

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT HOÁ LÝ VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HOÁ CỦA MẬT ONG HOA DỪA VÀ MẬT HOA DỪA CÔ ĐẶC CÓ NGUỒN GỐC TỪ TỈNH BẾN TRE (CŨ), NAY LÀ TỈNH VĨNH LONG

Nguyễn Thị Quỳnh Như^{1,*}, Trần Văn Nguyên^{3,4}, Nguyễn Thị Ngọc Quỳnh²

¹ Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

² Khoa Du lịch và Ẩm thực, Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

³ Khoa Kỹ thuật Hoá học, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

⁴ Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

*Email: nhuntq@huit.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm so sánh các tính chất hóa lý, thành phần hoạt chất sinh học và khả năng chống oxy hóa của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc có nguồn gốc từ tỉnh Bến Tre (cũ), nay là tỉnh Vĩnh Long. Mười hai mẫu đại diện cho hai nhóm sản phẩm đã được phân tích theo các chỉ tiêu: Độ ẩm, axit tự do, HMF, diastase, đường tổng, saccharose, màu sắc, phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa. Kết quả cho thấy, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai sản phẩm ở hầu hết các chỉ tiêu. Mật ong hoa dừa thể hiện độ ẩm thấp (18,3%) và hàm lượng saccharose thấp (4,8%); hoạt tính enzyme diastase (3,0 °DN) và hàm lượng phenolic - flavonoid cao; cùng khả năng quét gốc tự do DPPH vượt trội. Ngược lại, mật hoa dừa cô đặc có hàm lượng HMF cao (174,2 mg/kg) và saccharose rất cao (45,7%), màu sẫm hơn (123,5 mm Pfund) và giá trị FRAP lớn, phản ánh ảnh hưởng mạnh của quá trình cô đặc nhiệt. Phân tích thành phần chính (PCA) cho thấy, có thể phân tách hoàn toàn hai nhóm mẫu, với các biến đặc trưng cho mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc. Những kết quả này cung cấp bằng chứng rõ ràng về sự khác biệt bản chất giữa hai sản phẩm và đề xuất các chỉ tiêu quan trọng có thể dùng để nhận diện và kiểm soát chất lượng.

Từ khóa: Mật ong hoa dừa, mật hoa dừa cô đặc, tính chất hoá lý, khả năng kháng oxy hoá.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Bến Tre (cũ), nay là tỉnh Vĩnh Long có nguồn tài nguyên hoa dừa dồi dào, tạo điều kiện phát triển các sản phẩm giá trị gia tăng từ dịch hoa dừa. Trong nhóm sản phẩm này, mật hoa dừa cô đặc và mật ong hoa dừa đang được quan tâm nhờ giá trị kinh tế và tiềm năng dinh dưỡng, đồng thời góp phần đa dạng hóa sinh kế cho người trồng dừa.

Mật hoa dừa không chỉ là sản phẩm có giá trị dinh dưỡng cao thu được từ bắp hoa dừa non mà còn là nguyên liệu đa năng có thể chế biến được khoảng 60 sản phẩm có giá trị cao [1]. Mật hoa dừa giàu carbohydrate, với saccharose chiếm 14,8 - 16,6% hàm lượng và nhiều chất dinh dưỡng thiết yếu khác bao gồm 14 loại axit amin, 12 loại vitamin khác nhau và các khoáng chất khác nhau,

từ 0,3 - 0,4% [2]. Bên cạnh giá trị truyền thống, mật hoa dừa ngày càng được quan tâm nhờ xu hướng tiêu dùng thực phẩm tự nhiên, ít tinh luyện và có lợi cho sức khỏe [3]. Mật hoa dừa cô đặc từ nhựa hoa tươi cũng đang trở thành một sản phẩm nổi tiếng của người trồng dừa và được xem như một loại thực phẩm chức năng đầy hứa hẹn [3, 4]. Trong khi đó, mật ong hoa dừa là một chất ngọt tự nhiên do ong mật tạo ra từ mật hoa dừa. Mật ong là một trong những loại thực phẩm phức tạp nhất được sản xuất bởi tự nhiên, là chất làm ngọt duy nhất mà con người có thể sử dụng mà không cần chế biến [5]. Nhờ vào hương vị thơm ngon, giá trị dinh dưỡng và các đặc tính chống oxy hóa, kháng khuẩn và kháng viêm, mật ong rất được ưa chuộng và tiêu thụ rộng rãi trên toàn thế giới [6, 7].

