

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN SẤY ĐẾN POLYPHENOL TỔNG VÀ HOẠT TÍNH CHỐNG OXY HÓA CỦA QUẢ SUNG (*FICUS RACEMOSA* (L.)) SẤY KHÔ

● NGUYỄN THỊ THÙY DUNG

TÓM TẮT:

Quả sung (*Ficus racemosa* (L.)) là loại thực vật phổ biến, có giá trị sinh học cao nhưng chưa được sử dụng hiệu quả. Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá tác động của điều kiện sấy khô đến chất lượng về mặt hoạt tính chống oxy hóa của quả sung. Phương pháp sấy đối lưu và sấy vi sóng được sử dụng với thiết kế thí nghiệm thay đổi một nhân tố. Thời gian sấy cần thiết được ghi nhận, tổng hàm lượng polyphenol (TPC), hoạt tính chống oxy hóa xác định bằng phương pháp khử gốc tự do 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) và phương pháp khử sắt (FRAP) được phân tích. Kết quả ghi nhận phương pháp sấy đối lưu duy trì hoạt tính sinh học của sản phẩm tốt hơn với TPC, DPPH và FRAP lần lượt là $39,13 \pm 0,07$ mg GAE/g ck, $38,11 \pm 0,87$ mg TE/g ck và $92,62 \pm 0,96$ mg TE/g ck; phương pháp sấy vi sóng cần thời gian làm khô sản phẩm ngắn hơn, thời gian sấy cụ thể là 12 phút.

Từ khóa: *Ficus racemosa*, hoạt tính chống oxy hóa, polyphenol, sấy đối lưu, sấy vi sóng.

1. Đặt vấn đề

Cây sung là loài thực vật mọc rất phổ biến ở Việt Nam, loài cây này dễ phát triển và có thể cho quả quanh năm. Quả sung thường được dùng trong dân gian để phòng và trị một số bệnh như viêm dạ dày, tăng đường huyết, ho, viêm họng, một số bệnh lý về thận, tiết niệu...[1]. Một số công bố gần đây cho thấy trong quả sung có một số thành phần có lợi cho sức khỏe như polyphenol, vitamin. Loại quả này cũng được xác định là giàu hoạt tính chống oxy hóa [2-3]. Nhờ các hoạt chất sinh học này, nên quả sung được sử dụng để chế biến thành các sản phẩm cải thiện sức khỏe. Quả sung tươi có vị chát và rất dễ hư hỏng, vì vậy, cho đến nay, loại quả này chủ yếu được sử dụng để chế biến món ăn dân gian và ứng dụng trong thực tiễn chưa cao. Sấy khô quả

sung để nâng cao khả năng bảo quản và giá trị sử dụng được coi là biện pháp nên thực hiện. Trên thị trường hiện nay tuy đã có một số sản phẩm sung sấy khô được rao bán, nhưng không có thông tin về hàm lượng các hoạt chất sinh học, cũng như không công bố tác động của quá trình chế biến đến chất lượng sản phẩm. Vì vậy, nghiên cứu về điều kiện sấy khô ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm là điều cần được thực hiện.

Để sấy khô các dạng nguyên liệu rau quả nói chung có thể sử dụng nhiều phương pháp sấy. Trong đó, sấy đối lưu và sấy vi sóng là các phương pháp phổ biến và có nhiều ưu điểm. Sấy đối lưu là một trong những phương pháp sấy khô nông sản được sử dụng phổ biến nhất. Sấy đối lưu sử dụng không khí có nhiệt độ cao, làm bay hơi nước khỏi

