

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT QUÁ TRÌNH SẤY PHUN ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỘT THANH LONG RUỘT ĐỎ

Trần Minh Phúc^{1*}, Nguyễn Hồng Chương¹, Trần Hồng Quân¹

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là tìm ra các thông số kỹ thuật phù hợp cho quá trình sấy phun bột thanh long ruột đỏ thông qua khảo sát nhiệt độ không khí sấy (170; 180 và 190°C), nồng độ đường maltodextrin (10; 15; 20 và 25%), áp lực khí nén (0,02; 0,04; 0,06 và 0,08 MPa) và tốc độ bơm nhập liệu (15; 20; 25 và 30 vòng/phút). Kết quả cho thấy khi sấy ở nhiệt độ không khí sấy 180°C, nồng độ đường maltodextrin 15%; áp lực khí nén 0,04 MPa và tốc độ bơm nhập liệu là 20 vòng/phút sẽ cho bột thanh long ruột đỏ có chất lượng đạt độ ẩm 4,82% và hiệu suất thu hồi đạt 42,35%.

Từ khóa: Thanh long ruột đỏ, sấy phun, maltodextrin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thanh long ruột đỏ hay thanh long Nữ Hoàng (*Hylocereus costaricensis*) một loài cây được trồng chủ yếu để lấy quả. Cây thanh long ruột đỏ được trồng phổ biến ở các nước trong khu vực Đông Nam Á như Việt Nam, Malaysia, Thái Lan, Indonesia (đặc biệt là ở miền Tây đảo Java); miền Nam Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc),... Quả thanh long ruột đỏ rất giàu vitamin C, B1, B2, B3, cũng như các khoáng chất như sắt, calci, và phospho.... Bên cạnh đó, quả thanh long ruột đỏ còn chứa lượng lớn betacyanin là một dược chất quý giúp ngăn ngừa ung thư, hỗ trợ tim mạch, tiêu hóa, cải thiện tình trạng sức khỏe, chống lại tác hại của gốc tự do, cải thiện tình trạng lão hóa [1]. Thanh long ruột đỏ ngoài giá trị dinh dưỡng còn có giá trị kinh tế cao nên diện tích trồng ngày càng được mở rộng. Tuy nhiên, những năm gần đây do tác động của thị trường, giá thành quả thanh long ruột đỏ bị giảm mạnh, gây thiệt hại kinh tế cho người nông dân và nền nông nghiệp Việt Nam. Hiện nay, thanh long ruột đỏ đang được chế biến thành một số loại sản phẩm trong đó có sản phẩm dạng bột. Tuy nhiên, bột thanh long được tạo ra chủ yếu do quá trình sấy nóng hoặc sấy thăng hoa tốn rất nhiều thời gian và chi phí. Bên cạnh đó, có một vài nghiên cứu về bột thanh long ruột đỏ sấy phun sử dụng phụ gia trong quá trình tạo ra sản phẩm và bảo quản.

Chính vì vậy, “Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số kỹ thuật quá trình sấy phun đến chất lượng bột thanh long ruột đỏ” được thực hiện nhằm nâng cao chất lượng của sản phẩm là điều cần thiết.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Nguyên liệu

Thanh long ruột đỏ (*Hylocereus costaricensis*) được mua từ cửa hàng thực phẩm an toàn Hoa Sao (72A, Nguyễn Huệ, phường 2, Vĩnh Long). Quả thanh long có khối lượng trái đạt từ 300-400 g; vỏ quả chín đỏ đều; quả không bị sâu, không trầy xước, không dập nát; tai quả có màu xanh; mùi thơm tự nhiên của thanh long.

Maltodextrin: dạng bột mịn, màu trắng, không mùi, tan hoàn toàn trong nước, độ ẩm 6-7%, chỉ số DE là 15-20, có xuất xứ Trung Quốc được mua tại Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Thành Mỹ - Cần Thơ. Tỷ lệ maltodextrin bổ sung vào được tính trên % khối lượng/thể tích (%w/v).

2.1.2. Thiết bị

Máy sấy phun ADL311 (ADL311 - A, Yamato - Nhật) có vòi phun kép 1A (đường kính trong: 406 µm, đường kính ngoài: 1270 µm), tốc độ dòng chảy của bơm chuyển chất lỏng: 0-26 ml/phút. Khả năng bay hơi tối đa: 1300 ml/giờ.

