

TÍNH CHẤT HÓA LÝ, HOẠT TÍNH SINH HỌC VÀ THÀNH PHẦN HOẠT CHẤT CỦA MẬT ONG HOA CÀ PHÊ THU THẬP TẠI HUYỆN CƯ KUIN VÀ XÃ EA KAO, THÀNH PHỐ BUÔN MA THUỘT NĂM 2023

Nguyễn Minh Trung^{1,2}, Bùi Thị Bích Huyền¹, Mai Quốc Quân¹, Nguyễn Thị Huyền¹,
Đoàn Mạnh Dũng¹, Nguyễn Quang Vinh^{1*}

¹Viện Công nghệ Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Tây Nguyên

²Khoa Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Trường Đại học Tây Nguyên

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tiến hành đánh giá mối tương quan giữa các thông số hóa lý, hoạt tính sinh học và thành phần hoạt chất của mật ong hoa cà phê thu nhận tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Tp. Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk được thu thập năm 2023. Kết quả cho thấy chất lượng hoa cà phê đạt yêu cầu đối theo tiêu chuẩn quốc tế, Codex Alimentarius. Hàm lượng chất khô $\geq 77\%$, hàm lượng acid tổng số < 14 meq/kg, pH < 5 , chỉ số HMF < 55 mg/kg, chỉ số Diastase trong khoảng 16,087 đến 20,240 DN. Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) dao động từ 46,451 đến 75,720 mgGAE/100g, hàm lượng TFC thay đổi trong khoảng 1,855 đến 8,792 mgQE/100g. Khả năng chống oxy hóa tốt hơn các mẫu thu thập năm 2022 với giá trị 13,429 đến 33,412 mgTE/100g đối với khả năng trung hòa gốc tự do DPPH và 180,574 đến 254,515 mgTE/100g đối với ABTS. Các mẫu mật ong vẫn duy trì khả năng kháng khuẩn tốt với giá trị nồng độ ức chế tối thiểu từ 250 đến 500 mg/mL đối với *Escherichia coli* và *Pseudomonas aeruginosa*, và từ 25 đến 400 mg/mL đối với *Staphylococcus aureus*. Bên cạnh đó, khả năng ức chế tyrosinase cũng đáng chú ý với giá trị IC₅₀ trong khoảng 0,587 đến 0,871 g/mL. Hàm lượng cao đáng kể các hợp chất phenolic và alkaloid được ghi nhận trong các mẫu. Trong đó, salicylic acid và quercitrin có vai trò quan trọng đối với việc duy trì hoạt tính diastase và chỉ số HMF thấp; apigenin liên quan chặt chẽ đến khả năng kháng khuẩn và duy trì hoạt tính chống oxy hóa khi các hoạt tính này có thể bị suy giảm do sự gia tăng hàm lượng saccharose trong các mẫu mật.

Từ khóa: Hợp chất polyphenol và flavonoid, kháng oxy hóa, kháng khuẩn, mật ong hoa cà phê, phân tích thành phần chính (PCA).

ĐẶT VẤN ĐỀ

Mật ong có nhiều tác dụng có lợi đối với sức khỏe con người nhờ sở hữu đa dạng các hoạt tính sinh học liên quan đến khả năng kháng oxy hóa, kháng viêm, kháng khuẩn,... (Samarghandian *et al.*, 2017). Do đó, mật ong có giá trị kinh tế cao và nghề nuôi ong lấy mật đã giúp cải thiện đời sống của người dân và đóng góp có giá trị vào tăng trưởng kinh tế chung của tỉnh Đắk Lắk. Thống kê cho thấy, Đắk Lắk hiện có khoảng 220.000 đàn ong mật di chuyển theo các mùa hoa với sản lượng mật ong đạt trên 15.000 tấn, kim ngạch xuất khẩu đạt gần 30 triệu USD (Sở Công Thương Đắk Lắk, 2022). Đắk Lắk là địa phương có diện tích trồng cà phê robusta lớn nhất cả nước. Cùng với đó, mùa hoa cà phê hằng năm là một đặc điểm nổi bật và cũng là nguồn cung cấp mật hoa cho các đàn ong sản xuất của Tỉnh. Các nghiên cứu cho thấy, mật ong hoa cà phê có những tính chất hóa lý, thành phần hoạt chất và hoạt tính sinh học đáng chú ý (Pham *et al.*, 2022; Nguyễn Thị Huyền *et al.*, 2022; Nguyễn Minh Trung *et al.*, 2023). Do đó, việc nghiên cứu sâu về các đặc điểm đã nêu nhằm tạo cơ sở dữ liệu xây dựng bộ nhận diện thương hiệu mật ong hoa cà phê Đắk Lắk là một yêu cầu cấp thiết.

Trên cơ sở đó, các nghiên cứu về mật ong hoa cà phê thu nhận tại các vị trí địa lý khác nhau tại Đắk Lắk đã được tiến hành. Kết quả cho thấy, các mẫu mật ong thu nhận tại Cư M'gar, Cư Kuin, Krông Pắc và Tp. Buôn Ma Thuột có sự khác biệt đáng kể về các đặc điểm hóa lý, thành phần hoạt chất và hoạt tính sinh học (Nguyễn Thị Huyền *et al.*, 2022; Nguyễn Minh Trung *et al.*, 2023; Nguyen *et al.*, 2024). Các nghiên cứu cho thấy, các hoạt tính sinh học có mối liên hệ mật thiết với thành phần hợp chất tự nhiên trong mật ong như các polyphenol, flavonoid, các enzyme, dẫn xuất carotenoid hay các vitamin (Cianciosi *et al.*, 2018; Pham *et al.*, 2022; Nguyen *et al.*, 2024). Bên cạnh đó, các tính chất hóa lý, hoạt tính sinh học và thành phần các hoạt chất trong mật ong có thể thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nguồn phấn hoa, mật hoa (Gašić *et al.*, 2017) cũng như các yếu tố về loài thực vật, kỹ thuật nuôi, vị trí địa lý, điều kiện khí hậu và môi trường nơi thu mẫu (Cheung *et al.*, 2019). Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá mối liên quan giữa các chỉ tiêu chất lượng, hoạt tính sinh học và thành phần các hoạt chất của một số mẫu mật ong hoa cà phê thu thập tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Tp. Buôn Ma Thuột năm 2023.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP**Vật liệu và hóa chất**

Thuốc thử Folin-Ciocalteu, MeOH được cung cấp bởi hãng Merck (Đức), ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), DPPH (2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl), Gallic acid, Chlorogenic acid, Caffein, Epicatechin gallate, Trigonellin, Salicylic acid, Apigetrin, Quercitrin, Quercetin, Kaempferol, Apigenin của hãng Sigma Aldrich. Các hóa chất khác đạt tiêu chuẩn phân tích.