Đối với mật ong hoa dừa, hiện tại chỉ ghi nhận một số thông tin rời rạc về thành phần phenolic so với các loại mật ong đơn hoa khác [8]. Còn đối với mật hoa dừa cô đặc, nghiên cứu chỉ tập trung đánh giá tiềm năng thành phần giá trị dinh dưỡng và phương pháp sản xuất của mật hoa dừa thô và mật hoa dừa cô đặc [1]. Tuy nhiên, việc so sánh có hệ thống giữa mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc - hai sản phẩm cùng nguồn gốc hoa dừa nhưng khác cơ chế hình thành (sinh học bởi ong so với chế biến nhiệt) vẫn còn hạn chế. Do đặc điểm cảm quan (độ sệt và màu) có thể tương đối giống nhau, hai sản phẩm dễ bị nhầm lẫn hoặc bị lợi dụng trong gian lận thương mại. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (i) so sánh các chỉ tiêu hóa lý, hợp chất hoạt tính sinh học và khả năng chống oxy hóa của hai sản phẩm tại tỉnh Bến Tre (cũ); và (ii) sử dụng phân tích thành phần chính (PCA) để xác định các chỉ dấu phân biệt phục vụ nhận diện và kiểm soát chất lượng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc được thu thập tại các cơ sở khai thác/sản xuất ở vùng trồng dừa thuộc tỉnh Bến Tre (cũ) trong vụ mùa năm 2025. Tổng cộng 12 mẫu được thu thập, gồm 6 mẫu mật ong hoa dừa và 6 mẫu mật hoa dừa cô đặc. Mẫu mật ong được cam kết nguyên chất, không pha trộn, không gia nhiệt và không qua xử lý/bảo quản công nghiệp. Mật hoa dừa cô đặc được sản xuất bằng phương pháp cô đặc có gia nhiệt theo quy mô truyền thống hoặc bán công nghiệp. Các mẫu được chia vào lọ thủy tinh tối màu (100 mL/lọ) và bảo quản ở 20°C trong điều kiện tối, tối đa 3 tháng cho đến khi phân tích.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân tích các chỉ tiêu hoá lý

Các chỉ tiêu hóa lý như độ ẩm, hàm lượng axit, HMF (5-Hydroxymethylfurfural) và đường được xác định dựa trên các phương pháp đã được công bố bởi Nguyen và cs (2024) [9]. Độ ẩm của mẫu được đo bằng khúc xạ kế kỹ thuật số (RM 40, Thụy Sĩ), theo phương pháp AOAC 969.38 [10]. Hàm lượng axit tự do được xác định thông qua phương pháp chuẩn độ kiềm [10]. Hàm lượng HMF được phân tích bằng kỹ

thuật sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) với đầu dò tử ngoại (Agilent Technologies 1290, Hoa Kỳ). Tổng hàm lượng đường được xác định bằng phương pháp phenol-axit sulfuric [11]. Phân tích HPLC được sử dụng để xác định hàm lượng saccharose bằng thiết bị Dionex UltiMate (Thermo Fisher Scientific, Hoa Kỳ) với cột Sugar SC1011 (Showa Denko K.K., Nhật Bản) và đầu dò chỉ số khúc xạ Shodex RI-101 (Showa Denko K.K., Nhật Bản). Chỉ số màu được xác định theo thang Pfund bằng phương pháp đo quang (HI 96785, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, Hoa Kỳ) [12].

2.2.2. Xác định hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa

Tổng hàm lượng phenolic được xác định bằng phương pháp đo quang phổ sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu. Kết quả được biểu thị bằng mg gallic axit tương đương (GAE)/100 g [13]. Hàm lượng flavonoid tổng được xác định theo phương pháp $AlCl_3$, dựa trên phản ứng tạo phức giữa flavonoid và $AlCl_3$ và đo độ hấp thụ tại bước sóng 415 nm. Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn và kết quả được biểu thị theo mg quercetin tương đương (mg QE/100 g) [14]. Hoạt tính chống oxy hóa được đánh giá thông qua: (i) phép thử quét gốc tự do DPPH và (ii) phép thử khả năng khử sắt FRAP [15].

