

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ SẤY TỚI CÁC HOẠT CHẤT SINH HỌC CỦA BỘT LÁ CHUỐI TIÊU (*Musa acuminata* AAA)

Hà Thị Dung^{1,*}, Cao Thị Huệ², Trần Thị Quỳnh Trang¹,
Trần Ý Đoan Trang³, Phạm Văn Phương¹, Mạc Thế Vinh¹, Đỗ Thị Hạnh¹

¹ Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

² Khoa Hóa và Môi Trường, Trường Đại học Thủy Lợi

³ Viện Hauli, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

* Email: dunght1@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Lá chuối tiêu là nguyên liệu phổ biến và có sẵn ở Việt Nam, được ứng dụng rộng rãi trong thực phẩm như gói bánh, gói giò, chả. Mặc dù, ở Việt Nam phần lớn lá chuối thường được đốt bỏ sau khi thu hoạch, nhưng lá chuối tiêu đã được chứng minh có khả năng chống oxy hóa, giàu các hoạt chất sinh học. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới hoạt tính chống oxy hóa, cũng như hàm lượng các hoạt chất sinh học như: Polyphenol, flavonoid và tannin có trong lá chuối tiêu. Lá chuối tiêu sau khi thu hái được phơi nắng và sấy đối lưu trong tủ sấy ở nhiệt độ ($40 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 1^\circ\text{C}$). Bột lá thu được được đo độ ẩm, màu sắc, hàm lượng polyphenol, flavonoid, tannin, năng lực khử sắt và khả năng quét gốc tự do DPPH. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sấy bằng phương pháp sấy đối lưu ở 50°C cho kết quả độ ẩm, màu sắc tốt hơn so với phương pháp phơi nắng truyền thống. Bên cạnh đó, hàm lượng polyphenol, flavonoid, tannin, năng lực khử sắt và khả năng quét gốc tự do DPPH cao nhất cũng được tìm thấy ở mẫu sấy 50°C . Từ phép phân tích tương quan Pearson cho thấy, hàm lượng các hoạt chất sinh học trong lá chuối tiêu càng cao, khả năng chống oxy hóa của chúng càng tốt.

Từ khóa: Lá chuối tiêu, chế độ sấy, hoạt chất sinh học, năng lực khử sắt, khả năng quét gốc tự do DPPH.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chuối là một loại cây ăn quả nhiệt đới, thuộc bộ Zingiberales, họ Musaceae, chi *Musa*. Theo số liệu của Tổ chức Lương thực thế giới (FAO), chuối được trồng phổ biến ở các nước vùng nhiệt đới, trong đó vùng chuối tập trung nhiều nhất phải kể tới như: Châu Á, Nam Mỹ và châu Phi [1]. *Musa acuminata* AAA với tên tiếng Việt là chuối tiêu, là loài chuối được trồng phổ biến nhất trên thế giới. Theo thống kê, diện tích trồng chuối, chủ yếu là chuối tiêu ở Việt Nam chiếm 19% tổng diện tích cây ăn trái, cho sản lượng khoảng 1,4 triệu tấn/năm [2]. Ước tính mỗi tấn chuối được trồng, thu được khoảng 100 kg quả và 4 tấn phụ phẩm của chuối, trong đó có 480 kg lá chuối [3]. Điều này cho thấy,

lượng lá chuối sau thu hoạch gấp 4,8 lần so với lượng quả chuối thu hoạch được.

Lá chuối lành tính, không có độc và đặc biệt khi nấu sẽ tạo ra hương thơm rất đặc trưng nên ở Việt Nam được thường sử dụng để gói một số loại bánh truyền thống, bao gói thực phẩm. Trong một số năm gần đây, tại Việt Nam lá chuối được nghiên cứu ứng dụng để chế tạo khẩu trang phân hủy sinh học [4], dịch lá chuối được chứng minh có hiệu quả trong việc xử lý sâu tơ [5]. Bên cạnh đó, Rompies và cs (2021) đã nghiên cứu thành công sản phẩm probiotic từ hoa chuối và lá chuối và chứng minh rằng sản phẩm có hoạt tính chống oxy hóa cao, kháng viêm, giúp tăng cường hệ miễn dịch, phòng chống SARS-CoV-2 [6]. Điều này cho

thấy, lá chuối là nguồn nguyên liệu an toàn và có tiềm năng ứng dụng cao trong nhiều lĩnh vực. Mặc dù, phần lớn các lá chuối sau khi thu hoạch chuối thường được đốt bỏ, gây ảnh hưởng tới môi trường xung quanh, nhưng nhiều nghiên cứu trên thế giới chỉ ra rằng trong lá chuối có chứa đa dạng các hợp chất có hoạt tính sinh học như: Polyphenol, flavonoid [7], tannin [8], được báo cáo là có hoạt tính chống oxy hóa tốt, có khả năng chống ung thư [7], chống lão hóa [9] và có khả năng điều hòa đường huyết [10].

