

Khảo sát ảnh hưởng của các thông kỹ thuật đến chất lượng bột bưởi (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) sấy phun

Ung Minh Anh Thu¹, Nguyễn Tấn Hùng²

¹Trường Cao đẳng Nông nghiệp Nam Bộ, tỉnh Tiền Giang

²Trường Đại học Tiền Giang.

*nguyentanhung@tgu.edu.vn

Tóm tắt

Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát ảnh hưởng của thời gian bảo quản sau thu hoạch và tỷ lệ chất trợ sấy (maltodextrin-MD⁺ gum Arabic-GA) đến một số tính chất lý hóa và cảm quan của bột bưởi lông Cổ Cò sấy phun. Hai biến số gồm thời gian bảo quản sau thu hoạch (1-8) tuần và tỷ lệ chất trợ sấy (hỗn hợp 85 % Maltodextrin-MD⁺ 15 % gum Arabic-GA) (5-20) % được khảo sát. Kết quả cho thấy thời gian bảo quản sau thu hoạch và tỷ lệ chất trợ sấy đều ảnh hưởng lớn đến tính chất hóa lý và cảm quan của sản phẩm bột bưởi. Trái bưởi có thời gian bảo quản 2 tuần sau thu hoạch là thích hợp nhất cho chế biến, sản phẩm thu nhận có điểm cảm quan (trung bình 8,01 điểm) sau khi hoàn nguyên và hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học như phenolic, vitamin C và flavonoid cao. Bên cạnh đó, với tỷ lệ (10-15) % chất trợ sấy (MD + GA) giúp sản phẩm thu nhận có hiệu suất thu hồi cao (57,34-58,65) % và khả năng lưu giữ các thành phần như TPC, vitamin C và TFC cao. Sản phẩm bột bưởi hòa tan có độ ẩm thấp (4-5) %, thích hợp cho việc tồn trữ và vận chuyển. Kết quả nghiên cứu góp phần nâng cao giá trị sử dụng của quả bưởi lông Cổ Cò tại địa phương.

Nhận 30/08/2024

Được duyệt 01/12/2024

Công bố 28/02/2025

Từ khóa

bưởi lông Cổ cò, flavonoid, polyphenol, sấy phun, vitamin C

© 2025 Journal of Science and Technology - NTTU

1 Giới thiệu

Bưởi có tên khoa học là *Citrus maxima* Merr., Burm. hoặc *Citrus grandis* (L.) Osbeck., là loại trái cây được ưa thích. Theo quy hoạch của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn trong phát triển cây có múi, đến năm

2020, diện tích trồng bưởi quy hoạch chiếm vị trí thứ nhất lên đến 27 900 ha, kế đến là cam với diện tích trồng 26 250 ha rồi đến chanh, quýt. Quả bưởi ở Việt Nam đa dạng về chủng loại và phân bố rộng rãi theo các vùng sinh thái nông nghiệp [1]. Ngoài tính giải khát, bưởi còn có tác dụng phòng và chữa bệnh. Ngoài

những thành phần hóa học thông thường như đường, khoáng, axit hữu cơ, trong bưởi còn chứa nhiều axit galacturonic, vitamin C, pectin, phenol, flavonoid (limonoid, hesperidin và naringin), có tác dụng chống oxy hóa rất mạnh, giúp làm chậm sự lão hóa và tổn thương của tế bào, bảo vệ tính đàn hồi của mạch máu, ngừa xơ cứng động mạch, gián tiếp chống cao huyết áp và tai biến mạch máu não, giảm nguy cơ suy tim và ung thư [2, 3].

Sấy phun được chứng minh là phương pháp sấy (vi bao) hiệu quả trong việc chuyển đổi chất lỏng thành dạng bột, đặc biệt ở ngành công nghiệp thực phẩm, nhờ năng suất cao, giá thấp hơn và giảm thời gian tiếp xúc với nhiệt, giúp giảm thiệt hại do nhiệt của sản phẩm cuối cùng do thời gian tiếp xúc của các giọt ngắn và ứng suất nhiệt tương đối thấp nên phù hợp với các thành phần thực phẩm nhạy cảm với nhiệt so với các công nghệ sấy khác [4]. Nhiều loại nước ép trái cây sấy phun đã được nghiên cứu trong sản xuất chất tạo màu từ trái cây và rau quả như quả mọng, quả lựu, quả gấc, khoai lang tím, cà rốt đen [5]. Hơn nữa, sấy phun rất phù hợp để xử lý các thành phần nhạy cảm với nhiệt như carotenoid [6]. Tuy nhiên, việc sấy phun các sản phẩm như dịch trái cây với hàm lượng đường cao gặp khó khăn về mặt kỹ thuật vì tính hút ẩm cao do các chất có trọng lượng phân tử thấp, từ đó góp phần gây ra vấn đề về độ dính và tính dẻo nhiệt của thành phẩm ở nhiệt độ và độ ẩm cao. Để ngăn chặn những vấn đề này, các chất trợ sấy như maltodextrin (MD) được bổ sung vào dung dịch nguyên liệu để tạo ra bột

rời, tránh dính, giảm độ hút ẩm của bột và tăng khả năng thu hồi bột. Những đặc tính này làm cho maltodextrin trở nên hữu ích cho vật liệu phủ. Bên cạnh đó, maltodextrin thiếu tính chất nhũ hóa và hoạt động bề mặt. Vì lý do này, cần phải kết hợp các vật liệu phủ khác với maltodextrin tăng tính ổn định cho hạt sản phẩm [7]. Gum arabic (GA) là một hydrocolloid với các chuỗi polysaccharide chứa một phần nhỏ protein giúp khắc phục vấn đề dính cũng như bao bọc các thành phần nhạy cảm chống lại quá trình oxy hóa (phenolic, vitamin, anthocyanin) do khả năng nhũ hóa tốt. GA có nhiều ứng dụng trong ngành thực phẩm, được sử dụng làm chất ổn định, chất làm đặc, chất nhũ hóa và chất chống đông bánh [8]. Đóng góp của GA vào sự ổn định của thực phẩm khử nước đã được nghiên cứu trước đó [4].

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của thời gian tồn trữ sau thu hoạch và tỷ lệ chất trợ sấy (maltodextrin và gum arabic) đến một số thông số chất lượng của bột hòa tan bằng phương pháp phun từ nguyên liệu trái bưởi lông Cổ Cò (BLCC).

