

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP SẤY PHÙ HỢP CHO CƠM DỪA NẠO

Lê Anh Đức¹*, Võ Minh Trọng², Bùi Mạnh Tuấn³

TÓM TẮT

Dầu dừa chiếm vị trí quan trọng trên thị trường thế giới. Cơm dừa ngoài việc sử dụng trong công nghiệp ép dầu còn là nguồn thực phẩm quý giá cung cấp chất béo cho con người. Tuy nhiên, hiện nay phương pháp làm khô chủ yếu là phơi nắng, sấy bằng thủ công, sấy không khí nóng... nên chất lượng cơm dừa sau khi phơi, sấy chưa cạnh tranh được với cơm dừa ngoại nhập. Nghiên cứu đã tiến hành sấy cơm dừa với 6 phương pháp: sấy không khí nóng, sấy không khí nóng kết hợp hồng ngoại, sấy bơm nhiệt, sấy bơm nhiệt kết hợp hồng ngoại, sấy tầng sôi và sấy tầng sôi kết hợp hồng ngoại nhằm xác định phương pháp sấy phù hợp trên cơ sở đánh giá về tốc độ giảm ẩm, màu sắc, hàm lượng dinh dưỡng cơm dừa sau khi sấy. Kết quả đã xác định được phương pháp sấy tầng sôi kết hợp hồng ngoại là phù hợp với nhiệt độ sấy 40°C, thời gian sấy 1 giờ, tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy là 40,3%/giờ, cơm dừa nạo sau khi sấy có màu trắng sáng với chỉ số màu ΔL^* là 5,7, độ lệch màu chung ΔE^* là 6,34, hàm lượng chất béo 58,72%, mùi vị đặc trưng, đáp ứng được yêu cầu xuất khẩu theo tiêu chuẩn Việt Nam.

Từ khóa: Cơm dừa, sấy tầng sôi, hồng ngoại, tốc độ sấy.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cơm dừa là nguồn cung cấp dầu nhiều nhất trong các loại cây có dầu, từ 65 - 70% dầu, trong khi đậu phộng 44% dầu, đậu nành 14 - 18% dầu. Cơm dừa nạo sấy là sản phẩm được sản xuất và xuất khẩu nhiều hiện nay, sau dầu dừa và khô dầu dừa. Tuy nhiên, cơm dừa nạo sấy được dùng nhiều nhất trong ngành công nghiệp bánh kẹo như làm nhân bánh, kẹo và mứt các loại. Cơm dừa nạo sấy cũng được tiêu thụ với số lượng lớn ở các bếp ăn tập thể, nhà ăn, hệ thống nhà hàng ăn uống. Trong cơm dừa có chứa nhiều loại chất béo khác nhau có lợi cho sức khỏe như các loại axit: lauric, caprolic, caprylic, capric, myristic, palmitic, stearic và lipid tổng, các loại chất béo này đều rất nhạy nhiệt, tức bị phân hủy bởi tác động của nhiệt độ trong quá trình sấy, đây là đặc tính thiên nhiên trong cấu trúc của cơm dừa [1], [2]. Hàm lượng chất béo này bị ảnh hưởng trong quá trình làm khô cơm dừa.

Hiện nay quá trình phơi, sấy cơm dừa được thực hiện bằng cách phơi nắng hoặc sấy thủ công, không khí nóng [3], [4]. Phơi nắng có nhược điểm là phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, thời gian làm khô kéo

dài, tốn nhiều nhân công lao động và mặt bằng. Nếu sấy bằng lò sấy thủ công thì cơm dừa dễ bị hỏng do khó kiểm soát nhiệt độ sấy, chất lượng của cơm dừa sau khi sấy không đồng đều, bám cả muội than, màu sắc cơm dừa không đạt yêu cầu nên bị mất giá. Các cơ sở sản xuất cơm dừa nạo sấy hiện nay đang sử dụng phương pháp sấy không khí nóng, tuy nhiên phương pháp này yêu cầu nhiệt độ sấy cao hơn phương pháp sấy bơm nhiệt. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy phương pháp sấy có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm sau khi sấy [3], [5]. Bên cạnh đó, khi ứng dụng bức xạ hồng ngoại trong kỹ thuật sấy sẽ làm giảm thời gian sấy và có khả năng nâng cao chất lượng của sản phẩm sau khi sấy, tuy nhiên không phải quá trình sấy nào cũng đem lại hiệu quả khi ứng dụng bức xạ hồng ngoại vì còn phụ thuộc vào đặc tính của vật liệu sấy [6]. Để rút ngắn thời gian sấy và nâng cao chất lượng sản phẩm cơm dừa sau khi sấy, nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định phương pháp sấy phù hợp cho cơm dừa nạo.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thiết bị sấy

