

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT HOÁ LÝ VÀ KHẢ NĂNG CHỐNG OXY HÓA CỦA MẬT ONG XUYẾN CHI, HOA TRẮNG VÀ CÀ PHÊ CÓ NGUỒN GỐC TỪ VIỆT NAM

Trần Thị Hồng Hạnh^{1,2}, Trần Văn Nguyên^{1,2,*}

¹ Khoa Kỹ thuật Hoá học, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

² Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

* Email: tranvannguyen@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT

Các mẫu mật ong đơn hoa gồm: Mật ong xuyên chi (*Bidens pilosa* L.), hoa trắng (*Schefflera heptaphylla* L.) và cà phê (*Coffea robusta* L.) từ Việt Nam đã được chọn để phân tích về các tính chất hoá lý và khả năng chống oxy hoá. Đây là nghiên cứu đầu tiên về các hợp chất hoạt tính sinh học và khả năng chống oxy hóa của mật ong xuyên chi và hoa trắng. Các mẫu được phân tích các tính chất hóa lý như: Tổng hàm lượng phenolic, tổng hàm lượng flavonoid và hàm lượng carotenoid. Trong 3 loại mật ong, hàm lượng hydroxymethylfurfural (HMF) dao động từ 7,67 - 36,13 mg/kg và hàm lượng axit tự do dao động từ 20,90 - 26,77 meq/kg. Hơn nữa, 3 loại mật ong này có hàm lượng cao các chất có hoạt tính sinh học như: Phenolic tổng trong khoảng từ 34,05 - 67,58 mg GAE/100 g, flavonoid tổng trong khoảng từ 3,00 - 7,07 mg QE/100 g và carotenoid trong khoảng từ 1,64 - 14,47 mg β -carotene/kg. Ngoài ra, khả năng chống oxy hoá của 3 loại mật ong này cũng được ghi nhận với IC₅₀ dao động từ 38,59 - 53,37 mg/mL. Kết quả của nghiên cứu nhấn mạnh tác dụng tăng cường sức khỏe của 3 loại mật ong.

Từ khoá: Hoạt tính chống oxy hóa, hợp chất phenolic, mật ong đơn hoa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mật ong được tiêu thụ rộng rãi trên toàn thế giới vì hương vị thơm ngon và giá trị dinh dưỡng cao, bao gồm các đặc tính chống oxy hóa, kháng khuẩn và chống viêm [1]. Mật ong chứa nhiều chất dinh dưỡng và hợp chất hoạt tính sinh học, bao gồm: Protein, axit amin, vitamin, khoáng chất, flavonoid, axit phenolic và enzyme [2]. Chất lượng mật ong được đánh giá dựa trên các chỉ tiêu hóa, lý, chủ yếu phụ thuộc vào nguồn hoa và điều kiện thu hoạch, môi trường chế biến, thao tác, đóng gói và bảo quản [3]. Ngoài ra, các hợp chất phenolic, axit ascorbic, flavonoid và các dẫn xuất carotenoid đã được đề xuất là những thành phần quan trọng quyết định khả năng chống oxy hóa của mật ong [4].

Hợp chất phenolic có trong mật ong là chất chuyển hóa thứ cấp có nguồn gốc từ mật hoa. Chúng là một nhóm hợp chất đa dạng chủ yếu

thuộc về flavonoid và axit phenolic [5]. Nồng độ polyphenol và flavonoid trong mật ong phụ thuộc vào nguồn gốc địa lý và loại thực vật của mật hoa [6]. Hàm lượng phenolic của các mẫu mật ong hoa nhiệt đới (Marbai-Hadramout), Acacia (Salam-Tehamah), mật ong từ Thụy Sĩ, mật ong hoa nhiệt đới (Iran) và mật ong hoa cam (Mỹ) lần lượt là 75,13; 246,21; 68,59; 56,32; 61,05 mg/100 g [7]. Hàm lượng flavonoid trong mẫu mật ong Đức ghi nhận được là 5,8 μ g/100 g và có thể đạt 510 μ g/100 g đối với mẫu mật ong Pháp [8]. Chúng đã được sử dụng để đánh giá chất lượng mật ong và hợp chất nhận dạng đặc trưng cho nguồn gốc thực vật của mật ong [9]. Ngoài ra, một số sắc tố trong hoa như: Carotenoid, diệp lục và anthocyanin cũng đóng vai trò là các hợp chất nhận biết nguồn gốc mật ong [10]. Trước đây đã có các báo cáo cho rằng, sắc tố trong mật ong có mối quan hệ tích cực với khả năng chống oxy hóa của nó [11].

