

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC VÀ NHIỆT ĐỘ SẤY ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỘT GỐC MĂNG TÂY (*Asparagus officinalis*)

Trần Thị Mai^{1,2,3}, Nguyễn Minh Chánh^{4,5},
Nguyễn Đăng Khoa^{4,5}, Trần Thị Thu Trà^{2,3*}

¹*Viện Công nghệ xanh và bền vững, Trường Đại học Thủ Dầu Một*

²*Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Kỹ thuật Hóa học, Trường Đại học Bách khoa Tp. HCM*

³*Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*

⁴*Viện Khoa học Công nghệ Ứng dụng, Trường Công nghệ Văn Lang, Trường Đại học Văn Lang*

⁵*Khoa Công nghệ Ứng dụng, Trường Công nghệ Văn Lang, Trường Đại học Văn Lang*

*Email: tttra@hcmut.edu.vn

Ngày nhận bài: 08/01/2024; Ngày nhận bài sửa: 22/7/2024; Ngày chấp nhận đăng: 23/9/2024

TÓM TẮT

Gốc măng tây có nhiều tiềm năng trong ứng dụng làm thực phẩm. Sấy là phương pháp phổ biến để xử lý gốc măng tây sau thu hoạch. Mục tiêu thực hiện nghiên cứu nhằm khảo sát ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu và nhiệt độ sấy đến thời gian và hoạt tính sinh học của bột thu được từ gốc măng tây sau quá trình sấy. Kết quả cho thấy kích thước mẫu ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian sấy, vật liệu có kích thước 2 mm có thời gian sấy nhanh hơn so với kích thước 10 và 50 mm. Ngoài ra, mức nhiệt độ sấy 70 °C thuận lợi cho việc giữ lại cao hơn phenolic và hoạt tính kháng oxy hóa so với nhiệt độ 40-60 °C. Kết quả khảo sát cho thấy bột gốc măng tây ở kích thước 2 mm, nhiệt độ sấy 70 °C, có thời gian sấy ngắn nhất là 3,5 giờ, cho hàm lượng phenolic tổng đạt 11,35 mg acid gallic/g và hoạt tính kháng oxy hóa đạt 4,49 μ mol Trolox/g chất khô.

Từ khóa: Bột gốc măng tây, kích thước sấy, nhiệt độ sấy, phenolic tổng, kháng oxy hóa.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, mô hình canh tác măng tây được nhân rộng, phát triển ở nhiều địa phương của nước ta như Ninh Thuận, Bình Thuận, một số tỉnh khu vực phía Nam và miền Bắc. Măng tây là một loại thực phẩm bổ dưỡng, chứa khoảng 92–93% nước và khoảng 2% protein trong khối lượng tươi, đồng thời rất giàu asparagin. Đây cũng là nguồn cung cấp dồi dào các vitamin nhóm B, chất dinh dưỡng và các khoáng chất như canxi, sắt, magiê, mangan, kẽm, photpho và crom. Ngoài ra, măng tây là một nguồn cung cấp giàu chất xơ [1]. Một số hợp chất sinh học được tìm thấy trong ngọn cây măng tây có tác dụng hữu ích với sức khỏe. Một số nghiên cứu đã cho thấy trong măng tây chứa nhiều hợp chất chống oxy hóa, hỗ trợ ngăn ngừa bệnh ung thư, tăng huyết áp, rối loạn lipid máu và tăng đường huyết [2]. Các hoạt chất sinh học trong măng tây bao gồm các polyphenol (phenolic acid, flavonoid và hydroxycinnamate), chất xơ, saponin, acid ascorbic và fructooligosaccharides [3].

Tuy nhiên, hiện nay măng tây chủ yếu chỉ được thu hoạch phần thân và ngọn non để cung cấp cho thị trường, phần thân gốc cứng măng tây thường bị cắt bỏ trở thành rác thải và chưa khai thác được giá trị kinh tế. Theo Nindo và cộng sự (2003), phần thân gốc cứng chiếm khoảng 30-50% măng tây bị loại bỏ trong quá trình thu hoạch, chế biến sản phẩm [4]. Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng, các sản phẩm phụ từ măng tây có nhiều các hợp chất tự nhiên như các phenolic acid, saponin và chất xơ, được sử dụng như nguồn thực phẩm bổ sung [5]. Wang và cộng sự (2016), đã báo cáo rằng chất xơ từ măng tây có thể làm giảm nguy cơ mắc bệnh tiểu đường [6]. Ngoài ra, sản phẩm phụ của măng tây làm chất xơ ăn kiêng rất giàu acid hydroxycinnamic, saponin, flavonoid, sterol và fructan [3, 7].