Vật liệu sấy là cơm dừa đã qua công đoạn nạo thành các mảnh vụn, rời. Cơm dừa sử dụng trong nghiên cứu thuộc họ giống dừa ta, mua tại Công ty Dầu dừa Mê Kông, tỉnh Bến Tre. Tiến hành sấy mẫu đã xác định được ẩm độ ban đầu của cơm dừa sử dụng trong thí nghiệm là $44 \pm 1\%$ (cơ sở ướt), yêu cầu ẩm độ cơm dừa sau khi sấy là $\leq 4\%$. Tiêu chuẩn chất

¹ Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh

² Trường Cao đẳng Đồng Khởi

³ Trường Cao đẳng Công Thương thành phố Hồ Chí Minh

*Email: leanhduc@hcmuaf.edu.vn

lượng sản phẩm cơm dừa xuất khẩu được xác định theo TCVN 9763: 2013 [7].

Cơm dừa được chế biến từ thịt của trái dừa tươi đã phát triển đến độ thích hợp cho chế biến, không trích ly dầu theo quy định. Quy trình chế biến cơm dừa được thực hiện theo trình tự: bóc vỏ xơ, tách vỏ cứng (gáo dừa), gọt bỏ lớp vỏ nâu của cơm dừa, rửa, nạo nhỏ và sấy khô. Kích thước hạt cơm dừa được xác định đạt theo TCVN 9763: 2013, là loại cơm dừa có độ mịn trung bình: lọt qua rây lỗ vuông 2,8 mm. Khối lượng cơm dừa sử dụng cho mỗi mẻ sấy thí nghiệm là 1 kg, chiều dày lớp vật liệu sấy trên khay là 50 mm.

Thiết bị sấy: các thí nghiệm được thực hiện trên các máy sấy có thể cài đặt, hiển thị và giám sát các thông số của quá trình sấy bao gồm máy sấy không

khí nóng, sấy không khí nóng kết hợp hồng ngoại, sấy bơm nhiệt, sấy bơm nhiệt kết hợp hồng ngoại, sấy tầng sôi và sấy tầng sôi kết hợp hồng ngoại.

Sấy không khí và sấy không khí nóng kết hợp hồng ngoại: máy sử dụng bộ gia nhiệt bằng điện trở có công suất 2 kW. Quạt hướng trục công suất 0,5 HP. Nhiệt độ tác nhân sấy có thể điều chỉnh đến đến 80°C, vận tốc tác nhân sấy tối đa là 2 m/s.

Sấy bơm nhiệt và sấy bơm nhiệt kết hợp hồng ngoại: hệ thống bơm nhiệt sử dụng môi chất R22. Công suất bộ bơm nhiệt 1 HP, quạt ly tâm công suất 0,5 HP.

Sấy tầng sôi và sấy tầng sôi kết hợp hồng ngoại: máy sử dụng bộ gia nhiệt bằng điện trở có công suất 2 kW. Quạt ly tâm công suất 1,5 HP.



a)



b)



c)

Hình 1. Các loại máy sấy sử dụng trong thực nghiệm

a) Máy sấy không khí nóng; b) Máy sấy bơm nhiệt; c) Máy sấy tầng sôi

Tất cả các máy sấy dùng trong thực nghiệm có thể cài đặt, hiển thị và giám sát tự động chế độ sấy, cụ thể là nhiệt độ sấy, vận tốc tác nhân sấy, công suất phát của đèn hồng ngoại thông qua bộ điều khiển. Trong quá trình sấy, cả 3 loại máy sấy đều hoạt động theo nguyên tắc tác nhân sấy thổi xuyên khay.

