



ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ SẤY ĐẾN CÁC HỢP CHẤT CÓ HOẠT TÍNH SINH HỌC TRONG VỎ BƯỚI DA XANH (*Citrus maxima* Burm. Merr.)

Trần Thị Yến Nhi^{1,2*}, Đào Tấn Phát^{1,2}, Trần Thị Kim Liên³, Nguyễn Duy Đan³, Ung Thanh Đạt¹, Huỳnh Bảo Long⁴, Mai Huỳnh Cang³, Nguyễn Tân Dũng⁵, Nguyễn Văn Ây⁶, Huỳnh Xuân Phong⁶ và Trần Ngọc Quyên⁷

¹Viện kỹ thuật công nghệ cao Nguyễn Tất Thành, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

²Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Bộ môn Công nghệ Kỹ thuật hóa học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

⁴Khoa Kỹ thuật hóa học, Trường Đại học Công nghiệp thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh

⁵Khoa Công nghệ Hóa học-Thực phẩm, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

⁶Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

⁷Viện Vật liệu Ứng dụng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Thị Yến Nhi (email: ttynhi@ntt.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 23/02/2021

Ngày nhận bài sửa: 10/03/2021

Ngày duyệt đăng: 28/04/2021

Title:

Effects of convection drying temperature on phytochemicals in pomelo's flavedo (*Citrus maxima* Burm Merr)

Từ khóa:

ABTS, bưởi da xanh, DPPH, hợp chất sinh học, polyphenol tổng số, sấy đối lưu

Keywords:

ABTS, convention drying, DPPH, phytochemicals, pomelo, total phenolic content (TPC)

ABSTRACT

Pomelo's flavedo is rich in bioactive compounds that support health and as a source of raw materials for the food, cosmetic and pharmaceutical industries. This study is aimed to investigate effects of convection drying temperature in the range of 50-55-60-65°C and extraction on the percentage of total phenolic contents (TPC) retention, total flavonoid content (TFC), and free-radical scavenging activity by DPPH and ABTS assays. Thereby, giving suitable drying parameters to limit the loss when heat treatment pomelo peel. The results indicate that there was a remarkable reduction (> 50%) in TPC and TFC values. Particularly, the TPC was reduced by at least 80% when the flavedo was dried 60 and 65°C (the TPC retention was $19.21 \pm 3.21\%$ and $18.99 \pm 0.87\%$, respectively). Temperature unfavorably affected the TFC value and led to a moderate DPPH and ABTS value. About 50% of four evaluation values were lost after the hot air convection drying.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đối lưu đến hiệu quả duy trì các thành phần có hoạt tính sinh học trong vỏ bưởi da xanh, thể hiện qua phenolic tổng số (TPC), flavonoid tổng số (TFC), khả năng trung hòa gốc tự do bằng DPPH và ABTS. Thông qua đó, nhiệt độ sấy vỏ bưởi phù hợp để hạn chế sự giảm thấp các thành phần này được để xuất thát thoát khi xử lý nhiệt vỏ bưởi. Kết quả khảo sát cho thấy các hoạt chất có hoạt tính sinh học giảm khoảng 50% do tác động của nhiệt độ sấy và 80% TPC giảm sau chiết tại 60°C ($19.21 \pm 3.21\%$) và 65°C ($18.99 \pm 0.87\%$). Nhiệt độ tác động đến các thành phần trong nhóm TFC và kéo theo giá trị DPPH, ABTS không lớn.

