential tropical bioresources – A review. *Food Sci Hum Wellness*, **3**(3), 117–126.
- [21] Aoki H., Kieu N.T.M, Kuze N. et al. (2002). Carotenoid Pigments in GAC Fruit (*Momordica cochinchinensis* SPRENG). *Biosci Biotechnol Biochem*, **66**(11), 2479–2482.
- [22] Evans P., Halliwell B. (2001). Micronutrients: oxidant/antioxidant status. *Br J Nutr*, **85** Suppl 2, S67-74.
- [23] Kubola J., Siriamornpun S. (2008). Phenolic contents and antioxidant activities of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts *in vitro*. *Food Chem*, **110**(4), 881–890.
- [24] Horax R., Hettiarachchy N., Islam S. (2005). Total phenolic contents and phenolic acid constituents in 4 varieties of Bitter Melons (*Momordica charantia*) and antioxidant activities of their extracts. *J Food Sci*, **70**, C275–C280.
- [25] S. Tinrat, S. Akkarachaneeyakorn, C. Singhapol (2014). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of *Momordica cochinchinensis* Spreng (Gac fruit) ethanolic extract. *International journal of pharmaceutical sciences and research*, 3163–3169.