Khi sấy với sự hỗ trợ của hồng ngoại, sử dụng đèn hồng ngoại có công suất 1.000 W, khoảng cách từ đèn hồng ngoại đến khay sấy là 20 cm. Nhiệt độ sấy, vận tốc tác nhân sấy và công suất phát của đèn hồng ngoại được điều chỉnh thông qua bộ điều khiển.

Các phương pháp sấy được thực hiện tại cùng mức nhiệt độ sấy là 40°C. Để xác định phương pháp sấy phù hợp, tốc độ sấy và chất lượng sản phẩm sau khi sấy là cơ sở để phân tích đánh giá [8].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

Ứng dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để xác định ảnh hưởng của nhiệt độ, tốc độ tác nhân sấy đến tốc độ giảm ẩm (hay thời gian sấy), màu sắc và hàm lượng chất béo của sản phẩm sau khi sấy trên cả 3 loại máy: máy sấy không khí nóng, máy sấy bơm nhiệt và máy sấy tầng sôi.

2.2.2. Phương pháp đo đạc trong thực nghiệm

Các thông số có thể đo trực tiếp như nhiệt độ và vận tốc tác nhân sấy: nhãn hiệu AM-4205, khoảng đo 0,1 – 40 m/s, độ ẩm 5 – 95%, thang đo nhiệt độ: °C, °F, vận tốc: m/s, km/h, ft/min, màn hình dạng hiển thị số. Các thông số còn lại được xác định thông qua các công thức quy đổi.

Ẩm độ là thông số kỹ thuật quan trọng và làm cơ

sở cho quá trình sấy. Căn cứ vào ẩm độ ban đầu, ẩm độ cuối và tốc độ giảm ẩm của vật liệu trong quá trình sấy có thể tính toán được thời gian sấy lý thuyết. Ẩm độ đầu được xác định bằng phương pháp đo ẩm độ bằng tủ sấy mẫu. Ẩm độ của cơm dừa được xác định bằng phương pháp tủ sấy mẫu và sử dụng công thức (1) để tính toán.

$$M_1 = \frac{g_1 - g_2}{g_1} \cdot 100 \quad (1)$$

Trong đó: M_1 là ẩm độ ban đầu của cơm dừa (%); g_1 là khối lượng ban đầu của cơm dừa (g); g_2 là khối lượng của cơm dừa khô kiệt sau khi sấy bằng tủ sấy (g).

Tủ sấy mẫu được sử dụng để xác định ẩm độ ban đầu của cơm dừa là tủ sấy Daihan 101-1, sử dụng điện xoay chiều 220 V/50 Hz, nhiệt độ tối đa 300°C, sai số 1°C. Cài đặt nhiệt độ tủ sấy mẫu là 100°C [9]. Trong quá trình sấy, ẩm độ trong vật liệu sấy sẽ giảm xuống. Ẩm độ tức thời của vật liệu sấy xác định theo công thức (2).

$$M_i = 100 - \frac{g_i(100 - M_1)}{g_i} \quad (2)$$

Trong đó: M_i là ẩm độ tức thời tại thời điểm i (%); g_i là khối lượng cơm dừa ở thời điểm i (g).

Hàm lượng chất béo của cơm dừa được xác định bằng phương pháp AOAC 871.01-1997.

Màu sắc của cơm dừa được đo bằng máy đo màu Minolta CR-200. Máy đo màu hiển thị 3 cường độ ánh sáng phản xạ tương ứng các giá trị màu Lab. L biểu thị độ sáng: 0 cho màu đen và 100 cho màu trắng, a xác định vị trí giữa xanh lá cây và đỏ, giá trị âm chỉ màu xanh lá cây, mang giá trị dương chỉ màu đỏ, b xác định vị trí giữa xanh dương và vàng: giá trị âm và dương tương ứng với màu xanh dương và vàng.

Màu sắc ban đầu của vật liệu sấy được đo 3 lần thể hiện qua chỉ số L_0 , a_0 và b_0 . Mẫu sau khi sấy được đo màu 3 lần ứng với 3 vị trí khác nhau thể hiện qua các chỉ số L^* , a^* và b^* . Sự thay đổi màu của sản phẩm sấy đánh giá bằng các chỉ số: $\Delta L = L_0 - L^*$; $\Delta a = a_0 - a^*$; $\Delta b = b_0 - b^*$

Thay đổi về màu sắc chung được thể hiện bằng chỉ số:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (3)$$

Chỉ số ΔE^* càng nhỏ thì màu sản phẩm càng ít

thay đổi so với màu của nguyên liệu ban đầu.