vật liệu. Đây là phương pháp sấy đơn giản, tiết kiệm chi phí, dễ điều khiển và kiểm soát [4-5]. Trong khi đó, sấy vi sóng là phương pháp sấy khô được thực hiện bằng cách sử dụng tác động của bức xạ điện từ tới các phân tử phân cực trong mẫu vật liệu. Dưới tác động của sóng điện từ, các thành phần phân cực chuyển động và sinh nhiệt, nhiệt truyền từ bên trong ra bề mặt vật liệu và làm cho nước bay hơi. Phương án sấy này có ưu điểm nổi trội là sấy khô vật liệu trong thời gian ngắn. Nhờ rút ngắn thời gian xử lý, nên dinh dưỡng và cảm quan của vật liệu ít bị thay đổi. Phương pháp sấy vi sóng có nhược điểm chính là sự phân bố nhiệt không đều trong vật liệu, dẫn đến việc kiểm soát chất lượng sản phẩm khó khăn và hạn chế ứng dụng vào quy mô lớn [6].

Nghiên cứu này thực hiện sấy khô quả sung bằng 2 kỹ thuật sấy phổ biến, gồm: sấy đối lưu ở nhiều mức nhiệt độ khác nhau và sấy vi sóng ở nhiều công suất khác nhau. Thời gian sấy khô cần thiết sẽ được ghi nhận, thành phẩm sau khi sấy được phân tích polyphenol tổng và hoạt tính chống oxy hóa nhằm đánh giá ảnh hưởng của các điều kiện sấy. Điều kiện sấy phù hợp nhất nhằm tạo ra thành phẩm khô có giá trị sẽ được xác định. Sản phẩm sau sấy dễ bảo quản, có thể sử dụng trực tiếp như một loại trà, hoặc dùng như nguyên liệu cho các sản phẩm chế biến sâu hơn.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Quả sung được thu hái tại quận 12, TP. Hồ Chí Minh. Những quả không bị hư hỏng, có màu xanh và cấu trúc cứng được sử dụng. Quả sung sau khi hái được bảo quản ở 40°C và dùng trong 3 ngày. Khi sử dụng, quả đã được rửa sạch, cắt lát dày 2 mm, ngâm 20 phút trong dung dịch acid citric 1% để hạn chế oxy hóa polyphenol, sau đó các lát sung được rửa lại với nước và sấy khô.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Ảnh hưởng của điều kiện sấy đối lưu

Đối với phương pháp sấy đối lưu, các lát sung được trải thành một lớp mỏng trên khay sấy và được sấy lần lượt ở 5 mức nhiệt độ 45, 50, 55, 60, 65°C cho đến khi độ ẩm giảm còn 5% (w/w). Thời gian sấy để nguyên liệu đạt độ ẩm yêu cầu được ghi

nhận, nguyên liệu sau khi sấy khô được phân tích TPC, hoạt tính chống oxy hóa DPPH và FRAP.

2.2.2. Ảnh hưởng của điều kiện sấy vi sóng

Đối với phương pháp sấy vi sóng, quá trình sấy khô được thực hiện trong lò vi sóng Electrolux (EMC25D59EB, công suất tối đa 900W, sản xuất tại Trung Quốc) trên đĩa xoay bằng thủy tinh. Nguyên liệu được trải thành một lớp mỏng và được sấy khô ở 3 mức công suất 300, 450, 600W cho đến khi độ ẩm giảm còn 5% (w/w). Thời gian sấy cần thiết được ghi nhận, nguyên liệu sau khi sấy khô được phân tích TPC, hoạt tính chống oxy hóa DPPH và FRAP.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Trích ly mẫu

Các lát sung sau khi sấy khô được nghiền thành bột, 0,5 gram bột sung được trích ly trong 25 ml methanol 25% trong 60 phút ở nhiệt độ môi trường. Dịch trích được lọc qua giấy lọc Whatman, dịch lọc được sử dụng để xác định TPC, DPPH và FRAP.

2.3.2. Xác định TPC

TPC được đo bằng phương pháp so màu Folin-Ciocalteu, acid galic được dùng làm chất chuẩn [7]. TPC được thể hiện bằng mg đường lượng acid gallic trên gam mẫu ở dạng khô (mg GAE/g ck).