Nhằm mở rộng tiềm năng ứng dụng của lá chuối, việc nghiên cứu xử lý lá chuối là cần thiết, giúp mở rộng ứng dụng, nâng cao giá trị của phụ phẩm, đồng thời giúp phần giảm thiểu tác động tới môi trường xung quanh. Sấy khô nông sản là một trong những phương pháp thông dụng sử dụng ảnh hưởng của nhiệt độ, làm giảm độ ẩm của nguyên liệu, giúp ức chế sự phát triển của vi sinh vật, kéo dài thời gian sử dụng [11]. Đồng thời, sấy cũng làm giảm trọng lượng và thể tích của nguyên liệu, do đó giảm chi phí lưu trữ và vận chuyển [12]. Ngoài ra, sấy có thể thay đổi cấu trúc vi mô của mô thực vật, giúp dung môi dễ dàng thẩm thấu và tăng hiệu suất chiết xuất [13]. Tuy nhiên, những hợp chất có hoạt tính sinh học cao như polyphenol, flavonoid trong thực vật, cũng như khả năng chống oxy hóa của chúng được chứng minh bị giảm nhiều bởi nhiệt trong quá trình sấy [14, 15]. Mặt khác, số lượng nghiên cứu về đánh giá hoạt tính sinh học của các phụ phẩm nông nghiệp, đặc biệt là lá chuối, còn rất hạn chế. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của chế độ sấy đến hàm lượng polyphenol, flavonoid, tannin và hoạt tính chống oxy hóa của nguyên liệu lá chuối tiêu được trồng và thu hoạch tại Việt Nam. Kết quả của nghiên cứu này có thể cung cấp thêm dữ liệu khoa học giúp phát triển và mở rộng các ứng dụng tiềm năng của lá chuối tiêu ở những nghiên cứu tiếp theo.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên vật liệu

Nghiên cứu sử dụng lá chuối tiêu loại bánh tẻ được thu hoạch trước khi trở buồng tại vựa chuối ở huyện Phú Xuyên, thành phố Hà Nội vào tháng 7 năm 2023.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Nguyên liệu sau khi được thu về, loại bỏ cuống, lá già, héo úa, sâu, bệnh, rửa sạch, cắt nhỏ, xếp thành các lớp dày 0,5 cm và sấy khô với thời gian sấy 36 ± 1 giờ, sử dụng tủ sấy thực phẩm Đức Việt DV-91-16 (công suất sấy 1.500 W, dải nhiệt độ sấy $35 \sim 90^\circ\text{C}$) ở các chế độ sấy khác nhau ($40 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 1^\circ\text{C}$ hoặc phơi nắng trong vòng 72 giờ với thời gian 12 giờ/ngày và nhiệt độ trung bình vào mùa hè là 35°C) tới độ ẩm 4 - 8%. Sau khi nguyên liệu khô tiếp tục được nghiền mịn và đóng hộp kín bảo quản ở điều kiện nhiệt độ phòng tại nơi thoáng mát trong vòng 6 tháng, tránh ánh nắng trực tiếp.

2.2.2. Phương pháp phân tích

- *Phương pháp thu cao chiết*: Nghiên cứu tiến hành tạo các cao chiết với ethanol 95% theo phương pháp mô tả bởi Hue và cs (2022) [16]. Lá chuối tiêu sau khi sấy khô được nghiền mịn và chiết với ethanol 95% với thể tích ethanol gấp 3 lần so với nguyên liệu, kết hợp với siêu âm ở 50°C . Sau đó lọc để loại bỏ cặn. Quá trình trích ly được thực hiện 3 lần, sau đó toàn bộ dịch chiết được thu gom và cô quay bằng thiết bị cô quay Buchi (Thụy Sĩ). Cao chiết thu được bảo quản trong tủ lạnh trong vòng 24 giờ ngày cho các nghiên cứu tiếp theo.

- *Phương pháp xác định độ ẩm*: Độ ẩm của nguyên liệu tươi và nguyên liệu sau khi sấy khô được xác định bằng phương pháp sấy khô tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C [17].

- *Phương pháp xác định hàm lượng polyphenol và flavonoid*: Phương pháp định lượng polyphenol được thực hiện trong cao chiết ethanol của lá

chuối tiêu sử dụng thuốc thử Folin-Ciocalteu được mô tả bởi Yadav và Agarwala (2011) [18]. Cụ thể, 1 mL dung dịch cao chiết mẫu nồng độ 1 mg/mL cho phản ứng với 2,5 mL thuốc thử Folin-Ciocalteu 10% trong 5 phút; sau đó, thêm tiếp vào 2 mL dung dịch Na_2CO_3 2%. Sau 45 phút phản ứng ở nhiệt độ phòng, độ hấp thụ được xác định bằng máy đo quang phổ Genesys 10S UV-VIS Spectrometer (Thermo Scientific, USA) ở bước sóng 765 nm. Axit gallic được sử dụng để xây dựng đường chuẩn. Hàm lượng polyphenol tổng số trong mẫu được biểu thị bằng giá trị axit gallic đương lượng (GAE) hay mg GAE/g chất khô.

Flavonoid trong cao chiết ethanol của lá chuối tiêu được định lượng bằng phương pháp độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ được mô tả bởi Aiyegoro và Okoh (2010) [19]. Sau 5 phút phản ứng của 0,5 mL dung dịch chiết mẫu nồng độ 1 mg/mL vào 1,5 mL MeOH, thêm tiếp 0,1 mL AlCl_3 10% và để phản ứng trong 6 phút. Cuối cùng, hỗn hợp được thêm vào 0,1 mL CH_3COOK 1M và 2,8 mL nước cất, lắc đều rồi để ổn định ở nhiệt độ phòng trong 45 phút. Giá trị mật độ quang (OD) của mẫu được đo ở bước sóng 415 nm sử dụng thiết bị Genesys 10S UV-VIS Spectrometer (Thermo Scientific, USA). Quercetin được sử dụng làm chất chuẩn. Hàm lượng flavonoid trong mẫu được biểu thị bằng giá trị quercetin đương lượng (QE) hay mg QE/g chất khô.