Các số liệu thí nghiệm được xử lý thống kê theo phương pháp giới hạn sai khác nhỏ nhất (LSD - Least Significant Difference) [10].

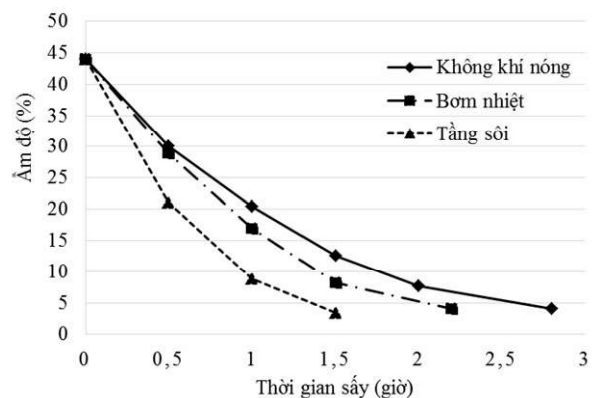
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Để xác định phương pháp sấy phù hợp cho sấy cơm dừa nạo, thực hiện các thí nghiệm với 6 phương pháp sấy: sấy không khí nóng, sấy không khí nóng kết hợp hồng ngoại, sấy bơm nhiệt, sấy bơm nhiệt kết hợp hồng ngoại, sấy tầng sôi và sấy tầng sôi kết hợp hồng ngoại với mức nhiệt độ tác nhân sấy là 40°C, vận tốc tác nhân sấy trong các thí nghiệm sấy là 0,5 m/s [11]. Riêng phương pháp sấy tầng sôi và sấy tầng sôi kết hợp hồng ngoại là 2 m/s để cơm dừa sôi đều trong buồng sấy. Việc xác định phương pháp sấy phù hợp dựa trên cơ sở thời gian sấy và chất lượng của cơm dừa sau khi sấy: màu sắc, hàm lượng dinh dưỡng (chất béo).

Trong các thí nghiệm sau mỗi 0,5 giờ sấy lấy mẫu một lần. Mỗi phương pháp sấy được thực hiện lặp lại 3 lần, các số liệu được tính từ giá trị trung bình của 3 lần lặp lại.

3.1. Kết quả xác định tốc độ giảm ẩm của vật liệu sấy

Kết quả sấy cơm dừa bằng phương pháp sấy không khí nóng sấy, sấy bơm nhiệt, sấy tầng sôi được trình bày trong hình 2.



Hình 2. Quá trình giảm ẩm của cơm dừa khi sấy ở 3 phương pháp

Đồ thị giảm ẩm trên hình 2 cho thấy, thời gian để sấy cơm dừa nạo qua các phương pháp sấy từ ẩm độ 44% xuống ẩm độ yêu cầu $\leq 4\%$ thì thời gian sấy cụ thể như sau:

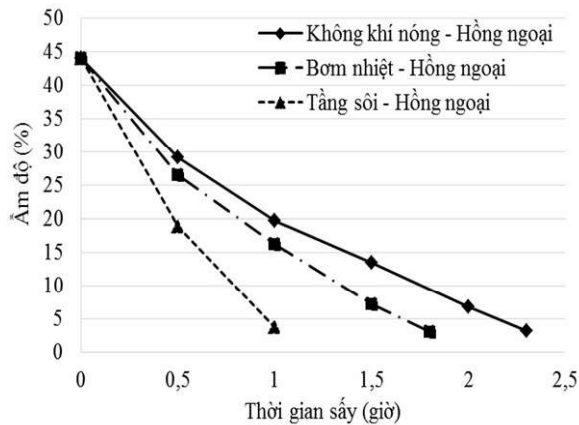
Phương pháp sấy không khí nóng: thời gian sấy

2,8 giờ (168 phút), tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy 14,3%/giờ.

Phương pháp sấy bơm nhiệt: thời gian sấy 2,2 giờ (132 phút), tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy bơm nhiệt 18,2%/giờ.