Cân phân tích 4 số lẻ (PA214, Ohaus - Mỹ).

Máy đo quang phổ (UV-2602, Labomed - Mỹ).

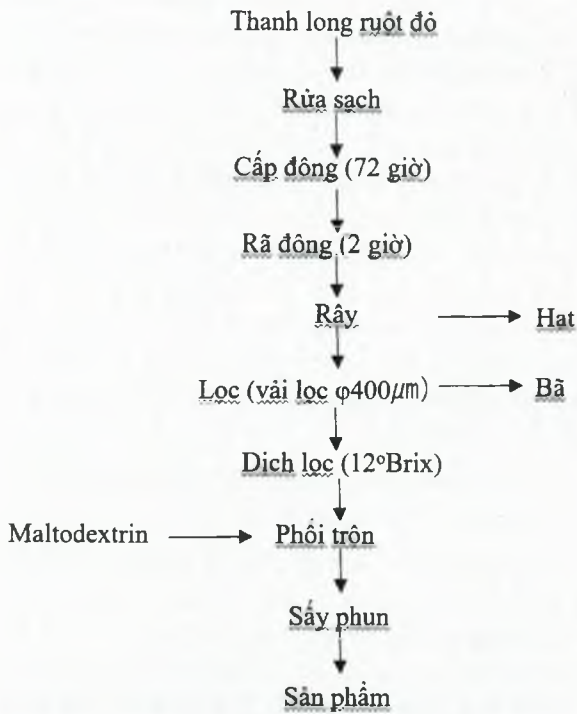
Cân phân tích ẩm (MX-50, AND - Nhật Bản).

¹ Khoa Khoa học Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

*Email: phuctm@vlute.edu.vn

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quy trình thực hiện



Hình 1. Quy trình sản xuất bột thanh long ruột đỏ tại phòng thí nghiệm

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến chất lượng sản phẩm bột thanh long ruột đỏ

Dịch thanh long ruột đỏ (500 ml) đã được chuẩn bị theo quy trình ở hình 1, tiến hành phối trộn 20% (w/v) đường maltodextrin, áp lực khí nén 0,03 MPa, tốc độ bơm nhập liệu 20 vòng/phút được cố định. Tiến hành khảo sát ở 3 mức nhiệt độ sấy: 170, 180 và 190°C.

Chỉ tiêu theo dõi: Độ ẩm bột, hiệu suất thu hồi, hàm lượng betacyanin.

Thí nghiệm 2: Khảo sát ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến chất lượng sản phẩm bột thanh long ruột đỏ.

Sau khi chọn được nhiệt độ không khí sấy thích hợp (thí nghiệm 1), áp lực khí nén 0,03 MPa, tốc độ bơm nhập liệu 20 vòng/phút được cố định. Nghiên cứu thực hiện khảo sát hàm lượng maltodextrin bổ sung: 10, 15, 20 và 25% (w/v).

Chỉ tiêu theo dõi: Độ ẩm bột, hiệu suất thu hồi, hàm lượng betacyanin.

Thí nghiệm 3: Khảo sát ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến chất lượng sản phẩm bột thanh long ruột đỏ.

Kết thúc thí nghiệm 1 và 2 chọn được nhiệt độ không khí sấy và hàm lượng maltodextrin phù hợp. Tiến hành khảo sát áp lực khí nén (0,02; 0,04; 0,06 và 0,08 MPa) và tốc độ bơm nhập liệu (15, 20, 25 và 30 vòng/phút).

Chỉ tiêu theo dõi: Độ ẩm bột, hiệu suất thu hồi.

2.2.3. Phương pháp phân tích

Phương pháp xác định độ ẩm sản phẩm: Độ ẩm sản phẩm sau khi sấy được xác định theo phương pháp sấy không đổi ở 105°C theo TCVN 6648 : 2000.

Xác định hàm lượng betacyanin: Hàm lượng betacyanin tổng số được xác định theo phương pháp đo quang phổ [2]. Mẫu bột thanh long được pha loãng trong dung dịch đệm McIlvaine (0,1M acid citric 30 ml + 0,2M natri phosphate 70 ml). Tất cả mẫu thí nghiệm được đo độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 538 nm.