Nhiều phương pháp phân tích đã được sử dụng để đánh giá khả năng chống oxy hóa của mật ong, bao gồm: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (hoạt động loại bỏ gốc tự do), FRAP (khả năng khử sắt/chống oxy hóa), ORAC (khả năng hấp thụ gốc oxy), AEAC (hàm lượng axit ascorbic) và TEAC (hoạt động chống oxy hóa tương đương Trolox) [12]. Khả năng loại bỏ gốc tự do với một nửa nồng độ ức chế tối đa (IC_{50}) đã được báo cáo trong mật ong bạch đàn (31,24 mg/mL), nhãn (31,20 mg/mL), gừng (2,77 mg/mL) và hoa cúc (62,2 mg/mL) [13, 14]. Kết quả của những nghiên cứu này cũng chỉ ra mối tương quan giữa tổng hàm lượng phenolic (TPC) và tổng hàm lượng flavonoid (TFC) với khả năng chống oxy hóa.

Điều kiện địa hình và khí hậu của Việt Nam hỗ trợ nhiều loại cây ăn quả, tạo ra mật ong phong phú và đa dạng. Tuy nhiên, dữ liệu khoa học về chất lượng mật ong, đặc biệt là đặc điểm mật ong đặc trưng cho từng địa phương còn hạn chế. Do đó, mật ong xuyên chi (*Bidens pilosa* L.), hoa trắng (*Schefflera heptaphylla* L.) và cà phê (*Coffea robusta* L.) đã được chọn để phân tích các chỉ tiêu hóa lý và khả năng chống oxy hóa nhằm đưa ra đánh giá chất lượng đáng tin cậy.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Trong nghiên cứu này, 4 mẫu được chọn cho mỗi loại mật ong bao gồm: Xuyên chi, hoa trắng và cà phê để phân tích. Tất cả 4 mẫu (1 L mỗi mẫu) được chọn ngẫu nhiên từ các vườn nuôi ong tại các thời điểm sản xuất khác nhau trong vụ thu hoạch, tương ứng với số lô sản xuất của trang trại nuôi ong. Tất cả các mẫu mật ong được thu thập vào đầu mùa thu hoạch năm 2022 từ tỉnh Yên Bái (mật ong hoa trắng từ tháng 8 đến tháng 10), tỉnh Điện Biên (mật ong xuyên chi từ tháng 6 đến tháng 9) và tỉnh Đắk Lắk (mật ong cà phê từ tháng 1 đến tháng 4). 4 mẫu của từng loại được để riêng trong hũ thủy tinh tối màu (100 mL mỗi hũ) và bảo quản ở nhiệt độ 20°C trong phòng tối tối đa 4 tháng cho đến khi phân tích.

2.2. Phân tích tính chất hoá lý của mật ong

Các thông số hóa, lý bao gồm: Độ ẩm, hàm lượng HMF (5-Hydroxymethylfurfural), đường,

protein và axit tự do đã được phân tích theo các phương pháp đã công bố [15]. Hàm lượng nước được xác định bằng khúc xạ kế kỹ thuật số (RM 40, Thụy Sĩ). Độ axit tự do được đo bằng chuẩn độ kiềm [16]. Hàm lượng HMF được xác định bằng phương pháp HPLC có phát hiện tia cực tím (Agilent Technologies 1290, Hoa Kỳ). Tổng lượng đường được xác định thông qua phương pháp axit phenol-sulfuric [17]. Hàm lượng protein được phân tích bằng phương pháp tiêu hóa Kjeldahl như mô tả trong phương pháp AOAC International 979.09 [16]. Hàm lượng khoáng chất được xác định bằng phương pháp F-AAS và ICP-OES [18].

2.3. Xác định hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và carotenoid tổng

Hàm lượng phenolic tổng được xác định bằng phương pháp quang phổ sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu. Kết quả được biểu thị bằng mg tương đương axit galic (GAE)/100 g [19]. Hàm lượng flavonoids được đo bằng cách trộn mật ong với dung dịch $AlCl_3$ và độ hấp thụ được đo ở 415 nm. Quercetin được sử dụng làm chuẩn và kết quả được biểu thị bằng mg tương đương quercetin (mg QE/100 g) [20]. Tổng hàm lượng carotenoid được xác định theo phương pháp của Ferreira và cs (2009) [19]. Độ hấp thụ của dịch lọc mật ong và acetone/hexan (tỷ lệ 1/4) được đo ở bước sóng 453 nm, 505 nm, 663 nm. β -carotene được sử dụng làm đường chuẩn và kết quả được biểu thị mg β -carotene/kg [19].