1. GIỚI THIỆU

Bưởi da xanh (*Citrus maxima* Burm Merr) là loại cây ăn quả thuộc họ cam quýt, có tên khoa học là *Citrus maxima* thuộc chi Citrus trong họ Rutaceae, bắt nguồn từ Đông Nam Á (nhiều nhất ở Thái Lan và Malaysia) (Methacanon *et al.*, 2013). Vỏ bưởi chủ yếu bao gồm tinh dầu nằm trong lớp vỏ ngoài giống như các loại trái cây có múi khác thuộc chi Citrus (cam quýt): limonen, pinen, linalol, geranoid, xitral,... và glucosid đặc biệt là hesperidin, naringin, limonin (hợp chất gây đắng) (Konno *et al.*, 2014). Bên cạnh đó, còn chứa các sắc tố thuộc nhóm flavonoid. Ngoài ra, vỏ bưởi còn chứa nhiều pectin kẽ cã chất nhầy bao quanh vỏ hạt, bản chất là một chất xơ tan trong nước và làm tăng độ nhớt. Trong vỏ bưởi tươi pectin chiếm 1–2% và 0,5–1% trong vỏ bưởi khô. Men tiêu hóa amylase, enzyme peroxydase, vitamin A, C (130mg–170mg/100g bưởi tươi),... (Tran *et al.*, 2020; Yadav *et al.*, 2009) giúp tăng cường và duy trì độ đàn hồi của động mạch, tăng cường hệ miễn dịch của cơ thể, bảo vệ cơ thể chống lại stress, các bệnh liên quan với hen suyễn và viêm khớp. Một vài báo cáo cho biết vỏ bưởi có khả năng giảm hấp thụ lipid và cholesterol toàn phần trong máu, ngoài ra còn có tác dụng không chê tảng đường huyết trước và sau khi ăn đối với người bị bệnh tiểu đường, chống táo bón, cầm máu, sát trùng. Glucosid có tác dụng bảo vệ thành mao mạch, giảm tính thâm, giúp cho mao mạch đàn hồi và bền vững hơn, từ đó giúp ngăn ngừa những tai biến do vỡ các mạch máu, giãn tiếp giúp hạ huyết áp. Các bioflavonoid có trong vỏ bưởi giúp phát hiện và ngăn chặn các tế bào ung thư lan rộng ở những bệnh nhân ung thư vú bằng cách thu thập những estrogen thừa của cơ thể. Trong bưởi có chứa quinine, rất hữu ích trong việc điều trị bệnh sốt rét và chứng cảm lạnh, căng thẳng, mệt mỏi. Đáng lưu ý, một vài minh chứng trong bưởi có khả năng làm giảm ung thư tuyến tiền liệt, do bưởi chứa một lượng lớn lycopene (chất chống oxy hóa) (Chen *et al.*, 2014). Không chỉ như thế, trong bưởi chứa phenolic acid (một hợp chất ngăn chặn bệnh ung thư và các bệnh mãn tính khác như viêm khớp, bệnh luput). Monoterpen và sesquiterpenes là những chất bay hơi chiếm ưu thế trong vỏ, tinh dầu và thịt quả bưởi, đặc biệt là D-limonene và caryophyllene. Caryophyllene, a-humulene, humulen- (v1), blinalool và tert-butyl 2-methylpropanoate là các hợp chất hương thơm đặc trưng của bưởi. Mặc dù β-carotene là carotene chính trong bưởi, màu thịt quả chủ yếu được xác định bởi các tỷ lệ của zeaxanthin, β-cryptoxanthin và lycopene (Zheng *et al.*, 2016; Dao *et al.*, 2019). Màu sắc của bưởi hay họ trái cây

có múi thường do các sắc tố tạo màu cơ bản: chlorophylls, carotenoids, anthocyanin và lycopene. Nồng độ lycopenes tùy thuộc vào giai đoạn chín trái và tăng nhanh khi quả đạt trạng thái trưởng thành. Mùi thơm được tạo nên bởi các hợp chất mùi thuộc các nhóm terpene, alcohol, ester (hợp chất dễ bay hơi) (Chhikara *et al.*, 2018).