Phương pháp sấy tầng sôi: thời gian sấy 1,5 giờ (90 phút), tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy tầng sôi 27,1%/giờ.

Khi các phương pháp trên kết hợp thêm hồng ngoại thì kết quả sấy com dừa nạo được trình bày trong hình 3.



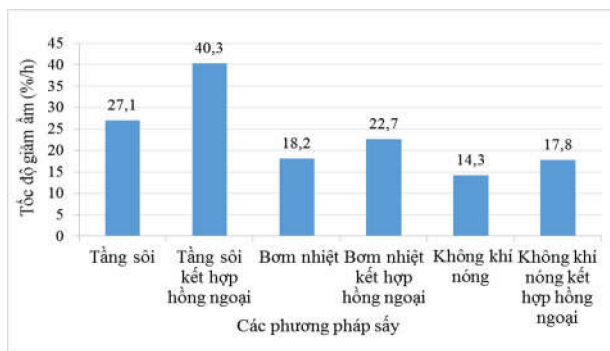
Hình 3. Biểu đồ giảm ẩm của com dừa nạo khi kết hợp hồng ngoại

Thời gian để sấy com dừa bằng các phương pháp sấy kết hợp thêm bức xạ hồng ngoại từ ẩm độ 44% tới

Bảng 1. Thời gian sấy và tốc độ giảm ẩm của các phương pháp sấy

Phương pháp sấy	Tầng sôi	Tầng sôi kết hợp bức xạ hồng ngoại	Bơm nhiệt	Bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại	Không khí nóng	Không khí nóng kết hợp bức xạ hồng ngoại
Thời gian sấy (giờ)	1,5	1	2,2	1,8	2,8	2,3
Tốc độ giảm ẩm (%/giờ)	27,1 ^b	40,3 ^a	18,2 ^d	22,7 ^c	14,3 ^e	17,8 ^d

Ghi chú: Các giá trị có ký hiệu chữ khác nhau: khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 0,05.



Hình 4. Biểu đồ so sánh tốc độ giảm ẩm của các phương pháp sấy

ẩm độ yêu cầu $\leq 4\%$, nhìn chung thì thời gian sấy giảm đáng kể, cụ thể như sau:

Phương pháp sấy không khí nóng kết hợp bức xạ hồng ngoại: thời gian sấy 2,3 giờ (138 phút), tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy là 17,8%/giờ.

Phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp bức xạ hồng ngoại: thời gian sấy 1,8 giờ (108 phút) sấy, tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy là 22,7%/giờ.

Khi sấy theo phương pháp sấy tầng sôi kết hợp bức xạ hồng ngoại: thời gian sấy 1 giờ (60 phút), tốc độ giảm ẩm trung bình trong quá trình sấy là 40,3%/giờ.

Ứng với mỗi phương pháp sấy, nếu có sự hỗ trợ của bức xạ hồng ngoại thì thời gian sấy giảm xuống đáng kể, do hiệu ứng hấp thụ năng lượng kiểu bức xạ nên com dừa được gia nhiệt từ bên trong, chiều dòng nhiệt hướng từ trong lòng vật liệu ra bề mặt vật liệu sấy cùng chiều với chiều chuyển ẩm. Do đó, quá trình tách ẩm được thuận lợi hơn, động lực của quá trình sấy tăng lên nên thời gian giảm xuống. Tổng hợp quá trình giảm ẩm của com dừa qua 6 phương pháp sấy tại mức nhiệt độ 40°C được trình bày trong bảng 1 và hình 4.