- *Phương pháp định lượng tannin:* Hàm lượng tannin trong lá chuối tiêu được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với dung dịch KMnO_4 0,1N và chỉ thị màu là dung dịch indigo – carmin được mô tả trong phương pháp AOAC (1980) [20]. Sau khi chuẩn độ dung dịch chuyển từ màu xanh sang màu vàng với màu hồng nhạt ở viền. Nồng độ tanin được ước tính bằng cách sử dụng mối quan hệ sau: 1 ml dung dịch KMnO_4 = 0,595 ml axit oxalic 0,1N và 1 ml axit oxalic 0,1N = 0,0042 g tannin.

- *Phương pháp đánh giá năng lực khử:* Năng lực khử của mẫu được xác định theo phương pháp được mô tả bởi Fejes và cs (2000) [21]. Cụ thể, trộn đều 1 ml dịch chiết mẫu được trộn với 2,5 mL dung dịch đệm phosphate (0,2 M, pH 6,6) và 2,5 mL kali ferricyanide [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] (1%). Sau 20 phút ủ ở nhiệt độ 50°C, tiếp tục bổ sung 2,5 mL axit trichloroacetic (10%) vào hỗn hợp và ly tâm ở 6.000 vòng/phút (Z206A, Hermle, Đức) trong 10 phút. Dung dịch lớp trên cùng (2,5 mL) được trộn với nước cất (2,5 mL) và FeCl_3 (0,5 mL, 0,1%) và độ hấp thụ được đo ở 700 nm. Mẫu trắng được chuẩn bị tương tự, sử dụng nước cất thay cho dung dịch chiết của mẫu. Độ hấp thụ càng cao cho thấy khả năng khử của mẫu càng mạnh.

- *Phương pháp đánh giá khả năng quét gốc tự do DPPH:* Đánh giá khả năng quét gốc tự do của lá chuối tiêu nguyên liệu và trong trà thành phẩm sử dụng DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) được mô tả bởi Okawa và cs (2001) [22]. Trộn đều 1,5 ml dung dịch DPPH (0,1 nM pha trong ethanol) với 1,5 ml cao chiết mẫu. Độ hấp thụ của mẫu được đo sau 30 phút ủ mẫu ở nhiệt độ thường với DPPH tại 517 nm sử dụng máy đo quang phổ Genesys 10S UV-VIS Spectrometer (Thermo Scientific, USA). Khả năng quét gốc tự do DPPH (I%) của mẫu được tính theo công thức sau:

$$I\% = \frac{Ac - As}{Ac} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: Ac, As là độ hấp thụ của mẫu trắng và mẫu thực nghiệm tương ứng. Axit ascorbic được sử dụng làm đối chứng dương.

- *Phương pháp đo màu:* Màu của bột lá chuối tiêu và nước trà thành phẩm được đo sử dụng hệ màu không gian CIE Lab* sử dụng máy đo màu cầm tay NR-12A (Nippon Denshoku, Nhật Bản). Với giá trị độ sáng L^* có từ 0 - 100, với 2 phần không gian còn lại là giá trị a^* (từ xanh lục đến đỏ) và b^* (từ xanh dương đến vàng).

- *Phương pháp xử lý số liệu:* Mỗi thí nghiệm trong nghiên cứu đều làm lặp lại 3 lần. Số liệu

được xử lý sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2021 và Prism 9 và phép thống kê ANOVA 2 chiều, Turkey's test.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến độ ẩm và màu sắc của bột lá chuối tiêu

Độ ẩm ban đầu của lá chuối tiêu tươi là 71,33%, sau thời gian sấy áp dụng các phương pháp sấy đối lưu trong tủ sấy và phơi nắng tự nhiên độ ẩm sản phẩm sau sấy đều đạt xuống dưới 10% (Bảng 1).

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới màu sắc của bột lá chuối tiêu

Nhiệt độ sấy	Độ ẩm, %	Màu sắc		
		Độ sáng L*	Độ màu a*	Độ màu b*
40 ± 1°C	6,11 ± 0,48 ^a	43,80 ± 1,58 ^a	-2,20 ± 0,37 ^a	28,86 ± 0,80 ^a
50 ± 1°C	4,48 ± 0,24 ^a	42,31 ± 0,71 ^a	-4,40 ± 0,53 ^a	30,34 ± 0,98 ^a
60 ± 1°C	4,12 ± 0,16 ^a	38,93 ± 2,34 ^a	-3,25 ± 0,45 ^a	28,02 ± 0,67 ^a
Phơi nắng	7,54 ± 0,84 ^b	20,26 ± 0,96 ^b	8,72 ± 0,62 ^b	22,61 ± 0,88 ^b

Ghi chú: Giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa (p < 0,05).