2.4. Xác định hoạt tính chống oxy hoá

Hoạt tính loại bỏ gốc 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) của mật ong được đo bằng phương pháp của Brand-Williams và cs (1995) [21]. Chiết xuất pha loãng (0,1 mL) được trộn với 3,9 mL dung dịch DPPH methanol 60 μ M. Độ hấp thụ giảm ở 515 nm được đo sau 30 phút ủ so với mẫu trắng chỉ chứa methanol [21]. Hoạt tính dọn gốc tự do DPPH (DPPH %) được tính bằng công thức (1). Axit ascorbic được sử dụng làm mẫu đối chứng dương với nồng độ lần lượt là 2, 4, 6, 8, 10 mg/l. Kết quả được ghi lại dựa trên giá trị IC_{50} , nồng độ mà mẫu có thể khử 50% gốc tự do DPPH.

$$DPPH (\%) = \frac{ABS_C - ABS_T}{ABS_C} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: ABS_C là độ hấp thụ của mẫu trắng; ABS_T là độ hấp thụ của mẫu.

2.5. Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm được tiến hành ba lần, kết quả được báo cáo là giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn. Phân tích phương sai một chiều (ANOVA) được sử dụng để xác định sự khác biệt giữa các giá trị trung bình bằng phần mềm Minitab 16 (Minitab Co., State College, PA, Hoa Kỳ). Giá trị $p < 0,05$ được coi là có ý nghĩa thống kê.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính chất hoá lý của mật ong

Bảng 1 trình bày sự khác biệt về các thuộc tính hóa lý như: Độ ẩm, độ axit tự do, HMF, protein, đường và khoáng chất của mật ong xuyên chi, hoa trắng và cà phê. Độ ẩm của ba loại mật ong vượt quá giới hạn tối đa cho phép là 20% theo quy định chất lượng quốc tế [22]. Hàm lượng axit tự do và HMF đáp ứng các quy định của Ủy ban Codex Alimentarius (hàm lượng HMF < 40 mg/kg và hàm lượng axit tự do < 50 meq/kg) [22]. Tương tự, độ ẩm của cả ba loại mật ong cũng không đạt, trong khi hàm lượng HMF và axit tự do đạt TCVN 12605:2019 [23].

Độ ẩm đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá chất lượng mật ong vì lượng nước dư thừa

trong mật ong có thể thúc đẩy quá trình lên men nấm men, tạo ra rượu ethylic và CO_2 [24]. Điều này có nghĩa là độ ẩm là yếu tố thiết yếu quyết định độ ổn định của mật ong. Độ ẩm của mật ong có thể thay đổi tùy thuộc vào các yếu tố như: Nguồn mật ong, thời điểm thu hoạch, điều kiện môi trường và thao tác của người nuôi ong. Mật ong Việt Nam thường chứa độ ẩm trong khoảng 10,78 - 23,96% [25], trong khi độ ẩm thu được từ 17,0 - 20,0% đối với mật ong từ Thái Lan [26].

HMF rất cần thiết để chỉ ra độ tinh khiết và độ tươi của mật ong [15]. Đây là chất được hình thành thông qua phản ứng Maillard, xảy ra khi mật ong có tính axit được đun nóng [27]. Trong nghiên cứu này, hàm lượng HMF thấp cho thấy, mật ong chưa tiếp xúc với nhiệt độ cao hoặc điều kiện bảo quản kém. Đáng lưu ý, đối với mật ong cà phê, hàm lượng HMF thấp hơn đáng kể so với mẫu mật ong xuyên chi và hoa trắng. Nghiên cứu của Pham và cs (2022) [25] cho thấy, hàm lượng HMF của mật ong Việt Nam dao động từ 12,37 mg/kg (mật ong cao su) đến 58,58 mg/kg (mật ong vải). Theo Codex Alimentarius Commission (2001) [22], một số loại mật ong từ các nước nhiệt đới có hàm lượng HMF tối đa cao hơn (tối đa 80 mg/kg).