Địa điểm và phương pháp lấy mẫu

Các mẫu mật ong được thu thập tại các cơ sở nuôi ong thuộc huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Tp. Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk vào tháng 2 năm 2023. Các cơ sở nuôi ong cách nhau tối thiểu 4 km. Mỗi địa điểm nghiên cứu thu 2 lít mật, đựng trong các dụng cụ đựng mẫu khô đã được khử trùng bằng cồn thực phẩm 70%. Mẫu được bảo quản ở nhiệt độ 20 - 25°C trong bóng tối không quá 1 tháng tính từ thời điểm thu mẫu. Thông tin về địa điểm thu mẫu và mã hóa thể hiện trong Bảng 1.

Phương pháp xác định các chỉ tiêu hóa lý và hoạt tính kháng oxy hóa

Các mẫu mật ong được phân tích bằng các phương pháp quy định trong tiêu chuẩn Quốc Gia về mật ong (TCVN 12605:2019) bao gồm các chỉ tiêu như sau: hàm lượng chất khô hoà tan, hàm lượng tro khoáng, độ dẫn điện (EC), hàm lượng đường tổng, hàm lượng đường khử, hàm lượng saccharose, pH, độ axit tự do, hàm lượng hydroxymethylfurfural (HMF), hoạt tính diastase (1DN ứng với số ml dung dịch tinh bột tan 1% bị phân huỷ bởi các enzyme amylase có trong 1g mật ong trong 1 giờ ở điều kiện nhiệt độ 40°C).

Phương pháp xác định hàm lượng polyphenol, flavonoid tổng số, hoạt tính sinh học của mật ong

Hàm lượng polyphenol, flavonoid tổng số, khả năng dập tắt gốc tự do DPPH và năng lực khử (Reducing Power) được tiến hành theo phương pháp được mô tả bởi Nguyen và Eun (2011); Khả năng dập tắt gốc tự do ABTS được đánh giá theo phương pháp của Cano và đồng tác giả (2000). Khả năng ức chế tyrosinase được xác định theo phương pháp được mô tả bởi Masamoto và đồng tác giả (2003).

Phương pháp đánh giá khả năng kháng khuẩn

Khả năng ức chế vi khuẩn gram âm (*Escherichia coli* và *Pseudomonas aeruginosa*) và vi khuẩn gram dương (*Staphylococcus aureus*) được đánh giá bằng phương pháp khuếch tán đĩa thạch (Singh *et al.*, 2016). Hoạt tính ức chế vi khuẩn mô tả thông qua kích thước vùng ức chế (zone of inhibition, ZOI, mm) sau 24 giờ nuôi cấy. Nồng độ ức chế tối thiểu (Minimum Inhibitory Concentration, MIC) đối với các vi khuẩn được xác định bằng phương pháp resazurin-based turbidometric (TB) được mô tả bởi Teh và đồng tác giả (2017).

Phương pháp xác định hàm lượng các hợp chất bằng sắc ký lỏng cao áp (UPLC)

Thành phần các hợp chất phenolic được phân tích trên thiết bị Thermo-Ultimate 3000UPLC (Thermo Scientific, Waltham, MA, USA) sử dụng cột sắc ký PEP-C18 (dài x đường kính cột x kích thước hạt nhồi: 150mm x 4,6mm x 3 µm). Mẫu mật ong được ly tâm, loại cặn trước khi cân chính xác 1 g mẫu hoàn tan trong 5 mL nước pH 2. Mẫu được chiết pha rắn SPE, rửa giải bằng MeOH trước khi lọc qua màng 0,45 µm và bơm vào hệ thống với dung tích 2 µL/lần, 3 lần. Hệ dung môi nhị phân gồm methanol (pha động A) và 0,1% orthophosphoric acid trong nước Mili-Q (pha động B). Tốc độ dòng 0,2 mL/phút với gradient nồng độ thay đổi: 95% B (0 – 0,5 phút); 95% – 83% B (0,5 – 8,0 phút); 83% – 70% B (8,0 – 10,0 phút); 70% – 55% B (10,0 – 15,0 phút); 55% – 5% B (15 – 20 phút); 5% – 95% B (20 – 22 phút) và 95% B (22 – 26 phút). Nhiệt độ cột chiết 30°C và các hợp chất được theo dõi bằng cảm biến tử ngoại (UV) bước sóng 265 nm. Các hợp chất được định lượng dựa trên phương trình đường chuẩn được xây dựng cho từng chất chuẩn.

Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Các thí nghiệm trong nghiên cứu được lặp lại 3 lần. Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Statgraphics Centurion 18. Phân tích tương quan (Pearson's Correlation Analysis), phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis, PCA) và phân tích đa nhân tố (Multiple Factor Analysis, MFA) thực hiện bằng phần mềm R version 4.3.3. Các kết quả được thể hiện dưới dạng trung bình của 3 lần lặp lại ± độ chênh lệch tiêu chuẩn (SD). Sai khác có nghĩa về mặt thống kê của các kết quả được so sánh tại mức ý nghĩa $p < 0,05$.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**Một số chỉ tiêu chất lượng của mật ong**

Các chỉ tiêu chất lượng mật ong có thể ảnh hưởng đến các hoạt tính sinh học và giá trị thị trường của sản phẩm mật ong. Các chỉ tiêu hóa lý phản ánh chất lượng mật ong có thể thay đổi tùy thuộc vào nhiều yếu tố như loại

Bảng 1. Thông tin các mẫu mật ong thu thập tại Cư Kuin và Ea Kao năm 2023

STT	Kí hiệu mẫu	Địa điểm thu mẫu
1	CK1	T14 Ea Tiêu, Cư Kuin
2	CK2	Dray Bằng, Cư Kuin
3	CK3	T9 Ea Tiêu, Cư Kuin
4	EK1	Buôn H'Dok, Eakao
5	EK2	Buôn Tăng Ju, Ea Kao
6	EK3	Eakao

hoa, mùa hoa, vị trí địa lý, các yếu tố môi trường cũng như quá trình xử lý của cơ sở nuôi ong. Bảng 2 cho thấy, có sự khác nhau nhất định về các chỉ tiêu hóa lý giữa các mẫu mật ong thu nhận tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Buôn Ma Thuột trong năm 2023.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu chất lượng mật ong hoa cà phê thu thập tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Tp. Buôn Ma Thuột