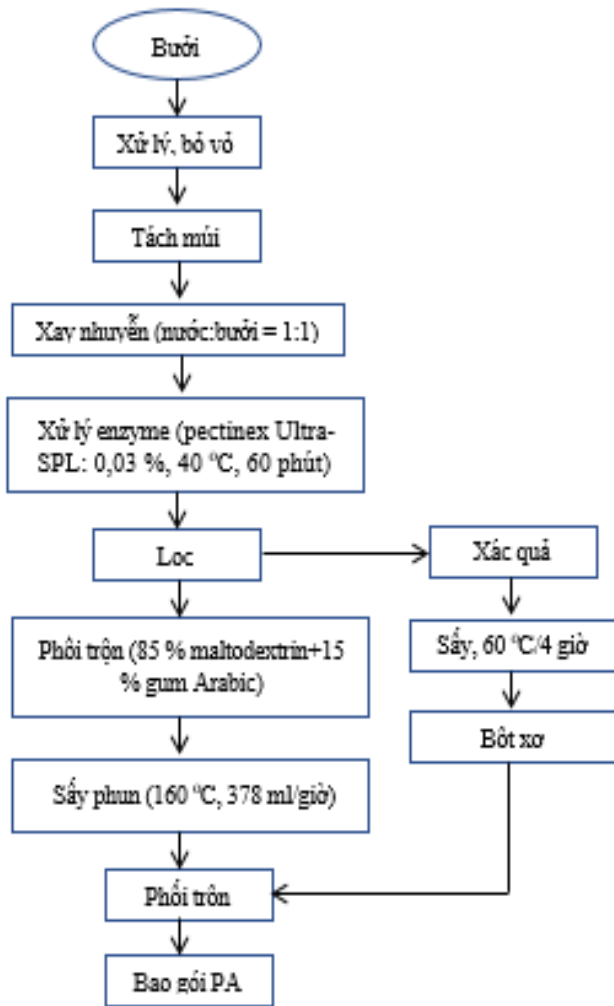
2 Phương pháp nghiên cứu

2.1 Nguyên vật liệu

BLCC: chín đều vỏ có màu xanh vàng dễ lột và mỏng, ruột hồng, được thu nhận tại nhà vườn huyện Châu Thành, tỉnh Tiền Giang, sử dụng những bưởi nhỏ (<1 kg), nắm ngoài da, còn nguyên vẹn và không hư hỏng bên trong.

2.2 Quy trình tham chiếu (Hình 1)





Hình 1 Sơ đồ quy trình chế biến bột BLCC sấy phun

2.3 Chuẩn bị mẫu và bố trí thí nghiệm

2.3.1 Chuẩn bị mẫu

BLCC sau khi thu hoạch được vận chuyển đến phòng thí nghiệm Công nghệ thực phẩm, trường Đại học Tiền Giang. BLCC được tồn trữ trong điều kiện nhiệt độ phòng, không bao bì. BLCC chín được bỏ vỏ, xơ trắng, tách múi, tiến hành xay nhuyễn với nước theo tỷ lệ nước:BLCC là 1:1 trong 3 phút bằng máy Panasonic MJ M-176P. Hỗn hợp BLCC sau đó được xử lý với enzyme pectinex Ultra-SPL nhằm tăng hiệu quả thu hồi dịch BLCC là nồng độ enzyme 0,03 % so với khối lượng dịch quả, nhiệt độ xử lý 40 °C, trong 60 phút [2]. Tiến hành lọc qua vải lọc thông dụng (kích thước lỗ

200 micron), thu dịch BLCC cho việc bố trí thí nghiệm. Phần xác quả sau lọc được tiến hành sấy ở nhiệt độ 60 °C trong 4 giờ và thu nhận bột xơ.

2.3.2 Bố trí thí nghiệm

- *Thí nghiệm 1: ảnh hưởng của thời gian bảo quản sau thu hoạch BLCC đến chất lượng sản phẩm*

Thời gian bảo quản sau thu hoạch được bố trí tại mốc thời gian là (1, 2, 4, 6 và 8) tuần. Dịch BLCC (được chuẩn bị theo như mô tả ở Mục 2.3.1) được phối trộn với 5 % chất trợ sấy (85 % maltodextrin (10-12) DE+ 15 % gum arabic) và sấy phun với thiết bị Lab plant SD-basic (England) ở nhiệt độ đầu vào/đầu ra là 160 °C/80 °C và tốc độ bơm cấp liệu là 3 rpm (378 mL/giờ). Các chỉ tiêu theo dõi: độ ẩm (%), hoạt độ nước (a_w), hiệu suất thu hồi (%), độ hòa tan (giây), màu sắc (L^* , a^* , b^*), vitamin C (mg %), hàm lượng flavonoid – TFC (mgQE/g), polyphenol tổng – TPC (mgGAE/g) và điểm cảm quan.

- *Thí nghiệm 2: khảo sát tỷ lệ chất trợ sấy*

(Maltodextrin + Gum arabic) đến chất lượng và hiệu suất thu hồi

Độ chín thích hợp được chọn theo kết quả thí nghiệm 1. 250 mL/mẫu dịch BLCC (được chuẩn bị theo như mô tả ở Mục 2.3.1) được phối trộn với chất trợ sấy (85 % maltodextrin + 15 % gum arabic) theo tỷ lệ từ 5, 10, 15, 20 %w/v, tiến hành sấy phun với thiết bị Lab plant SD-basic (England) ở nhiệt độ đầu vào/đầu ra là 160 °C/80 °C và tốc độ bơm cấp liệu là 3 rpm (378 mL/giờ). Các chỉ tiêu theo dõi: độ ẩm (%), hoạt độ nước (a_w), hiệu suất thu hồi (%), độ hòa tan (giây), màu sắc (L^* , a^* , b^*), vitamin C (mg %), hàm lượng flavonoid – TFC (mgQE/g), polyphenol tổng -TPC (mgGAE/g) và điểm cảm quan.

2.4 Chỉ tiêu và phương pháp phân tích



2.4.1 Hàm lượng vitamin C (mg/100 g) được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với 2,6-DIP [9] có hiệu chỉnh: pha loãng 1 g bột với 20 mL axit oxalic 4 %. 5mL dịch trích được chuẩn độ với thuốc thử 2,6-dichlorophenol-indophenol (DCPIP). Điểm dừng chuẩn độ khi một giọt dư 2,6-DIP xanh sẽ làm cho dung dịch chuyển thành màu hồng trong môi trường acid và bền trong hơn 15 giây. Dung dịch indophenol được chuẩn độ với dung dịch ascorbic acid chuẩn. Hàm lượng vitamin C được biểu diễn bằng mg trên gam chất khô (mg/g chất khô).

$$X = \left(\frac{a - b \times V \times 100 \times 0,088}{v \times (100 - W)m} \right) \quad (1)$$

Trong đó:

a là số mL trung bình khi chuẩn độ thật.

b là số mL trung bình khi chuẩn độ đối chứng.