2.3.3. Xác định hoạt tính chống oxy hóa DPPH

Phương pháp này được thực hiện dựa trên sự khử màu của các gốc DPPH, Trolox được dùng làm chất chuẩn [7]. Khả năng chống oxy hóa được thể hiện bằng mg đường lượng Trolox trên gam mẫu ở dạng khô (mg TE/g ck).

2.3.4. Xác định hoạt tính chống oxy hóa FRAP

Phương pháp mô tả bởi Benzie và Cevaki được sử dụng với chất chuẩn là Trolox [8]. Khả năng chống oxy hóa được thể hiện bằng mg đường lượng Trolox trên gam mẫu ở dạng khô (mg TE/g ck).

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

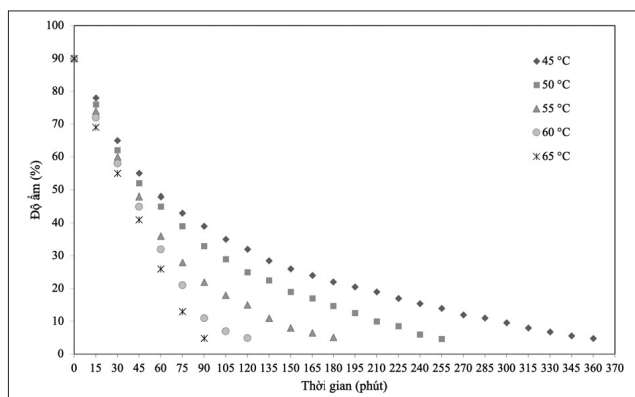
Tất cả thí nghiệm được tiến hành lặp lại ít nhất 3 lần. Dữ liệu thu nhận sẽ được phân tích bằng phép thử phân tích phương sai một chiều, phần mềm IBM SPSS Statistics phiên bản 25.0 được dùng khi xử lý số liệu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của điều kiện sấy đối lưu

Nguyên liệu sung được sấy bằng không khí

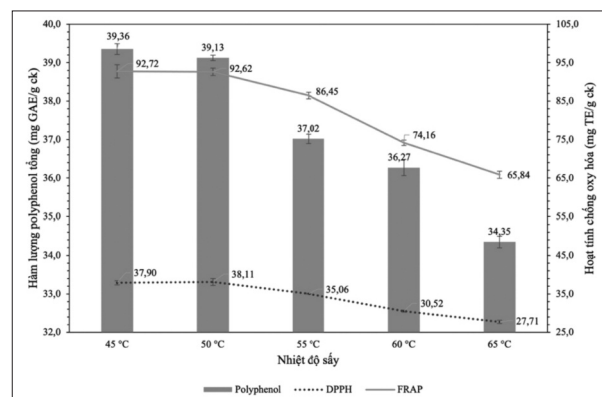
Hình 1: Ảnh hưởng của điều kiện sấy không khí nóng đến



(a) thời gian thoát ẩm của vật liệu

nóng ở 5 mức nhiệt độ là 45, 50, 55, 60, 65°C cho đến khi đạt độ ẩm 5% (w/w). Tác động của các mức nhiệt độ sấy đến sự thay đổi độ ẩm và các hoạt chất sinh học của vật liệu được trình bày trong Hình 1.