Mẫu	Chất khô (%)	Tro khoáng (%)	EC (mS/cm)	pH	TAC (meq/kg)	HMF (mg/kg)	TSC (g/100g)	RSC (g/100g)	Glu (g/100g)	Fru (g/100g)	Sac (g/100g)
CK1	77,233 ^c ±0,058	0,170 ^f ±0,001	0,66 ^e ±0,00	4,10 ^b ±0,00	13,973 ^e ±0,055	52,587 ^a ±0,065	69,147 ^f ±0,035	62,130 ^f ±0,046	29,967 ^d ±0,051	32,08 ^f ±0,036	7,017 ^c ±0,064
CK2	78,967 ^a ±0,058	0,176 ^e ±0,001	0,79 ^b ±0,00	4,02 ^c ±0,00	18,130 ^d ±0,036	51,933 ^b ±0,057	69,810 ^e ±0,062	62,337 ^e ±0,031	30,127 ^c ±0,021	32,170 ^e ±0,046	7,473 ^b ±0,04
CK3	77,767 ^b ±0,058	0,189 ^d ±0,001	0,73 ^d ±0,00	4,20 ^a ±0,00	13,797 ^f ±0,040	47,233 ^d ±0,040	69,977 ^d ±0,065	63,483 ^c ±0,040	30,113 ^c ±0,021	33,343 ^c ±0,031	6,493 ^d ±0,025
EK1	77,867 ^b ±0,058	0,221 ^b ±0,001	0,78 ^c ±0,00	3,99 ^d ±0,00	18,530 ^c ±0,046	46,537 ^e ±0,055	70,300 ^b ±0,046	65,143 ^b ±0,042	30,923 ^b ±0,055	34,207 ^b ±0,035	5,157 ^e ±0,064
EK2	77,200 ^c ±0,000	0,249 ^a ±0,001	0,94 ^a ±0,00	3,94 ^e ±0,00	18,76 ^b ±0,036	35,877 ^f ±0,045	70,097 ^c ±0,031	65,723 ^a ±0,045	31,247 ^a ±0,051	34,423 ^a ±0,035	4,373 ^f ±0,047
EK3	77,230 ^c ±0,398	0,197 ^c ±0,001	0,54 ^f ±0,00	3,93 ^f ±0,00	19,167 ^a ±0,060	49,400 ^c ±0,036	70,973 ^a ±0,040	63,180 ^d ±0,040	30,053 ^c ±0,032	33,103 ^d ±0,050	7,793 ^a ±0,035

Ghi chú: Giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các chữ số a-f chỉ sự khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). HMF: Hydroxymethylfurfural; meq: mili đương lượng acid hữu cơ; TAC: Hàm lượng acid tổng số; EC: Độ dẫn điện; TSC: Hàm lượng đường tổng số; RSC: Hàm lượng đường khử; Glu, Fru, Sac lần lượt là hàm lượng Glucose, Fructose, Saccharose.

Hàm lượng chất khô đều cao hơn so với giới hạn tiêu chuẩn yêu cầu theo quy định quốc tế ($\geq 75\%$) (Commission, 2001), trong đó mẫu CK2 đạt cao nhất (78,967%). Trong khi đó, hàm lượng tro khoáng đạt giá trị trung bình trong khoảng 0,170 – 0,249% với mẫu cao nhất là EK2 (0,249%), thấp nhất là CK1 (0,170%). Giá trị độ dẫn điện cao nhất và thấp nhất lần lượt là EK2 và EK3 với giá trị là 0,94 và 0,54 mS/cm. Giá trị pH phản ánh mức độ nhiễm khuẩn cũng như ảnh hưởng của các thành phần hóa học, độ ổn định và thời hạn bảo quản của mật ong. Giá trị pH dao động trong khoảng 3,94 đến 4,20 cho thấy mẫu mật có tính acid nhất định, có thể giúp hạn chế nhiễm khuẩn và nấm. Hàm lượng acid tổng số (TAC) của các mẫu đều thấp hơn nhiều so với giới hạn cho phép theo chuẩn quốc tế (< 50 meq/kg) (Commission, 2001), với giá trị dao động từ 13,797 đến 19,167 meq/kg. Việc duy trì hàm lượng acid hữu cơ ở mức vừa phải có thể giúp ổn định giá trị pH mật, từ đó ổn định mật trong các điều kiện bảo quản. Chỉ tiêu HMF (hydroxymethylfurfural) của các mẫu dao động trong khoảng 35.877 đến 45.587 mg/kg, thấp hơn đáng kể so với cho phép của mật ong ở các nước nhiệt đới (< 80 mg/kg), cho thấy các mẫu mật ong đều có độ tươi ổn định trong ngưỡng. Hàm lượng đường tổng số (TSC) dao động trong khoảng 69,147 đến 70,973 g/100g mật, trong khi hàm lượng đường khử (RSC) trong khoảng 62,130 đến 65,723 g/100g mật, cho thấy đường khử là thành phần chủ yếu trong các mẫu mật ong. Trong đó, hàm lượng đường khử cao nhất là mẫu EK2 (65,723 g/100g mật) với thành phần các loại đường khử điển hình là glucose và fructose lần lượt là 31,247 và 34,423 g/100g. Dễ dàng nhận thấy, fructose là loại đường khử chủ yếu trong các mẫu. Bên cạnh đó, mật ong còn chứa một ít đường saccharose với giá trị khác nhau giữa các mẫu. Hàm lượng saccharose ở mẫu EK3 là cao nhất, dẫn đến sự gia tăng hàm lượng đường tổng nhưng giảm hàm lượng đường khử.

Các kết quả trên cho thấy, đa số các chỉ tiêu mật ong của các mẫu mật ong thu thập được đều đạt so với tiêu chuẩn chất lượng mật ong quốc tế. So với kết quả được công bố bởi Nguyễn Thị Huyền và đồng tác giả (2022), các mẫu mật ong thu nhập tại Ea Kao có sự gia tăng nhất định về hàm lượng acid tổng số, giá trị pH, HMF, đồng thời có sự ổn định ở hàm lượng chất khô, đường tổng số và giảm nhẹ hàm lượng đường khử. Kết quả này cho thấy, chất lượng mật ong có thể dao động theo các năm do sự biến động của các yếu tố môi trường. Tuy nhiên, nhìn chung sự thay đổi này không ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng tổng thể của mật.