0,088 là số mg acid ascorbic tương đương với 1 mL dung dịch chuẩn DCPIP 0,001N.

V là thể tích dịch chiết ban đầu (mL).

W: độ ẩm bột, %.

v: thể tích dịch chiết lấy để định chuẩn (mL)

m: khối lượng mẫu vật cân lúc đầu (g).

2.4.2 Hàm lượng polyphenol tổng (TPC, mgGAE/g) [4] có hiệu chỉnh: Pha loãng 0,25 g bột trong 10 mL aceton 60 %. Hút 1mL dịch chiết + 0,5 mL thuốc thử Folin - Ciocalteu để khoảng 3 phút. Sau đó thêm vào 2,5 mL dung dịch Na_2CO_3 bão hòa, lắc nhẹ cho đều, định mức bằng nước cất đến vạch, để trong bóng tối 30 phút. Đo độ hấp thụ ở bước sóng 765 nm bằng máy đo quang phổ (Varian Cary® 50 UV- vis). Acid gallic (0-100) mg/L được sử dụng là đường chuẩn và kết quả được biểu thị bằng mg gallic acid tương đương (GAE)/gCK.

Hàm lượng phenolic tổng (TPC) được tính theo công thức:

$$\text{TPC} = C \times K \times V / (100 - W) \times m \quad (2)$$

Trong đó:

TPC: hàm lượng phenolic tổng (mg GAE/g bột).

C: Giá trị x từ đường chuẩn với acid gallic (mg/mL).

V: Thể tích định mức (mL).

W: độ ẩm bột, %

k: Hệ số pha loãng.

m: Khối lượng bột

2.4.3 Hàm lượng flavonoid tổng (TFC, mgGE/g) [10]:

Lấy 1 mL dịch chiết trộn với 0,5 mL AlCl_3 10 % và 0,5 mL nước. Hỗn hợp được ủ trong 10 phút ở nhiệt độ phòng sau đó đem đo ở bước sóng 428 nm, bằng máy đo quang phổ (Varian Cary® 50 UV- vis).

Hàm lượng phenolic tổng (TFC) được tính theo công

thức: $\text{TFC} = C \times K \times V / (100 - W) \times m \quad (3)$

Trong đó:

TFC: Hàm lượng flavonoid tổng (mg QE/gCK).

C: Giá trị x từ đường chuẩn với quercetin (mg/mL).

k: Hệ số pha loãng.

V: Thể tích định mức (mL).

W: độ ẩm bột, %

m: Khối lượng bột, g.

2.4.4 Màu sắc (L^* , a^* , b^*) [4]: sử dụng máy đo màu Minolta CXR400 (Japan): Máy đo màu này dựa trên không gian màu $L^*a^*b^*$ của CIE (Commission Internationale de L'Eclairage). Hiệu chuẩn được thực hiện trên ô màu trắng trước khi phân tích mẫu ($L^* = 91,0$, $a^* = +0,3165$, $b^* = +0,3326$).

2.4.5 Độ hòa tan (giây) [4]: 50 mg mẫu bột cho vào ống nghiệm nhỏ, sau đó thêm 1 mL nước cất, tiến hành trộn bằng cách sử dụng Vortex ở tốc độ trung bình (1 500 rpm). Thời gian để hoàn nguyên hoàn toàn bột được ghi lại bằng đồng hồ bấm giờ điện tử.

2.4.6 Độ ẩm (%) của các mẫu bột được xác định theo tiêu chuẩn AOAC (1998) [5] bằng cách sấy khô các

mẫu trong tủ sấy (UF55 MEMMERT) ở 105 °C cho đến khi đạt khối lượng không đổi.

2.4.7 Hoạt độ nước được xác định bằng máy đo hoạt độ nước (Novasina MS1-aw, Switzerland).

2.4.8 Hiệu suất thu hồi [11]:

$$H (\%) = \frac{m_1}{m_2} \times 100 \quad (4)$$

Trong đó:

m_1 là Tổng chất rắn hòa tan của bột sấy phun (g),

m_2 là Tổng chất rắn hòa tan của dịch trước sấy (g).

2.4.8 Đánh giá cảm quan được mô tả theo mô tả của [12] và [13] và có điều chỉnh: các mẫu dùng để đánh giá cảm quan được trình bày dưới dạng đồ uống hòa tan có chứa 1,5 % chất khô, Hội đồng gồm 20 thành viên (giới tính: 10 nữ, 10 nam; nhóm tuổi: 20-40

bằng phương pháp cảm quan thị hiếu, thang Hedonic từ 1 đến 9 (1= cực kỳ không thích và 9: cực kỳ thích).

2.5 Phương pháp thu thập số liệu và thống kê

Mỗi thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần. Giá trị trung bình và sai số của kết quả sẽ được tính bằng phần mềm Microsoft Excel (Microsoft Inc., Redmond, WA, USA). Sự khác biệt đáng kể ($p < 0,05$) của dữ liệu sẽ được phân tích bằng one-way ANOVA bằng phần mềm Statgraphics XVII (Statpoint Technologies Inc, US).

3 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của thời gian bảo quản trái BLCC sau thu hoạch đến chất lượng bột

Ảnh hưởng của thời gian tồn trữ sau thu hoạch đến chất lượng bột được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1 Ảnh hưởng của thời gian bảo quản sau thu hoạch đến sự thay đổi hàm lượng TPC, vitamin C, hàm lượng acid tổng và flavonoid trong bột BLCC

Thời gian bảo quản	TPC (mgGAE/g)	Vitamin C (mg/100g)	Hàm lượng axit tổng (%)	Flavonoid (mgQE/g)
A ₁ – 1 tuần	3,26 ± 0,01 ^e	134,93 ± 1,47 ^e	0,31 ± 0,01 ^c	5,35 ± 0,01 ^d
A ₂ – 2 tuần	3,17 ± 0,01 ^d	114,38 ± 4,48 ^d	0,30 ± 0,00 ^c	5,60 ± 0,01 ^e
A ₃ – 4 tuần	2,51 ± 0,01 ^b	104,11 ± 2,93 ^c	0,27 ± 0,00 ^b	4,81 ± 0,02 ^c
A ₄ – 6 tuần	2,47 ± 0,02 ^a	96,79 ± 4,01 ^b	0,25 ± 0,01 ^b	4,69 ± 0,01 ^b
A ₅ – 8 tuần	2,93 ± 0,01 ^c	92,89 ± 2,45 ^a	0,20 ± 0,00 ^a	4,05 ± 0,01 ^a

Ghi chú: số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các kí tự a, b, c, d, ... theo cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$).

