

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM SẤY TIÊU BẰNG MÁY SẤY NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Nguyễn Hữu Hòa¹, Bùi Ngọc Hùng², Nguyễn Hải Đăng³

^{1, 2, 3} Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

¹ nhhoa@hcmuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 2/10/2018; Ngày duyệt đăng: 17/12/2018

Tóm tắt

Một mô hình máy sấy sử dụng năng lượng mặt trời kết hợp gia nhiệt bằng điện trở đã được thiết kế và chế tạo để sấy tiêu với năng suất 5 kg/m². Kết quả khảo nghiệm cho thấy thời gian sấy tiêu tỷ lệ nghịch với vận tốc tác nhân sấy và tỷ lệ thuận với bề dày lớp vật liệu sấy. Thời gian sấy tiêu là từ 7 - 9 giờ khi sấy tiêu từ ẩm độ $64 \pm 1\%$ (cơ sở ướt) xuống $13 \pm 1\%$ (cơ sở ướt) ở nhiệt độ tác nhân sấy 60°C , với các mức vận tốc tác nhân sấy từ 1,0 đến 1,5 m/s và bề dày lớp vật liệu sấy từ 13 đến 40 mm. Sản phẩm tiêu có màu đen, da nhăn nheo, mùi nồng đặc trưng và đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm. Sản phẩm tiêu khi sấy bằng máy sấy không bị nhiễm khuẩn *Escherichia coli*.

Từ khóa: hồ tiêu, sấy năng lượng mặt trời, kỹ thuật sấy, sấy tiêu

Experimental study on a peppercorn solar – assisted dryer

Abstract

A prototype of peppercorn solar assisted dryer with capacity of 5kg per batch was designed and fabricated. Experimental results showed that drying time decreases with an increase of drying-air velocity. In addition, it increases with the layer thickness of drying material. The drying time was from 7-9 hours when the pepper was dried from the moisture content of $64 \pm 1\%$ (wet basis) to $13 \pm 1\%$ (wet basis) at the drying temperature of 60°C , the drying-air velocity is from 1.0 to 1.5 m/s and the layer thickness of drying material is in range of 13 to 40 mm. Pepper products are black, wrinkled skin, characteristic strong smell and ensure food hygiene and safety. The product was not contaminated with *Escherichia coli*.

Keywords: peppercorn, solar-assisted dryer, drying technology, dried peppercorn

1. Đặt vấn đề

Theo báo cáo thống kê của tổng cục hải quan, tính đến tháng 12 năm 2017, sản lượng hồ tiêu của Việt Nam đạt trên 241.500 tấn, trong đó sản lượng tiêu xuất khẩu đạt 156.500 tấn, đạt kim ngạch 850,8 triệu USD, chiếm 40% tổng sản lượng trên toàn thế giới (Tổng cục Hải Quan, 2017). Ngoài việc dùng làm gia vị trong chế biến thực phẩm, tiêu còn được sử dụng làm dược liệu, hương liệu,... (Tôn Nữ Tuấn Nam, 2008). Ngoài sử dụng dưới dạng bột, tiêu còn được chưng cất, tách chiết tinh dầu và dầu nhựa để sử dụng trong công nghệ thực phẩm (Nguyễn Thị Thiên Ly, 2012). Ở Việt Nam, tiêu được

trồng chủ yếu ở các tỉnh Đông Nam Bộ và Tây Nguyên như Bình Phước, Bà Rịa – Vũng Tàu, Bình Thuận, Đồng Nai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Gia Lai (Nguyễn Tăng Tôn, 2012). Quả tiêu có dạng hình cầu, đường kính 5 – 7 mm. Lúc còn non có màu xanh lục, khi đã già quả có màu xanh đậm, khi sắp chín chuyển sang màu vàng, lúc chín có màu đỏ đến khi khô sẽ chuyển thành màu đen, da nhăn nheo (Đình Xuân Đức, 2009). Trong hạt tiêu chứa 1,2 – 2% tinh dầu, 5 – 9% piperin và 2,2 – 6% chanvixin. Trong đó, piperin và chanvixin là hai loại alkaloid làm cho tiêu có vị cay (Viện Khoa học Kỹ thuật nông nghiệp miền Nam, 2018a; 2018b).

Tiêu được tiêu thụ chủ yếu dưới dạng khô, ẩm độ trung bình của tiêu khô là $13 \pm 1\%$ (cơ sở ướt) (Nguyễn Thị Thiên Ly, 2012). Ở Việt Nam, tiêu được làm khô chủ yếu bằng phương pháp phơi nắng. Do đó chất lượng của tiêu không đảm bảo và việc làm khô tiêu phụ thuộc rất nhiều vào thời tiết. Hiện nay, các máy sấy mẻ tĩnh đã được sử dụng để làm khô tiêu (Trương Quang Trường và cộng sự, 2013; Nguyễn Dương Hoàng Huy, 2016). Tuy nhiên, do các máy sấy này chủ yếu dùng củi gỗ hoặc than đá để sấy trực tiếp tiêu nên chất lượng của tiêu không đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm và gây ô nhiễm môi trường. Bên cạnh đó, chi phí năng lượng cho quá trình sấy cũng là một vấn đề được bà con nông dân quan tâm khi sử dụng máy sấy.