Hàm lượng polyphenol, flavonoid tổng số và hoạt tính sinh học của mật ong

Thành phần, hàm lượng các hợp chất polyphenol và flavonoid có tác động đáng kể đến sự khác nhau về hoạt tính sinh học của mật ong (Machado De-Melo *et al.*, 2018). Bảng 3 cho thấy sự khác biệt đáng kể về hàm lượng polyphenol và flavonoid giữa các mẫu mật ong khác nhau. Hàm lượng polyphenol tổng số (TPC) thay đổi trong khoảng từ 46,451 đến 75,720 mgGAE/100g mật, và hàm lượng flavonoid tổng số (TFC) thay đổi từ 1,855 đến 8,792 mgQE/100g mật. Trong đó, mẫu EK2 có hàm lượng TPC cao nhất (75,720 mgGAE/100g mật) và mẫu CK2 có hàm lượng TFC cao nhất (8,792 mgQE/100g mật). Giá trị TPC của EK1 và EK2 là tương đương với mẫu mật ong thu được vào năm 2022 theo báo cáo của Nguyễn Thị Huyền và đồng tác giả (2022), tuy nhiên TFC của hai mẫu này có sự thay đổi đáng kể, trong đó mẫu EK1 gia tăng và mẫu EK2 suy giảm. Trong khi đó, các mẫu tại Cư Kuin có sự suy giảm đáng kể hàm lượng TPC so với mẫu thu thập năm 2022 theo báo cáo của Nguyễn Minh Trung và đồng tác giả (2023). Sự khác nhau về hàm lượng polyphenol và flavonoid có thể phụ thuộc vào loài

hoa, vùng nuôi ong, điều kiện chế biến hay độ chín của mật (Nagai *et al.*, 2018; Cheung *et al.*, 2019). Sự thay đổi hàm lượng polyphenol và flavonoid của các mẫu năm 2023 so với 2022 có thể liên quan đến chất lượng mật hoa, điều kiện khí hậu theo các năm khác nhau. Do đó, các phân tích tổng thể về các yếu tố tác động đến sự thay đổi hàm lượng hoạt chất trong mật ong là cần thiết nhằm dự báo chất lượng mật ong cho từng năm thu nhận.

Bảng 3. Hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số, hoạt tính sinh học của mật ong hoa cà phê thu thập tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Tp. Buôn Ma Thuột

Mẫu	TPC (mgGAE/100g)	TFC (mgQE/100g)	DPPH (mgTE/100g)	ABTS (mgTE/100g)	RP OD _{700nm} (200 mg/mL)	Diastase (DN)	TI (IC ₅₀ , g/mL)
CK1	50,365 ^c ±0,012	2,696 ^e ±0,263	23,111 ^d ±0,528	190,101 ^e ±5,927	1,361 ^e ±0,005	15,827 ^f ±0,060	0,738 ^b ±0,010
CK2	47,451 ^e ±0,066	8,792 ^a ±0,129	25,529 ^c ±0,073	222,619 ^c ±3,732	1,426 ^c ±0,001	16,210 ^d ±0,040	0,587 ^d ±0,012
CK3	46,514 ^f ±0,043	5,181 ^c ±0,077	21,148 ^e ±1,023	205,014 ^d ±6,237	1,379 ^d ±0,001	16,310 ^c ±0,040	0,710 ^{bc} ±0,008
EK1	60,631 ^b ±0,012 ^b	7,333 ^b ±0,140	31,182 ^b ±0,424	254,515 ^a ±3,601	1,544 ^b ±0,001	18,733 ^b ±0,025	0,871 ^a ±0,042
EK2	75,720 ^a ±0,078	1,855 ^f ±0,162	33,412 ^a ±0,800	235,356 ^b ±4,137	1,56 ^a ±0,002	20,240 ^a ±0,056	0,593 ^d ±0,011
EK3	47,726 ^c ±0,000	3,809 ^d ±0,093	13,429 ^f ±2,636	180,574 ^f ±6,872	1,346 ^f ±0,001	16,087 ^e ±0,055	0,693 ^c ±0,019

Ghi chú: Giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các chữ số a-f chỉ sự khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$); QE: hàm lượng tương đương quercetin; GAE: hàm lượng tương đương gallic acid; TE: hàm lượng tương đương Trolox; RP: năng lực khử; TI: Khả năng ức chế enzyme tyrosinase.

Khả năng chống oxy hóa là tính chất quan trọng giúp mật ong duy trì được tính ổn định, đồng thời thể hiện các lợi ích về sức khỏe cho người sử dụng. Hoạt tính chống oxy hóa thể hiện qua khả năng trung hòa gốc tự do DPPH và ABTS với giá trị mô tả tương đương với Trolox. Bảng 3 cho thấy có sự khác nhau đáng kể về hoạt tính chống oxy hóa của các mẫu mật ong. Trong đó, khả năng trung hòa gốc tự do DPPH thay đổi theo thứ tự EK2 > EK1 > CK2 > CK1 > CK3 > EK3. Hoạt tính trung hòa gốc tự do ABTS mạnh hơn DPPH với thứ tự thay đổi hoạt tính EK1 > EK2 > CK2 > CK3 > CK1 > EK3. Kết quả này tương đồng với các báo cáo về mật ong hoa cà phê (Pham *et al.*, 2022; Nguyễn Thị Huyền *et al.*, 2022; Nguyễn Minh Trung *et al.*, 2023); đồng thời cho thấy thành phần chống oxy hóa trong mật ong có khả năng trung hòa tốt các gốc tự do ưa nước và ưa béo. Bên cạnh đó, khả năng hoạt động kết hợp của các hợp chất chống oxy hóa thể hiện qua Năng lực khử (Reducing Power) cũng cho thấy sự khác biệt giữa các mẫu, giá trị OD_{700nm} thay đổi từ 1,346 đến 1,544. Khả năng chống oxy hóa của các mẫu mật ong trong nghiên cứu này cao hơn các mẫu thu được ở cùng địa điểm trong năm 2022 (Nguyễn Thị Huyền *et al.*, 2022; Nguyễn Minh Trung *et al.*, 2023). Các kết quả này cho thấy hoạt tính chống oxy hóa của mật ong có thể phụ thuộc đáng kể vào sự thay đổi thành phần các hoạt chất và liên quan đến sự thay đổi chất lượng mật ong qua các năm thu nhận khác nhau.

Diastase (α-amylase) là enzyme thủy phân tinh bột tự nhiên được tìm thấy trong mật ong. Sự suy giảm giá trị Diastase phản ánh mức độ thoái hóa của mật dưới tác động của điều kiện bảo quản, bao gồm nhiệt độ. Do đó, quy chuẩn chất lượng mật ong quốc tế xác định giá trị diastase tối thiểu cần đạt là ≥ 8 DN đối với mật ong tự nhiên. Bảng 3 cho thấy giá trị Diastase của các mẫu mật thu được đều đạt từ 15,827 đến 20,240 DN, trong đó cao nhất là mẫu EK2 (20,24 DN). Kết quả này phù hợp với giá trị của các mẫu mật ong thu nhận năm 2022 tại Cư Kuin (17,037 đến 19,807 DN) (Nguyễn Minh Trung *et al.*, 2023) và Ea Kao (17,96 đến 20,00 DN) (Nguyễn Thị Huyền *et al.*, 2022).