Sau khi phơi nắng màu của bột lá thu được không còn giữ màu xanh vốn có của lá tươi, bột thu được có màu ngả nâu. Với kết quả đo màu hệ CIE Lab* cho thấy, giá trị a* (xanh lục – đỏ) đạt giá trị 8,72 và giá trị b* (xanh dương – vàng) đạt 22,61, giá trị L* (độ sáng) thấp, khoảng 20,26 nên mẫu có màu nâu sậm và có sự khác biệt lớn khi so sánh với các mẫu bột thu bằng phương pháp sấy đối lưu (p < 0,05). Trong khi đó với phương pháp sấy đối lưu sử dụng tác nhân sấy là không khí nóng đã rút ngắn thời gian sấy, màu sắc của bột lá thu được sáng hơn với giá trị L* nằm trong khoảng từ 38 - 44, cũng như vẫn giữ được màu xanh chlorophin của lá với giá trị a* trong khoảng -2,20 tới -4,40. Tuy nhiên, màu xanh của bột lá có ánh vàng với giá trị b* lớn trong khoảng 28 - 30.

Sự biến đổi màu xanh của lá được giải thích do trong quá trình sấy, các phân tử magie liên kết

Đây là ngưỡng độ ẩm an toàn đối với nguyên liệu thực vật giúp ngăn chặn ảnh hưởng của vi sinh vật tới chất lượng nguyên liệu [23]. Với độ giảm ẩm đáng kể từ lá tươi sang lá khô với giá trị p < 0,05 chứng tỏ cả 2 phương pháp sấy đều có hiệu quả tốt trong việc làm giảm độ ẩm của sản phẩm. Tuy nhiên, màu sắc có sự thay đổi đáng kể (p < 0,05), đặc biệt khi so sánh kết quả đo màu của các bột lá thu được ở các điều kiện sấy khác nhau (Bảng 1).

giữa chất diệp lục a và diệp lục b chuyển đổi thành pheophytin và pyropheophytin [24, 25]. Do đó, màu xanh của lá giảm khi nhiệt độ sấy cao hơn trong phạm vi nghiên cứu này. Về mặt trực quan, màu xanh đậm của lá cây được chuyển sang màu xanh vàng do quá trình phân hủy diệp lục, quá trình này được đẩy nhanh ở nhiệt độ cao hơn.

Vì vậy, so với phơi nắng, phương pháp sấy đối lưu sử dụng luồng không khí nóng ở nhiệt độ 40 - 60°C có nhiều ưu điểm hơn, một mặt giúp rút ngắn thời gian sấy, mặt khác giúp bột lá thu được có màu sắc sáng và bắt mắt hơn.

3.2. Ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến các hoạt chất sinh học của bột lá chuối tiêu

Kết quả đánh giá hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học cao còn lại trong nguyên liệu sau quá trình sấy được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới hoạt chất sinh học của bột lá chuối tiêu

Nhiệt độ sấy	Polyphenol, mg GAE/g CK	Flavonoid, mg QE/g CK	Tannin, mg/100 g CK
40 ± 1°C	79,04 ± 4,60 ^b	11,60 ± 0,75 ^b	6,01 ± 2,60 ^b
50 ± 1°C	109,99 ± 1,57 ^c	15,63 ± 0,82 ^c	10,30 ± 1,62 ^c
60 ± 1°C	57,71 ± 3,09 ^a	8,23 ± 0,85 ^a	5,97 ± 1,48 ^b
Phơi nắng	80,55 ± 6,83 ^b	10,96 ± 1,73 ^b	10,25 ± 2,56 ^c

Ghi chú: Giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ($p < 0,05$).

Từ kết quả thực nghiệm thu được cho thấy, hàm lượng polyphenol của lá chuối nằm trong khoảng từ $57,7 \pm 3,1$ mgGAE/g tới $110,0 \pm 1,6$ mgGAE/g tương tự với hàm lượng polyphenol của lá trà đen [26] và lá olive khô [27]. Bên cạnh đó, dễ dàng nhận thấy, nhiệt độ càng thấp thì hàm lượng các hoạt chất sinh học được giữ lại càng cao. Hàm lượng polyphenol, flavonoid và tannin cao nhất ở chế độ sấy đối lưu ở 50°C. Cụ thể, hàm lượng polyphenol của lá chuối tiêu khi sấy ở 50°C cao xấp xỉ gấp 2 lần so với nồng độ các chất này trong lá chuối tiêu khi sấy ở 60°C. Đặc biệt, hàm lượng flavonoid ở 50°C có sự khác biệt có ý nghĩa khi so sánh với các chế độ sấy còn lại ($p < 0,05$). Nếu tiếp tục tăng nhiệt độ sấy lên 60°C hàm lượng polyphenol, flavonoid và tannin đều giảm có ý nghĩa ($p < 0,05$) khi so sánh với các chế độ sấy ở 40°C, 50°C và phơi nắng. Sấy ở 50°C cũng đã được chứng minh là nhiệt độ sấy bảo toàn được chất lượng của các loại dược liệu tốt nhất theo kết quả nghiên cứu của Shaw và cs (2006) [28].