Bảng 1 cho thấy hàm lượng các hợp chất có hoạt tính sinh học được theo dõi gồm polyphenol, vitamin C, flavonoid và acid tổng trong bột sau sấy phun đều có chiều hướng giảm xuống khi thời gian tồn trữ nguyên liệu tăng lên ngoại trừ chỉ flavonoid tổng tăng sau 2 tuần và sau đó thể hiện chiều hướng giảm về sau. Nguyên nhân của sự suy giảm các chỉ số này là phần thịt quả (múi) có sự suy giảm hàm lượng các chất này theo thời gian tồn trữ. Cùng với thay đổi hình thức bên ngoài, chất lượng dinh dưỡng của BLCC cũng thay đổi

trong thời gian bảo quản. Vitamin C là chỉ tiêu hóa học quan trọng đánh giá chất lượng của nhiều rau quả sau thu hoạch, kết quả thể hiện ở Bảng 1 cho thấy hàm lượng vitamin C của các mẫu bột giảm dần. Trong quá trình bảo quản protopectin và hemicellulose bị thủy phân làm cho cấu trúc tế bào không còn chặt chẽ nên không khí dễ đi vào trong trái và thúc đẩy quá trình oxy hóa vitamin C dưới tác dụng của enzyme ascorbinoydase. Nguyên nhân là do tế bào thịt quả phân chia trong giai đoạn chín, các phản ứng trao đổi

xảy ra ở cường độ cao và đòi hỏi sự có mặt của những hợp chất chống oxy hóa, trong đó vitamin C đóng vai trò quan trọng. Độ chua, đường và chất rắn hòa tan tăng lên và Vitamin C, protein giảm khi chín [14].

Hàm lượng flavonoid được ghi nhận tăng và thể hiện cao nhất ở tuần bảo quản thứ 2 (5,60 mgQE/g), và thấp nhất ở tuần thứ 8 (4,05 mgQE/g). Kết quả này là tương đồng công bố ở tài liệu tham khảo số [15] trong quá trình chín của quả sung hàm lượng TFC tăng trong suốt quá trình chín và đạt cao nhất ở giai đoạn thứ 2 và thể hiện giá trị thấp nhất ở giai đoạn chín thứ 3. Một công bố khác đối với quả dâu tây cũng có kết quả tương tự rằng TFC đạt giá trị cao nhất khi quả chín hoàn toàn [16]. Ngược lại, đối với quả trứng cá, hàm lượng TFC gia tăng và đạt cao nhất ở giai đoạn chín hoàn toàn. Sự thay đổi theo chiều hướng giảm hàm lượng TFC ở các giai đoạn phát triển và chín khác nhau là do ảnh hưởng đáng kể của sự giảm hàm lượng polyphenol và flavonoid là một phân nhóm của polyphenol. Hàm lượng polyphenol giảm trong suốt quá trình chín của quả sau thu hoạch, ở thời điểm 1 tuần, hàm lượng polyphenol là 3,26 mgGAE/g, sau đó giảm mạnh liên

tục đến thời điểm sau 6 tuần (2,47 mgGAE/g). Điều này có thể giải thích là do polyphenol bị oxy hóa bởi enzyme như polyphenol oxidase (PPO) trong quá trình tồn trữ. Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả của một số nghiên cứu trước đây về sự thay đổi hàm lượng polyphenol (giảm) trong suốt quá trình chín của 4 giống ổi trồng tại Sudan. Ngoài ra, theo [11] trong quá trình chín ở đu đủ, hàm lượng polyphenol trong vỏ quả và thịt quả giảm dần, lần lượt từ 471,97 mgGAE/g đến 358,67 mgGAE/g và từ 1,91 đến 0,88 mgGAE/g. Bên cạnh đó, acid hữu cơ trong rau quả chủ yếu là acid malic, citric, tartaric và một số acid hữu cơ khác như oxalic và succinic. Trong quá trình bảo quản, chỉ số acid giảm dần theo thời gian bảo quản do chúng là cơ chất cho các hoạt động trao đổi chất của tế bào [17]. Mặt khác, sự phân hủy của acid ascorbic (vitamin C) phụ thuộc vào hàm lượng enzyme trong mô thực vật. Ở nhiệt độ cao và thời gian bảo quản lâu có thể đẩy nhanh tốc độ mất mát của chỉ số này. Bên cạnh đó, phenolic và flavonoid có cấu trúc không ổn định và tỷ lệ phân hủy cao ở nhiệt độ bảo quản cao do quá trình oxy hóa.

Bảng 2 Ảnh hưởng của thời gian bảo quản trái BLCC sau thu hoạch đến sự thay đổi a_w , ẩm độ, độ hòa tan, màu sắc

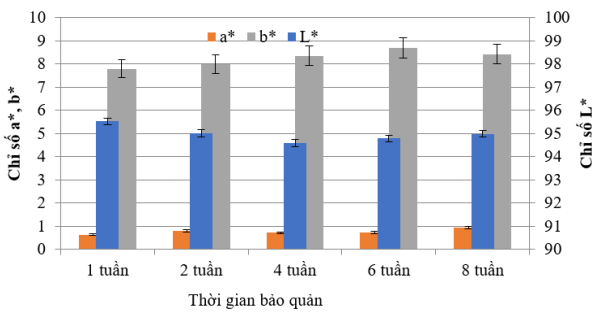
Thời gian bảo quản	A_w	Ẩm độ (%)	Độ hòa tan (s)	Độ khác màu ΔE
A ₁ – 1 tuần	0,33 ± 0,01 ^{bc}	4,7 ± 0,13 ^{ab}	25,25 ± 0,47 ^c	6,27 ± 0,21 ^a
A ₂ – 2 tuần	0,34 ± 0,01 ^c	4,60 ± 0,08 ^a	21,03 ± 0,09 ^a	6,53 ± 1,41 ^b
A ₃ – 4 tuần	0,35 ± 0,01 ^c	6,1 6 ± 0,01 ^c	23,87 ± 0,15 ^b	7,02 ± 1,15 ^c
A ₄ – 6 tuần	0,31 ± 0,01 ^a	5,05 ± 0,10 ^b	29,45 ± 0,10 ^d	7,30 ± 1,33 ^c
A ₅ – 8 tuần	0,32 ± 0,01 ^{ab}	4,80 ± 0,01 ^{ab}	21,12 ± 0,24 ^a	7,00 ± 0,01 ^c

Ghi chú: số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các kí tự a, b, c, d,... theo cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$).