Ngày nay, khi mức sống và ý thức của người dân ngày càng được nâng cao thì mức độ yêu cầu về chất lượng sản phẩm ngày càng khắt khe. Do đó các phương pháp làm khô tiêu như phơi, sấy trực tiếp không còn thích hợp. Việc cần làm là nghiên cứu áp dụng các phương pháp sấy thay thế để vừa đảm bảo chất lượng tiêu, đồng thời giảm chi phí trong quá trình làm khô. Việt Nam là nước có điều kiện thích hợp để phát triển các ứng dụng về năng lượng mặt trời vào sản xuất. Số giờ nắng trung bình trong năm của Việt Nam là từ 1700 – 2500 giờ/năm (Hải Vân, 2015; Nguyễn Xuân Cự và cộng sự, 2008; EVN, 2017). Đã có nhiều nghiên cứu trong nước về sử dụng năng lượng mặt trời để sấy các sản phẩm khác nhau như: lúa (Phan Hiếu Hiền, 2007), cà phê (Mai Thanh Phong, 2014), thịt bò một nắng (Nguyễn Huy Bích, 2015), atisô (Lê Anh Đức và Nguyễn Huy Bích, 2016), cá dứa (Vương Thành Tiên và Nguyễn Văn Hùng, 2016), cá lù đù (Nguyễn Đức Khuyến và cộng sự, 2018).

Mục đích của nghiên cứu này là nhằm thử nghiệm sấy tiêu bằng năng lượng mặt trời kết hợp với gia nhiệt phụ trợ bằng điện trở nhằm góp phần giải quyết bài toán về vệ sinh an toàn thực phẩm và giảm chi phí năng lượng cho quá trình sấy tiêu khô. Nghiên cứu sẽ tiến hành thiết kế, chế tạo một mô hình máy sấy tiêu bằng năng lượng mặt trời kết hợp gia nhiệt bằng điện trở. Tiến hành nghiên cứu thực nghiệm sấy tiêu ở

các chế độ sấy khác nhau và chiều dày vật liệu sấy khác nhau.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Tiêu sử dụng trong các thí nghiệm được mua tại Đắk Nông và Bình Thuận. Tiêu sau khi thu mua được phân loại, sau đó sẽ tách hạt khỏi chùm tiêu và sàng loại bỏ các hạt nhỏ không đạt kích thước trước khi đưa vào sấy. Ẩm độ trung bình của tiêu tươi được xác định theo phương pháp sấy khô mẫu (TCVN 1867-2001) là $64 \pm 1\%$ (cơ sở ướt). Tiêu sẽ được sấy xuống ẩm độ $13 \pm 1\%$ (cơ sở ướt).

2.2. Phương pháp xác định các chỉ tiêu

Độ ẩm của tiêu được xác định theo công thức (1) và (2) (Nguyễn Văn May, 2004).

$$w_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

$$w_i = 100 - \frac{m_i(100 - w_1)}{m_i} \quad (2)$$

Trong đó w_1 và w_i là độ ẩm ban đầu và độ ẩm ở thời điểm i của tiêu trong quá trình sấy; m_1 , m_2 và m_i là khối lượng ban đầu, khối lượng chất khô và khối lượng ở thời điểm i của tiêu (g).

Vận tốc tác nhân sấy được đo bằng thiết bị Lutron AM-4205 với thang đo 0,1 m/s và khoảng đo từ 0,4 – 25 m/s. Vận tốc tác nhân sấy là vận tốc trung bình của tác nhân sấy trước khi qua khay sấy được đo ở 5 vị trí khác nhau ngay dưới khay sấy (1 ở tâm và 4 góc của khay sấy) sau đó tính giá trị trung bình và số liệu được lặp lại 3 lần đo. Nhiệt độ tác nhân sấy được xác định và điều khiển bằng cảm biến nhiệt độ và bộ điều khiển nhiệt độ Ewelly EW-181H với độ chính xác $\pm 1^\circ\text{C}$. Khối lượng của tiêu được xác định bằng cân đồng hồ Nhơn Hòa với thang đo 2g.

Để đánh giá về độ an toàn vệ sinh thực phẩm, tiêu sau khi sấy được tiến hành xét nghiệm hàm lượng *E.coli*. Hàm lượng *E.coli* được xác định bằng phương pháp thử nghiệm AOAC và TC 2000 và được định lượng theo tiêu chuẩn TCVN 6846:2007. Các chỉ tiêu này được phân tích tại Trung tâm Phân tích thực phẩm – Công ty TNHH Thương mại Thiết bị Thái Thịnh, 57A Đường 30 tháng 4, phường Tân Thành, quận

Tân Phú, Tp.HCM.