Hiện nay, phần gốc măng tây chủ yếu được sử dụng làm thức ăn gia súc hoặc làm phân bón và chưa được chế biến để tạo sản phẩm có giá trị cao hơn. Thực trạng này đặt ra nhu cầu nghiên cứu quy trình chế biến để tận dụng nguồn phụ phẩm lớn và nhiều tiềm năng. Sấy là phương pháp phổ biến nhất để xử lý nông sản. Quá trình sấy giúp giảm hàm lượng ẩm trong mẫu dẫn đến hạn chế hoạt động enzyme và vi sinh vật gây bệnh, tăng thời gian bảo quản và giá trị cảm quan của mẫu [8]. Nhiều nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng của phương pháp sấy đến chất lượng, hàm lượng dinh dưỡng và hoạt tính sinh học của măng tây [4, 9, 10]. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu về sấy bột gốc măng tây.

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu thực hiện khảo sát trên gốc măng tây bị loại bỏ sau quá trình thu hoạch. Thí nghiệm được thiết kế nhằm đánh giá ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu và nhiệt độ sấy đến sự biến đổi độ ẩm theo thời gian, hàm lượng phenolic tổng và hoạt tính kháng oxy hóa của bột gốc măng tây. Kết quả của nghiên cứu sẽ cung cấp các thông số sấy phù hợp, đặt cơ sở cho các nghiên cứu phát triển sản phẩm từ bột gốc măng tây.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Gốc măng tây là phần gốc trắng được thu hoạch từ giống măng tây xanh (*Asparagus officinalis* L.) 09-10 tháng tuổi, vào khoảng tháng Một và tháng Hai tại khu vực Ninh Thuận. Nguyên liệu sau thu hoạch được bảo quản điều kiện mát và vận chuyển ngay đến phòng nghiên cứu để thực hiện sơ chế và bảo quản.

Hóa chất: Ethanol thực phẩm 96% (Việt Nam), thuốc thử Folin-Ciocalteu (Merck), acid gallic, Trolox và 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp chuẩn bị mẫu

Gốc măng tây được phân loại, loại bỏ các phần bị dập, hư, sau đó rửa sạch và để ráo. Gốc măng tây được cắt thành những kích thước: 2, 10 và 50 mm (Hình 1). Quá trình sấy được thực hiện bằng máy sấy đối lưu nhiệt (MSLBM 500, Công ty TNHH CNSH Bốn Mùa, TP. HCM, Việt Nam), nhiệt độ sấy hoạt động 40-70 °C. Mẫu sau sấy được thu nhận và nghiền thành bột và rây qua rây 60 mesh. Mẫu bột được bảo quản trong bao PE ghép mí, lưu ở điều kiện phòng, che sáng và được sử dụng thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 1. Kích thước gốc măng tây khác nhau; A. Kích thước 50 mm, B. Kích thước 10 mm, C. Kích thước 2 mm, D. Máy cắt được liệu

2.2.2. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng ẩm: Hàm lượng ẩm được xác định bằng cân sấy ẩm hồng ngoại (MA100Q, Sartorius, Đức).

Cân 0,5 g mẫu cho vào erlen và bổ sung 20 mL ethanol 50%, mẫu được lắc 180 vòng/phút, trong nhiệt độ phòng, thời gian chiết 2 giờ [11]. Mẫu sau chiết sẽ được ly tâm 5000 vòng/phút, trong 5 phút và thu phần dịch chiết. Dịch chiết lọc qua giấy lọc 0,45 μm và mẫu chiết lưu điều kiện đông lạnh cho các thử nghiệm khác.