Phương pháp xác định hiệu suất thu hồi sản phẩm: Hiệu suất thu hồi được xác định theo phương pháp phần trăm khối lượng [3]. Tính phần trăm tổng lượng chất khô trong sản phẩm so với tổng lượng chất khô trong dịch nhập liệu.

$$H (\%) = \frac{m_2 \times 100}{m_1 + m}$$

Trong đó:

H: Hiệu suất thu hồi sản phẩm (%).

m: Khối lượng đường maltodextrin bổ sung (g).

m₁: Hàm lượng chất khô dịch nguyên liệu (g).

m₂: Hàm lượng chất khô của bột sau sấy (g).

Phương pháp xử lý số liệu: Tất cả các kết quả thực nghiệm được phân tích bằng phần mềm Statgraphics Centurion (phiên bản 15.2.11.0). Mỗi thí nghiệm đã được thực hiện 3 lần. Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) với kiểm định LSD (Least Significant Difference) được sử dụng để xác định sự khác biệt ý nghĩa (p < 0,05) giữa các trung bình.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến chất lượng bột thanh long ruột đỏ

3.1.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến độ ẩm của sản phẩm

Độ ẩm là một trong những chỉ tiêu quan trọng thể hiện chất lượng của các sản phẩm sấy phun. Độ ẩm của sản phẩm chịu ảnh hưởng rất lớn bởi các thông số của điều kiện sấy phun, đặc biệt là nhiệt độ không khí sấy.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến độ ẩm sản phẩm

Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)
170	5,68 ^a ± 0,25
180	4,68 ^a ± 0,25
190	4,26 ^b ± 0,65

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%).

Qua kết quả bảng 1 cho thấy độ ẩm của sản phẩm bột thanh long ruột đỏ có xu hướng giảm khi gia tăng nhiệt độ. Theo đó, độ ẩm của sản phẩm khi sấy ở 170°C cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 180°C và 190°C. Cụ thể ở 170°C, độ ẩm đạt 5,68% cao hơn so với sản phẩm được sấy ở 180°C và 190°C lần lượt là 4,68% và 4,26%. Tuy nhiên ở nhiệt độ 180°C và 190°C, kết quả thống kê cho thấy độ ẩm ở 2 mức nhiệt độ sấy này không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Trong quá trình sấy, nhiệt độ cao làm cho cấu trúc phân tử vật liệu sấy giãn nở dẫn đến quá trình truyền nhiệt nhanh hơn, làm tăng động lực cho quá trình bốc hơi nước dẫn đến độ ẩm sản phẩm giảm [4], [5].

3.1.2. Ảnh hưởng nhiệt độ không khí sấy đến hàm lượng betacyanin của sản phẩm

Nhiệt độ không khí sấy ảnh hưởng lớn đến quá trình sấy phun, nhiệt độ quá thấp hay quá cao đều gây bất lợi cho quá trình thu hồi bột chứa màu betacyanin. Hàm lượng betacyanin có sự thay đổi đáng kể qua các mức nhiệt độ sấy, được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến hàm lượng betacyanin sản phẩm

Nhiệt độ (°C)	Hàm lượng betacyanin (mg/100 g)
170	19,88 ^a ± 0,21
180	18,49 ^b ± 0,62
190	16,19 ^c ± 0,24

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%).

Kết quả thể hiện bảng 2 cho thấy hàm lượng betacyanin trong sản phẩm có xu hướng giảm khi gia tăng nhiệt độ không khí sấy. Theo đó, nhiệt độ không khí sấy càng cao thì hàm lượng betacyanin thu được càng thấp. Hàm lượng betacyanin thu được có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nhiệt độ sấy. Cụ thể là ở nhiệt độ không khí sấy tăng lần lượt từ 170°C, 180°C đến 190°C thì hàm lượng betacyanin thu được giảm tương ứng là: 19,88 (mg/100 g); 18,49 (mg/100 g) và 16,19 (mg/100 g). Betacyanin là sắc tố mà trong không bào có chứa nitơ, là một thành phần mẫn cảm với nhiệt [6]. Trong quá trình sấy phun, nhiệt độ không khí sấy cao hơn 150°C thì quá trình thu bột màu betacyanin giảm, do sự phân hủy cấu trúc phân tử [7].