Nhờ vào những lợi ích sức khỏe mà vỏ bưởi mang lại, các nghiên cứu gần đây thực hiện tách chiết lớp vỏ bưởi để trích xuất các hoạt chất có khả năng kháng oxy hóa và ứng dụng vào thực phẩm, mỹ phẩm được công bố bởi Armando và cộng sự (Armando *et al.*, 2018). Một công bố mới về sự kết hợp bột vỏ bưởi và polyphenol trong trà được đánh giá có tiềm năng để tạo màng ăn được (Wu *et al.*, 2019). Nghiên cứu này có ảnh hưởng tích cực đến việc bảo quản thực phẩm và hiệu suất kinh tế. Mặt khác, các hợp chất có hoạt tính sinh học có tính nhạy sáng và dễ bị thay đổi hoặc phân hủy bởi điều kiện môi trường, nhất là sự gia tăng nhiệt độ (Linh *et al.*, 2018). Tuy nhiên, sự hạn chế báo cáo tổng quan là chưa hoàn chỉnh trong đánh giá sự thay đổi các hợp chất có hoạt tính sinh học (nhạy cảm với nhiệt) trong vỏ bưởi bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ sấy và quá trình trích ly trong khi việc ứng dụng dịch chiết vỏ bưởi đang được quan tâm rộng rãi. Nghiên cứu này nhằm khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến khả năng duy trì TPC, TFC, và khả năng trung hòa gốc tự do bằng DPPH, ABTS trong bột vỏ bưởi da xanh sau sấy và sau quá trình chiết, từ đó, đưa ra định hướng tham khảo cho quy trình tách chiết các hợp chất có hoạt tính sinh học trong vỏ bưởi và cung cấp dữ liệu cho các nghiên cứu sau này.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị nguyên liệu thô

Vỏ bưởi da xanh được thu mua tại cơ sở tách vỏ trái cây trên địa bàn quận 12, thành phố Hồ Chí Minh có nguồn gốc từ tỉnh Bến Tre, Việt Nam. Vỏ bưởi không bị dập úng, không có mùi ôi, màu xanh và không héo được rửa sạch để loại bỏ bụi bẩn. Tiếp tục cắt bỏ lớp vỏ trắng, độ dày vỏ xanh còn lại khoảng 4 ± 2 mm, độ dài 5 ± 1 cm. Vỏ bưởi sau xử lý được sấy khô lưu được thiết kế bởi Công ty TNHH-SX-TM-XNK Chất lượng Vàng, nhiệt độ sấy cài đặt $50 \pm 2^\circ\text{C}$, $55 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 2^\circ\text{C}$, tần suất cố định 50 Hz, dừng đến ẩm nguyên liệu đạt $<5\%$. Mẫu tươi và mẫu sau khi sấy được cân, sử dụng 20g mẫu để trích ly với cồn 96°, tỷ lệ 1:35 (w/v-nguyên liệu:dung môi) và gia nhiệt tại 50°C trong 15 phút.

Vỏ bưởi (0,5 g) thêm 20 mL cồn 96° được xay nhuyễn và trích ly nhiều lần, sau khi thử nghiệm

không đổi màu dịch với 1 giọt Folin-Ciocalteu và 1 giọt Na₂CO₃ 7,5%, định mức đến thể tích gần nhất và ghi nhận. Dịch sau trích ly được sử dụng cho phân tích.

2.2. Xác định hàm lượng polyphenol tổng số

Hàm lượng polyphenol tổng số được xác định theo phương pháp so màu Folin-Ciocalteu dựa theo mô tả của Chandra et al. (2014). Tiến hành pha loãng dung dịch với nồng độ phù hợp (dịch thu được ở phần chiết mẫu). Sau đó, hút 0,5 mL dung dịch mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm. Thêm vào 2,5 mL dung dịch Folin-Ciocalteu 10% và đồng nhất bằng máy Vortex, để dung dịch phản ứng trong 5 phút. Tiếp tục, thêm 2,0mL dung dịch Na₂CO₃ 7,5% và lắc đều.

Để dung dịch ở nhiệt độ phòng trong bóng tối 1 giờ. Sau đó đo độ hấp thụ quang học ở bước sóng 765 nm trên máy quang phổ UV-Vis. Gallic acid được dùng làm chất chuẩn. Hàm lượng polyphenol được biểu diễn theo phần trăm miligam đương lượng acid gallic trong 1 g chất khô so với mẫu ban đầu.