3.3. Ảnh hưởng nhiệt độ sấy đến hoạt tính chống oxy hóa của bột lá chuối tiêu

Từ kết quả thu được nhận thấy, giá trị OD tại bước sóng 700 nm của các mẫu dao động trong khoảng 0,52 - 0,73 và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các giá trị thể hiện năng lực khử của các mẫu dịch chiết. Các giá trị này

khác biệt đáng kể so với giá trị thu được từ mẫu đối chứng dương (vitamin C). Điều này cho thấy, chế độ sấy ảnh hưởng có ý nghĩa tới năng lực khử của mẫu. Với giá trị đo OD cao nhất với mẫu cao chiết lá khi sấy ở 50°C thể hiện năng lực khử sắt tốt nhất, hay nói cách khác, khả năng chống oxy hóa của lá chuối tốt nhất khi sấy ở 50°C. Nghiên cứu của Lê Thanh Ninh và cs (2023) cũng đã chứng minh năng lực khử của vỏ quả thanh long tìm thấy cao nhất khi sấy ở nhiệt độ 50°C [29].

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới hoạt chất sinh học của bột lá chuối tiêu

Nhiệt độ sấy	Năng lực khử (giá trị đo OD ₇₀₀)	Khả năng quét gốc tự do DPPH, %
Vitamin C (đối chứng dương)	0,93 ± 0,01 ^a	88,51 ± 0,13 ^a
40 ± 1°C	0,62 ± 0,01 ^b	85,15 ± 0,35 ^b
50 ± 1°C	0,85 ± 0,01 ^a	88,08 ± 0,13 ^a
60 ± 1°C	0,52 ± 0,01 ^b	84,04 ± 0,30 ^b
Phơi nắng	0,73 ± 0,01 ^b	84,78 ± 0,18 ^b

Ghi chú: Giá trị có chữ cái khác nhau thể hiện sự khác nhau có nghĩa ($p < 0,05$).

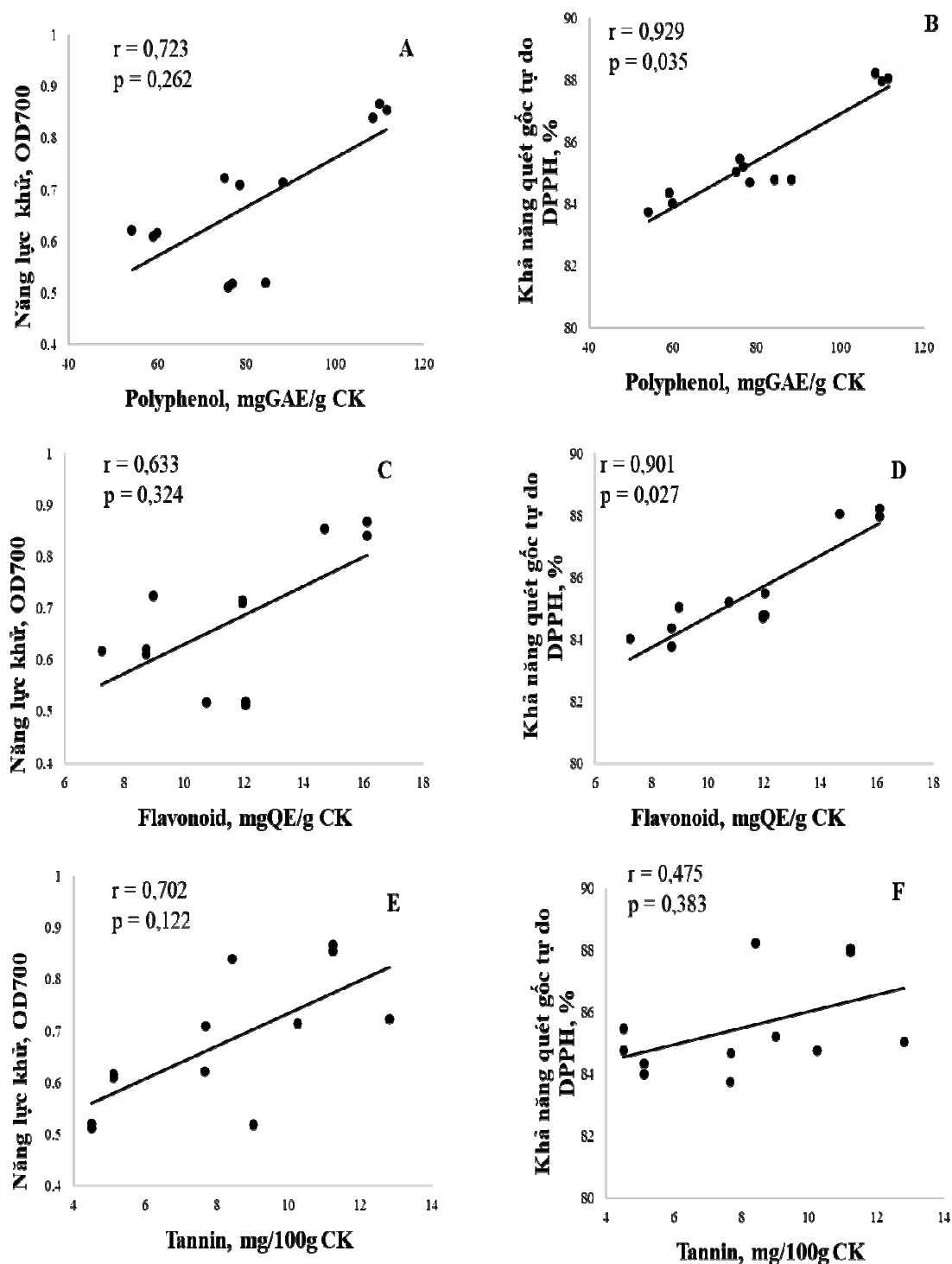
Ngoài ra, khả năng bắt gốc tự do DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) cũng là một phép thử phổ biến dùng để đánh giá hoạt tính chống oxy hóa). Phương pháp này dựa trên quá trình khử DPPH trong dịch chiết mẫu do sự hình thành dạng DPPH-H trong phản ứng khi có mặt các hoạt chất chống oxy hóa cho hydro. Do vậy khi trong mẫu có các hợp chất chống oxy hóa, màu của dung dịch gốc DPPH trở nên nhạt hơn và độ hấp thụ quang ở bước sóng 517 nm (giá trị đo OD₅₁₇) của dung dịch sẽ nhỏ hơn [30]. Phần trăm quét gốc tự do của mẫu được tính toán theo công thức (1) tại mục 2.2 và kết quả được biểu diễn trong bảng 3. Từ kết quả thử nghiệm DPPH của các mẫu dịch chiết được trình bày ở bảng 5 cho thấy, các mẫu cao chiết lá chuối có khả năng quét gốc tự do nằm trong khoảng 84,04 - 88,51%. Khả năng quét gốc tự do của mẫu sấy ở 50°C cao nhất và tương đương với khả năng quét gốc tự do của mẫu đối chứng dương vitamin C. Kết quả nghiên cứu này tương tự với kết quả nghiên cứu của Lê Thanh Ninh và cs (2023) về ảnh hưởng của nhiệt độ sấy tới hoạt tính chống oxy hóa của vỏ quả thanh long ruột đỏ [29].