2.3. Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được tiến hành 3 lần; kết quả được báo cáo là giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (SD). Sự khác biệt giữa hai nhóm sản phẩm (mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc) được đánh giá bằng phân tích phương sai một chiều (one-way ANOVA), kết hợp với phép kiểm định hậu kiểm Tukey ở mức ý nghĩa $p < 0,05$, sử dụng phần mềm Minitab 16 (Minitab Co., State College, PA, Hoa Kỳ). Phân tích thành phần chính (PCA) được thực hiện bằng phần mềm Statistica 12.0 (StatSoft, Tulsa, Oklahoma, Hoa Kỳ) nhằm đánh giá khả năng phân biệt giữa mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc dựa trên tổ hợp các chỉ tiêu phân tích bao gồm: Độ ẩm, axit tự do, HMF, diastase, đường tổng, saccharose, chỉ số màu, phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính chống oxy hóa (DPPH và FRAP). Kết quả PCA được thể hiện thông qua biểu đồ điểm (score plot) và biểu đồ hệ số tải (loading plot).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính chất hoá lý của mật ong hoa dừa và mật ong hoa dừa cô đặc

Bảng 1 trình bày sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) đối với các chỉ tiêu hóa lý của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc, phản ánh bản chất khác nhau về quá trình hình thành và chế biến của chúng.

Bảng 1. Tính chất hoá lý của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc

Thông số	Mật ong hoa dừa	Mật hoa dừa
Độ ẩm (%)	$18,3 \pm 0,3^a$	$22,7 \pm 3,2^b$
Axit tự do (meq/kg)	$20,7 \pm 3,1^a$	$44,3 \pm 2,1^b$
HMF (mg/kg)	$34,8 \pm 1,9^a$	$174,2 \pm 39,4^b$
Diastase ($^{\circ}$ DN)	$3,0 \pm 0,9^a$	$0,0 \pm 0,0^b$
Đường tổng (%)	$81,5 \pm 2,9^a$	$72,3 \pm 1,9^b$
Saccharose (%)	$4,8 \pm 0,7^b$	$45,7 \pm 1,3^a$
Màu (mm Pfund)	$70,7 \pm 0,9^b$	$123,5 \pm 3,3^a$

Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn ($n = 3$). Các chữ cái khác nhau (a, b, c) trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm ở mức $p < 0,05$.

Mật ong hoa dừa có độ ẩm thấp hơn đáng kể so với mật hoa dừa cô đặc (Bảng 1). Giá trị độ ẩm của mật ong hoa dừa nằm trong ngưỡng cho phép theo tiêu chuẩn Codex Alimentarius đối với mật ong ($\leq 20\%$), cho thấy khả năng bảo quản tốt và hạn chế nguy cơ lên men vi sinh vật [16]. Trong khi đó, mật hoa dừa cô đặc không chỉ có độ ẩm vượt ngưỡng mà còn thể hiện độ lệch chuẩn lớn ($\pm 3,2\%$), phản ánh sự thiếu đồng nhất trong quá trình cô đặc. Sự khác biệt này cho thấy, độ ẩm của mật ong hoa dừa ổn định hơn so với mật hoa dừa được cô đặc bằng phương pháp gia nhiệt nhân tạo.

Hàm lượng axit tự do của mật hoa dừa cô đặc cao hơn hai lần so với mật ong hoa dừa. Cả hai giá trị đều nằm trong giới hạn cho phép của Codex (≤ 50 meq/kg) [17], nhưng mật hoa dừa cô đặc tiệm cận ngưỡng giới hạn trên. Hàm lượng axit cao trong mật hoa dừa cô đặc có thể do quá trình lên men vi sinh vật xảy ra trong giai đoạn thu hoạch và xử lý dịch mật hoa dừa trước khi cô đặc [18], cũng như sự tích lũy các axit hữu cơ do phản ứng phân hủy đường dưới tác động của nhiệt độ cao [19].

Hydroxymethylfurfural (HMF) là chỉ tiêu thể hiện sự khác biệt rõ rệt nhất giữa hai sản phẩm. Mật hoa dừa cô đặc có hàm lượng HMF cao gấp khoảng năm lần so với mật ong hoa dừa. Trong khi giá trị HMF của mật ong hoa dừa đạt tiêu chuẩn Codex dành cho mật ong vùng nhiệt đới (≤ 80 mg/kg), mật hoa dừa cô đặc vượt quá ngưỡng

cho phép. HMF là sản phẩm của phản ứng phân hủy đường fructose trong môi trường axit và ở nhiệt độ cao, đồng thời là chỉ dấu đặc trưng cho mức độ xử lý nhiệt của sản phẩm [20]. Kết quả này cho thấy, quá trình cô đặc nhiệt đã gây ra sự suy giảm đáng kể về chất lượng hóa học của mật hoa dừa.