Bảng 1. Đặc tính hoá lý của mật ong xuyên chi, hoa trắng và cà phê

Thông số	Mật ong xuyên chi	Mật ong hoa trắng	Mật ong hoa cà phê
Độ ẩm (%)	$21,90 \pm 0,43^b$	$24,5 \pm 0,14^a$	$22,6 \pm 0,20^b$
Axit tự do (meq/kg)	$22,08 \pm 0,91^b$	$26,77 \pm 0,08^a$	$20,90 \pm 1,04^c$
HMF (mg/kg)	$34,81 \pm 1,71^b$	$36,13 \pm 0,58^a$	$7,67 \pm 1,16^c$
Protein (%)	$0,00 \pm 0,00^b$	$0,19 \pm 0,01^a$	$0,18 \pm 0,01^a$
Đường tổng (%)	$81,58 \pm 4,14^a$	$78,7 \pm 0,38^b$	$76,97 \pm 0,71^b$
<i>Hàm lượng khoáng</i>			
K (mg/kg)	99,40	6,19	6,68

Na (mg/kg)	39,00	15,80	0,21
Ca (mg/kg)	71,10	8,29	17,30
P (mg/kg)	29,30	0,61	
Mg (mg/kg)	13,00	14,90	3,88
Fe (mg/kg)	2,50	0,17	0,66
Zn (mg/kg)	1,00	0,09	64,60
Cu (mg/kg)		48,40	48,40

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của ba thí nghiệm độc lập. Các chữ cái khác nhau (a, b, c) cho thấy sự khác biệt về mặt thống kê ($p < 0,05$) giữa các nhóm được thử nghiệm trong cùng một hàng.

Đường chiếm hầu hết các thành phần của mật ong và có thể được sử dụng để đánh giá chất lượng mật ong. Các carbohydrate chính trong mật ong hoa là fructose và glucose chiếm 65 - 80% tổng chất rắn hòa tan [28]. Nghiên cứu của Boussaid và cs (2018) [29] về mật ong ở Tunisia cho thấy, tổng hàm lượng đường thay đổi từ 70,9 - 77,86%. Cụ thể, tổng hàm lượng đường là 76,5% đối với mật ong bạc hà, 74,3% đối với mật ong hương thảo, 77,86% đối với mật ong khuynh diệp, 75,94% đối với mật ong xạ hương và 70,9% đối với mật ong cam [29]. Trong ba loại mật ong khảo sát, mật ong xuyên chi có hàm lượng đường cao hơn so với hai loại mật ong còn lại ($p < 0,05$).

Các mẫu mật ong hoa trắng và cà phê chứa một lượng nhỏ protein, với nồng độ tương ứng là 0,19 và 0,18%. Trước đây, hàm lượng protein trong 45 mẫu mật ong đã được báo cáo dao động từ 0,1 - 0,5% [30]. Hàm lượng protein cao trong mật ong có thể chỉ ra mức độ phấn hoa cao, điều này cho thấy, mật ong hoàn toàn được tạo ra từ phấn hoa tự nhiên, chất lượng cao [24]. Mật ong hoa xuyên chi có hàm lượng protein thấp hơn hai loại mật ong còn lại (không phát hiện). Hơn nữa, các thành phần khoáng chất trong ba loại mật ong rất khác biệt và có thể được sử dụng để phân biệt các loại mật ong hoa khác nhau.

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

Tính chất chống oxy hóa của các mẫu mật ong được sàng lọc bằng thử nghiệm DPPH để xác định hoạt tính loại bỏ gốc tự do. Từ tỉ lệ loại bỏ gốc tự do DPPH, phương trình tương quan tuyến tính giữa nồng độ và khả năng loại bỏ gốc tự do DPPH được xác định, từ đó xác định giá trị IC_{50} (là nồng độ mà tại đó 50% gốc tự do DPPH được loại bỏ). Mẫu nào có giá trị IC_{50} càng thấp thì hoạt tính kháng oxy hóa càng cao. Axit ascorbic được sử dụng làm mẫu đối chứng dương. Các mẫu mật ong có giá trị IC_{50} cao hơn 893 - 1.328 lần so với axit ascorbic.