Độ ẩm là một yếu tố quan trọng quyết định đến thời gian bảo quản của bột. Độ ẩm và hoạt độ nước (a_w) của bột sản phẩm thể hiện khác nhau có ý nghĩa giữa các mẫu với thời gian bảo quản khác nhau trong điều kiện nhiệt độ phòng ($p < 0,05$). Ở Bảng 2 cho thấy độ ẩm và

a_w thể hiện thấp trong mẫu bột ở các tuần khác nhau từ (4,6-6,16) % và (0,31-0,35) %, tương ứng. Bên cạnh đó, độ hòa tan (thời gian hoàn nguyên) của bột BLCC trong thời gian bảo quản các tuần khác nhau. Nhìn

chung, ở các tuần, trong thời gian bảo quản của mẫu (A₂) đạt độ hòa tan với thời gian ngắn nhất (21,03 giây).



Hình 1 Chỉ số màu sắc L*, a* và b* của bột BLCC theo thời gian tồn trữ nguyên liệu

Hình 1 cho thấy các chỉ số màu sắc L*, a* và b* là gần như tương đồng nhau. Trong đó, giá trị L* cao (> 90%) thể hiện bột có màu sáng đẹp. Giá trị b* dương thể hiện ở tất cả mẫu bột (7,9-8,7) cho thấy bột có màu vàng nhạt và ít sẫm màu (a* dương thấp). Trong khi đó, độ khác màu tổng thể ΔE mặc dù thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa nhưng không khác biệt nhiều và dao động trong khoảng 6,27-7,30.

Bảng 3 Điểm trung bình cảm quan theo mức độ ưa thích (thang Hedonic)

Mẫu	Điểm trung bình cảm quan theo mức độ ưa thích
A ₁ – 1 tuần	6,11 ± 0,34 ^b
A ₂ – 2 tuần	8,01 ± 0,42 ^c
A ₃ – 4 tuần	6,11 ± 0,31 ^b
A ₄ – 6 tuần	5,68 ± 0,25 ^{ab}
A ₅ – 8 tuần	5,44 ± 0,11 ^{b a}

Ghi chú: số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các ký tự a, b, c, d,... theo cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa (p < 0,05).

Bảng 3 cho thấy điểm trung bình cảm quan của dịch BLCC sau khi hoàn nguyên (1 g + 100 mL nước) thể

Bảng 5 Ảnh hưởng của tỷ lệ chất mang sau phối trộn đến sự thay đổi hoạt độ nước, ẩm độ, độ hòa tan, màu sắc

MD&G	Aw	Ẩm độ (%)	Độ hòa tan (s)	Màu sắc (ΔE)	Hiệu suất thu hồi (%)
B ₀ – 0 %	-	-	-	-	-

hiện sự khác biệt có ý nghĩa (p < 0,05). Trong đó, mẫu A₂ tương ứng với thời gian tồn trữ nguyên liệu là 2 tuần có điểm đánh giá về mức độ ưa thích là cao nhất (8,00). Kết hợp với các thông số chất lượng được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2 thì thời gian tồn trữ nguyên liệu được lựa chọn cho khảo sát này là 2 tuần với các thông số về hàm lượng các chất có hoạt tính sinh học còn lưu giữ tốt.

Thành phần hóa học cơ bản của nguyên liệu BLCC (2 tuần bảo quản) được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4 Thành phần hóa lý và hàm lượng các chất trong nguyên liệu (2 tuần)

Thành phần	Hàm lượng
Độ ẩm trái tươi (%)	85,51 *
TPC (mgGAE/100 mL)	16,44
Hàm lượng acid tổng (%)	0,30
Flavonoid (mgQE/mL)	23,49
Độ Brix	6,9
Vitamin C (mg/100 mL)	186,27

* giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

3.2 Ảnh hưởng của tỷ lệ chất trợ sấy đến chất lượng và hiệu suất thu hồi

Độ ẩm và hoạt độ nước là đặc tính quan trọng nhất của bột sấy phun cho biết chất lượng và thời hạn sử dụng của sản phẩm. Độ ẩm liên quan hiệu suất làm khô, tính chảy của bột và độ ổn định bảo quản của bột. Trong hệ thống sấy phun, hàm lượng nước của dịch nguyên liệu có ảnh hưởng đến độ ẩm cuối cùng của bột được sản xuất. Kết quả cho thấy nồng độ chất trợ sấy càng tăng, độ ẩm của bột càng thấp và ngược lại.

B ₁ - 5 %	0,34 ± 0,01 ^b	5,55 ± 0,04 ^c	17,32 ± 0,36 ^a	7,52 ± 0,86 ^b	52,14 ± 2,01 ^a
B ₂ - 10 %	0,34 ± 0,01 ^b	5,31 ± 0,01 ^b	17,89 ± 0,61 ^b	6,79 ± 0,84 ^{ab}	57,34 ± 1,34 ^{bc}
B ₃ - 15 %	0,32 ± 0,01 ^a	4,40 ± 0,01 ^a	30,25 ± 0,47 ^c	5,36 ± 1,42 ^a	58,65 ± 2,12 ^c
B ₄ - 20 %	0,31 ± 0,02 ^a	4,26 ± 0,23 ^a	34,18 ± 0,36 ^d	5,26 ± 1,30 ^a	56,25 ± 0,84 ^b

Ghi chú: số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các kí tự a, b, c, d, ... theo cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$).

MD: maltodextrin, G: gum arabic.

Bảng 5 cho thấy, đối với mẫu đối chứng (không bổ sung chất mang là maltodextrin và gum arabic) thì hiệu suất quá trình sấy rất thấp, các hạt được tạo ra với số lượng ít và rất dính, chủ yếu đọng lại trên thành buồng sấy và quá trình lắng xoáy ở cyclon thu hồi là hầu như không có. Khi tăng tỷ lệ maltodextrin và gum arabic phối trộn vào dịch BLCC đã thủy phân từ (5-20) % thì hiệu suất thu hồi sản phẩm tăng dần và đạt cao nhất ở mức phối trộn là 15 %. Tuy nhiên, khi tăng tỷ lệ MD lên cao hơn (20 %) thì hiệu suất thu hồi bột giảm xuống còn 56,25 %. Khi nồng độ maltodextrin cao hơn cũng dẫn đến việc tạo ra các hạt lớn hơn, điều này có thể liên quan đến độ nhớt của dung dịch, tăng theo cấp số nhân với nồng độ maltodextrin, kích thước giọt chất lỏng trung bình thay đổi trực tiếp với độ nhớt của chất lỏng ở tốc độ cấp liệu không đổi. Độ nhớt chất lỏng càng cao, các giọt hình thành trong quá trình sấy càng lớn và do đó sau quá trình sấy phun thu được các hạt có kích thước lớn hơn.