Hoạt tính enzyme diastase của mật ong hoa dừa đạt khoảng 3° DN, trong khi mật hoa dừa cô đặc hoàn toàn không phát hiện hoạt tính diastase. Kết quả này hoàn toàn phù hợp bởi diastase là enzyme có nguồn gốc từ tuyến hạ hầu của ong mật và do đó không hiện diện trong mật hoa dừa cô đặc - một sản phẩm không trải qua quá trình chế biến sinh học bởi ong. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, giá trị diastase của mật ong hoa dừa thấp hơn ngưỡng tối thiểu theo Codex ($\geq 8^{\circ}$ DN). Điều này có thể liên quan đến đặc tính tự nhiên của mật ong hoa dừa vùng nhiệt đới, nơi nhiệt độ môi trường cao có thể gây bất hoạt enzyme trong quá trình bảo quản, hoặc do hàm lượng enzyme nội sinh trong loại mật ong này vốn thấp [9].

Về hàm lượng đường tổng, mật ong hoa dừa có hàm lượng đường tổng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với mật hoa dừa cô đặc. Điều này có thể do độ ẩm thấp hơn của mật ong hoa dừa so với mật hoa dừa cô đặc. Đáng chú ý, sự khác biệt về hàm lượng saccharose giữa hai sản phẩm là rất lớn: Mật ong hoa dừa chỉ chứa 4,8% saccharose, trong khi mật hoa dừa cô đặc lên đến 45,7%, cao gấp khoảng 9,5 lần. Sự chênh lệch này được giải

thích bởi hoạt tính enzyme invertase mà ong tiết vào mật hoa trong quá trình chế biến, giúp thủy phân saccharose thành glucose và fructose [5, 21]. Mật hoa dừa cô đặc không trải qua quá trình chuyển hóa enzyme này nên vẫn giữ lại phần lớn saccharose nguyên thủy từ dịch hoa. Hàm lượng saccharose thấp của mật ong hoa dừa đáp ứng tiêu chuẩn Codex ($\leq 5\%$), trong khi mức saccharose rất cao trong mật hoa dừa cô đặc là đặc điểm phân biệt rõ ràng nhất giữa hai sản phẩm.

Chỉ số màu đo bằng thang Pfund cho thấy, mật hoa dừa cô đặc ($123,5 \pm 3,3$ mmPfund, tương đương mức "dark amber") có màu sẫm hơn đáng kể so với mật ong hoa dừa ($70,7 \pm 0,9$ mmPfund, mức "light amber"). Màu sẫm hơn của mật hoa dừa cô đặc có mối tương quan thuận với hàm lượng HMF cao, phản ánh sự hình thành các hợp chất melanoidin thông qua phản ứng Maillard và phản ứng caramel hóa đường trong quá trình xử lý nhiệt kéo dài [20].

Tóm lại, kết quả phân tích cho thấy, mật ong hoa dừa có chất lượng vượt trội hơn so với mật hoa dừa cô đặc trên hầu hết các chỉ tiêu hóa lý, nhờ quá trình chuyển hóa sinh học đặc trưng của ong mật. Ba chỉ tiêu gồm: HMF, hoạt tính diastase và hàm lượng saccharose thể hiện sự khác biệt rõ rệt nhất, có thể được sử dụng làm chỉ thị hiệu quả để phân biệt mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc trong công tác kiểm soát chất lượng và phòng chống gian lận thương mại.

3.2. Hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng, carotenoid và khả năng chống oxy hoá

Bảng 2 trình bày hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học (phenolic tổng, flavonoid tổng) và khả năng chống oxy hoá (hoạt tính bắt gốc DPPH và khả năng chống oxy hóa khử sắt - FRAP) của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc. Kết quả cho thấy, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa hai sản phẩm trên tất cả bốn chỉ tiêu được khảo sát, tuy nhiên xu hướng khác biệt không đồng nhất giữa hai phương pháp đo khả năng chống oxy hoá.

Về hàm lượng các hợp chất hoạt tính sinh học, mật ong hoa dừa thể hiện ưu thế rõ rệt so với mật hoa dừa cô đặc. Cụ thể, hàm lượng phenolic tổng của mật ong hoa dừa cao hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với mật hoa dừa cô đặc, tương ứng mức chênh lệch khoảng 25%. Tương tự, hàm lượng flavonoid tổng của mật ong hoa dừa cao gấp khoảng 1,7 lần so với mật hoa dừa cô đặc. Sự vượt trội này có thể được giải thích bởi hai yếu tố chính: Thứ nhất, mật ong có đa dạng thành phần phấn hoa do ong mật tiếp xúc trong quá trình thu thập mật hoa [22], góp phần làm giàu thêm thành phần phenolic và flavonoid trong sản phẩm cuối cùng; thứ hai, quá trình cô đặc nhiệt kéo dài có thể gây phân hủy một phần các hợp chất phenolic và flavonoid vốn nhạy cảm với nhiệt trong mật hoa dừa cô đặc [23].