3.2. Kết quả xác định màu sắc của sản phẩm sau khi sấy

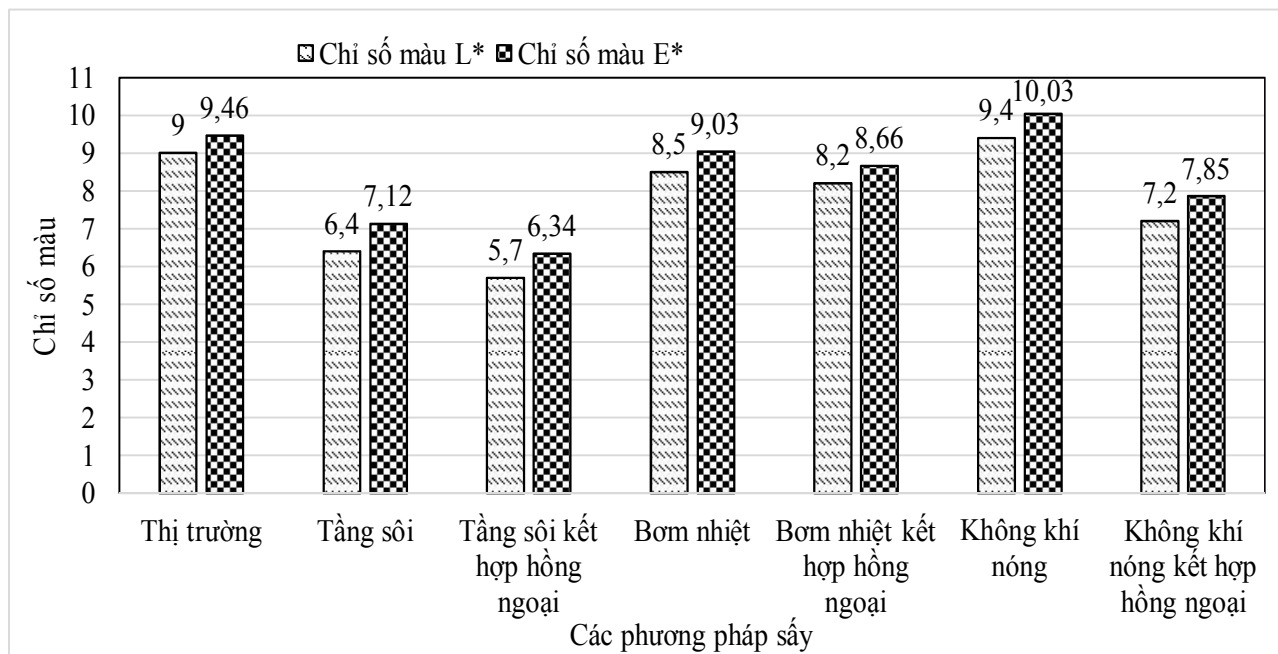
Bên cạnh chỉ tiêu về thời gian, sự thay đổi màu sắc sản phẩm sau khi sấy cũng là chỉ tiêu đánh giá chất lượng sản phẩm sấy. Về cảm quan sản phẩm com dừa nạo, các mẫu com dừa sau khi sấy khó có thể xác định chất lượng độ trắng bằng cảm quan, do đó màu sắc của com dừa được xác định bằng phương pháp đo màu bằng thiết bị chuyên dụng theo thang màu Lab, đây là phương pháp được nhiều công trình nghiên cứu áp dụng. Các kết quả xác định ΔE^* của các phương pháp sấy được xử lý thống kê bằng

phương pháp LSD đã cho thấy có sự khác biệt về mặt hình 5. thống kê. Kết quả được trình bày trong bảng 2 và

Bảng 2. So sánh chỉ số của cơm dừa sau khi sấy với các phương pháp sấy

Phương pháp sấy	Thị trường	Tầng sôi	Tầng sôi kết hợp hồng ngoại	Bơm nhiệt	Bơm nhiệt kết hợp hồng ngoại	Không khí nóng	Không khí nóng kết hợp hồng ngoại
Chỉ số ΔL^*	9	6,4	5,7	8,5	8,2	9,4	7,2
Chỉ số Δb^*	-2,9	-3,1	-2,5	-2,8	-2,4	-3,3	-2,8
Chỉ số Δa^*	-0,4	-0,4	-1,2	-1,2	-1,4	-1,2	-1,4
Chỉ số ΔE^*	9,46 ^g	7,12 ^b	6,34 ^a	9,03 ^e	8,66 ^d	10,03 ^h	7,85 ^c

Ghi chú: Các giá trị có ký hiệu chữ khác nhau: khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 0,05.