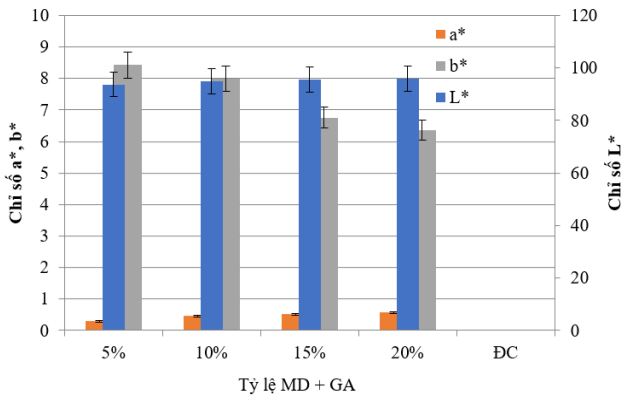
Độ ẩm liên quan đến hiệu quả làm khô, tính chảy của bột và độ ổn định bảo quản của bột. Kết quả cho thấy nồng độ chất khô càng tăng, độ ẩm của bột sản phẩm càng giảm. Khi độ Brix tăng từ 5 % đến 20 % thì độ ẩm sẽ giảm tương ứng là từ 5,55 % còn 4,26 %. Hơn nữa, tỷ lệ chất trợ sấy cao hơn dẫn đến giảm a_w trong bột và dao động từ 0,34 xuống 0,31 và tương ứng với chiều hướng giảm của độ hòa tan. Nồng độ chất khô của dịch sấy càng cao tương ứng lượng MD⁺ GA bổ sung vào dịch càng nhiều, khi đó hàm lượng nước trong dịch sấy thấp nên quá trình bốc hơi nước xảy ra nhanh hơn, độ ẩm bột sau sấy thấp

hơn. Hơn nữa, maltodextrin là thành phần hỗ trợ cho quá trình sấy, giúp sản phẩm nhanh khô và có độ ẩm thấp. Khi tăng mức maltodextrin từ 10 % đến 15 % (w/v), thì hàm lượng ẩm giảm trong bột sản phẩm [18]. Nồng độ MD⁺ GA tăng lên làm tăng lượng chất rắn của dung dịch và giảm lượng ẩm để bay hơi.

Bên cạnh đó, độ hòa tan (thời gian hoàn nguyên) của bột sản phẩm tăng lên khi tăng tỷ lệ MD⁺ GA phối trộn. Kích thước hạt nhỏ hơn của các hạt được sản xuất với nhiều maltodextrin hơn có thể dẫn đến tỷ lệ diện tích bề mặt trên thể tích tiếp xúc với nước lớn hơn, điều này sẽ góp phần vào tốc độ hòa tan nhanh hơn [11]. Khi tăng nồng độ maltodextrin đạt ngưỡng 20 %, độ nhớt dung dịch cao làm cho quá trình hình thành các hạt làm khô chậm, dẫn đến sự hình thành bột ướt dính vào buồng sấy. Kết quả nghiên cứu trên phù hợp với công bố [19] khi tiến hành sấy phun nước ép ổi. Độ hòa tan giảm khi hàm lượng maltodextrin và gum arabic tăng. Độ hòa tan của bột nước ép lựu là thấp nhất (thời gian hòa tan cao) ở maltodextrin phần trăm cao nhất (60 %) và nhiệt độ sấy (140 °C). Thêm nhiều maltodextrin và gum arabic có thể làm tăng khả năng hòa tan khối lượng lớn của bột. Bảng 5 cho thấy điều tương tự khi nồng độ chất trợ sấy (Maltodextrin và gum arabic) cho độ hòa tan cao ở nồng độ 5 % (17,32 giây) và độ hòa tan thấp ở nồng độ 20 % (34,18 giây).

Màu sắc (độ khác màu - ΔE) của bột giảm dần, ở nồng độ 5 % đạt cao nhất (7,52) và thấp nhất ở nồng độ 20 % (5,26). Có thể quan sát thấy Bảng 5 khi sản phẩm

bổ sung tỉ lệ chất trợ sấy maltodextrin và gum arabic hàm lượng cao thì màu sắc sẽ giảm đáng kể. Còn nếu bổ sung tỉ lệ chất trợ sấy maltodextrin và gum arabic thấp thì khi sấy sẽ gặp khó khăn và hiệu suất thu hồi bột thấp đi vì tính dính của sản phẩm chưa được cải thiện nên còn dính nhiều lên thiết bị.



Hình 2 Chỉ số màu sắc L*, a* và b* của bột BLCC theo tỷ lệ chất trợ sấy

Hình 2 cho thấy, chỉ số màu của bột thể hiện khác nhau có ý nghĩa theo tỷ lệ chất trợ sấy. Khi tăng chất trợ sấy thì chỉ số thể hiện sắc vàng (b* dương) giảm. Nguyên nhân là do chất trợ sấy maltodextrin và gum ban đầu có màu trắng sáng và khi bổ sung nhiều sẽ là cho bột thu được có màu trắng hơn và giảm đi màu vàng ngà của dịch bưởi. Trong khi đó, chỉ số độ sáng (L*) và sắc đỏ (a*) tăng nhưng không có sự khác biệt.

Maltodextrin vừa là chất hỗ trợ hòa tan, vừa là chất độn trong quá trình sấy phun làm tăng hiệu suất thu hồi của bột sau khi sấy. Gum arabic giúp tăng độ dày, tạo gel, giữ chất dinh dưỡng của dịch chiết trong quá trình sấy, hạn chế tổn thất về mặt dinh dưỡng.

Bảng 6 Ảnh hưởng của tỷ lệ chất mang đến sự thay đổi hàm lượng TPC, vitamin C, hàm lượng acid tổng và flavonoid

MD&G	TPC (mgGAE/g)	Vitamin C (mg/100g)	Hàm lượng Acid tổng (%)	Flavonoid (mgQE/g)
B ₀ – 0 %	-	-	-	-
B ₁ – 5 %	3,93 ± 0,01 ^d	167,2 ± 1,85 ^d	0,22 ± 0,00 ^d	6,30 ± 0,01 ^c
B ₂ – 10 %	2,87 ± 0,01 ^c	157,42 ± 4,40 ^c	0,20 ± 0,01 ^c	5,77 ± 0,01 ^b
B ₃ – 15 %	2,28 ± 0,01 ^b	140,8 ± 1,47 ^b	0,17 ± 0,01 ^b	5,01 ± 0,01 ^d
B ₄ – 20 %	1,52 ± 0,01 ^a	125,64 ± 3,68 ^a	0,15 ± 0,00 ^a	4,04 ± 0,01 ^a

Ghi chú: số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các kí tự a, b, c, d theo cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa (p < 0,05).