Bảng 2. Hàm lượng phenolic, flavonoid, carotenoid tổng và khả năng chống oxy hóa của mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc

Mật ong	Mật ong hoa dừa	Mật hoa dừa
Hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/100 g)	$87,4 \pm 5,1^b$	$69,7 \pm 1,4^a$
Hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/100 g)	$53,59 \pm 2,07^b$	$31 \pm 1,9^a$
Hoạt tính bắt gốc DPPH ($\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$)	$346,1 \pm 15,5^b$	$224,2 \pm 18,3^a$
Khả năng chống oxy hóa sắt (FRAP) ($\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$)	$219,3 \pm 14,5^b$	$390,2 \pm 10,1^a$

Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn ($n = 3$). Các chữ cái khác nhau (a, b, c) trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhóm ở mức $p < 0,05$.

Về khả năng chống oxy hóa, hai phương pháp DPPH và FRAP cho kết quả theo hai xu hướng ngược nhau, phản ánh sự khác biệt về cơ chế hoạt động của từng phép thử. Đối với phương

pháp DPPH - đánh giá khả năng quét gốc tự do, mật ong hoa dừa thể hiện hoạt tính cao hơn 54% so với mật hoa dừa cô đặc. Kết quả này tương quan thuận với hàm lượng phenolic tổng và

flavonoid tổng cao hơn trong mật ong hoa dừa, phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây đã chứng minh mối tương quan chặt giữa hàm lượng polyphenol và khả năng quét gốc tự do DPPH trong mật ong [24].

Ngược lại, đối với phương pháp FRAP - đánh giá khả năng khử ion sắt (III), mật hoa dừa cô đặc lại cho giá trị cao hơn 1,8 lần so với mật ong hoa dừa. Kết quả có thể được giải thích, do sự đóng góp của các sản phẩm phản ứng Maillard hình thành trong quá trình xử lý nhiệt cô đặc. Như đã phân tích ở bảng 1, mật hoa dừa cô đặc có hàm lượng HMF rất cao ($174,2 \pm 39,4$ mg/kg) và màu sẫm ($123,5 \pm 3,3$ mmPfund), cho thấy sự hiện diện đáng kể của các melanoidin và các sản phẩm phản ứng Maillard giai đoạn cuối. Các hợp chất này được biết đến với khả năng khử kim loại chuyển tiếp mạnh, do đó làm tăng giá trị FRAP mà không nhất thiết phản ánh hoạt tính chống oxy hoá sinh học thực sự của sản phẩm [25]. Ngoài ra, phương pháp FRAP hoạt động theo cơ chế chuyển electron đơn (single electron transfer - SET), không đánh giá được khả năng quét gốc tự do trực tiếp như DPPH, nên sự đóng góp của các hợp chất phi phenolic có tính khử cao trong mật hoa dừa cô đặc có thể là nguyên nhân chính dẫn đến sự bất tương đồng giữa hai phép thử [26].

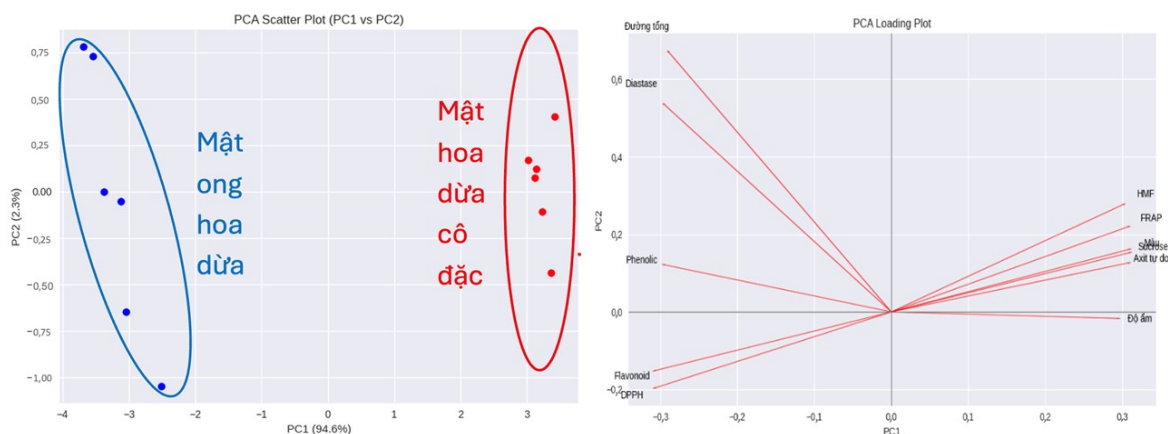
Nhìn chung, mật ong hoa dừa có hàm lượng các hợp chất phenolic và flavonoid cao hơn cùng khả năng quét gốc tự do DPPH vượt trội, phản ánh tiềm năng chống oxy hóa sinh học thực sự tốt hơn so với mật hoa dừa cô đặc. Giá trị FRAP cao

của mật hoa dừa cô đặc chủ yếu xuất phát từ các sản phẩm phản ứng Maillard do xử lý nhiệt, hơn là từ các hợp chất chống oxy hóa tự nhiên.