Hình 5. Sự thay đổi chỉ số ΔL^* và ΔE^* ở các phương pháp sấy

Từ các kết quả trên cho thấy sự thay đổi màu sắc của cơm dừa có xu hướng thay đổi khi thay đổi các phương pháp sấy. Màu sắc của cơm dừa thay đổi chủ yếu là do sự mất màu trắng của cơm dừa sau khi sấy, ứng với giá trị ΔL^* tăng lên. Chỉ số ΔL^* thấp nhất là 5,7 và cao nhất là 9,4 tương ứng với phương pháp sấy tầng sôi kết hợp bức xạ hồng ngoại và phương pháp sấy không khí nóng.

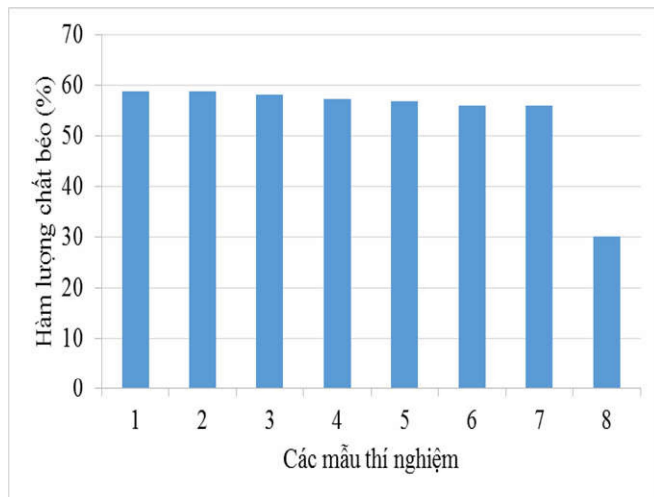
3.3. Kết quả xác định hàm lượng chất béo của sản phẩm sau khi sấy

Chất béo trong cơm dừa cũng là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng sản phẩm sấy, chất béo trong cơm dừa được xác định bằng phương pháp AOAC 871.01-1997, kết quả được trình bày trong bảng 3 và hình 6.

Bảng 3. Kết quả xét mẫu chất béo trong cơm dừa

Stt	Loại mẫu	Hàm lượng chất béo (%)
1	Mẫu tươi	58,74 ^a
2	Mẫu sấy tầng sôi hồng ngoại	58,72 ^a
3	Mẫu sấy tầng sôi	58,06 ^b
4	Mẫu sấy bơm nhiệt hồng ngoại	57,21 ^c
5	Mẫu sấy bơm nhiệt	56,84 ^d
6	Mẫu sấy không khí nóng hồng ngoại	56,04 ^e
7	Mẫu sấy không khí nóng	55,99 ^g
8	Mẫu thị trường	30,10 ^h

Ghi chú: Các giá trị có ký hiệu chữ khác nhau: khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 0,05.



Hình 6. Biểu đồ so sánh hàm lượng chất béo

Từ kết quả phân tích mẫu cho thấy thành phần chất béo trong cơm dừa sau khi sấy không thay đổi nhiều nhưng hàm lượng vẫn cao hơn mẫu cơm dừa mua trên thị trường. Cụ thể, thay đổi từ 58,72% đến 55,99% ứng với phương pháp sấy tăng sôi kết hợp hồng ngoại và sấy không khí nóng.



Hình 7. Một số mẫu cơm dừa sau khi sấy

Từ những kết quả thực nghiệm, phân tích và đánh giá trên thì phương pháp sấy tăng sôi kết hợp hồng ngoại là phù hợp với sấy cơm dừa nạo, vì phương pháp sấy này cho ra sản phẩm cơm dừa sau khi sấy có màu sắc tốt nhất (màu sản phẩm sau khi sấy sai biệt ít nhất so với màu của dừa tươi nguyên liệu), hàm lượng dinh dưỡng còn lại cao nhất (gần với mẫu tươi) và thời gian sấy là ngắn nhất.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu xác định thời gian sấy, chất lượng sản phẩm cơm dừa sau khi sấy cho 6 phương pháp sấy khác nhau, ứng với điều kiện sấy như nhau, đã xác định được phương pháp sấy tăng sôi kết hợp hồng ngoại là phù hợp cho sấy cơm dừa. Theo

phương pháp sấy này, ứng với nhiệt độ sấy 40°C, vận tốc tác nhân sấy là 2 m/s thì thời gian sấy là 1 giờ, cơm dừa sau khi sấy có màu trắng sáng với chỉ số ΔL^* là 5,7, độ lệch màu chung ΔE^* là 6,34, hàm lượng chất béo là 58,72%, đáp ứng được yêu cầu xuất khẩu theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9763: 2013.