3.1.3. Ảnh hưởng nhiệt độ không khí sấy đến hiệu suất thu hồi của sản phẩm

Hiệu suất thu hồi đối với sản phẩm ứng dụng công nghệ sấy phun là một trong những tiêu chí quan trọng đánh giá hiệu quả của quá trình sấy. Hiệu suất thu hồi sản phẩm bột thanh long ruột đỏ tương ứng với từng nhiệt độ không khí sấy được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí sấy đến hiệu suất thu hồi sản phẩm

Nhiệt độ (°C)	Hiệu suất thu hồi (%)
170	24,52 ^b ± 1,10
180	41,84 ^a ± 2,11
190	43,64 ^a ± 0,71

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%).

Từ kết quả thể hiện ở bảng 3 cho thấy nhiệt độ không khí sấy có ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi sản phẩm bột thanh long ruột đỏ. Cụ thể, khi tăng nhiệt độ sấy từ 170°C đến 180°C thì hiệu suất thu hồi tăng từ 24,52% đến 41,84% và tăng lên 43,64% khi sấy ở nhiệt độ 190°C. Khi sấy tại nhiệt độ 180°C, hiệu suất thu hồi sản phẩm tăng gấp 1,71 lần so với khi sấy tại nhiệt độ 170°C và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, so sánh hiệu suất thu hồi giữa 180°C và 190°C thì không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Điều này cho thấy khi nhiệt độ không khí sấy thấp, độ ẩm sản phẩm vẫn còn cao, sản phẩm bám nhiều trên thành thiết bị làm giảm hiệu suất thu hồi của sản phẩm sau sấy. Ngược lại, nhiệt độ không khí sấy tăng làm độ ẩm sản phẩm

giảm, hiệu suất thu hồi tăng lên. Tuy nhiên khi nhiệt độ sấy tiếp tục tăng, quá trình sấy tạo sản phẩm khô nhưng làm tổn thất các thành phần khác trong thực phẩm như anthocyanin, betacyanin, lycopene,... [10].

3.2. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến chất lượng sản phẩm bột thanh long ruột đỏ

3.2.1. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến độ ẩm của sản phẩm

Sử dụng maltodextrin làm chất mang hỗ trợ quá trình sấy phun sản phẩm. Tỷ lệ chất mang bổ sung ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng sản phẩm trong đó có độ ẩm. Kết quả thể hiện ở bảng 4 cho thấy độ ẩm của sản phẩm có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng maltodextrin. Theo đó tỷ lệ bổ sung 10% maltodextrin, độ ẩm sản phẩm có giá trị cao nhất (5,41%) và độ ẩm thấp nhất khi bổ sung 25% maltodextrin (3,92%). Song song đó, ở tỷ lệ bổ sung 15% và 20% maltodextrin không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với giá trị độ ẩm lần lượt là 4,95% và 4,86%.

Quá trình sấy phun, chất mang bổ sung vào dung dịch nhập liệu trước sấy, làm tăng tổng hàm lượng chất khô và giảm lượng nước bay hơi, do đó làm giảm độ ẩm của bột. Ngược lại, tỷ lệ chất mang bổ sung thấp, sản phẩm được tạo ra có độ ẩm cao, bột dễ dàng xuất hiện trạng thái vón cục [9].

Bảng 4. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến độ ẩm sản phẩm

Tỷ lệ maltodextrin (%)	Độ ẩm (%)
10	5,41 ^a ± 0,36
15	4,95 ^b ± 0,17
20	4,86 ^{bc} ± 0,32
25	3,92 ^c ± 0,17

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%).

3.2.2. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến hàm lượng betacyanin của sản phẩm

Ảnh hưởng của tỷ lệ đường maltodextrin đến hàm lượng betacyanin của sản phẩm bột thanh long ruột đỏ thể hiện qua bảng 5.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy hàm lượng betacyanin sẽ càng giảm khi càng tăng tỷ lệ maltodextrin. Hàm lượng betacyanin có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các tỷ lệ maltodextrin bổ sung vào dung dịch

trước khi sấy. Hàm lượng betacyanin giảm dần khi tăng tỷ lệ bổ sung maltodextrin từ 10 – 25% lần lượt là: 20,69 mg/100 g > 18,33 mg/100 g > 15,36 mg/100 g > 13,73 mg/100 g. Hàm lượng betacyanin giảm khi bổ sung nhiều maltodextrin chủ yếu do lượng maltodextrin tăng dần đến làm tăng tổng khối lượng của mẫu làm cho tỷ lệ betacyanin bị giảm [10].