2.3. Xác định hàm lượng flavonoid tổng số

Hàm lượng flavonoid tổng số được xác định dựa theo phương pháp của Mahboubi et al. (2013). Hút 0,5 mL dung dịch mẫu (đã pha loãng dung dịch với nồng độ phù hợp) vào ống nghiệm, sau đó thêm vào 0,1 mL dung dịch AlCl₃ 10%. Tiếp tục bổ sung vào 0,1 mL dung dịch CH₃COOK 1M và 4,3 mL nước cất, lắc đều. Để dung dịch ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó đo độ hấp thụ quang học ở bước sóng 415 nm trên máy quang phổ UV-Vis. Quercetin được dùng làm chất chuẩn. Hàm lượng flavonoid tổng được biểu diễn theo phần trăm miligam đương lượng quercetin trong 1 g chất khô so với mẫu ban đầu.

2.4. Xác định khả năng trung hòa gốc tự do bằng DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

Mẫu được pha loãng nồng độ phù hợp, hút 0,5 mL mẫu vào ống nghiệm. Mẫu đối chứng thay ethanol (99,5%). Sau đó, hút 1,5 mL dung dịch DPPH (đã hiệu chỉnh OD_{517nm} = 1,1 ± 0,02) vào ống nghiệm và để trong bóng tối trong 30 phút. Đo độ hấp thụ quang học ở 517 nm trên máy quang phổ UV-Vis. Vitamin C (acid ascorbic) được sử dụng làm chất chuẩn để so sánh. Khả năng trung hòa gốc tự do bằng DPPH được tính với đơn vị phần trăm miligam đương lượng acid ascorbic trong 1 g chất khô so với mẫu ban đầu theo phương trình y = -0,1239x + 0,991 (hệ số R² = 0,9999).

2.5. Xác định khả năng bắt gốc tự do bằng ABTS

Dung dịch gốc tự do ABTS được chuẩn bị bằng cách cho 10 mL dung dịch ABTS nồng độ 7,4 mM vào 10 mL dung dịch K₂S₂O₈ nồng độ 2,6 mM rồi ủ trong bóng tối trong 24 giờ, sau đó pha loãng bằng ethanol rồi điều chỉnh độ hấp thụ của dung dịch ở bước sóng 734 nm đến 1,1 ± 0,02. Pha loãng mẫu đến khoảng nồng độ phù hợp, hút 0,5 mL mẫu đã pha loãng vào ống nghiệm. Mẫu đối chứng thay ethanol (99,5%). Hút 1,5 mL dung dịch ABTS (OD_{734nm} = 1,1 ± 0,02) vào ống nghiệm và để trong bóng tối trong 30 phút. Đo độ hấp thụ quang học ở 734 nm trên máy quang phổ UV-Vis. Vitamin C (acid ascorbic) được sử dụng làm chất chuẩn để so sánh. Sử dụng phương trình y = -0,1266914x + 0,6672952 (hệ số R² = 0,99936) để tính phần trăm miligam đương lượng acid ascorbic trong 1 g chất khô so với mẫu ban đầu cho khả năng bắt gốc tự do bằng ABTS.

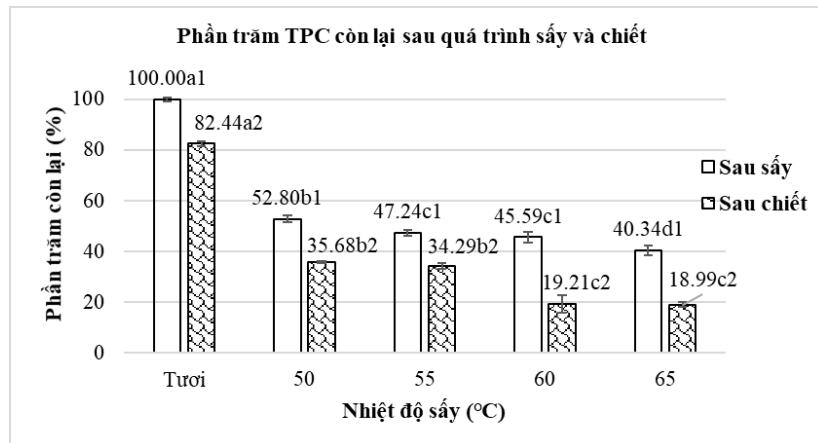
2.6. Xử lý số liệu

Bố trí thí nghiệm được lặp lại 3 lần, dữ liệu được nhập và xử lý bằng phần mềm Excel. Chương trình Statgraphics Centurion XV.I được sử dụng phân tích ANOVA 1 nhân tố ở mức ý nghĩa p < 0,05.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol trong vỏ bưởi da xanh