Xác định hàm lượng phenolic tổng (TPC): TPC được xác định thông qua phương pháp quang phổ so màu UV-VIS, sử dụng thuốc thử Folin – Ciocalteu và gallic acid làm chất chuẩn. Cho 0,2 mL mẫu thử vào ống nghiệm, thêm vào 1 mL thuốc thử Folin 10%. Bổ sung 0,8 mL Na_2CO_3 10% và 3 mL nước cất. Mẫu được lắc đều và ủ 2 giờ ở nhiệt độ phòng, trong điều kiện tối. Phản ứng chuyển màu từ vàng sang xanh đậm, đo độ hấp thụ ở bước sóng 760 nm. Hàm lượng phenolic tổng được xác định dựa vào đường chuẩn của nồng độ gallic acid (mg GAE/L) [12, 13].

Xác định hoạt tính kháng oxy hóa theo DPPH: Mẫu dịch chiết được phản ứng với thuốc thử DPPH 0,3 mM (37 °C, 30 phút) để kiểm tra khả năng khử các gốc DPPH. Độ hấp thụ của mẫu được đo bằng quang phổ tại bước sóng 517 nm [14]. Mẫu đối chứng dương: Trolox (0-100 $\mu\text{g/mL}$), đối chứng âm: Nước cất. Đường chuẩn được dựng bằng phương pháp hồi quy tuyến tính giữa nồng độ và hoạt tính kháng oxy hóa của chứng dương. Kết quả kháng oxy hóa được quy theo đương lượng Trolox /kg chất khô.

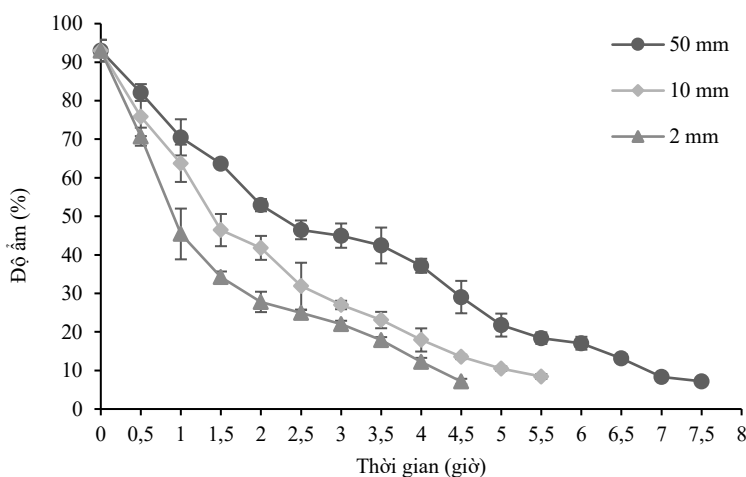
2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các thử nghiệm được lặp lại 3 lần và tính lấy giá trị trung bình. Phương sai được phân tích bằng phương pháp ANOVA-One Way (Statgraphics XV.I), phương sai có ý nghĩa khác biệt khi giá trị ($p \leq 0,05$), theo phép thử LSD.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của kích thước vật liệu đến thời gian sấy

Sự ảnh hưởng của kích thước đến quá trình sấy được khảo sát ở ba kích thước khác nhau, bao gồm: 2, 10 và 50 mm ở nhiệt độ sấy cố định 60 °C. Kích thước khảo sát tương ứng với các quá trình chuẩn bị mẫu trong điều kiện thực tế thí nghiệm, trong đó 2 mm là kích thước trung bình của gốc măng tây sau khi xử lý bằng máy cắt. Kết quả thí nghiệm cho thấy, kích thước vật liệu ảnh hưởng đến thời gian sấy (Hình 2). Tại kích thước 2 mm thời gian sấy nhanh nhất, độ ẩm gốc măng tây sau sấy đạt 7,12 % sau 4,5 giờ. Ngược lại, ở kích thước 10 mm và 50 mm, thời gian sấy tương ứng là 5,5 và 7,5 giờ.