Kết quả ở Hình 1 (a) cho thấy ở nhiệt độ sấy càng cao, thời gian cần thiết để làm khô mẫu càng ngắn. Thời gian sấy cần thiết ở các mức nhiệt độ sấy 45, 50, 55, 60, 65°C lần lượt là 360, 255, 180, 120 và 90 phút. Khi sấy ở 65°C, độ ẩm của mẫu giảm nhanh cho đến khi đạt mức yêu cầu. Đối với các điều kiện sấy còn lại độ ẩm của vật liệu giảm nhanh ở giai đoạn đầu, sau đó thay đổi chậm dần. Xu hướng thay đổi các kết quả thực nghiệm này tương tự kết quả được công bố khi sấy đối lưu cà chua của tác giả Azeez L. và cộng sự [4]. Trong giới hạn nhất định, khi nhiệt độ tác nhân sấy tăng thì thời gian thoát ẩm sẽ được rút ngắn. Nhiệt độ tác nhân sấy tăng làm cho các phân tử nước ngoài bề mặt vật liệu dễ dàng bay hơi. Ngoài ra, sự khuếch tán nước từ tâm ra bề mặt vật liệu cũng diễn ra nhanh hơn khi nhiệt độ tăng [9]. Tuy nhiên, nếu tiếp tục tăng nhiệt độ lên quá cao thì các thành phần có lợi cho sức khỏe trong vật liệu có thể bị suy giảm. Kết quả của sự thay đổi các hoạt chất sinh học trong vật liệu khi thay đổi nhiệt độ tác nhân sấy được biểu diễn ở Hình 1 (b). Hình ảnh cho thấy hàm lượng polyphenol tổng và hoạt tính chống oxy hóa của vật liệu có xu hướng giảm khi tăng nhiệt độ sấy từ 45°C lên 65°C. Giữa mức nhiệt 45 và 50°C, sự khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê, tuy nhiên, khi sấy từ mức nhiệt 50°C trở lên thì



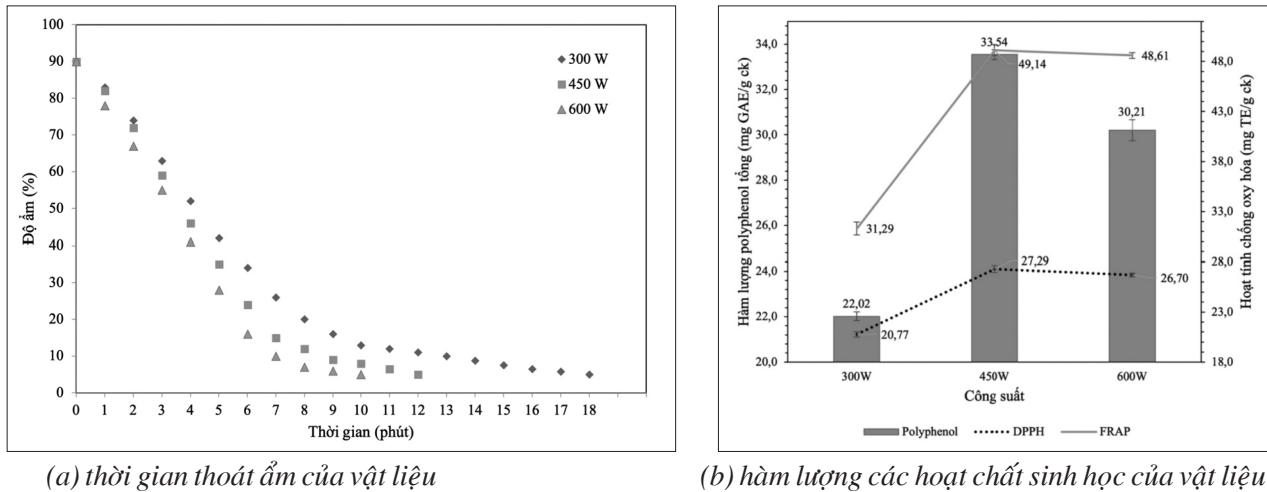
(b) hàm lượng các hoạt chất sinh học của vật liệu