Sau quá trình sấy và tách chiết bằng phương pháp ngâm hỗ trợ nhiệt, phần trăm còn lại của giá trị TPC trong vỏ bưởi được hiển thị trong Hình 1. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự giảm đáng kể trong giá trị này khi tăng nhiệt độ sấy. Xử lý nhiệt tại mẫu 65 ± 2°C có tỷ lệ duy trì thấp nhất (40,34 ± 1,87%) thất thoát khoảng 59,66% so với mẫu tươi. Tại các cấp nhiệt 50°C (35,68 ± 0,35%) và 55°C (34,29 ± 1,09%); 60°C (19,21 ± 3,31%) và 65°C (18,99 ± 0,87%) không có sự khác biệt có ý nghĩa trong giá trị TPC sau quá trình chiết. Có thể nói, TPC là một hợp chất nhạy cảm với nhiệt, ánh sáng và cả tác động từ môi trường trong suốt quá trình sấy đổi lưu dòng khí nóng, sự tiếp xúc liên tục làm giảm một hàm lượng lớn TPC (Tran et al., 2020). Đồng thời, khi tăng nhiệt độ sấy, cấu trúc vỏ bưởi trở nên giòn và cứng gây trở ngại cho sự tác động của dung môi trong quá trình chiết kéo theo hàm lượng thu nhận lại thấp. Trước đây, trong một báo cáo tương tự về xu hướng không khác biệt được công bố bởi Abd Rahman et al. (2018), nhiệt độ sấy vỏ bưởi trong tủ sấy lớn hơn 60 ± 2°C khó đạt được hàm lượng TPC cao.

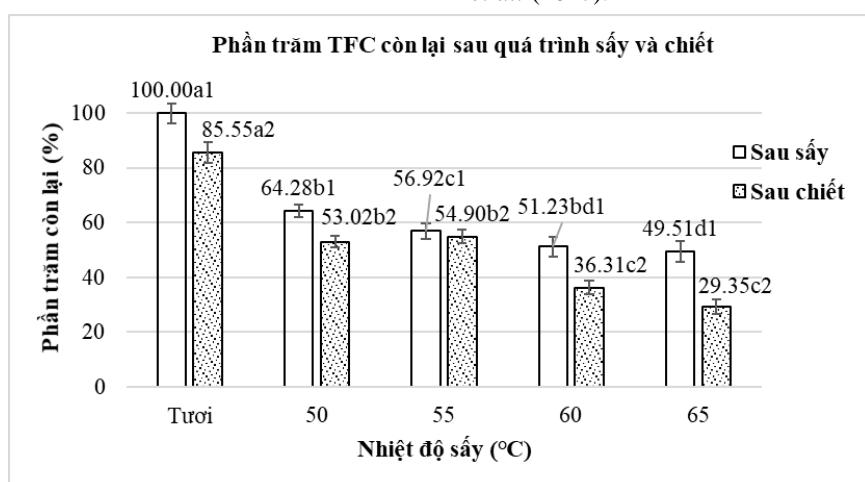


Hình 1. Ảnh hưởng bởi nhiệt độ sấy đến hàm lượng polyphenol còn lại trong vỏ bưởi Da Xanh (^{a-d} khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$)

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy đến hàm lượng flavonoids tổng số trong vỏ bưởi da xanh

Hình 2 hiển thị hàm lượng TFC thu được sau quá trình sấy và chiết vỏ bưởi tại nhiệt độ 50-55-60-65°C

($\pm 2^{\circ}\text{C}$) bằng dòng không khí nóng đối lưu. Nhận thấy rằng, phần trăm TFC giảm thấp hơn so với TPC, điều này có thể liên quan đến cấu trúc các hợp chất cấu thành (bao gồm naringin là thành phần chính trong vỏ bưởi), được chứng minh bởi Chaaban *et al.* (2017).