Hoạt tính ức chế tyrosinase, enzyme quan trọng điều hòa quá trình tổng hợp sắc tố melanin ở da, phản ánh khả năng ứng dụng trong lĩnh vực mỹ phẩm và thực phẩm của mật ong. Trong đó, khả năng ức chế tyrosinase có thể giúp kiểm soát các rối loạn chuyển hóa sắc tố da. Bảng 3 cho thấy hoạt tính ức chế tyrosinase khác nhau ở các mẫu thu thập được với giá trị IC₅₀ dao động trong khoảng 0,587 đến 0,871 g/mL, tương đương với các mẫu mật thu nhận ở Buôn Đôn, Cư M'gar và Krông Pắc theo báo cáo của Nguyen và đồng tác giả (2024). Trong các mẫu thu thập được, mẫu CK2 và EK2 cho thấy hoạt tính tốt nhất với giá trị IC₅₀ lần lượt là 0,587 và 0,593 g/mL.

Khả năng kháng khuẩn của mật ong

Mật ong có hoạt tính kháng khuẩn mạnh mẽ với nhiều tác dụng khác nhau (Almasaudi, 2021). Khả năng ức chế sinh trưởng các vi khuẩn gram âm (*E. coli*, *P. aeruginosa*) và vi khuẩn gram dương (*S. aureus*) thể hiện qua kích thước vòng kháng khuẩn và giá trị nồng độ ức chế tối thiểu (MIC) ở Bảng 4. Kết quả đánh giá trên đĩa thạch cho thấy, hoạt tính kháng khuẩn khác nhau giữa các mẫu và giữa các nhóm vi khuẩn. Các mẫu thể hiện khả năng ức chế trung bình đối với *E. coli* với kích thước vòng kháng khuẩn dao động từ 6,0 đến 8,0 mm, mạnh nhất là mẫu CK1 (ZOI = 10,0 mm). Hoạt tính tương tự cũng ghi nhận với *S. aureus*. Đáng chú ý, các mẫu thể hiện hoạt tính mạnh đối với *P. aeruginosa* với kích thước vòng kháng khuẩn dao động từ 11,7 đến 15,0 mm, trong đó chủng EK1 thể hiện hoạt tính tốt nhất (ZOI = 15,0 mm). Kết quả này khác với báo cáo của Nguyễn Minh Trung và đồng tác giả (2023) đối với các mẫu ở Cư Kuin năm 2022, không thể hiện hoạt tính ức chế *S. aureus*. Tương tự, các mẫu tại Ea Kao trong nghiên cứu này cũng thể hiện hoạt tính ức chế *E. coli* thấp hơn so với báo cáo của Phạm và đồng tác giả (2022). Sự khác biệt này có thể liên quan đến tính chất mật cũng như thành phần các hoạt chất có khả năng kháng khuẩn.

CÔNG NGHỆ HÓA SINH VÀ PROTEIN

Bảng 4. Khả năng kháng khuẩn của mật ong thu thập tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Buôn Ma Thuột năm 2023

Mẫu mật ong	Kích thước vùng kháng khuẩn (mm)			Nồng độ ức chế tối thiểu (MIC, mg/mL)		
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
CK1	10,0 ^a ± 00,0	14,7 ^{ab} ± 0,6	8,3 ^a ± 0,6	400 ^b ± 0	400 ^b ± 0	25 ^c ± 0
CK2	8,7 ^b ± 0,6	8,2 ^d ± 0,3	6,0 ^c ± 0,0	250 ^d ± 0	300 ^c ± 0	25 ^c ± 0
CK3	6,0 ^e ± 0,0	7,3 ^e ± 0,6	6,0 ^c ± 0,0	350 ^c ± 0	400 ^b ± 0	25 ^c ± 0
EK1	8,0 ^c ± 0,0	15,0 ^a ± 0,0	7,0 ^b ± 0,0	500 ^a ± 0	400 ^b ± 0	50 ^b ± 0
EK2	7,3 ^d ± 0,6	14,2 ^b ± 0,3	6,7 ^b ± 0,6 ^b	350 ^c ± 0	400 ^b ± 0	50 ^b ± 0
EK3	6,0 ^e ± 0,0	11,7 ^c ± 0,6	8,0 ^a ± 0,0	400 ^b ± 0	500 ^a ± 0	400 ^a ± 0

Ghi chú: Giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các chữ số a-f chỉ sự khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).

Khả năng kháng khuẩn trên môi trường lỏng thể hiện qua giá trị MIC cho thấy sự khác biệt trong khả năng ức chế của các mẫu mật ong với các chủng vi khuẩn khác nhau. Cụ thể, khả năng ức chế *E. coli* và *P. aeruginosa* mạnh nhất là mẫu CK2 với giá trị MIC lần lượt là 250 và 300 mg/mL. Đáng chú ý, các mẫu tại Cư Kuin thể hiện hoạt tính ức chế mạnh đối với *S. aureus* (MIC = 25 mg/mL). Kết quả này tương đồng một phần với báo cáo của Nguyễn Minh Trung và đồng tác giả (2023) cho thấy hoạt tính ức chế *S. aureus* của các mẫu mật ong thu nhận tại Cư Kuin năm 2022 trong môi trường lỏng tăng lên rõ rệt và mạnh hơn so với hai chủng vi khuẩn còn lại, trong khi không thể hiện hoạt tính trên đĩa thạch. Các kết quả này cho thấy rằng, dạng phân tán của mật ong trong các điều kiện môi trường khác nhau có thể tác động mạnh đến hoạt tính kháng khuẩn của chúng.

Thành phần các hợp chất phenolic và alkaloid

Thành phần các hợp chất tự nhiên có vai trò quan trọng đối với các hoạt tính sinh học của mật ong (Qadir *et al.*, 2020). Nghiên cứu này đánh giá hàm lượng của 10 phenolic và 01 alkaloid (Trigonelline) trong các mẫu mật ong thu thập (Bảng 5). Kết quả cho thấy, các mẫu mật khác nhau có hàm lượng các hợp chất được phân tích khác nhau. Mẫu CK3 và EK3 có hàm lượng cao đáng chú ý Gallic acid và Chlorogenic acid. Trong đó, mẫu EK3 có hàm lượng Caffein cao nhất trong khi mẫu CK3 hàm lượng Caffein thấp nhất nhưng tập trung Epicatechin gallate cao vượt trội so với các mẫu còn lại ($p < 0,05$). Mẫu EK3 còn chứa Apigetrin, Querectin và Kaempferol với hàm lượng cao. Trong khi đó, mẫu EK2 tập trung hàm lượng cao Trigonelline, Salicylic acid và Quercetin so với các mẫu còn lại. Đáng chú ý, Apigenin chỉ được tìm thấy trong các mẫu CK2, CK3, và EK2 (Bảng 5).