Kết quả nghiên cứu trên là cơ sở để hoàn thiện quy trình công nghệ sấy cơm dừa nhằm triển khai ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Thị Mỹ Hạnh (2009). Khảo sát hàm lượng dầu và protein của một số giống dừa ở đồng bằng sông Cửu Long. Luận văn tốt nghiệp. Đại học Cần Thơ.
2. Nguyễn Thị Minh Nguyệt (2005). Nghiên cứu chiết xuất dầu dừa tinh khiết bằng phương pháp enzyme. Luận án Tiến sĩ. Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
3. Jongyingcharoen J. S., Wuttigarn P., Assawarachan R. (2019). Hot air drying of coconut residue: shelf life, drying characteristics, and product quality. The 12th TSAE International Conference, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 301 (2019) 012033.
4. Yahya, S., Mohd Shahrir, A., Amir Syarifuddin, M. A., Shafie, A., Mohammad Shukri, J., Mohd Zaimi, Z. A., Amir Redzuan, S. (2020). A study of drying parameters on drying time and colour quality of grated coconut using tumbling mechanism in convective dryer. Food Research 4 (Suppl. 6), 64 – 69.
5. Mohd Zainol M. K., Abdul-Hamid A., Abu Bakar F., Pak Dek S. (2009). Effect of different drying methods on the degradation of selected flavonoids in Centella asiatica. *International Food Research Journal* 16, 531 - 537.
6. Le Anh Duc, Nguyen Lan Phuong (2022). The effects of infrared radiation drying conditions on drying properties of shell shrimp. Proceedings of the International Conference on Advanced Mechanical Engineering, Automation and Sustainable Development 2021, 727 – 733.
7. Bộ Khoa học và Công nghệ (2013). Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9763: 2013, Codex Stan 177-1991, Rev. 1-2011. Cơm dừa sấy khô.
8. Kundu K. M., Das R., Datta A. B., Chatterjee

P. K. (2005). On the analysis of drying process. *Drying technology*, 23, 1093 - 1105.

9. Sulistiawati E., Santosa I., Aktawan A. (2018). Evaluation of moisture content in drying of grated coconut meat using grain moisture meter. 1st International Conference on Engineering and Applied Technology, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 403 (2018) 012012.

10. Bùi Minh Trí (2005). *Xác suất thống kê và quy hoạch thực nghiệm*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.

11. Lê Anh Đức, Phạm Trường Sơn (2016). Nghiên cứu xác định phương pháp sấy dừa thái lát. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp*, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh. Số 4/2016, 51 - 57.

STUDY ON DETERMINATION OF SHREDDED COCONUT DRYING METHOD

Le Anh Duc, Vo Minh Trong, Bui Manh Tuan

Summary

Coconut oil has occupied an important position in the world market. Besides, being used in oil pressing industry, coconut meat is also valuable food sources for the human being. However, the method of drying is mainly drying sun, manual drying, semi-automatic drying... so shredded coconut after drying has not ensured the quality of color and nutrient content. The research was conducted on drying of shredded coconut with six methods, including of hot air drying, hot air assisted infrared drying, heat pump drying, heat pump assisted infrared drying, fluidized bed drying and fluidized bed assisted infrared drying to determine the appropriate drying method based on the assessment of moisture drying rate, color and nutrient content of coconut after drying. The results showed that the fluidized bed assisted infrared drying method was suitable for shredded coconut drying, the drying temperature of 40°C, drying time of 1 hour, drying rate during drying was 40.3%/h, desiccated coconut after drying is bright white with the index ΔL^* of 5.7, the general color deviation ΔE^* of 6.34, the fat content of 58.72%, characteristic flavor, meet the require Vietnamese standard.

Keywords: *Shredded coconut, fluidized bed drying, infrared, drying rate.*

Người phản biện: PGS.TS. Trần Như Khuyến

Ngày nhận bài: 01/7/2022

Ngày thông qua phản biện: 18/7/2022

Ngày duyệt đăng: 19/9/2022