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lên hàm lượng TFC còn lại trong vỏ bưởi

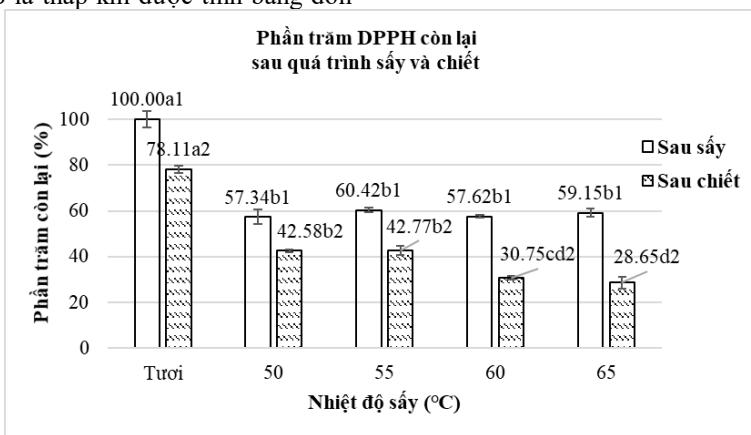
Tuy vậy, xu hướng giảm là tương tự. Sau sấy, hầu hết các nhiệt độ 50-55-60°C giúp ích trong việc giữ lại TFC, giá trị tại các nhiệt độ sấy này lớn hơn 50%. Hàm lượng TFC đạt $64,28 \pm 2,29\%$ (tại $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$) và giảm 34,7% so với mẫu ban đầu. Phần trăm còn lại của TFC tỷ lệ nghịch với nhiệt độ sấy. Đồng thời, sau chiết, phần trăm TFC thu hồi đạt hiệu suất lớn 80% so với mẫu sau sấy, điển hình là mẫu tại 50-55°C với hiệu suất thu hồi tương ứng là 82,45% và 96,45%. Tại điểm nhiệt độ khảo sát cao hơn, TFC được thu hồi thấp hơn bởi sự phân hủy sắc tố tại nhiệt độ cao và cấu trúc mẫu tách chiết (Xu et al., 2017).

3.3. Hiệu quả trung hòa gốc tự do bằng DPPH và ABTS trong bột vỏ bưởi

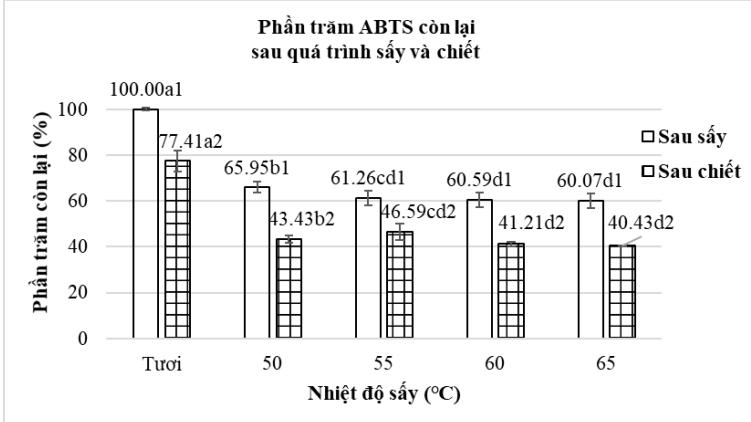
Sau xử lý thống kê ANOVA ($p<0,05$) cho thấy phần trăm DPPH trong vỏ bưởi bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ sấy đối lưu dòng khí nóng, được trình bày trong Hình 5. Hầu hết, giá trị DPPH giảm khoảng 40% và sự khác biệt không có ý nghĩa trong 4 điểm nhiệt độ khảo sát. Trong quá trình chiết, xu hướng giảm của DPPH trong vỏ bưởi da xanh tương tự với các giá trị trước đó, mẫu sấy tại 50°C và 55°C sau chiết có giá trị đạt $42,58 \pm 0,64$ và $42,77 \pm 1,67$ giảm 54,51% và 54,75% so với chiết mẫu tươi. Song