Hình 2. Sự thay đổi độ ẩm gốc măng tây theo thời gian ở kích thước sấy khác nhau

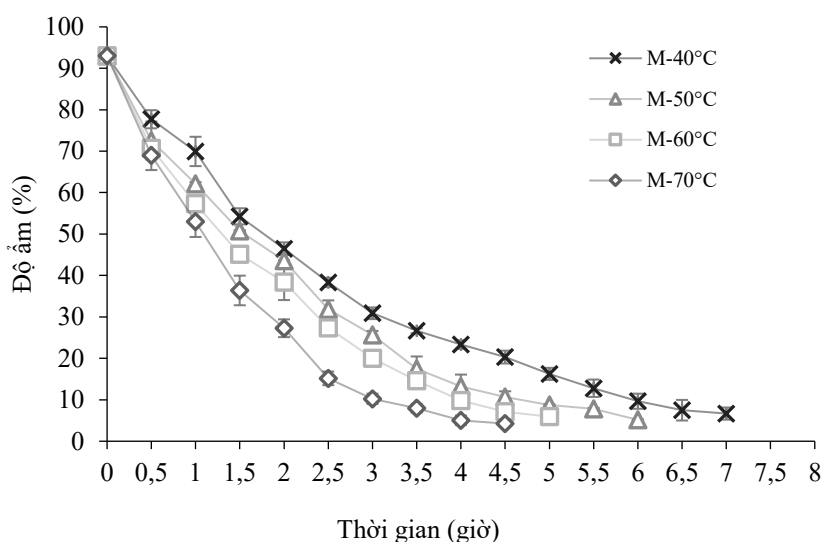
Sự ảnh hưởng của kích thước đến thời gian sấy có thể được giải thích dựa trên diện tích bề mặt tiếp xúc của vật liệu và tác nhân sấy. Vật liệu sấy có kích thước nhỏ, sẽ có diện tích tiếp xúc lớn với tác

nhân sấy, giúp thúc đẩy quá trình truyền nhiệt làm tăng quá trình khuếch tán ẩm, dẫn đến quá trình sấy diễn ra nhanh hơn [15, 16]. Kết quả phù hợp với các nghiên cứu khác, quá trình sấy của một số rau củ như cà chua, cà tím và tỏi. Tỏi lát ở kích thước 2 mm, khi sấy ở nhiệt độ 60 °C, thời gian sấy để đạt được độ ẩm 6% là 13 giờ, khi tăng kích thước lên 3 mm, thời gian sấy là 14 giờ [17]. Khi cà chua được sấy ở kích thước 3 mm, nhiệt độ 60 °C, thời gian sấy đến độ ẩm ổn định (6-8%) là 1,7 giờ, tuy nhiên ở kích thước 5 mm trong cùng điều kiện sấy, thời gian sấy cà chua 2,2 giờ và khi tăng kích thước sấy đến 7 mm, thời gian sấy tăng lên 2,7 giờ [15]. Tương tự, đối với cà tím, kích thước cà tím càng nhỏ, thời gian sấy càng nhanh. Cà tím ở kích thước 0,6, 1,3 và 2,5 mm khi được sấy ở nhiệt độ 60 °C, thời gian sấy đến độ ẩm ổn định (6%) tương ứng khoảng 5, 10 và 20 giờ [16].

Như vậy, kích thước cắt gốc măng tây 2 mm được chọn cho nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến thời gian sấy

Gốc măng tây cắt với kích thước 2 mm, được sấy ở nhiệt độ 40, 50, 60 và 70 °C. Kết quả khảo sát cho thấy nhiệt độ ảnh hưởng đến sự thay đổi độ ẩm theo thời gian sấy.



Hình 3. Sự thay đổi độ ẩm gốc măng tây theo thời gian khi sấy ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ càng cao thì thời gian sấy càng rút ngắn (Hình 3). Nhiệt độ 40 °C quá trình sấy diễn ra trong 7 giờ, nhưng thời gian sấy chỉ còn 3,5 giờ ở nhiệt độ 70 °C. Kết quả này phù hợp với lý thuyết của quá trình sấy [4, 8].

Trong sấy nhiệt, việc khi tăng nhiệt độ tác nhân sấy sẽ làm gia tăng tốc độ thoát hơi ẩm, do đó quá trình truyền nhiệt tăng. Đồng thời, độ ẩm tương đối của tác nhân sấy giảm, tạo điều kiện cho quá trình các phân tử nước bề mặt bốc hơi nhanh chóng. Ngoài ra, nhiệt độ cao còn thúc đẩy quá trình khuếch tán nước từ bên trong nguyên liệu ra ngoài. Nghiên cứu của Hà và cộng sự (2021) trên cà chua bi cũng cho thấy thời gian sấy diễn ra nhanh khi sấy 70 °C mất 8 giờ sấy và khi sấy ở 50 °C mất 35 giờ [18]. Tại nghiên cứu của nhóm Karaaslan và cộng sự (2014) trên quả lựu cũng cho thấy càng tăng nhiệt độ sấy thì quá trình sấy diễn ra càng nhanh [19].