Giá trị IC_{50} của mật ong cà phê cao nhất (53,37 mg/mL), tiếp theo là mật ong xuyên chi (39,81 mg/mL) và mật ong hoa trắng (38,59 mg/mL). Theo Chua và cs (2013) [9], giá trị IC_{50} của mật ong tualang là 5,8 mg/mL và gelam là 6,68 mg/mL. Tuy nhiên, theo Kishore và cs (2011) [31], giá trị IC_{50} của mật ong tualang là 48,896 mg/mL và gelam là 15,681 mg/mL. Như vậy, hoạt tính chống oxy hóa thường dao động giữa các mẫu mật ong và cũng không thống nhất trong cùng một loại mật ong. IC_{50} của mật ong cà phê thu được trong các nghiên cứu trước đây dao động từ 123 - 300 mg/mL [2, 25]. Khả năng chống oxy hóa

của mật ong xuyên chi và hoa trắng chưa được báo cáo trước đây.

Hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và carotenoid tổng của mật ong xuyên chi, hoa trắng và cà phê có sự khác biệt về thống kê (Bảng 2). Đối với mẫu mật ong cà phê, kết quả nghiên cứu của Pham và cs (2022) [25] cho thấy, hàm lượng polyphenol tổng và flavonoid tổng tương ứng dao động từ 56,08 - 67,01 mg GAE/100 g và từ 4,55 - 8,52 mg QE/100 g.

Hàm lượng carotenoid của mật hoa trắng (14,47 mg β -carotene/kg) cao hơn đáng kể so với hai mẫu mật ong còn lại. Theo Bueno-Costa và cs (2016) [20], hàm lượng carotenoid trong mật ong dao động trong khoảng 0,56 - 6,19 mg β -carotene/kg. Mặc dù hàm lượng carotenoid trong mật ong chỉ chiếm một lượng nhỏ nhưng nó góp phần tạo nên màu sắc và đặc tính chống oxy hóa của mật ong.

Các báo cáo trước đây cho rằng, hàm lượng phenolic tổng của mật ong có mối tương quan đáng kể với màu sắc của nó. Điều này có ý nghĩa rằng, mật ong sẫm màu có nhiều hợp chất phenolic hơn và khả năng chống oxy hóa cao hơn. Khả năng chống oxy hóa của mật ong sẫm màu và nhạt màu ở Bồ Đào Nha được đo với giá trị trung bình lần lượt là 27,24 và 68,17 mg/mL [32]. Những kết quả trên phù hợp với dữ liệu từ nghiên cứu này, theo đó mật ong hoa trắng có giá trị thấp nhất (< 1 mm), tiếp theo là mật ong xuyên chi (21,3 mm) và mật ong cà phê cao nhất (44,7 mm) trên thang Pfund (0 - 8 mm - trắng tương ứng với nước, 8 - 17 mm - rất trắng, 17 - 34 mm - trắng, 34 - 50 mm - hổ phách nhạt hơn, 50 - 85 mm - hổ phách nhạt, 85 - 114 mm - hổ phách, > 114 - 140 mm - hổ phách sẫm) [33, 34].

Bảng 2. Hàm lượng phenolic, flavonoid và carotenoid tổng và đặc tính chống oxy hóa của mật ong xuyên chi, hoa trắng và cà phê