song đó, giá trị này bị ảnh hưởng bởi cấu trúc của vỏ bưởi sau sấy, dẫn đến mẫu 55 và 60°C thấp. Được biết, hợp chất có khả năng bắt gốc tự do bởi DPPH và ABTS cũng chịu ảnh hưởng lớn bởi điều kiện nhiệt độ và ánh sáng. Phần trăm ABTS duy trì cao so với các chỉ tiêu khác (Hình 5), tuy nhiên trong vỏ bưởi, giá trị ABTS là thấp khi được tính bằng đơn

vị $\mu\text{g.g}^{-1}$ chất khô (tương tự khoảng 0,3 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ trong báo cáo của Toh et al. (2013). Kết quả về DPPH và ABTS có thể bị ảnh hưởng từ các hợp chất bên trong vỏ bưởi bao gồm các khung flavosn và flavanone (thuộc nhóm flavonoid) bền nhiệt hơn nhóm TPC (Xiaoju Tian et al., 2018).



Hình 3. Ảnh hưởng nhiệt độ sấy lên phần trăm DPPH còn lại trong vỏ bưởi Da Xanh



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lên phần trăm còn lại của khả năng bắt gốc tự do ABTS trong vỏ bưởi da xanh

4. KẾT LUẬN

Nhiệt độ sấy có ảnh hưởng lớn đến hàm lượng các hợp chất có hoạt tính kháng oxy hóa trong vỏ bưởi kể cả cấu trúc bên ngoài. Hầu hết các giá trị này cao và không có sự khác biệt giữa mẫu sấy tại $50 \pm 2^\circ\text{C}$ và $55 \pm 2^\circ\text{C}$. Ở hai nhiệt độ sấy này, phần trăm TPC sau quá trình sấy được lưu giữ khoảng 50% và 35% sau chiết, trong khi TFC khoảng 60% và 53% sau chiết (tại mẫu $50 \pm 2^\circ\text{C}$). Sự lưu giữ DPPH và ABTS cao bởi một phần trong phản ứng của các hợp chất flavonoids. Nhiệt độ sấy trong quá trình sấy vỏ bưởi da xanh tại 50°C được chọn lựa dựa trên kết quả nghiên cứu với thống kê ANOVA mức ý nghĩa $\alpha=5\%$.

5. LỜI CẢM ƠN

Bài báo là kết quả từ nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu công nghệ sản xuất naringin và tinh dầu từ vỏ quả bưởi và xây dựng mô hình sản xuất thực nghiệm” (mã số đề tài CT2020.01.TCT.07) thuộc Chương trình khoa học và công nghệ, CT2020.01 do Bộ Giáo dục và Đào tạo quản lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Armando Carrasco, P. (2018). Antioxidant activity of grapefruit seed extract on vegetable oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77, 463–467 .