sự suy giảm thể hiện rõ rệt. Sự biến đổi của polyphenol bởi nhiệt độ được cho là nguyên nhân của sự thay đổi này, nhiệt độ xử lý vật liệu càng cao thì khả năng polyphenol bị phân hủy càng lớn [10]. Ngoài polyphenol, một số thành phần nhạy cảm với nhiệt chẳng hạn như vitamin cũng sẽ thất thoát càng nhiều khi vật liệu được sấy ở nhiệt độ càng cao. Sự suy giảm hàm lượng các thành phần này sẽ dẫn đến sự suy giảm hoạt tính chống oxy hóa [4]. Như vậy, khi sấy khô quả sung bằng không khí nóng, nhiệt độ sấy cao thì thời gian sấy cần thiết được rút ngắn nhưng hàm lượng các hoạt chất sinh học giảm. Với mục tiêu chế biến sản phẩm giàu hoạt tính sinh học thì nhiệt độ sấy được đề nghị là 50°C, ở nhiệt độ này thời gian sấy cần thiết không quá dài (255 phút), các hoạt chất sinh học được duy trì tốt nhất (TPC, DPPH và FRAP lần lượt là $39,13 \pm 0,07$ mg GAE /g ck, $38,11 \pm 0,87$ mg TE /g ck và $92,62 \pm 0,96$ mg TE /g ck).

3.2. Ảnh hưởng của điều kiện sấy vi sóng

Quá trình sấy sung bằng vi sóng được thực hiện ở 3 mức công suất 300, 450, 600 W cho đến khi đạt độ ẩm 5% (w/w). Sự thay đổi độ ẩm và các chất sinh học của vật liệu khi sấy ở các công suất vi sóng khác nhau được trình bày trong Hình 2.

Kết quả cho thấy thời gian sấy khô cần thiết khi sử dụng công suất vi sóng 300, 450 và 600 W lần lượt là 18 phút, 12 phút và 10 phút. Ở cả 3 mức công suất, độ ẩm của vật liệu giảm nhanh trong giai đoạn đầu, sau đó giảm chậm dần cho đến khi đạt mức yêu cầu (5%). Dưới tác động của sóng

Hình 2: Ảnh hưởng của các điều kiện sấy vi sóng đến

điện từ, các phân tử phân cực trong vật liệu sẽ chuyển động quay liên tục, quá trình này làm cho nhiệt độ của vật liệu tăng dần đến sự bay hơi nước. Khi công suất càng cao, tốc độ quay của các phân tử phân cực càng nhanh, nhiệt độ tăng càng nhanh dẫn đến thời gian vật liệu thoát ẩm được rút ngắn. Kết quả này đã được trình bày trong các nghiên cứu về sấy khô bằng vi sóng như sấy gạo lứt [11], bắp chuối [12], bông cải [13]. Trong quá trình sấy bằng vi sóng, ở giai đoạn đầu khi độ ẩm của mẫu vật liệu cao, hiện tượng sinh nhiệt do chuyển động của các phân tử nước diễn ra mạnh mẽ, lượng nước bay hơi nhiều dẫn đến tốc độ sấy ở giai đoạn đầu thường cao. Sau đó, khi lượng ẩm trong vật liệu giảm dần, cộng thêm nhiệt độ cao có thể gây ra sự biến tính của một số thành phần như protein và hiện tượng khô bề mặt xuất hiện làm cản trở sự bay hơi nước dẫn đến sự thoát ẩm ở giai đoạn sau diễn ra chậm dần [11].

Phân tích TPC, DPPH, FRAP của sản phẩm sau khi sấy ở các mức công suất 300, 450, 600 W cho thấy khi tăng công suất xử lý từ 300 W lên 450 W

thì TPC, DPPH, FRAP tăng và đạt các giá trị lần lượt là $33,54 \pm 0,22$ mg GAE / g ck, $27,29 \pm 0,35$ mg TE / g ck và $49,14 \pm 0,55$ mg TE / g ck. Khi tiếp tục tăng công suất lên 600 W, các giá trị trên đều giảm. Ở công suất xử lý thấp, thời gian cần thiết để làm khô vật liệu dài, điều này đồng nghĩa với tác động bởi nhiệt và không khí đến các thành phần có hoạt tính sinh học kéo dài, dẫn đến các thành phần này bị oxy hóa mạnh. Ở công suất xử lý quá cao, hiện tượng sinh nhiệt quá mức bên trong vật liệu có thể xảy ra, nhiệt độ cục bộ quá cao có thể làm phân hủy các thành phần này. Vì vậy, công suất xử lý vi sóng quá cao hoặc quá thấp đều dẫn đến sự giảm các hoạt chất sinh học của vật liệu được sấy [11, 13]. Theo kết quả nghiên cứu này, khi sấy quả sung bằng vi sóng, điều kiện phù hợp để duy trì hoạt tính sinh học của vật liệu và yêu cầu thời gian sấy không quá dài là sử dụng công suất 450 W.