Polyphenol đã được chứng minh rằng có đặc tính chống oxi hoá. Bảng 6 cho thấy, hàm lượng polyphenol tổng số có sự thay đổi thuyết phục theo từng nồng độ chất trợ sấy và thể hiện sự khác biệt ý nghĩa thống kê (p < 0,05). Nồng độ chất sấy càng tăng thì lượng TPC thu nhận được trong bột sẽ càng giảm. Hàm lượng polyphenol giảm từ 3,93 mgGAE/g ở nồng độ chất phối trộn 5 % xuống 1,52 mgGAE/g ở nồng độ chất phối

trộn 20 %. Kết quả tương tự với nghiên cứu ở tài liệu tham khảo số [19] cho bột nước ép amla sấy phun và trích dẫn bởi [11] cho bột nước ép lô hội sấy phun.

Vitamin C là hợp chất hóa học acid ascorbic – dễ tan trong nước, ít tan trong rượu và dung môi hữu cơ. Vitamin C tương đối bền với nhiệt, tuy nhiên rất dễ bị oxy hóa bởi oxy không khí. Vitamin C đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá mức độ bảo vệ của các

chất trợ sấy được sử dụng. Bảng 4.6 cho ta thấy khi tăng nồng độ chất mang (maltodextrin và gum arabic) có sự khác biệt ở mức ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Hàm lượng vitamin C giảm dần khi tăng nồng độ maltodextrin và gum arabic vì hàm lượng chất rắn tổng thể của mẫu tăng lên. Hàm lượng vitamin C cao nhất ở nồng độ chất trợ sấy 5 % (167,2 mg/100 g) và thấp nhất ở nồng độ 20 % (125,64 mg/100 g). Kết quả tương tự cũng tìm thấy đối với bột nước ép trái cây hắc mai biển [15].

Flavonoid là một chất chống oxy hóa mạnh mẽ, giúp cơ thể khỏe mạnh và có khả năng giảm nguy cơ mắc một số bệnh mãn tính. Flavonoid là một thành phần thuộc nhóm polyphenol, do vậy sự thay đổi hàm lượng flavonoid có liên quan đến sự biến đổi của thành phần polyphenol trong vật liệu nghiên cứu. Ở Bảng 6 cho thấy khi tăng nồng độ chất trợ sấy thì dẫn đến hàm lượng flavonoid tổng của bột BLCC giảm. Khi tăng nồng độ chất trợ sấy từ nồng độ 5 % (6,30 mg QE/g) lên nồng độ 20 % (4,04 mgQE/g) hàm lượng flavonoid trong bột BLCC giảm. Do chất trợ sấy maltodextrin và gum arabic là chất mang trợ nên việc sử dụng với hàm lượng cao dẫn đến sự gia tăng hàm lượng maltodextrin trong sản phẩm làm giảm hàm lượng các chất khác. Kết quả tương tự cũng đã đề cập trong nghiên cứu [18]. Trong nghiên cứu này, khi tăng nồng độ maltodextrin từ 5 % lên 10 %, hàm lượng polyphenol tổng trong bột trái amla giảm đáng kể.

Bảng 7 Điểm trung bình cảm quan của dịch ép BLCC sau khi hoàn nguyên

Mẫu	Điểm trung bình cảm quan theo mức độ ưa thích
B ₀ – 0 %	-
B ₁ – 5 %	6,00 ± 0,33 ^a

B ₂ – 10 %	6,11 ± 0,38 ^a
B ₃ – 15 %	7,56 ± 0,20 ^b
B ₄ – 20 %	6,56 ± 0,20 ^a

Ghi chú: số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các kí tự a, b, c, d, ... theo cột thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa ($p < 0,05$).

Bảng 7 cho thấy điểm trung bình cảm quan của dịch BLCC hoàn nguyên từ bột có sự khác nhau theo tỷ lệ chất trợ sấy. Trong đó, hai nghiệm thức có điểm cảm quan lớn hơn 5 điểm là mẫu bột sấy với 10 % và 15 % chất trợ sấy. Đối với mẫu 15 %, điểm cảm quan thể hiện cao nhất (6,89) và thấp nhất là 5 % (3,44) điều này có thể là các mẫu được sấy với lượng chất mang ít sẽ cho cảm giác vị đắng nhiều hơn. Ngược lại, khi mẫu được sấy với lượng chất mang nhiều có thể dẫn đến làm mất hương vị tự nhiên của nước BLCC và dẫn đến kết quả điểm cảm quan thấp hơn.

Như vậy, tỷ lệ phối trộn chất trợ sấy (10-15) % maltodextrin và gum arabic làm cho bột mịn, khô, độ ẩm và hoạt độ nước thấp, khả năng hòa tan tốt, và khả năng giữ lại các chất có hoạt tính sinh học tương đối cao được lựa chọn là thông số thích hợp cho thí nghiệm.

4 Kết luận

Thời gian bảo quản sau thu hoạch và tỷ lệ chất trợ sấy đều ảnh hưởng lớn đến tính chất hóa lý và cảm quan của sản phẩm bột BLCC sấy phun. Trái BLCC có thời gian bảo quản 2 tuần là thích hợp nhất, giúp sản phẩm có điểm cảm quan và hàm lượng các chất dinh dưỡng cao. Bên cạnh đó, với tỷ lệ từ 10 % đến 15 % chất trợ sấy giúp sản phẩm thu nhận có hiệu suất thu hồi cao và bột có chất lượng tốt nhất. Sản phẩm thu được có cấu trúc mịn, độ ẩm thấp giúp kéo dài thời gian bảo quản.