Bảng 5. Hàm lượng hoạt chất trong các mẫu mật ong thu thập tại huyện Cư Kuin và xã Ea Kao, Tp. Buôn Ma Thuột

Mẫu	Hàm lượng các hoạt chất trong mật ong (µg/g mật ong tươi)										
	GA	ChIA	Caf	ECG	Tri	Sal	Apt	Querci	Querce	Kae	Apn
CK1	3,144 ^e ±0,006	8,512 ^f ±0,092	61,357 ^c ±0,064	0,741 ^e ±0,004	5,197 ^f ±0,001	35,503 ^f ±0,171	-	1,236 ^e ±0,014	0,443 ^d ±0,005	4,404 ^d ±0,007	-
CK2	3,295 ^d ±0,004	14,615 ^d ±0,038	88,281 ^b ±0,038	0,680 ^f ±0,008	5,565 ^e ±0,005	63,708 ^d ±0,154	4,343 ^c ±0,005	2,140 ^c ±0,011	0,414 ^e ±0,002	5,366 ^b ±0,006	0,512 ^b ±0,007
CK3	28,148^a ±0,005	24,965^a ±0,038	16,503 ^f ±0,182	2,453^a ±0,012	6,009 ^b ±0,000	39,452 ^e ±0,215	0,098 ^e ±0,003	0,608 ^f ±0,019	0,377 ^f ±0,002	2,673 ^f ±0,008	0,305 ^c ±0,003
EK1	4,947 ^c ±0,005	10,133 ^e ±0,000	50,460 ^d ±0,088	1,623 ^c ±0,030	5,813 ^d ±0,002	75,063 ^b ±0,206	5,491 ^b ±0,043	2,247 ^b ±0,016	0,657 ^c ±0,002	5,066 ^c ±0,055	-
EK2	4,947 ^c ±0,005	17,352 ^c ±0,052	37,282 ^e ±0,117	1,477 ^d ±0,023	6,044^a ±0,004	110,61^a ±0,181	2,801 ^d ±0,035	3,237^a ±0,012	0,696 ^b ±0,002	3,665 ^e ±0,006	0,590 ^a ±0,002
EK3	26,280 ^b ±0,003	22,828 ^b ±0,037	109,50^a ±0,654	1,696 ^b ±0,019	5,993 ^c ±0,001	68,05 ^c ±0,209	71,51^a ±0,043	1,518 ^d ±0,01	0,799^a ±0,011	6,532^a ±0,006	-

Ghi chú: Giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn. Các chữ số a-f chỉ sự khác nhau có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$). GA: Gallic acid; ChIA: Chlorogenic acid; Caf: Caffeine; ECG: epicatechin gallate; Tri: Trigonelline; Sal: salicylic acid; Apt: apigetrin; Querci: quercitrin; Querce: querectin; Kae: kaempferol; Apn: apigenin.

Để dàng nhận thấy rằng, tỷ lệ thành phần các hợp chất được phân tích là khác nhau đáng kể giữa các mẫu mật ong khác nhau. Hàm lượng các hợp chất thường được tìm thấy trong mật ong hoa cà phê như Chlorogenic acid, Caffeine, Salicylic acid, hay Apigetrin có sự khác nhau đáng kể giữa các mẫu mật ong (Bảng 5). Những sự khác biệt này có thể đã dẫn đến sự khác nhau về các hoạt tính sinh học của các mẫu mật ong thu thập được. Vị trí địa lý và nguồn hoa có thể tác động đến hàm lượng các hợp chất trong các mẫu mật ong (Cheung *et al.*, 2019). Hàm lượng cao các hợp chất như caffeine và salicylic acid có thể đóng vai trò là chỉ thị sinh học nhận diện và đánh giá

chất lượng của mật ong hoa cà phê. Hàm lượng cao hai hợp chất này trong các mẫu mật ong thu thập được khá tương đồng với báo cáo của Phạm và đồng tác giả (2022). Tuy nhiên, sự khác biệt về tỷ lệ thành phần các hợp chất này cần được đánh giá trong mối liên hệ với hoạt tính sinh học và chỉ tiêu chất lượng mật để đưa ra các dẫn liệu khoa học quan trọng để nhận diện mật ong hoa cà phê tại Buôn Ma Thuột.

Tương quan giữa thành phần hợp chất và hoạt tính sinh học của mật ong hoa cà phê

Mối tương quan giữa thành phần hợp chất và hoạt tính sinh học của mật ong hoa cà phê tại Ea Kao thể hiện ở Bảng 6. Mối tương quan thuận (+1) và tương quan nghịch (-1) thể hiện thông qua hệ số tương quan Pearson, giá trị r. Mối liên hệ chặt chẽ giữa hàm lượng acid tổng số và giá trị pH của mật ($r = -0,94, p < 0,001$) cho thấy tính acid của mật do thành phần các acid hữu cơ quyết định. Hàm lượng đường khử có tương quan cao với chỉ số diastase ($r \geq 0,77, p < 0,001$) cho thấy hoạt tính diastase có vai trò quan trọng đối với hàm lượng đường khử trong mật. Chỉ số HMF có liên quan nhất định với các hoạt tính chống oxy hóa (r dao động từ -0,50 đến -0,74), hoạt tính diastase ($r = -0,91$), hàm lượng polyphenol tổng số ($r = -0,91$) và một số phenolic acid như salicylic acid ($r = -0,82$), quercitrin ($r = -0,67$), trigonellin ($r = -0,66$), apigenin ($r = -0,52$) cho thấy các hoạt tính và thành phần hoạt chất này có thể giúp duy trì độ tươi của mật ong.

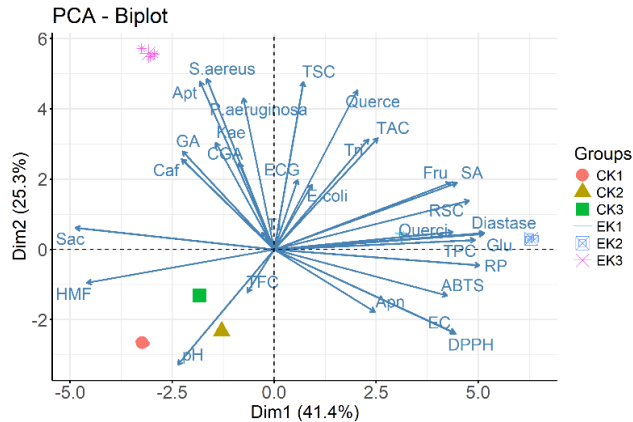
Bảng 6. Hệ số tương quan giữa các tính chất hóa lý, hoạt tính sinh học, và thành phần hợp chất của các mẫu mật ong