3.3. Phân tích thành phần chính (PCA)

Kết quả phân tích thành phần chính cho thấy, thành phần chính thứ nhất (PC1) giải thích 94,6% tổng phương sai của bộ dữ liệu và phân tách hoàn toàn hai sản phẩm trên một trục duy nhất. Mật ong hoa dừa nằm ở phía âm trong khi mật hoa dừa cô đặc nằm ở phía dương của PC1, với khoảng cách lớn, cho thấy sự khác biệt toàn diện về đặc tính hoá lý và sinh học giữa hai sản phẩm.

Phân tích hệ số tải (loading) trên PC1 cho phép phân chia các biến thành hai nhóm đặc trưng rõ rệt. Nhóm thứ nhất, với hệ số tải âm, bao gồm các chỉ tiêu: Diastase, đường tổng, phenolic tổng, flavonoid tổng và hoạt tính quét gốc tự do DPPH - đây là những biến đặc trưng cho mật ong hoa dừa. Các chỉ tiêu này phản ánh quá trình chuyển hoá sinh học đặc trưng của ong mật (hoạt tính enzyme, chuyển hoá saccharose thành đường đơn) cũng như hàm lượng cao các hợp chất chống oxy hoá tự nhiên có nguồn gốc thực vật. Nhóm thứ hai, với hệ số tải dương, bao gồm: Độ ẩm, axit tự do, HMF, saccharose, chỉ số màu và giá trị FRAP - là những biến đặc trưng cho mật hoa dừa cô đặc. Nhóm biến này phản ánh các đặc tính liên quan đến xử lý nhiệt (HMF cao, màu sẫm), sự thiếu vắng quá trình chuyển hoá enzyme (hàm lượng saccharose cao) và sự đóng góp của sản phẩm phản ứng Maillard vào năng lực khử sắt (FRAP).



Hình 1. Biểu đồ phân tích thành phần chính (PCA): (a) Biểu đồ điểm PCA của mật hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc; (b) Biểu đồ phân tích PCA của các chỉ tiêu hóa lý và hoạt tính kháng oxy hóa của các mẫu mật ong

Sự đối lập giữa hai nhóm biến trên PC1 mang ý nghĩa sinh học rõ ràng: Phía âm của trục đại diện cho "dấu ấn sinh học của ong mật" trong khi phía dương đại diện cho "dấu ấn xử lý nhiệt". Điều đáng chú ý là giá trị FRAP và DPPH - cùng là chỉ tiêu chống oxy hoá lại nằm ở hai phía đối lập của PC1, khẳng định thêm nhận định rằng, hoạt tính FRAP cao trong mật hoa dừa cô đặc chủ yếu bắt nguồn từ các sản phẩm phản ứng Maillard chứ không phải từ hợp chất chống oxy hoá tự nhiên.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh sự khác biệt rõ rệt giữa mật ong hoa dừa và mật hoa dừa cô đặc trên cả phương diện hóa lý lẫn hoạt tính sinh học. Mật ong hoa dừa thể hiện các đặc tính điển hình của sản phẩm được ong chuyển hóa tự nhiên, bao gồm: Độ ẩm thấp, hàm lượng saccharose thấp, hoạt tính diastase hiện diện và hàm lượng phenolic-flavonoid cao, khả năng quét gốc tự do DPPH vượt trội. Ngược lại, mật hoa dừa cô đặc mang dấu ấn đặc trưng của quá trình xử lý nhiệt, thể hiện qua hàm lượng HMF rất cao, màu sắc sẫm, saccharose không được thủy phân và giá trị FRAP lớn. Kết quả phân tích PCA củng cố kết luận này khi cho thấy, "dấu ấn sinh học của ong mật" ở mật ong hoa dừa và "dấu ấn xử lý nhiệt" ở mật hoa dừa cô đặc. Các chỉ tiêu như: HMF, saccharose, diastase, phenolic tổng, flavonoid tổng và DPPH được xác định là những biến quan trọng nhất để phân biệt hai sản phẩm. Nhìn chung, mật ong hoa dừa có chất lượng vượt trội hơn về mặt dinh dưỡng và hoạt tính sinh học, trong khi mật hoa dừa cô đặc chịu ảnh hưởng mạnh của quá trình gia nhiệt. Các chỉ tiêu được xác định trong nghiên cứu có thể được sử dụng như công cụ hiệu quả trong kiểm soát chất lượng và truy xuất nguồn gốc đối với các sản phẩm từ hoa dừa trên thị trường.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này do Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh bảo trợ và cấp kinh phí theo Hợp đồng số 23/HD-DCT, ký ngày 17 tháng 01 năm 2025.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ngo-Hoang, D.-L. (2023). Coconut flower - market potential and future forecast in