3.3. So sánh hai phương pháp sấy

Để thấy rõ hơn ảnh hưởng của 2 phương pháp sấy, các kết quả nghiên cứu được biểu diễn trong Bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của các phương pháp sấy đến thời gian sấy và hàm lượng các hoạt chất sinh học của vật liệu

Phương pháp sấy	Thời gian sấy (phút)	TPC (mg GAE/g ck)	DPPH (mg TE/g ck)	FRAP (mg TE/g ck)
Sấy đối lưu (50°C)	255	$39,13 \pm 0,07$	$38,11 \pm 0,87$	$92,62 \pm 0,96$
Sấy vi sóng (450 W)	12	$33,54 \pm 0,22$	$27,29 \pm 0,35$	$49,14 \pm 0,55$

Kết quả cho thấy, để làm khô các lát sung thì sấy bằng phương pháp sấy đối lưu cần thời gian dài hơn đáng kể so với sấy bằng vi sóng (sấy đối lưu cần 225 phút trong khi sấy vi sóng chỉ cần 12 phút). Nguyên nhân do sự khác biệt về cơ chế làm tăng nhiệt ở vật liệu của 2 phương pháp. Khi sấy đối lưu nhiệt được truyền từ không khí nóng từ bề mặt vào bên trong vật liệu, nghiên cứu này sử dụng không khí nóng nhiệt độ không quá cao (50oC) nên khả năng làm gia tăng nhiệt của vật liệu dẫn đến bay hơi nước diễn ra tương đối chậm. Ở phương pháp sấy vi sóng, nhiệt được sinh ra từ bên trong vật liệu do chuyển động quay của các phân tử phân cực. Nhiệt độ của vật liệu sẽ tăng nhanh dẫn đến sự giảm ẩm nhanh chóng.

Xét về hàm lượng các hoạt chất sinh học thì sử dụng phương pháp sấy đối lưu giữ cho sản phẩm có TPC và hoạt tính chống oxy hóa tốt hơn. Cụ thể, TPC của sản phẩm cao hơn 1,17 lần, giá trị DPPH và FRAP cao hơn lần lượt 1,40 và 1,88 lần so với sấy bằng vi sóng. Khi làm khô mẫu bằng phương

pháp sấy đối lưu, do nhiệt độ sấy thấp nên các thành phần có hoạt tính sinh học trong vật liệu ít bị biến đổi hơn phương pháp sấy sử dụng vi sóng.