Tài liệu tham khảo

1. T. K. T. Nguyễn, H. K. N. Nguyễn, T. T. Trúc, and H. T. Toàn (2021). Tính chất hóa lý của bưởi Da Xanh và bưởi Năm Roi được trồng ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Can Tho Univ. J. Sci.*, Vol. 57, Cao đẳng Công nghệ Thực phẩm, pp. 118-126, 2021, doi: 10.22144/ctu.jsi.2021.013.
2. T. D. Trần, N.T. Nguyễn, T. L. H. Trần, T. Đào, T. T. B. Nguyễn. (2012). Nghiên cứu quy trình chế biến đồ uống từ bưởi và lô hội. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, Tập 10, Số 5: 714-722.
3. N. N. A. K. Shah, R. A. Rahman, R. Shamsuddin, and N. M. Adzahan. (2015). Effects of pectinase clarification treatment on phenolic compounds of pummelo (*Citrus grandis* L. Osbeck) fruit juice. *J. Food Sci. Technol.*, Vol. 52, No. 8, pp. 5057-5065. DOI: 10.1007/s13197-014-1554-9.
4. Y. Suhag, G. A. Nayik, and V. Nanda. (2016) Effect of gum arabic concentration and inlet temperature during spray drying on physical and antioxidant properties of honey powder. *J. Food Meas. Charact.*, Vol. 10, No. 2, pp. 350-356. DOI: 10.1007/s11694-016-9313-4.
5. H. T. T. Do and H. V. H. Nguyen. (2018). Effects of spray-drying temperatures and ratios of gum arabic to microcrystalline cellulose on antioxidant and physical properties of mulberry juice powder. *Beverages*, Vol. 4, No. 4. DOI: 10.3390/beverages4040101.
6. Visaka Anantawat. (2015). Effects of spray drying conditions on characteristics, nutritional value and antioxidant activity of Gac fruit aril powder. *Bus. Econ. Res. Online*, Vol. 4, pp. 2304-1013.
7. B. Akdeniz, G. Sumnu, and S. Sahin. (2017). The effects of maltodextrin and gum arabic on encapsulation of onion skin phenolic compounds. *Chem. Eng. Trans.*, Vol. 57, pp. 1891-1896. DOI: 10.3303/CET1757316.
8. Y. M. A. Idris, Y. A. Ibrahim, and A. A. Mariod. (2013). Color of dehydrated tomato: Effects of gum arabic. *Int. J. Food Prop.*, Vol. 16, No. 4, pp. 838-851. DOI: 10.1080/10942912.2011.565535.
9. A. Singh. (2022). Development Changes in the Physicochemical Composition and Mineral Profile of Red-Fleshed Dragon Fruit Grown under Semi-Arid Conditions. *Agronomy*, Vol. 12, No. 2. DOI: 10.3390/agronomy12020355.
10. N. Khanh, T. Linh, P. Thi, and H. Thu. (2023). Khảo sát hàm lượng phenolic tổng, flavonoid tổng và tác dụng chống oxy hóa của vỏ quả gấc (*Momordica cochinchinensis*). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Duy Tân*, Vol. 02, No. 57, pp. 74-80.
11. L. P. T. Quoc. (2020). Effect of different carrier agents on physicochemical properties of spray-dried pineapple (*Ananas comosus* Merr.) powder. *J. Korean Chem. Soc.*, Vol. 64, No. 5, pp. 259-266. DOI: 10.5012/jkcs.2020.64.5.259.
12. U. Feguš, U. Žigon, M. Petermann, and Ž. Knez. (2015). "Effect of drying parameters on physiochemical and sensory properties of fruit powders processed by PGSS, vacuum- and spray-drying. *Acta Chim. Slov.*, Vol. 62, No. 2, pp. 479-487. DOI: 10.17344/acsi.2014.969.

13. T. N. N. Tuan Azlan, Y. Hamzah, and H. A. Mohd Abd Majid. (2020). Effect of gum arabic (*Acacia senegal*) addition on physicochemical properties and sensory acceptability of roselle juice. *Food Res.*, Vol. 4, No. 2, pp. 449-458. DOI: 10.26656/fr.2017.4(2).293.
14. A. Prakash and R. Baskaran. (2018). Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers. *J. Food Sci. Technol.*, Vol. 55, No. 9, pp. 3373-3384. DOI: 10.1007/s13197-018-3309-5.
15. L. Hoxha, R. Kongoli, and J. Dervishi. (2022). Influence of maturity stage on polyphenolic content and antioxidant activity of fig (*Ficus carica* L.) *Fruit in Native Albanian Varieties*. p. 49. DOI: 10.3390/iocag2022-12199.
16. T. Mahmood, F. Anwar, M. Abbas, and N. Saari. (2012). Effect of maturity on phenolics (Phenolic acids and flavonoids) profile of strawberry cultivars and mulberry species from Pakistan. *Int. J. Mol. Sci.*, Vol. 13, No. 4, pp. 4591-4607. DOI: 10.3390/ijms13044591.
17. T.H. Nguyễn Thị Hạnh, V.H. Nguyễn. (2022). Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản đến chất lượng quả nhãn lồng Hưng Yên. *Khoa học Kỹ thuật và Công nghệ*, 64(6), PP.69-72. DOI: 10.31276/vjst.64(6).69-72
18. P. Mishra, S. Mishra, and C. L. Mahanta. (2014). Effect of maltodextrin concentration and inlet temperature during spray drying on physicochemical and antioxidant properties of amla (*Emblica officinalis*) juice powder. *Food Bioprod. Process.*, Vol. 92, No. 3, pp. 252-258, DOI: 10.1016/j.fbp.2013.08.003.
19. V. Patil, A. Kumar, and R. Pratap. (2014). Optimization of the spray-drying process for developing guava powder using response surface methodology. *Powder Technol.*, Vol. 253, pp. 230-236. DOI: 10.1016/j.powtec.2013.11.033.

Effect of spray-drying process parameters on different properties of pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) juice powder

Ung Minh Anh Thu¹, Nguyen Tan Hung²

¹Nam Bo Agriculture College;

²Tien Giang University

*nguyentanhung@tgu.edu.vn

Abstract In this study, the effects of post-harvest storage time, the ratio of carrier material (maltodextrin –MD⁺ gum arabic-GA) on some physiochemical and sensory properties of Co Co pomelo powder were investigated. Two variables including post-harvest storage time (1-8) weeks, (ii) 5%-20% concentrations of carrier agents (a mixture of 85 % Maltodextrin–MD⁺ 15 % gum arabic-GA) were investigated. The results showed that different post-harvest storage times and concentrations of carrier agents had significant effects on the physicochemical properties of spray-dried products. The content of bioactive compounds such as TPC, vitamin C and TFC in raw grapefruit and grapefruit powder showed a decreasing trend as the storage time increased. In particular, grapefruit with a storage time of 2 weeks after harvest was most suitable for spray-dried grapefruit powder processing, the obtained product had a sensory score (average 8.01 points) after reconstitution and a high content of bioactive compounds such as TPC, vitamin C and TFC. In addition, with a ratio of 10%-15% drying aids (MD + GA), the obtained product had a high recovery efficiency (57.34-58.65) % and the ability to retain components such as TPC, vitamin C and TFC. The soluble grapefruit powder product had a low moisture content (4-5) % suitable for storage and transportation. The research results contribute to improving the usage value of Co Co pomelo locally.

Keywords Co Co pomelo, flavonoid, polyphenol, spray - drying, vitamin C.