Bảng 5. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến hàm lượng betacyanin sản phẩm

Tỷ lệ maltodextrin (%)	Hàm lượng betacyanin (mg/100 g)
10	20,69 ^a ± 0,36
15	18,33 ^b ± 0,17
20	15,36 ^c ± 0,32
25	13,73 ^d ± 0,17

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%).

3.2.3. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến hiệu suất thu hồi của sản phẩm

Maltodextrin được bổ sung vào dịch quả trước sấy nhằm mục đích tăng nồng độ chất khô, tạo điều kiện cho quá trình sấy phun được thực hiện dễ dàng hơn.

Bảng 6. Ảnh hưởng tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung đến hiệu suất thu hồi sản phẩm

Tỷ lệ maltodextrin (%)	Hiệu suất thu hồi (%)
10	17,99 ^c ± 1,52
15	41,93 ^b ± 2,05
20	43,76 ^b ± 1,42
25	52,62 ^a ± 2,55

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%).

Qua kết quả bảng 6 cho thấy hiệu suất thu hồi tăng tỷ lệ thuận với tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung. Tại tỷ lệ 10% maltodextrin, hiệu suất thu hồi thấp nhất 17,99% và có xu hướng tăng dần từ 15%, 20% đến 25% với hiệu suất thu hồi bột thanh long ruột đỏ tương ứng là: 41,93%; 43,76% và 52,62%. Khi nồng độ chất mang bổ sung vào dung dịch trước khi sấy thấp thì lượng nước còn lại trong sản phẩm cao dẫn đến sản phẩm ẩm và dính lại vào buồng sấy. Đồng thời, hiệu suất thu hồi sản phẩm sẽ thấp. Ngược lại, nếu nồng độ chất mang bổ sung vào dung dịch trước khi sấy cao, hàm lượng nước trong sản phẩm sau khi sấy

phun sẽ thấp dẫn đến hiệu suất thu hồi sản phẩm cao [10], [11].

Kết quả cho thấy nhiệt độ sấy ở 180°C và tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung 15% cho hiệu suất thu hồi cao và duy trì được hàm lượng betacyanin tốt hơn so với các nghiệm thức còn lại. Đây là cơ sở tiền đề tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm đến chất lượng sản phẩm.

3.3. Ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến chất lượng sản phẩm bột thanh long ruột đỏ

3.3.1. Ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến độ ẩm sản phẩm

Áp suất khí nén và tốc độ bơm nhập liệu có ảnh hưởng lớn đến lưu lượng dòng nhập liệu, năng suất thiết bị từ đó ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm sau quá trình sấy phun.

Bảng 7. Ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến độ ẩm sản phẩm

Áp lực khí nén (MPa)	Tốc bơm độ nhập liệu (vòng/phút)				Trung bình
	15	20	25	30	
0,02	5,22±0,17	5,31±0,14	5,92±0,28	6,32±0,35	5,69 ^c
0,04	4,73±0,11	4,82±0,29	5,56±0,50	6,41±0,27	5,38 ^{bc}
0,06	4,69±0,42	4,77±0,46	5,25±0,63	6,02±0,45	5,18 ^{ab}
0,08	4,55±0,41	4,70±0,49	5,11±0,36	5,87±0,25	5,06 ^a
Trung bình	4,80 ^a	4,90 ^a	5,46 ^b	6,12 ^c	

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột (hoặc cùng một dòng) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%)

Kết quả bảng 7 cho thấy sự ảnh hưởng của áp suất khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến độ ẩm sản phẩm. Theo đó, áp lực khí nén tăng dần từ 0,02 MPa đến 0,08 MPa thì độ ẩm của sản phẩm thu được có xu hướng giảm từ 5,69% đến 5,06%. Độ ẩm tăng khi tốc độ nhập liệu tăng. Cụ thể, khi tăng tốc độ nhập liệu từ 15 vòng/phút đến 30 vòng/phút thì độ ẩm trung bình của sản phẩm tăng tương ứng là 4,80% - 6,12% và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê.