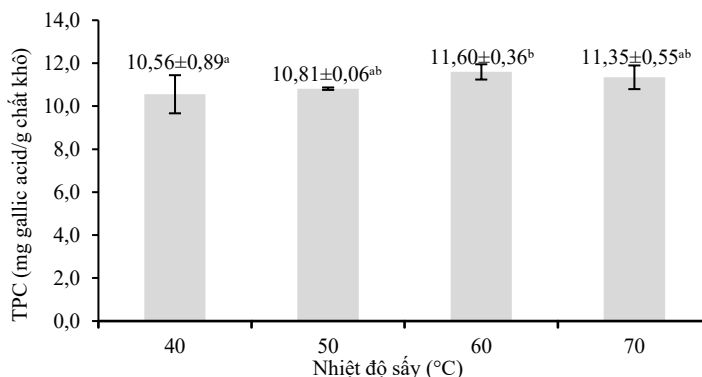
Dựa trên kết quả khảo sát, mẫu gốc măng tây có kích thước 2 mm khi sấy ở nhiệt độ sấy 70 °C có thời gian sấy nhanh nhất là 3,5 giờ.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng phenolic tổng

Các phenolic là thành phần chính trong hoạt tính kháng oxy hóa ở thực vật [20]. Trong thí nghiệm này, khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng phenolic tổng trong bột gốc măng tây được sấy với kích thước 2 mm.

Kết quả cho thấy, nhiệt độ khảo sát không ảnh hưởng lớn đến hàm lượng phenolic tổng, hàm lượng phenolic tổng còn lại trong gốc măng tây 10,56-11,60 mg gallic acid/g chất khô khi sấy ở nhiệt độ 40-70 °C (Hình 4). Trong đó, mẫu sấy ở nhiệt độ 60 °C có hàm lượng phenolic tổng cao nhất, khác biệt này có ý nghĩa so với nhiệt độ 40 °C ($p < 0,05$), tuy nhiên không có khác biệt thống kê so với nhiệt độ 50 °C và 70 °C.

Điều này có thể giải thích dựa trên tốc độ tách ẩm chậm của quá trình sấy ở nhiệt độ thấp đã tạo điều kiện cho các enzyme phân hủy phenolic như polyphenol oxidase và peroxidase hoạt động và làm giảm lượng phenolic trong mẫu. Ngược lại nếu độ ẩm giảm nhanh khi sấy ở nhiệt độ cao, các enzyme này sẽ nhanh chóng bị bất hoạt, dẫn đến hàm lượng phenolic tổng trong mẫu được duy trì ở mức cao sau khi sấy [21-23].

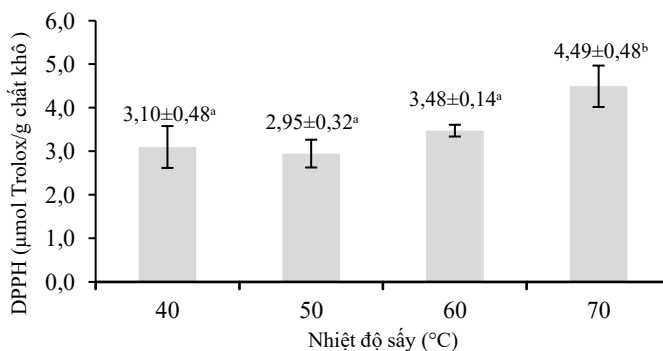


Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hàm lượng phenolic tổng của gốc măng tây

Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây, Toor và cộng sự (2006), Gumusay và cộng sự (2014), Rodríguez và cộng sự (2014) đã báo cáo rằng các mẫu sấy ở nhiệt độ thấp (40 °C) có hàm lượng phenolic tổng giảm nhiều hơn so với mẫu được sấy ở nhiệt độ 70-80 °C [21-23]. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ sấy cao sẽ dẫn đến các quá trình biến đổi vật lý và hóa học có trong nguyên liệu. Quá trình sấy ở 90 °C làm cho cấu trúc của thực phẩm bị biến đổi, ảnh hưởng khả năng hút nước và màu sắc của ớt chuông sau sấy [24]. Garau và cộng sự (2007), cho thấy quá trình sấy vỏ cam ở 90 °C, gây biến đổi cấu trúc chất xơ và làm thay đổi khả năng trương nở hấp thụ nước của vỏ cam sau sấy [25].