3.4. Mối tương quan giữa hoạt chất sinh học và hoạt tính chống oxy hóa của bột lá chuối tiêu

Mối tương quan giữa hàm lượng polyphenol, flavonoid và tannin và khả năng chống oxy hóa (năng lực khử và khả năng quét gốc tự do DPPH) của mẫu lá chuối tiêu sấy ở các mức nhiệt độ khác nhau được xác định bằng phép kiểm định tương quan Pearson. Kết quả được đánh giá dựa trên hệ số tương quan (correlation coefficient) được ký hiệu là r và giá trị p (Hình 1). Nếu r có giá trị dương ($r > 0$) cho thấy, mối tương quan thuận giữa các cặp yếu tố được phân tích và ngược lại. Giá trị $p < 0,05$ thể hiện sự tương quan này có ý nghĩa về mặt thống kê. Cụ thể, hệ số tương quan giữa cặp

polyphenol và năng lực khử (Hình 1A) với $r = 0,723$ ($p < 0,262$) và hệ số tương quan giữa cặp polyphenol và khả năng quét gốc tự do DPPH (Hình 1B) với $r = 0,929$ ($p = 0,035$), thể hiện sự tương quan mạnh mẽ giữa polyphenol với năng lực khử và khả năng quét gốc tự do của mẫu. Trong đó, sự tương quan giữa polyphenol và khả năng quét gốc tự do DPPH có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$).

Tương tự với polyphenol, flavonoid cũng có hệ số tương quan cao với năng lực khử ($r = 0,633$) (Hình 1C) và với khả năng quét gốc tự do DPPH ($r = 0,901$), trong đó mối tương quan giữa flavonoid và khả năng quét gốc tự do DPPH có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$) (Hình 1D). Như vậy, mẫu chứa hàm lượng polyphenol và flavonoid càng cao thì khả năng quét gốc tự do của mẫu càng mạnh. Mặt khác, trong nghiên cứu này cũng chỉ ra hệ số tương quan của tannin với năng lực khử của mẫu ($r = 0,702$) (Hình 1E) và tannin với khả năng quét gốc tự do DPPH của mẫu ($r = 0,475$) (Hình 2F). Tương đồng với kết quả nghiên cứu của Orak và cs (2012) cũng chỉ ra hệ số tương quan giữa tannin và năng lực khử của hạt lựu ($r = 0,391$), tannin và khả năng quét gốc tự do của hạt lựu ($r = 0,441$) [31]. Điều này cho thấy, tannin thể hiện mối tương quan dương với các chỉ số thể hiện khả năng chống oxy hóa của mẫu thực vật nhưng hệ số tương quan không cao. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có thể kết luận rằng hàm lượng polyphenol, flavonoid và tannin chứa trong lá chuối tỉ lệ thuận với khả năng chống oxy hóa của chúng, hay nói cách khác là chúng có ảnh hưởng dương với khả năng chống oxy hóa của mẫu.



Hình 1. Biểu đồ tương quan Pearson về mối quan hệ giữa (A) polyphenol và năng lực khử, (B) polyphenol và khả năng quét gốc tự do DPPH, (C) flavonoid và năng lực khử, (D) flavonoid và khả năng quét gốc tự do DPPH, (E) tannin và năng lực khử, (F) tannin và khả năng quét gốc tự do DPPH