the coconut land (Ben Tre), Vietnam. *SSRN Electronic Journal*, 67KO3K, 1 - 8. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4394317>

[2]. Sudha, R., Nirali, V., Hebbar, K. B. & Samsudeen, K. (2019). Coconut Inflorescence Sap. *Current Science*, 116(11), 1809. <https://doi.org/10.18520/cs/v116/i11/1809-1817>

[3]. Saraiva, A., Carrascosa, C., Ramos, F., Raheem, D., Lopes, M. & Raposo, A. (2023). Coconut Sugar: Chemical analysis and nutritional profile; health impacts; safety and quality control; food industry applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3671. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043671>

[4]. Trinidad, T., Mallillin, A., Avena, E., Rodriguez, R., Borlagdan, M., Cid, K. B. & Biona, K. (2015). Coconut sap sugar and syrup: A promising functional food/ingredient. *Acta Manilana*, 63, 25 - 32. <https://doi.org/10.53603/actamanil.63.2015.wgey3066>

[5]. Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309 - 323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>

[6]. Alzahrani, H. A., Boukraa, L., Bellik, Y., Abdellah, F., Bakhomah, B. A., Kolayli, S. & Sahin, H. (2012). Evaluation of the antioxidant activity of three varieties of honey from different botanical and geographical origins. *Global Journal of Health Science*, 4(6), p191. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v4n6p191>

[7]. Edo, G. I., Onoharigho, F. O., Akpogheli, P. O., Akpogheli, E. O., Agbo, J. J., Agoh, E. & Lawal, R. A. (2023). Natural honey (raw honey): Insights on quality, composition, economic and health effects: A comprehensive review. *Food Science and Engineering*, 7(1): 265 - 293. <https://doi.org/10.37256/fse.4220232713>

[8]. Pham, T. N., Le, H. T., Vinh, N. Q., Toan, T. Q. & Phat, T. M. (2021). Physicochemical properties, phenolic contents and antioxidant activity of Vietnamese honey. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 10 (4), 427 - 438. <https://doi.org/10.22101/jrifst.2021.295084.1258>

[9]. Nguyen, T. Q. N., Kružik, V., Škorpirová, T., Javůrková, Z., Pospiech, M., Anh,

- L. T. H., ... Čížková, H. (2024). Physicochemical, sugar, and volatile profile characterization of blong song, bidens, coffee, and mint honeys originating from Vietnam. *Journal of Apicultural Research*, 63(5): 946 - 958. <https://doi.org/10.1080/00218839.2024.2378514>.
- [10]. AOAC (2000). Official Methods of analysis. 17th edition. The association of official analytical chemists. Gaithersburg, MD, USA.
- [11]. Nielsen, S. S. (2010). Phenol-sulfuric acid method for total carbohydrates. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis Laboratory Manual* (pp. 47 - 53). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1463-7_6
- [12]. Castro, R. M., Escamilla, M. J. & Reig, F. B. (1992). Evaluation of the color of some Spanish Unifloral honey types as a characterization parameter. *Journal of AOAC International*, 75(3): 537 - 542. <https://doi.org/10.1093/jaoac/75.3.537>
- [13]. Ferreira, I. C. F. R., Aires, E., Barreira, J. C. M. & Estevinho, L. M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114(4): 1438 - 1443. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.028>
- [14]. Bueno-Costa, F. M., Zambiasi, R. C., Bohmer, B. W., Chaves, F. C., Silva, W. P. D., Zanusso, J. T. & Dutra, I. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT*, 65, 333 - 340. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.018>
- [15]. Benzie, I. F. F. & Strain, J. J. (1999). [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. In *Methods in Enzymology* (299, 15 - 27). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99005-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99005-5)
- [16]. Thakur, M., Gupta, N., Devi, D., Bajjiya, M. R., Sharma, R. & Sharma, D. (2022). Variations in physicochemical characteristics of honey: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7S): 337 - 348.
- [17]. Codex Alimentarius Commission (2001). Report of the seventh session of the codex committee on sugars. Joint Fao/Who Food Standard Programme.
- [18]. Pandiselvam, R., Manikantan, M. R., Binu, S. M., Ramesh, S. V., Beegum, S., Gopal, M., ... Shil, S. (2021). Reaction kinetics of physico-chemical attributes in coconut inflorescence sap during fermentation. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9): 3589 - 3597. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05088-3>
- [19]. Kongkaew, S., Chaijan, M. & Riebroy, S. (2014). Some characteristics and antioxidant activity of commercial sugars produced in Thailand, *Current Applied Science and Technology*, 14(1): 1 - 9. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/cast/article/view/135496>
- [20]. Swasti, Y. R., Purwijantiningsih, E. & Pranata, F. S. (2024). Antioxidant activities and mutagenic compounds in coconut and palm sugar from special region of Yogyakarta Indonesia. *Food Research*, 8(4): 336 - 342. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(4\).251](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(4).251)
- [21]. Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., Von Der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., ... Vit, P. (1999). Honey quality and international regulatory standards: Review by the International Honey Commission. *Bee World*, 80(2): 61 - 69. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099428>
- [22]. Harif Fadzilah, N., Jaapar, M. F., Jajuli, R. & Wan Omar, W. A. (2017). Total phenolic content, total flavonoid and antioxidant activity of ethanolic bee pollen extracts from three species of Malaysian stingless bee. *Journal of Apicultural Research*, 56(2): 130 - 135. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1287996>
- [23]. Haryanti, P., Supriyadi, Marseno, D. W. & Santoso, U. (2020). The changes of chemical composition and antioxidant activity of coconut sap during heating process. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13(03): 2010 - 2019. <https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1335443>
- [24]. Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Azlan, S. A. M. & Gan, S. H. (2013). Two-year variations of phenolics, flavonoids and antioxidant contents in acacia honey. *Molecules*,