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng bắt gốc DPPH

Nhiệt độ sấy không chỉ ảnh hưởng đến quá trình thoát hơi nước, mà còn ảnh hưởng đến hoạt chất của mẫu sấy [26]. Hoạt tính kháng oxy hóa của mẫu được xác định thông qua khả năng bắt gốc tự do DPPH. Kết quả thí nghiệm cho thấy, hoạt tính kháng oxy hóa của mẫu sau sấy phụ thuộc vào nhiệt độ sấy. Khả năng bắt gốc DPPH của mẫu không khác biệt ở nhiệt độ sấy 40-60 °C, tuy nhiên khi sấy ở 70 °C mẫu có hoạt tính kháng oxy hóa cao nhất, đạt 4,49 µmol Trolox/g chất khô ($p < 0,05$) (Hình 5).



Hình 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng bắt gốc DPPH

Sự gia tăng hoạt tính kháng oxy hóa của mẫu sấy ở nhiệt độ 70 °C có thể được giải thích dựa trên nhiều yếu tố. Nhiệt độ sấy có thể thay đổi trạng thái của các polyphenol trong mẫu, khi ở trạng thái trung gian của quá trình oxy hóa, khả năng kháng oxy hóa của các hợp chất phenolic tăng lên giúp gia tăng tính kháng oxy hóa của mẫu [27]. Ngoài ra, nhiệt độ sấy cũng có thể góp phần làm tăng lượng đường khử hay hình thành các sản phẩm của phản ứng Maillard. Các chất này được biết đến với khả năng bắt gốc tự do và góp phần gia tăng hoạt tính kháng oxy hóa của mẫu [28-30]. Madrau và cộng sự (2009), đã ghi nhận kết quả tương tự khi khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến phenolic tổng và hoạt tính kháng oxy hóa của quả mơ. Kết quả cho thấy nhiệt độ 75 °C phù hợp cho sản phẩm sấy có hàm lượng polyphenol và hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn sản phẩm sấy ở nhiệt độ 55 °C [27].

Như vậy, quá trình sấy gốc măng tây phù hợp nhất khi mẫu được sấy ở kích thước 2 mm, nhiệt độ 70 °C và thời gian sấy là 3,5 giờ.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng của kích thước, nhiệt độ đến sự thay đổi độ ẩm theo thời gian sấy, hàm lượng phenolic tổng và hoạt tính bắt gốc DPPH của bột gốc măng tây. Kết quả cho thấy, quá trình sấy gốc măng tây ở kích thước 2 mm diễn ra nhanh hơn so với kích thước 10 và 50 mm. Ngoài ra, 70 °C giúp đẩy nhanh quá trình sấy, duy trì hàm lượng phenolic và cho hoạt tính kháng oxy hóa cao hơn so với nhiệt độ 40-60 °C. Quá trình sấy gốc măng tây với kích thước 2 mm tại nhiệt độ 70 °C cho thời gian sấy ngắn nhất 3,5 giờ, đồng thời hàm lượng phenolic tổng đạt 11,35 mg gallic acid/g và hoạt tính kháng oxy hóa theo DPPH đạt cao nhất là 4,49 μ mol Trolox/g chất khô.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Q. Guo, N. Wang, H. Liu, Z. Li, L. Lu, and C. Wang, "The bioactive compounds and biological functions of *Asparagus officinalis* L. A review," *Journal of Functional Foods*, vol. 65, p. 103727, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103727>.
- [2] M. Nishimura, T. Ohkawara, H. Kagami-Katsuyama, H. Sato, and J. Nishihira, "Improvement of Blood Pressure, Glucose Metabolism, and Lipid Profile by the Intake of Powdered Asparagus (蘆筍 Lú Sǔn) Bottom-stems and Cladophylls," *Journal of traditional complementary medicine*, vol. 3, no. 4, pp. 250-255, 2013, doi: <https://doi.org/10.4103/2225-4110.119728>.
- [3] J. M. Fuentes-Alventosa *et al.*, "Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products," *Food Chemistry*, vol. 113, no. 2, pp. 665-671, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.075>.
- [4] C. I. Nindo, T. Sun, S. Wang, J. Tang, and J. Powers, "Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (*Asparagus officinalis*, L.)," *Food Science Technology*, vol. 36, no. 5, pp. 507-516, 2003, doi: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00046-X](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00046-X).
- [5] B. Chitrakar, M. Zhang, and B. Adhikari, "Asparagus (*Asparagus officinalis*): Processing effect on nutritional and phytochemical composition of spear and hard-stem byproducts," *Trends in Food Science Technology*, vol. 93, pp. 1-11, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.020>.
- [6] S. Wang and F. Zhu, "Antidiabetic dietary materials and animal models," *Food Research International*, vol. 85, pp. 315-331, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.028>.
- [7] J. Fuentes-Alventosa, S. Jaramillo-Carmona, G. Rodríguez-Gutiérrez, R. Guillén-Bejarano, A. Jiménez-Araujo, J. Fernández-Bolaños, and R. Rodríguez-Arcos, "Preparation of bioactive extracts from asparagus by-product," *Food Bioproducts Processing*, vol. 91, no. 2, pp. 74-82, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.12.004>.
- [8] M. K. Krokida, V. Karathanos, Z. Maroulis, and D. Marinos-Kouris, "Drying kinetics of some vegetables," *Journal of Food engineering*, vol. 59, no. 4, pp. 391-403, 2003, doi: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00498-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00498-3).