- [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199808\)77](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199808)77)
- Chaabani, H., Ioannou, I., Chebil, L., Slimane, M., Gérardin, C., Paris, C., & Ghoul, M. (2017). Effect of heat processing on thermal stability and antioxidant activity of six flavonoids. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13203.
- Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M. H., Elsohly, M. A., & Khan, I. A. (2014). Assessment of Total Phenolic and Flavonoid Content , Antioxidant Properties , and Yield of Aeroponically and Conventionally Grown Leafy Vegetables and Fruit Crops : A Comparative Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 1–9.
- Chen, J., O'Donoghue, A., Deng, Y.-F., Zhang, B., Kent, F., & O'Hare, T. (2014). The Effect of Lycopene on the PI3K/Akt Signalling Pathway in Prostate Cancer. In *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 14 (6), 800–805. <https://doi.org/10.2174/1871520614666140521121317>
- Chhikara, N., Kour, R., Jaglan, S., Gupta, P., Gat, Y., & Panghal, A. (2018). Citrus medica : nutritional, phytochemical composition and health benefits – a review . In *Food & Function*, 9 (4), 1978–1992. <https://doi.org/10.1039/c7fo02035j>
- Dao, T. P., Tran, T. H., Nguyen, D. T., Nguyen, D. C., Nguyen, D. H., Le, N. T. H., Sy, D. T., Huong, N. T. T., & Minh, B. Le. (2019). Application of response surface methodology for the optimization of essential oils from pomelo [citrus grandis (L.) Osbeck] leaves using microwave-assisted hydrodistillation method. In *Asian Journal of Chemistry*, 31 (8) 1639–1642. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2019.21768>
- Konno, A., Miyawaki, M., Misaki, M., & Yasumatsu, K. (2014). Bitterness Reduction of Citrus Fruits by β - Cyclodextrin Bitterness Reduction of Citrus. *Agricultural and Biological Chemistry ISSN:*, 1369, 9–11. <https://doi.org/10.1080/00021369.1981.10864882>
- Methacanon, P., Krongsin, J., & Gamonpilas, C. (2013). Pomelo (*Citrus maxima*) pectin: Effects of extraction parameters and its properties. *Food Hydrocolloids*, XXX, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.06.018>
- Nhi, T. T. Y., Phat, D. T., Quyen, N. N., Cang, M. H., Truc, T. T., Bach, L. G., & Muoi, N. V. (2020). Effects of vacuum concentration on color, polyphenol and flavonoid contents and antioxidant activity of pomelo citrus maxima (Burm. f.) Merr. Juice. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 991(1), 012060. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/991/1/012060>
- Nhi, T. T. Y., Thinh, P. V., Vu, N. D., Bay, N. T., Tho, N. T. M., Quyen, N. N., & Truc, T. T. (2020). Kinetic model of moisture diffusivity in soursop leaves (*Annona muricata L.*) by convection drying. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 991(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/991/1/012107>
- Nur Farhana Abd Rahman, Rosnah Shamsudin, Amin Ismail, Nor Nadiah Abdul Karim Shah, J. V. (2018). Effects of drying methods on total phenolic contents and antioxidant capacity of the pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) peels. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 50, 217–225.
- Phenolic, T., Flavonoids, T., & Extracts, B. (2013). Total phenolic, total flavonoids, antioxidant and antimicrobial activities of Scrophularia striata Boiss extracts. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 8(1), 15–19.
- Toh, J. J., Khoo, H. E., & Azrina, A. (2013). Comparison of antioxidant properties of pomelo [Citrus Grandis (L) Osbeck] varieties. *International Food Research Journal*, 20(1), 1661–1668. <http://umkeprints.umk.edu.my/519/%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.027>
- Wu, H., Lei, Y., Zhu, R., Zhao, M., Lu, J., Xiao, D., Jiao, C., Zhang, Z., Shen, G., & Li, S. (2019). Food Hydrocolloids Preparation and characterization of bioactive edible packaging films based on pomelo peel flours incorporating tea polyphenol. *Food Hydrocolloids*, 90, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.12.016>
- Xiaoju Tian, Ying Liu, Xi Feng, Ashfaque Ahmed Khaskhelvi, Yanju Xiang, W. H. (2018). The effects of alcohol fermentation on the extraction of antioxidant compounds and flavonoids of pomelo peel. *LWT*, 89, 763-769.
- Xu, G., Ye, X., Chen, J., & Liu, D. (2017). Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(2), 330–335.
- Yadav, P. N., Ranganna, B., & Chandru, R. (2009). Development of value added products from pomelo fruit and their storage. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 43(2), 249–254.
- Zheng, H., Zhang, Q., Quan, J., Zheng, Q., & Xi, W. (2016). Determination of sugars , organic acids , aroma components , and carotenoids in grapefruit pulps. *Food Chemistry*, 205, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.007>