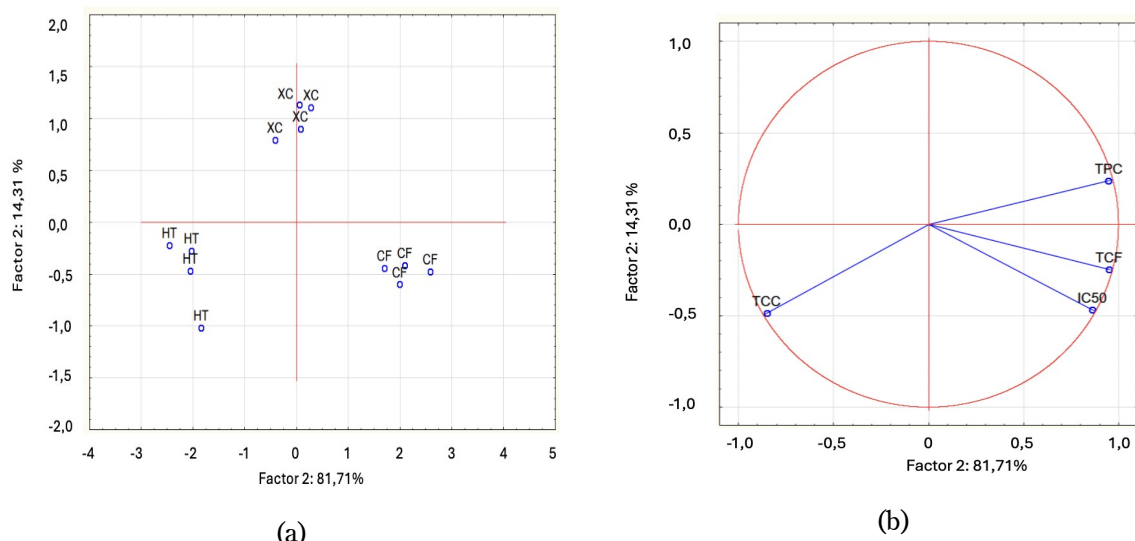
Mật ong	Hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/100 g)	Hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/100 g)	Hàm lượng carotenoid tổng (mg β -carotene/kg)	IC ₅₀ (mg/mL)
Xuyên chi	56,31 $\pm$ 2,23 ^b	3,00 $\pm$ 0,07 ^b	1,64 $\pm$ 0,48 ^b	39,81 $\pm$ 0,92 ^b
Hoa trắng	34,05 $\pm$ 1,92 ^c	1,65 $\pm$ 0,01 ^c	14,47 $\pm$ 0,29 ^a	38,59 $\pm$ 0,37 ^b
Cà phê	67,58 $\pm$ 0,14 ^a	7,07 $\pm$ 0,02 ^a	1,69 $\pm$ 0,47 ^b	53,37 $\pm$ 0,06 ^a
Ascorbic axit		-	-	0,0432 $\pm$ 0,0007 ^c

Ghi chú: Dữ liệu được thể hiện dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn của ba thí nghiệm độc lập. Các chữ cái khác nhau (a, b, c) cho thấy sự khác biệt về mặt thống kê ($p < 0,05$) giữa các nhóm được thử nghiệm trong cùng một cột.

3.3. Phân tích thành phần chính (PCA)

Phân tích thành phần chính (PCA) đánh giá sự khác biệt giữa các loại mật ong. Phân tích đa biến này giúp tìm ra các cấu trúc dữ liệu quan trọng cũng như các xu hướng và cường độ quan sát được giữa các loại mật ong dựa trên các đặc tính về hợp chất phenolic, flavonoid, carotenoid và hoạt động chống oxy hóa để làm cơ sở phân

biệt các loại mật ong khác nhau (Hình 1a, b). Kết quả ở hình 1a cho thấy, các mẫu mật ong có thể được chia làm 3 nhóm dựa trên nguồn gốc thực vật của mật ong. Mật ong hoa cà phê được đặc trưng bởi hàm lượng phenolic và flavonoid tổng cao hơn mật ong xuyên chi, trong khi mật ong hoa trắng khác biệt bởi hàm lượng carotenoids cao hơn vượt trội.



Hình 1. Biểu đồ phân tích thành phần chính (PCA): (a) Biểu đồ điểm PCA của mật ong xuyên chi (XC), mật ong hoa trắng (HT) và mật ong cà phê (CF); (b) Biểu đồ phân tích PCA của hàm lượng polyphenol tổng (TPC), hàm lượng flavonoid tổng (TFC), hàm lượng carotenoid (TCC) và IC₅₀ của các mẫu mật ong

4. KẾT LUẬN

Mật ong từ Việt Nam có chất lượng cao với hàm lượng HMF < 40 mg/kg và hàm lượng axit tự do < 50 meq/kg, phù hợp với TCVN 12605:2019. Lượng hợp chất hoạt tính sinh học chủ yếu trong ba loại mật ong xuyên chi, hoa trắng và cà phê bao gồm các hợp chất phenolic có hàm lượng lần lượt là 56,31; 34,05; 67,58 mg GAE/100 g, tiếp theo là hàm lượng flavonoid lần lượt là 3,00; 1,65; 7,07 mg QE/100 g. Một lượng nhỏ carotenoid có hàm lượng dao động từ 1,64 - 14,47 mg β -carotene/kg cũng được phát hiện, góp phần vào hoạt động chống oxy hóa. Khả năng chống oxy hóa cao của cả ba loại mật ong này với giá trị IC₅₀ trong khoảng 38,59 - 53,37 mg/mL.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Wang, X., Rogers, K. M., Li, Y., Yang, S., Chen, L. & Zhou, J. (2019). Untargeted and targeted discrimination of honey collected by *Apis cerana* and *Apis mellifera* based on volatiles using