- [9] Nguyễn Thị Vân Linh, Nguyễn Lê Tú Uyên, và Võ Tấn Thành, "Ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình chân và sấy đến hàm lượng vitamin C trong gốc măng tây xanh (*Asparagus officinalis* L.)," *Journal of Science Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 46-50, 2019.
- [10] H. Zheng and H. Lu, "Effect of microwave pretreatment on the kinetics of ascorbic acid degradation and peroxidase inactivation in different parts of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during water blanching," *Food chemistry*, vol. 128, no. 4, pp. 1087-1093, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.130>.
- [11] H. Zhang, J. Birch, C. Xie, H. Yang, and A. E.-D. Bekhit, "Optimization of ultrasound assisted extraction method for phytochemical compounds and in-vitro antioxidant activity of New Zealand and China Asparagus cultivars (*officinalis* L.) roots extracts," *Food chemistry*, vol. 294, pp. 276-284, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.012>.
- [12] V. L. Singleton, J. A. J. A. j. o. E. Rossi, and Viticulture, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents," vol. 16, no. 3, pp. 144-158, 1965, doi: <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>.
- [13] T. Nguyen Hoang *et al.*, "Alpinia nelumboides Nob. Tanaka, TTK Van & V. Hoang: phytochemical analysis and antioxidant activities of pseudo-stem and rhizome essential oils," *Natural Product Research*, pp. 1-8, 2023, doi: <https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2256021>.
- [14] W. Brand-Williams, M.-E. Cuvelier, and C. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT-Food science and Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30, 1995, doi: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- [15] R. Sadin, G.-R. Chegini, and H. Sadin, "The effect of temperature and slice thickness on drying kinetics tomato in the infrared dryer," *Heat and Mass Transfer*, vol. 50, pp. 501-507, 2014, doi: <https://doi.org/10.1007/s00231-013-1255-3>.
- [16] C. Ertekin and O. Yaldiz, "Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model," *Journal of food engineering*, vol. 63, no. 3, pp. 349-359, 2004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.08.007>.
- [17] Nguyễn Quỳnh Như và Nguyễn Minh Thủy, "Ảnh hưởng của biện pháp tiền xử lý, nhiệt độ sấy và độ dày lát cắt đến chất lượng tời sấy và xây dựng mô hình sấy," *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 2018.
- [18] Hồ Thị Ngân Hà và Nguyễn Minh Thủy, "Ảnh hưởng của nhiệt độ đến động học quá trình sấy cà chua bi đen (*Solanum lycopersicum* cv. OG) trong điều kiện chân không," *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, vol. 57, no. 1, pp. 107-115, 2021, doi: <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2021.015>.
- [19] M. Karaaslan, F. M. Yilmaz, Ö. Cesur, H. Vardin, A. İkinci, and A. C. Dalgıç, "Drying kinetics and thermal degradation of phenolic compounds and anthocyanins in pomegranate arils dried under vacuum conditions," *International Journal of Food Science Technology*, vol. 49, no. 2, pp. 595-605, 2014, doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12342>.
- [20] S. Dudonne, X. Vitrac, P. Coutiere, M. Woillez, and J.-M. Mérillon, "Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays," *Journal of agricultural food chemistry*, vol. 57, no. 5, pp. 1768-1774, 2009, doi: <https://doi.org/10.1021/jf803011r>.
- [21] R. Rodríguez *et al.*, "Antioxidant activity of ethanolic extracts from several asparagus cultivars," *Journal of agricultural food chemistry*, vol. 53, no. 13, pp. 5212-5217, 2005, doi: <https://doi.org/10.1021/jf050338i>.
- [22] Ö. A. Gümüşay, A. A. Borazan, N. Ercal, and O. Demirkol, "Drying effects on the antioxidant properties of tomatoes and ginger," *Food chemistry*, vol. 173, pp. 156-162, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.162>.
- [23] R. K. Toor and G. P. Savage, "Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes," *Food chemistry*, vol. 94, no. 1, pp. 90-97, 2006, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.054>.