Áp lực khí nén có nhiệm vụ làm quay đầu phun sương, tạo các hạt sấy. Áp suất khí nén tăng, đầu phun sẽ quay nhanh hơn, tạo các hạt sương có kích

thước nhỏ hơn. Diện tích tiếp xúc với không khí nóng tăng, dẫn đến độ ẩm giảm. Áp lực khí nén ít ảnh hưởng đến độ ẩm, nhưng tốc độ nhập liệu lại ảnh hưởng nhiều đến độ ẩm. Vì tốc độ bơm nhập liệu ảnh hưởng đến lưu lượng dòng nhập liệu, năng suất thiết bị và cả không khí đầu ra [12].

3.3.2. Ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến hiệu suất thu hồi sản phẩm

Kết quả ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi sản phẩm thể hiện qua bảng 8.

Bảng 8. Ảnh hưởng của áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu đến hiệu suất thu hồi sản phẩm

Áp lực khí nén (MPa)	Tốc độ bơm nhập liệu (vòng/phút)				Trung bình
	15	20	25	30	
0,02	35,03±5,07	31,21±1,08	20,12±2,25	17,67±2,38	26,01 ^a
0,04	42,87±3,54	42,35±3,44	32,11±3,50	21,19±0,64	34,63 ^b
0,06	43,16±2,63	42,84±2,89	35,43±2,98	23,01±1,68	36,11 ^b
0,08	43,47±3,19	43,01±1,74	35,19±5,1	23,44±0,66	36,28 ^b
Trung bình	41,13 ^c	39,86 ^c	30,72 ^b	21,33 ^a	

(Chú thích: Các chữ cái khác nhau trên cùng một cột (hoặc cùng một dòng) biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%)

Kết quả thể hiện ở bảng 8 cho thấy hiệu suất thu hồi sản phẩm bị ảnh hưởng bởi áp lực khí nén và tốc độ bơm nhập liệu. Qua đó, tốc độ bơm nhập liệu tăng từ 15 vòng/phút đến 30 vòng/phút thì hiệu suất thu hồi sản phẩm giảm rõ rệt từ 41,13% xuống còn 21,33%. Tốc độ bơm nhập liệu tăng, đồng nghĩa với thời gian lưu của vật liệu sấy trong buồng sấy giảm. Do đó, hiệu quả sấy không cao, độ ẩm tăng nên phần hạt ẩm bám vào buồng sấy nhiều, dẫn đến hiệu suất thu hồi sản phẩm sau quá trình sấy phun giảm.

Bên cạnh đó, áp suất khí nén có ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng không cao. Cụ thể, hiệu suất thu hồi khi tăng áp lực khí nén từ 0,04 – 0,08 MPa thì không có sự khác biệt ý nghĩa ở mức 5%. Khi áp suất khí nén tăng, đầu phun sẽ quay nhanh hơn, các hạt sương sẽ có kích thước nhỏ hơn, diện tích tiếp xúc với không khí nóng tăng, đồng thời hạt nhẹ và ít bám lại thành buồng sấy nhiều [12].

Kết quả thí nghiệm 3 cho thấy ở tốc độ bơm nhập liệu 15 vòng/phút và 20 vòng/phút không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% về kết quả phân tích độ ẩm và hiệu suất thu hồi. Tuy nhiên, tốc độ bơm nhập liệu nhanh sẽ rút ngắn được thời gian nhập liệu, đồng thời rút ngắn được thời gian tạo sản phẩm.

Mục đích tiết kiệm năng lượng cho quá trình sấy phun, nghiên cứu đã chọn áp lực khí nén 0,04 MPa và tốc độ bơm nhập liệu là 20 vòng/phút để giữ được cấu trúc bột tốt hơn so với các áp lực khí nén và tốc độ bơm còn lại. Tại giá trị này thì lưu lượng tác nhân sấy là 0,5 m³/phút và năng suất cấp liệu là 3,5 ml/phút.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu bước đầu đánh giá được sự ảnh hưởng của các thông số kỹ thuật đến sản phẩm bột thanh long ruột đỏ sấy phun trên thiết bị ADL311-A – Yamato – Nhật Bản. Cụ thể, khi bột thanh long ruột đỏ được sấy ở điều kiện nhiệt độ sấy 180°C, tỷ lệ đường maltodextrin bổ sung là 15%, áp lực khí nén làm 0,04 MPa và tốc độ bơm nhập liệu là 20 vòng/phút thì độ ẩm đạt 4,82% và hiệu suất thu hồi đạt 42,35%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Junsei T., Eito T., Megumi C. K., Masatsugu U., and Takayuki O., 2015. *Antioxidant capacity of betacyanins as radical scavengers for peroxy radical*

and nitric oxide, Food Chemistry, vol. 166, 531-537 pp.