4. KẾT LUẬN

Các mẫu bột lá chuối tiêu thu được khi sấy bằng không khí nóng ở mức nhiệt độ 40°C, 50°C và 60°C đã đạt giá trị độ ẩm và màu sắc tốt hơn khi so sánh với kết quả của mẫu phơi nắng. Chế độ sấy cũng ảnh hưởng rất lớn tới hàm lượng các hoạt chất sinh học, cũng như khả năng chống oxy hóa của lá chuối tiêu. Các mẫu sấy bằng không khí nóng ở nhiệt độ 50°C cho kết quả hàm lượng polyphenol, flavonoid, tannin cũng như hoạt tính chống oxy hóa cao hơn so với các mẫu sấy còn lại. Hàm lượng polyphenol, flavonoid và tannin trong lá chuối tiêu càng cao thì khả năng chống oxy hóa càng tốt. Kết quả của nghiên cứu này có thể cung cấp thêm dữ liệu khoa học giúp phát triển và mở rộng các ứng dụng tiềm năng của lá chuối tiêu ở những nghiên cứu tiếp theo.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện dưới hỗ trợ kinh phí của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội thông qua đề tài Hợp đồng số 32-2023-RĐ/HĐ-ĐHCN. Nhóm nghiên cứu cũng xin gửi lời cảm ơn tới ông Nguyễn Lương Tú, Giám đốc Công ty Cổ phần Joy Plus, chủ vựa chuối tại Phú Xuyên, Hà Nội đã cung cấp nguyên liệu lá chuối cho nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO (2022). *Banana facts and figures*. Truy cập ngày 30/7/2024, từ <https://www.fao.org/economic/est/estcommodities/oilcrops/bananas/bananafacts/en/#.YyVSPHbP23D>.
2. Bộ Công thương - Trung tâm Thông tin Công nghiệp và Thương mại (2024). Xuất khẩu chuối năm 2024 có thể đạt 350 triệu USD. Truy cập ngày 9/10/2024, từ https://thuongmaibienngioimien.gov.vn/data/files/Xu%E1%BA%A5t%20kh%E1%BA%A9u%20chuo%CC%82%CC%81i%20T11_2024.pdf.
3. Singh, R. K., Pandey, D., Patil, T., Sawarkar, A. N. (2020). Pyrolysis of banana leaves biomass: Physico-chemical characterization, thermal decomposition behavior, kinetic and thermodynamic analyses. *Bioresource technology*, 310, 123464.

4. Văng Hoài Ân, Trần Quốc Viễn, Lê Phúc Như, Nguyễn Vũ Việt Linh, Huỳnh Nguyễn Anh Tuấn (2023). Chế tạo khẩu trang phân hủy sinh học từ sợi lá chuối bằng phương pháp ép nhiệt. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 65(6), 31 - 36.

5. Nguyễn Thị Việt Huỳnh, Huỳnh Tuyết Đào, Nguyễn Quốc Châu Thanh, Nguyễn Trọng Tuấn, Hồ Ngọc Tri Tân và Đặng Huỳnh Giao (2023). Nghiên cứu quy trình trích ly dịch chiết thô lá chuối già (*Musa paradisiaca* L.) và khảo sát hoạt tính sinh học của dịch chiết đối với sâu tơ (*Plutella xylostella*). *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 59, 3: 1 - 7.

6. Rompies, R., Nurkolis, F., Natanael, H., Manoppo, J. C., Mayulu, N., Kawengian, S. & Assa, Y. A. (2021). Probiotic drink from the fermentation of banana flower (Ontong) with addition of kluthuk banana leaves (*Musa balbisiana*). *Proceedings of the Nutrition Society*, 80(OCE2).

7. Salama, Z. A., Aboul-Enein, A. M., Gaafar, A. A., Asker, M. S., Aly, H. F. & Ahmed, H. A. (2020). *In vitro* antioxidant, antimicrobial and anticancer activities of banana leaves (*Musa acuminata*) and olive leaves (*Olea europaea* L.) as by-products. *Journal of Pharmacy and Technology*, 13(2), 687 - 696.

8. Kunjikutty, N. (2003). Effect of level and nature of tannins in tree leaves on feed intake and digestibility of nutrients in goats. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 3(1), 75 - 81.

9. Yoo, D. S., Jang, S. J., Park, Y. J., Kim, S. H. & Hwang, H.-s. (2016). Antiaging effects of *Musa sapientum* L. (Banana) leaf extract. *KSBB Journal*, 31(2), 126 - 134.

10. Fathima-Jebin, M., Mooventhan, A. & Manavalan, N. (2021). Effect of banana leaf bath on blood pressure, pulse rate, and its related variables in healthy individuals. *International Journal of the Cardiovascular Academy*, 7(3), 88 - 88.

11. Bourdoux, S., Li, D., Rajkovic, A., Devlieghere, F. & Uyttendaele, M. (2016). Performance of drying technologies to ensure