Ghi chú: EC: Độ dẫn điện; TAC: Hàm lượng acid tổng số; TSC: Hàm lượng đường tổng; RSC: Hàm lượng đường khử tổng; Glu: Glucose; Fru: Fructose; Sac: Saccharose; TPC, TFC lần lượt là hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số; DPPH và ABTS: hoạt tính dập tắt gốc tự do DPPH và ABTS tương ứng; TI: Ức chế Tyrosinase; E.coli, P.aeruginosa, S.aureus là giá trị MIC lần lượt của các chủng vi khuẩn này;; GA: Gallic acid; ChIA: Chlorogenic acid; Caf: Caffeine; ECG: epicatechin gallate; Tri: Trigonellin; Sal: salicylic acid; Apt: apigenin; Querci: quercitrin; Querce: querectin; Kae: kaempferol; Apn: apigenin; $p > 0,05$ (.), $p < 0,05$ (*), $p < 0,01$ (**), $p < 0,001$ (***)

Hoạt tính chống oxy hóa liên quan chặt chẽ với hàm lượng polyphenol tổng số ($r \geq 0,63, p < 0,001$), và liên quan mật thiết với salicylic acid ($r = 0,57-0,79, p < 0,05$) và quercitrin ($r = 0,72-0,83, p < 0,001$). Kết quả này tương tự với báo cáo của Nguyễn Minh Trung và đồng tác giả (2023) cho thấy salicylic acid và quercitrin là hai trong số những nhóm chất có liên hệ chặt chẽ với khả năng chống oxy hóa của các mẫu mật ong thu thập tại Cư Kuin năm 2022. Mối liên hệ chặt chẽ giữa khả năng trung hòa ABTS, DPPH và năng lực khử cho thấy các mẫu mật ong thu nhận năm 2023 thể hiện các khả năng chống oxy hóa đa dạng theo các cơ chế khác nhau. Mối tương quan nghịch chặt chẽ giữa apigenin với khả năng ức chế sinh trưởng của E. coli ($r = -0,77, p < 0,0001$), P. aeruginosa ($r = -0,59, p < 0,001$) trong khi thể hiện mối liên hệ ở mức độ vừa phải đối với S. aureus ($r = -0,42, p < 0,05$) cho thấy hợp chất này có thể liên quan đến khả năng ức chế sinh trưởng của các vi khuẩn này.

Sự khác biệt giữa các mẫu mật ong dựa trên phân tích thành phần chính (PCA)

Phân tích thành phần chính có thể giúp đánh giá mức độ khác biệt giữa các mẫu mật ong dựa trên các tính chất hóa lý, hoạt tính sinh học cũng như thành phần các hoạt chất. Hình 1 cho thấy tổng mức độ biến động dữ liệu là 66,7%, trong đó Dim1 mô tả 41,4% và Dim2 mô tả 25,3%. Sự phân bố dữ liệu cho thấy sự khác biệt của các mẫu mật về các chỉ tiêu được phân tích ở các vùng dữ liệu khác nhau. Các mẫu mật ong thu nhập tại Cư Kuin có tính tương đồng nhất định khi tập trung ở vùng âm của Dim1 và Dim2. Trong khi đó, các mẫu mật ong thu nhận tại Ea Kao có sự khác biệt lớn hơn, với mẫu EK1 và EK2 tách biệt trong vùng dương của Dim1 và Dim2, trong khi EK3 tách biệt rõ về phân vùng âm Dim1 và dương của Dim2.



Hình 1. PCA-Biplot mô tả mức độ khác biệt về tính chất giữa các mẫu mật ong dựa trên các thông số về tính chất hóa lý, hoạt tính sinh học, và thành phần hợp chất

Ghi chú: EC: Độ dẫn điện; TAC: Hàm lượng acid tổng số; TSC: Hàm lượng đường tổng; RSC: Hàm lượng đường khử tổng; Glu: Glucose; Fru: Fructose; Sac: Saccharose; TPC, TFC lần lượt là hàm lượng polyphenol và flavonoid tổng số; DPPH và ABTS: hoạt tính dập tắt gốc tự do DPPH và ABTS tương ứng; TI: Ức chế Tyrosinase; E.coli, P.aeruginosa, S.aureus là giá trị MIC lần lượt của các chủng vi khuẩn này;; GA: Gallic acid; ChIA: Chlorogenic acid; Caf: Caffeine; ECG: epicatechin gallate; Tri: Trigonellin ; Sal: salicylic acid; Apt: apigenin; Querci: quercitrin; Querce: quercetin; Kae: kaempferol; Apn: apigenin.

Sự khác biệt thuộc tính giữa các mẫu được mô tả trên sự phân bố của các điểm mô tả các chỉ tiêu được phân tích. Kết quả cho thấy, mẫu EK1, EK2 tập trung chủ yếu các hợp chất polyphenol với năng lực khử tốt cùng với khả năng dập tắt gốc tự do ABTS. Sự tập trung cao các chỉ tiêu đường khử, chỉ số diastase ngược chiều với saccharose và HMF cho thấy mối liên hệ mật thiết giữa các yếu tố này đối với chất lượng mật của mẫu EK1 và EK2 nổi bật hơn so với các mẫu còn lại. Ngoài ra, Salicylic acid và Quercitrin có mối liên quan chặt chẽ với các yếu tố nêu trên. Ngược lại, các mẫu thu thập tại Cư Kuin năm 2023 không có thấy mức độ tập trung cao các hợp chất có hoạt tính sinh học, tuy nhiên lại cho thấy mối liên quan đến khả năng ức chế E. coli tốt hơn. Điều này có thể liên quan đến tỷ lệ flavonoid tổng số của các mẫu này tốt hơn so với các mẫu tại Ea Kao. Đáng chú ý, apigenin thể hiện mối liên hệ chặt chẽ với hoạt tính chống oxy hóa và ức chế P.aeruginosa và S.aureus, cho thấy sự có mặt của apigenin có thể giúp ổn định và duy trì các hoạt tính nêu trên ở các mẫu CK2, CK3, và EK2. Mặt khác, mẫu EK3 tương đồng với các mẫu thu thập tại Cư Kuin về hàm lượng Saccharose, do đó, tuy tập trung một số hợp chất như apigenin, gallic acid, caffeine và chlorogenic acid nhưng không thể hiện các hoạt tính sinh học vượt trội hơn các mẫu còn lại. Điều này cho thấy, sự gia tăng hàm lượng saccharose trong các mẫu có thể đã tác động đến các hoạt tính sinh học cũng như các chỉ tiêu chất lượng mật ong hoa cà phê.