18(12): 14694 - 14710. <https://doi.org/10.3390/molecules181214694>

[25]. Brudzynski, K. & Miotto, D. (2011). The recognition of high molecular weight melanoidins as the main components responsible for radical-scavenging capacity of unheated and heat-treated Canadian honeys. *Food Chemistry*, 125(2): 570 - 575. <https://doi.org/10.1016/j.>

foodchem.2010.09.049

[26]. Donoso-Bustamante, V., Osorio, E., Arias-Santé, M. F., De Camargo, A. C., Rincón-Cervera, M. Á., Amalraj, J., ... Araya-Maturana, R. (2025). Antioxidant activity of sinapic acid anilides: DPPH, ABTS, FRAP, electrochemical and theoretical analysis. *LWT*, 222, 117656. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117656>.

STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COCONUT FLOWER HONEY AND CONCENTRATED COCONUT FLOWER NECTAR FROM BEN TRE PROVINCE (FORMER), NOW VINH LONG PROVINCE

Nguyen Thi Quynh Nhu¹, Tran Van Nguyen^{3,4}, Nguyen Thi Ngoc Quynh²

¹*Faculty of Food Science and Technology,*

Ho Chi Minh city University of Industry and Trade

²*Faculty of Tourism and Culinary Arts,*

Ho Chi Minh city University of Industry and Trade

³*Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology*

⁴*Viet Nam National University Ho Chi Minh City*

Abstract

This study compared the physicochemical properties, bioactive compounds, and antioxidant capacity of two coconut-flower-derived products from Vinh Long province (formerly known as Ben Tre province): coconut blossom honey and concentrated coconut blossom nectar. Twelve samples (n = 6 per group) were analyzed for moisture content, free acidity, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), diastase activity, total sugars, saccharose, Pfund color, total phenolics, total flavonoids and antioxidant activity (DPPH and FRAP assays). The two products differed significantly in most parameters. Coconut blossom honey showed lower moisture (18.3%) and saccharose (4.8%), measurable diastase activity (3.0 °DN), higher phenolic-flavonoid levels and stronger DPPH radical scavenging activity. In contrast, concentrated coconut blossom nectar exhibited much higher HMF (174.2 mg/kg) and saccharose (45.7%), darker color (123.5 mmPfund) and higher FRAP values, indicating a strong influence of the thermal concentration process. Principal component analysis (PCA) clearly separated the two product groups; HMF, saccharose, diastase, DPPH, total phenolics and total flavonoids were identified as key discriminant indicators for product identification and quality control.

Keywords: *Coconut honey, coconut honeydew, physicochemical properties, antioxidant capacity.*

Ngày nhận bài: 28/01/2026

Ngày chuyển phản biện: 10/02/2026

Ngày thông qua phản biện: 11/3/2026

Ngày duyệt đăng: 18/3/2026