- microbial safety of dried fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6), 1056 - 1066.
12. Mujumdar, A. S. & Law, C. L. (2010). Drying technology: Trends and applications in postharvest processing. *Food and Bioprocess Technology*, 3, 843 - 852.
13. Ranganathan, K., Subramanian, V. & Shanmugam, N. (2016). Effect of thermal and nonthermal processing on textural quality of plant tissues. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2665 - 2694.
14. Nguyen, V. T., Van Vuong, Q., Bowyer, M. C., Van Altena, I. A. & Scarlett, C. J. (2015). Effects of different drying methods on bioactive compound yield and antioxidant capacity of *Phyllanthus amarus*. *Drying Technology*, 33(8), 1006 - 1017.
15. Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Wong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S. & Yong, M. Y. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food chemistry*, 113(1), 166 - 172.
16. Hue, C. T., Tan, L. Q., Van Hung, H., *et al.* (2022). Assessment of the physicochemical properties and biological activity of Vietnamese single-bulb black garlic. *Food Bioscience*, 49, 101866.
17. AOAC (2000). Official methods of analysis of AOAC Intl. 12th ed. Method 984.23, 920.39, 942.05, *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC, USA.
18. Yadav, R. N. S., Agarwala, M. (2011). Phytochemical analysis of some medicinal plants. *Journal of Phytology*. 3(12), 10 - 14.
19. Aiyegoro, O. A. & Okoh, A. I. (2010). Preliminary phytochemical screening and *in vitro* antioxidant activities of the aqueous extract of *Helichrysum longifolium* DC. *BMC complementary and Alternative Medicine*, 10, 1 - 8.
20. AOAC (1980). Official methods of analysis. *Association of Analytical Chemists*, Arlington, USA.
21. Fejes, S., Blázovics, A., Lugasi, A., Lemberkovics, É., Petri, G. & Kéry, Á. (2000). *In vitro* antioxidant activity of *Anthriscus cerefolium* L.(Hoffm.) extracts. *Journal of ethnopharmacology*, 69(3), 259 - 265.
22. Okawa, M., Kinjo, J., Nohara, T., *et al.* (2001). DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of flavonoids obtained from some medicinal plants, *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 24(10), 1202 - 1205.
23. Dauthy, M. E. (1995). *Fruit and vegetable processing* (pp. 1 - 6). Rome: FAO.
24. Krokida, M. K., Maroulis, Z. B. & Saravacos, G. D. (2001). The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *International journal of food science & technology*, 36(1), 53 - 59.
25. Buchaillot, A., Caffin, N., Bhandari, B. (2009). Drying of lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) leaves: retention of volatiles color. *Drying Technology*, 27, 445 - 450.
26. Turkmen, N., Velioglu, Y. S., Sari, F. & Polat, G. (2007). Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *Molecules*, 12(3), 484 - 496. <https://doi.org/10.3390/12030484>
27. Ben Salah, M. & Abdelmelek, H. (2012). Study of phenolic composition and biological activities assessment of olive leaves from different varieties grown in Tunisia. *Medicinal chemistry*, 2(5). <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000124>
28. Shaw, M., Meda, V., Tabil Jr, L. & Opoku Jr, A. (2006). Drying and color characteristics of coriander foliage using convective thin-layer and microwave drying. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 41(2), 56 - 65.
29. Lê Thanh Ninh, Vi Đại Lâm, Nguyễn Thị Tình, Phạm Thị Tuyết Mai, Nguyễn Ngọc Giang Thương, Nguyễn Tiến Dũng (2023). Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đối lưu đến hàm lượng betacyanin, polyphenol và hoạt tính chống oxy hóa

của vỏ quả thanh long ruột đỏ (*Hylocereus costaricensis*). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên*, 228(09), 182 - 191.

30. Gülçin, İ., Oktay, M., Kireççi, E. & Küfrevioğlu, Ö.İ. (2003). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry*, 83, 371 - 382.

31. Orak, H. H., Yagar, H. & Isbilir, S. S. (2012). Comparison of antioxidant activities of juice, peel, and seed of pomegranate (*Punica granatum* L.) and inter-relationships with total phenolic, Tannin, anthocyanin, and flavonoid contents. *Food Science and Biotechnology*, 21, 373 - 387.

EFFECT OF DRYING TEMPERATURE ON BIOACTIVE ACTIVITIES OF BANANA LEAVES *Musa acuminata* AAA

**Ha Thi Dung¹, Cao Thi Hue², Tran Thi Quynh Trang¹, Tran Y Doan Trang³,
Pham Van Phuong¹, Mac The Vinh¹, Do Thi Hanh¹**

¹*Faculty of Chemical Technology, Hanoi Industry of University*

²*Faculty of Chemistry and Environment, Thuyloi University*

³*HaUI Institute of Technology, Hanoi Industry of University*

Summary

Musa acuminata AAA banana leaf is a popular and numerous material in Vietnam. It is widely used in food such as cooking traditional cakes, food wrapping. Although in Vietnam, most banana leaves are usually burned after harvest, banana leaves have been shown to have antioxidant properties and are rich in bioactive substances. The aim of this study was to evaluate the effect of drying temperature on the antioxidant activity, as well as the content of bioactive compounds such as polyphenols, flavonoids and tannins of banana leaves *Musa acuminata* AAA grown and harvested in the suburbs of Ha Noi, Vietnam. After harvesting, banana leaves were sun-dried and convection-dried in a drying cabinet at temperatures ($40 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 1^\circ\text{C}$). The obtained leaf powder was measured for moisture, color, polyphenol, flavonoid, tannin content, iron-reducing capacity and DPPH free radical scavenging ability. The results of the study showed that drying by convection drying at 50°C had better moisture and color results than the traditional sun drying method. In addition, the highest content of polyphenols, flavonoids, tannins, iron reducing capacity and DPPH free radical scavenging ability were also found in the 50°C dried sample. From the Pearson correlation analysis, it was shown that the higher the content of bioactive substances in banana leaves, the better their antioxidant capacity.

Keywords: *Banana leaves, drying mode, bioactive compounds, reducing power, DPPH scavenging.*

Ngày nhận bài: 25/11/2024

Ngày chuyển phản biện: 23/12/2024

Ngày thông qua phản biện: 3/01/2025

Ngày duyệt đăng: 6/01/2025