- [24] A. Vega-Gálvez, K. Di Scala, K. Rodríguez, R. Lemus-Mondaca, M. Miranda, J. López, and M. Perez-Won, "Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian)," *Food chemistry*, vol. 117, no. 4, pp. 647-653, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.066>.
- [25] M. C. Garau, S. Simal, C. Rossello, and A. Femenia, "Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products," *Food chemistry*, vol. 104, no. 3, pp. 1014-1024, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.009>.
- [26] S. Kamiloglu, G. Toydemir, D. Boyacioglu, J. Beekwilder, R. D. Hall, and E. Capanoglu, "A review on the effect of drying on antioxidant potential of fruits and vegetables," *Critical reviews in food science nutrition*, vol. 56, no. sup1, pp. S110-S129, 2016, doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1045969>.
- [27] M. A. Madrau, A. Piscopo, A. M. Sanguinetti, A. Del Caro, M. Poiana, F. V. Romeo, and A. Piga, "Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots," *European food research and technology*, vol. 228, pp. 441-448, 2009, doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0951-6>.
- [28] L. Manzocco, S. Calligaris, D. Mastrocola, M. C. Nicoli, and C. R. Lerici, "Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods," *Trends in food science & technology*, vol. 11, no. 9-10, pp. 340-346, 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00014-0).
- [29] S. I. Martins, W. M. Jongen, and M. A. Van Boekel, "A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling," *Trends in food science & technology*, vol. 11, no. 9-10, pp. 364-373, 2000, doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00022-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00022-X).
- [30] F. J. Morales and S. Jiménez-Pérez, "Free radical scavenging capacity of Maillard reaction products as related to colour and fluorescence," *Food chemistry*, vol. 72, no. 1, pp. 119-125, 2001, doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00239-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00239-9).

ABSTRACT

EVALUATING THE EFFECTS OF DRYING SIZE AND DRYING TEMPERATURE ON THE QUALITY OF THE ROOT POWDER OF *Asparagus officinalis*

Tran Thi Mai^{1,2,3}, Nguyen Minh Chanh^{4,5},
Nguyen Dang Khoa^{4,5}, Tran Thi Thu Tra^{2,3,*}

¹*Institute of Green and Sustainable Technology, Thu Dau Mot University*

²*Department of Food Technology, Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology*

³*Vietnam National University, Ho Chi Minh City*

⁴*Institute of Applied Science and Technology, Van Lang School of Technology, Van Lang University*

⁵*Faculty of Applied Technology, Van Lang School of Technology, Van Lang University*

*Email: ttttra@hcmut.edu.vn

The roots of asparagus have great potential for food applications. Drying is one of the most popular methods to process asparagus roots after harvest. In this study, we investigated the effects of drying size and drying temperature on the quality of the root powder of asparagus. The results show that sample size directly affects drying time; the 2 mm sample had a drying time shorter than 10 and 50 mm. In addition, the drying temperature of 70 °C resulted in dried powder with higher phenolic content and antioxidant activity than the temperature of 40-60 °C. The findings indicate that asparagus roots with a size of 2 mm, a drying temperature of 70 °C, have the shortest drying time, 3.5 hours, total phenolic content of 11.35 mg gallic acid/g, and antioxidant activity reached 4.49 µmol Trolox/g dry matter.

Keywords: Asparagus root powder, drying size, drying temperature, TPC, antioxidant activity.