2. Wong, Y. M. and Siow, L. F., 2015. *Effects of heat, pH, antioxidant, agitation and light on betacyanin stability using red-fleshed dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) juice and concentrate as models*, Journal of Food Science and Technology, 52(5), 3086-3092 pp.

3. Cao Thị Ngọc Ánh và Mạc Thị Hà Thanh, 2019. *Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp sấy phun đến chất lượng sản phẩm bột nhàu*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, 16-21 tr.

4. Fazaeli M., Z. Emam-Djomeh, Ashtari A. K. and Omid M., 2012, *Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder*, Food Bioproducts Processing, vol. 90, no. 4, 667-675 pp.

5. Kha T. C., Nguyen M. H. and Roach P. D., 2010. *Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (Momordica cochinchinensis) fruit aril powder*, Journal of Engineering, vol. 98, no. 3, 385-392 pp

6. Stintzing F. C, Schieber A., and Carle R, 2003. *Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices*, European Food Research and Technology, vol. 216, 303-311 pp.

7. Cai Y. Z., Corke H., 2000. *Production and properties of spray-dried amaranthus betacyanin pigments*, Journal of Food Science vol. 65, no 7, 1248-1252 pp.

8. Nguyễn Thị Hồng Minh, Nguyễn Thị Thùy Ninh, 2011. *Tối ưu hóa quá trình sấy phun dịch cà chua*, Tạp chí Khoa học và Phát triển - Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, Tập 9, số 6: 1014 – 1020 tr.

9. Abadio F. D. B., Domingues A. M., Borges S. V, and Oliveira V. M., 2004. *Physical properties of powdered pineapple (Ananas comosus) juice - effect of maltodextrin concentration and atomization speed*, Journal of Food Engineering, vol. 64, no. 3, 285-287pp.

10. Đào Thị Mỹ Linh, Nguyễn Thị Quỳnh Mai và Trần Hạ Nghi, 2018. *Nghiên cứu quá trình tạo bột màu betacyanin thu nhận từ vỏ quả thanh long (Hylocereus undatus)*. Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm - Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh, 21-31tr.

11. Huỳnh Thị Thu Nhiều, Nguyễn Ngọc Kha, Hoàng Thị Trúc Quỳnh, 2018. *Nghiên cứu sản xuất bột lá dứa sấy phun ở quy mô phòng thí nghiệm*. Tạp chí Khoa học Công nghệ và Thực phẩm, Số 17 (1), 40-48 tr.
12. Tôn Nữ Minh Nguyệt, Đào Văn Hiệp, 2006. *Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật sấy phun trong sản xuất bột chanh dây*. Tạp chí Phát triển KH&CN, tập 9, số 4.

STUDY ON THE EFFECTS OF DRYING CONDITIONS ON QUALITY OF SPRAY DRIED RED DRAGON POWDER

Tran Minh Phuc, Nguyen Hong Chuong, Tran Hong Quan

Summary

The aim of the this was to find the optimum drying conditions on quality spray dried red dragon powder. The air inlet temperatures (170; 180 and 190°C), maltodextrin concentrations (10; 15; 20 and 25%), air pressures (0.02; 0.04; 0.06 and 0.08 MPa) and pump rates (15; 20; 25 and 30 rpm) were studied. The results showed that, the inlet air temperature at 180°C, 15% maltodextrin, air pressure 0.04 MPa and pump rate 20 rpm were the most optimal conditions for spray dried red dragon fruit powder with moisture content of 4.82% and the recovery efficiency of 42.35%.

Keywords: *Red dragon fruit, spray-drying, maltodextrin.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Anh Đức

Ngày nhận bài: 12/3/2021

Ngày thông qua phản biện: 13/4/2021

Ngày duyệt đăng: 20/4/2021