HS-GC-IMS and HS-SPME-GC-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(43), 12144 - 12152. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b04438>

2. Trinh, N. T. N., Tuan, N. N., Thang, T. D., Kuo, P. C., Thanh, N. B., Tam, L. N., ... Thuy, N. T. T. (2022). Chemical composition analysis and antioxidant activity of coffea robusta monofloral honeys from Vietnam. *Foods*, 11(3), 388. <https://doi.org/10.3390/foods11030388>

3. Faraz, A., Fernando, W. B., Williams, M. & Jayasena, V. (2023). Effects of different processing methods on the antioxidant and antimicrobial properties of honey: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(7), 3489 - 3501. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16460>

4. Alzahrani, H. A., Boukraa, L., Bellik, Y., Abdellah, F., Bakhotmah, 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>

5. Combarros-Fuertes, P., Fresno, J. M., Estevinho, M. M., Sousa-Pimenta, M., Tornadijo, M. E. & Estevinho, L. M. (2020). Honey: Another

alternative in the fight against antibiotic-resistant bacteria? *Antibiotics*, 9(11), 774. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110774>.

6. Bucekova, M., Jardekova, L., Juricova, V., Bugarova, V., Di Marco, G., Gismondi, A., ... Majtan, J. (2019). Antibacterial activity of different blossom honeys: New findings. *Molecules*, 24(8), 1573. <https://doi.org/10.3390/molecules24081573>.

7. Al-Mamary, M., Al-Meer, A. & Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22(9), 1041 – 1047. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00406-2](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00406-2).

8. Kenjeric, D., Mandic, M., Primorac, L., Bubalo, D. & Perl, A. (2007). Flavonoid profile of Robinia honeys produced in Croatia. *Food Chemistry*, 102(3), 683 - 690. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.055>.

9. Chua, L. S., Rahaman, N. L. A., Adnan, N. A. & Tan, T. T. E. (2013). Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 1, 1 - 8. <https://doi.org/10.1155/2013/313798>.

10. Oways, A. A., Rady, M. M. & Gadallah, F. M. (2004). Pigmentation of some honeybee, *Apis mellifera* L., products. *Fayoum J Agric Res Dev*, 18(2), 121 – 132.

11. Smetanska, I., Alharthi, S. S. & Selim, K. A. (2021). Physicochemical, antioxidant capacity and color analysis of six honeys from different origin. *Journal of King Saud University - Science*, 33(5), 101447. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101447>.

12. Dżugan, M., Tomczyk, M., Sowa, P. & Grabek-Lejko, D. (2018). Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules*, 23(8), 2069. <https://doi.org/10.3390/molecules23082069>.

13. Dor, G. O. L. M. & Mahomoodally, M. F. (2014). Chemical profile and in vitro bioactivity of tropical honey from Mauritius. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4, S1002–S1013. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60773-8](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60773-8).

14. Nascimento, K. S. D., Gasparotto Sattler, J. A., Lauer Macedo, L. F., Serna González, C. V., Pereira De Melo, I. L., Da Silva Araújo, E., ... De Almeida-Muradian, L. B. (2018). Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT*, 91, 85 – 94. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.016>.

15. Nguyen, T. Q. N., Hanková, M., Kružík, V., Grégrová, A., Škorpilová, T., Štarha, P., ... Čížková, H. (2023). Determination of volatile compound profiles and physico-chemical analysis of linden and acacia Czech honey. *Journal of Apicultural Research*, 62(2), 374 – 382. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2146346>.

16. AOAC (2000). Official Methods of Analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA.

17. Nielsen, S. S. (2010). Phenol-sulfuric acid method for total carbohydrates. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis Laboratory Manual*, 47 – 53. Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1463-7_6.

18. Madejczyk, M. & Baralkiewicz, D. (2008). Characterization of polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Analytica Chimica Acta*, 617, 1 – 2, 11 – 17. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.01.038>.

19. 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>.

20. 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>.

21. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to

- evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25 - 30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
22. Codex Alimentarius Commission (2001). Report of the seventh session of the codex committee on sugars. Joint FAO/WHO food standard programme.
23. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12605:2019. Mật ong.
24. 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>.
25. Pham, T. N., Nguyen, T. V., Le, D. T., Diep, L. M. N., Nguyen, K. N., To, T. H. N., ... Nguyen, Q. V. (2022). Phenolic profiles, antioxidant, antibacterial activities and nutritional value of Vietnamese honey from different botanical and geographical sources. *AgriEngineering*, 4(4), 1116 - 1138. <https://doi.org/10.3390/agriengineering4040069>.
26. Wanjai, C., Sringarm, K., Santasup, C., Pak-Uthai, S. & Chantawannakul, P. (2012). Physicochemical and microbiological properties of longan, bitter bush, sunflower and litchi honeys produced by *Apis mellifera* in Northern Thailand. *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 36 - 44. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.51.1.05>.
27. Nguyen, Q., Nguyen, M., Thi, B. H. B., Mai, Q., Doan, M., Nguyen, T., ... Le, T. M. (2024). Physicochemical characterization, antioxidant and tyrosinase inhibitory activities of *Coffea Robusta* monofloral honey from Dak Lak province, Vietnam. *Chemistry & Biodiversity*, 21(6), e202400379. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202400379>.
28. Da Costa Leite, J. M., Trugo, L. C., Costa, L. S. M., Quinteiro, L. M. C., Barth, O. M., Dutra, V. M. L. & De Maria, C. A. B. (2000). Determination of oligosaccharides in Brazilian honeys of different botanical origin. *Food Chemistry*, 70(1), 93 - 98. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(99\)00115-2](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(99)00115-2).
29. Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G. & Hamdi, S. (2018). Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(2), 265 - 274. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.08.011>.
30. Tewari, J. & Irudayaraj, J. (2004). Quantification of saccharides in multiple floral honeys using fourier transform infrared microattenuated total reflectance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3237 - 3243. <https://doi.org/10.1021/jf035176+>.
31. Kishore, R. K., Halim, A. S., Syazana, M. S. N. & Sirajudeen, K. N. S. (2011). Tualang honey has higher phenolic content and greater radical scavenging activity compared with other honey sources. *Nutrition Research*, 31(4), 322 - 325. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2011.03.001>.
32. Estevinho, L., Pereira, A. P., Moreira, L., Dias, L. G. & Pereira, E. (2008). Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*, 46(12), 3774 - 3779. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.09.062>.
33. Nguyen, T. Q. N., Kružík, V., Škorpilová, 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*, 1 - 13. <https://doi.org/10.1080/00218839.2024.2378514>.
34. Bodor, Z., Benedek, C., Urbin, Á., Szabó, D. & Sipos, L. (2021). Colour of honey: can we trust the Pfund scale? - An alternative graphical tool covering the whole visible spectra. *LWT*, 149, 111859. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111859>.

STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROFILE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BIDENS,
BLONG SONG AND COFFEE HONEY ORIGINATING FROM VIETNAM

Tran Thi Hong Hanh^{1,2}, Tran Van Nguyen^{1,2}

¹*Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology,
Vietnam National University Hochiminh city*

²*Vietnam National University Hochiminh city*

Summary

Monofloral honey samples, including bidens (*Bidens pilosa* L.), blong song (*Schefflera heptaphylla* L.) and coffee (*Coffea robusta* L.) honey from Vietnam, were analyzed for their physicochemical and antioxidant properties. This study represents the first report on bidens and blong song honey's bioactive compounds and antioxidant activity. The samples were analyzed by their physicochemical properties, total phenolic content, total flavonoid content and carotenoid content. The levels of hydroxymethylfurfural (HMF) ranging from 7.67 to 36.13 mg/kg and free acid ranging from 20.90 to 26.77 meq/kg in the three honeys were recorded. Furthermore, the three honeys had high contents of total phenolics ranging from 34.05 to 67.58 mg GAE/100 g, total flavonoids ranging from 3.00 to 7.07 mg QE/100 g and carotenoids ranging from 1.64 to 14.47 mg β -carotene/kg which contributed to its antioxidant activity with IC₅₀ ranging from 38.59 - 53.37 mg/mL. The findings of this study emphasize the significance of honey as a health-promoting substance.

Keywords: *Antioxidant activity, phenolic compounds, monofloral honey.*

Ngày nhận bài: 15/8/2024

Ngày chuyển phản biện: 28/8/2024

Ngày thông qua phản biện: 25/9/2024

Ngày duyệt đăng: 16/10/2024