4. Kết luận

Các điều kiện sấy khác nhau có tác động khác nhau đến thời gian làm khô và hoạt chất sinh học của sản phẩm sung sấy. Đối với phương pháp sấy đối lưu thì nhiệt độ sấy càng cao thời gian làm khô càng giảm nhưng hoạt tính sinh học của sản phẩm càng thấp. Đối với phương pháp sấy vi sóng, công suất xử lý càng cao thời gian làm khô càng ngắn nhưng ở mức công suất quá cao hay quá thấp đều làm suy giảm hoạt chất sinh học của sản phẩm. Với mục tiêu làm khô quả sung và duy trì tốt nhất hoạt tính sinh học, sấy bằng không khí nóng ở 50oC là phương án phù hợp. Trong trường hợp cần sấy khô nhanh, phương pháp xử lý bằng vi sóng ở công suất 450 W là phương án có thể cân nhắc sử dụng. Thành phẩm khô thu được nên được tiếp tục nghiên cứu trong chế biến các loại sản phẩm chức năng giàu hoạt tính sinh học ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. P. Deep, A. K. Singh, M. T. Ansari, and P. Raghav (2013). Pharmacological potentials of *Ficus racemosa* - a review. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 22(1), 29-34.
2. G. K. Chaware, V. Kumar, S. Kumar, and P. Kumar (2020). Bioactive Compounds, Pharmacological Activity and Food Application of *Ficus racemosa*: A Critical Review. *Int. J. Fruit Sci.*, 20(S2), S969-S986.
3. A. R. Shiksharathi and S. Mittal (2011). *Ficus Racemosa*: Phytochemistry, Traditional Uses and Pharmacological Properties: A Review. *Int. J. Recent Adv. Pharm. Res.*, 4, 6-15.
4. L. Azeez, et. al. (2019). Bioactive compounds contents, drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, 18(2), 120-126.
5. W. P. Zhang, (2021). The influence mechanism and control strategy of relative humidity on hot air drying of fruits and vegetables: A review. *Dry. Technol.*, 0(0), 1-18.
6. M. U. Hasan et al. (2019). Modern drying techniques in fruits and vegetables to overcome postharvest losses: A review. *J. Food Process. Preserv.*, 43(12), 1-15.
7. A. Limmongkon et al. (2017). Antioxidant activity, total phenolic, and resveratrol content in five cultivars of peanut sprouts. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, 7(4), 332-338.
8. I. F. F. Benzie and M. Devaki (2017). The ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay for non-enzymatic antioxidant capacity: Concepts, procedures, limitations and applications. In book: *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity* (pp.77-106). Wiley, USA.
9. P. J. Fellows (2017). Blanching. in book: *Food Processing Technology*, Fourth Edition (pp. 525-538). Woodhead Publishing, UK.

10. S. Multari, et. al. (2018). Effects of different drying temperatures on the content of phenolic compounds and carotenoids in quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) from Finland. *J. Food Compos. Anal.*, 72, 75-82.
11. L. Shen et. al. (2021). Microwave drying of germinated brown rice: Correlation of drying characteristics with the final quality. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 70(600), 102673.
12. P. Jha, M. Meghwal, and P. K. Prabhakar (2021). Microwave drying of banana blossoms (*Musa acuminata*): Mathematical modeling and drying energetics. *J. Food Process. Preserv.*, 45(9), 1-14.
13. S. S. Ferreira, et. al. (2018). Microwave assisted dehydration of broccoli by-products and simultaneous extraction of bioactive compounds. *Food Chem.*, 246, 386-393.

Ngày nhận bài: 10/5/2023

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 23/5/2023

Ngày chấp nhận đăng bài: 12/6/2023

Thông tin tác giả:

ThS. NGUYỄN THỊ THÙY DUNG

Khoa Kỹ thuật Thực phẩm và Môi trường, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

IMPACTS OF DRYING METHOD ON TOTAL POLYPHENOL CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF DRIED *FICUS RACEMOSA* (L.)

● MSc. **NGUYEN THI THUY DUNG**

Faculty of Environmental and Food Engineering
Nguyen Tat Thanh University

ABSTRACT:

Ficus racemosa (L.) is one of the plants with high phytochemicals but has not been used effectively. This study evaluates the influence of the drying process on the quality of figs in terms of their antioxidant activity. Two drying methods are used, including convection drying and microwave drying, with a single-factor variable experimental design. Drying time is recorded, total polyphenol content (TPC), antioxidant activity by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, and ferric-reducing antioxidant power (FRAP) are assayed. The results show that the convection drying method retains the biological activity of the product better with TPC; the antioxidant activity of DPPH and FRAP is 39.13 ± 0.07 mg GAE/g d.b., 38.11 ± 0.87 mg TE/g d.b., and 92.62 ± 0.96 mg TE/g d.b., respectively. The microwave drying method requires a shorter drying time; the specific drying time is 12 minutes.

Keywords: *Ficus racemose*, antioxidant activity, polyphenols, convection drying, microwave drying.