KẾT LUẬN

Các mẫu mật ong thu thập tại Cư Kuin và Ea Kao, Buôn Ma Thuật năm 2023 có các chỉ tiêu chất lượng đạt chuẩn, hoạt tính chống oxy hóa cao và hàm lượng cao các hợp chất đóng vai trò là chỉ thị sinh học. Hàm lượng cao saccharose trong các mẫu mật ong có thể dẫn đến sự suy giảm các chỉ tiêu chất lượng mật ong cũng như khả năng chống oxy hóa. Salicylic acid và quercetrin liên quan đến sự ổn định chỉ số diastase của mật ong trong khi apigenin là thành phần kháng khuẩn và duy trì sự ổn định của khả năng chống oxy hóa. Nghiên cứu tiếp theo cần đánh giá thêm tác động của các nhân tố thổ nhưỡng và khí hậu, chất lượng mật hoa đến các chỉ tiêu chất lượng của mật ong hoa cà phê, từ đó cung cấp thêm dữ liệu nhằm kiểm soát chất lượng mật qua từng mùa hoa.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ Đắk Lắk đã hỗ trợ về kinh phí thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ của Sở; Nghiên cứu một số đặc điểm hóa lý, cảm quan và hoạt tính sinh học của mật ong hoa cà phê làm cơ sở xây dựng thương hiệu mật ong hoa cà phê Đắk Lắk.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Almasaudi S (2021). The antibacterial activities of honey. *Saudi J Biol Sci*, 28(4): 2188-2196.
- Cheung Y, Meenu M, Yu X, Xu B (2019). Phenolic acids and flavonoids profiles of commercial honey from different floral sources and geographic sources. *Int J Food Prop*, 22(1): 290-308.
- Cianciosi D, Forbes-Hernández TY, Afrin S, Gasparri M, Reboledo-Rodríguez P, Manna PP, Zhang J, Bravo Lamas L, Martínez Flórez S, Agudo Toyos P, Quiles JL, Giampieri F, Battino M (2018). Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review. *Molecules*, 23(9).
- Commission CA (2001). Draft revised standard for honey (at step 10 of the codex procedure). *Codex Alimentarius Commission, FAO: Rome, Italy*, 25: 19-26.
- Gašić UM, Milojković-Opsenica DM and Tešić ŽL (2017). Polyphenols as possible markers of botanical origin of honey. *J AOAC Int*, 100(4): 852-861.

- Machado De-Melo AA, Almeida-Muradian L, Sancho MT, Maté AP. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *J Apic Sci*, 57(1): 5-37.
- Nguyễn Minh Trung, Bùi Thị Bích Huyền, Mai Quốc Quân, Nguyễn Thị Huyền, Đoàn Mạnh Dũng, Nguyễn Quang Vinh (2023). Thành phần các hợp chất phenolic, hoạt tính kháng oxy hóa và kháng khuẩn của mật ong hoa cà phê thu thập tại Cư Kuin, Đắk Lắk. *Kỷ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc 2023*. 455-461.
- Nguyen QV, Nguyen MT, Thi BHB, Mai QQ, Doan MD, Nguyen TH, Nguyen PV, Pham TN, Le TM (2024). Physicochemical Characterization, Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activities of Coffea Robusta Monofloral Honey from Dak Lak Province, Vietnam. *Chem Biodivers*, 21(6): e202400379.
- Nguyễn Thị Huyền, Bùi Thị Bích Huyền, Nguyễn Minh Trung, Đoàn Mạnh Dũng, Nguyễn Quang Vinh (2022). Thành phần hóa lý và hoạt tính kháng oxy hóa của mật ong hoa cà phê ở một số cơ sở nuôi ong tại huyện Cư M'gar và thành phố Buôn Ma Thuột, Đắk Lắk. *Kỷ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc 2022*. 696-702.
- Pham TN, Nguyen TV, Le DT, Diep LMN, Nguyen KN, To THN, Le TH, Nguyen QV (2022). Phenolic Profiles, Antioxidant, Antibacterial Activities and Nutritional Value of Vietnamese Honey from Different Botanical and Geographical Sources. *AgriEngineering*, 4(4): 1116-1138.
- Qadir J, Wani JA, Ali S, Yatoo AM (2020) Health Benefits of Phenolic Compounds in Honey: An Essay. In: Rehman MU and Majid S (eds) *Therapeutic Applications of Honey and its Phytochemicals: Vol.1*. Singapore: Springer Singapore, pp.361-388.
- Samarghandian S, Farkhondeh T and Samini F (2017). Honey and health: A review of recent clinical research. *Pharmacognosy Res*, 9(2): 121.
- Sở Công Thương Đắk Lắk (2022). Thị trường ong mật Đắk Lắk cần hướng đi mới trong thời gian tới. Epub ahead of print 26/03/2022 08:06. Ngày truy cập 26/06/2024 09:30

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, BIOLOGICAL ACTIVITIES AND BIOACTIVE COMPONENTS OF COFFEE FLOWER HONEY COLLECTED IN CU KUIN DISTRICT AND EA KAO COMMUNE, BUON MA THUOT CITY IN 2023

Nguyen Minh Trung², Bui Thi Bich Huyen¹, Mai Quoc Quan¹, Nguyen Thi Huyen¹, Doan Manh Dung¹, Nguyen Quang Vinh^{1*}

¹Institute of Biotechnology and Environment, Tay Nguyen University

²Faculty of Natural Science and Technology, Tay Nguyen University

SUMMARY

This study investigated the relationship between the physicochemical parameters, biological activities, and active ingredients of coffee flower honey collected from the Cu Kuin district and Ea Kao commune, Buon Ma Thuot, Dak Lak province, in 2023. The results demonstrated that the honey meets international quality standards (Codex Alimentarius), with a dry matter content of at least 77%, total acid content less than 14 meq/kg, pH below 5, HMF less than 55 mg/kg, and a diastase index ranging from 16,087 to 20,240 DN. The total polyphenol content (TPC) ranged from 46,451 to 75,720 mg GAE/100 g, and the total flavonoid content (TFC) varied from 1,855 to 8,792 mg QE/100 g. The antioxidant capacity exceeded that of samples collected in 2022, with DPPH free radical neutralizing values between 13,429 and 33,412 mg TE/100 g and ABTS values from 180,574 to 254,515 mg TE/100 g. The honey samples exhibited strong antibacterial properties, with minimum inhibitory concentration values ranging from 250 to 500 mg/mL for *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* and 25 to 400 mg/mL for *Staphylococcus aureus*. Additionally, the tyrosinase inhibition was noteworthy, with IC₅₀ values between 0.587 g/mL and 0.871 g/mL. Significant levels of phenolic compounds and alkaloids, including salicylic acid and quercitrin, were present in all samples, contributing to maintaining diastase activity and a low HMF index. These compounds are closely associated with the honey's antibacterial and antioxidant activities, which can be diminished by increased sucrose content in samples.

Keywords: Polyphenol and flavonoid, antioxidant, antibacterial, coffee flower honey, principal component analysis (PCA).

* Author for correspondence: Tel: 948337164; Email: nqvinh@ttn.edu.vn