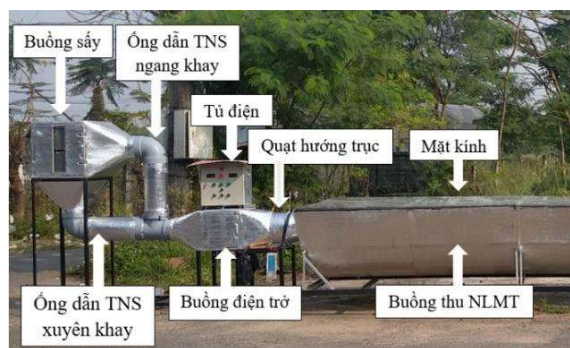
2.3. Phương pháp khảo nghiệm

Đối với các sản phẩm nông sản thì tốc độ tác nhân sấy nên nằm trong khoảng từ 0,5-2,0 m/s. Theo Nguyễn Đức Khuyến và cộng sự (2018), khi lưu lượng của không khí qua bộ thu nhiệt từ 0,31 đến 0,36 kg/s thì hiệu suất thu nhiệt của bộ thu năng lượng mặt trời đạt lớn nhất, nhiệt độ đầu ra của không khí qua bộ thu đạt từ 50-60°C trong hầu hết thời gian của ngày. Do đó, trong nghiên cứu này tiêu được sấy thí nghiệm ở các mức vận tốc tác nhân sấy khi qua lớp vật liệu là $v = 1,0; 1,3$ và $1,5$ m/s (tương ứng với các mức lưu lượng là 0,26; 0,34 và 0,39 kg/s). Nhiệt độ tác nhân sấy được cố định ở mức 60°C (Trương Quang Trường và cộng sự, 2013). Bề dày lớp vật liệu được chọn để khảo nghiệm là 13 mm tương ứng với bề dày lớp tiêu được phơi nắng. Bên cạnh đó, để nghiên cứu ảnh hưởng của bề dày lớp vật liệu đến quá trình sấy, tiêu được khảo nghiệm sấy ở hai mức bề dày khác là 25 và 40mm. Các mẫu tiêu trên khay được trộn lẫn khi lấy mẫu phân tích ẩm độ. Trước khi tiến hành khảo nghiệm, buồng sấy, khay sấy và bề mặt kính của bộ thu nhiệt được vệ sinh sạch sẽ. Bộ thu năng lượng mặt trời được đặt theo hướng Đông – Tây (Nguyễn Đức Khuyến và cộng sự, 2018). Khối lượng tiêu tươi được sấy trong mỗi mẻ là 5 kg. Các thông số của quá trình khảo nghiệm được ghi nhận sau mỗi 20 phút.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Mô hình máy sấy tiêu sử dụng năng lượng mặt trời kết hợp gia nhiệt bằng điện trở

Một mô hình máy sấy tiêu sử dụng năng lượng mặt trời kết hợp gia nhiệt bằng điện trở đã được thiết kế và chế tạo với năng suất 5 kg/mẻ. Mô hình có khả năng điều chỉnh khoảng nhiệt độ sấy từ 55°C đến 65°C, vận tốc tác nhân sấy có thể thay đổi từ 1,5 đến 2,5 m/s. Cấu tạo của máy được trình bày trong Hình 1 gồm buồng sấy với 2 khay sấy, tủ điều khiển, bộ gia nhiệt bằng điện trở, quạt và bộ thu nhiệt năng lượng mặt trời.



Hình 1. Mô hình máy sấy tiêu.

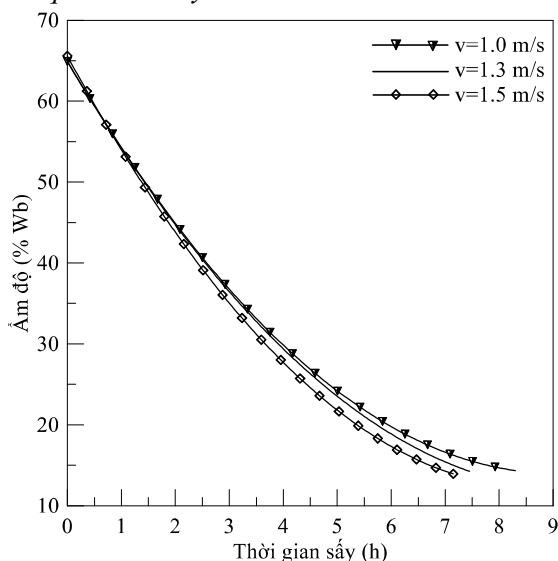
Buồng sấy có kích thước $D_x R_x C = 0,5 \times 0,48 \times 0,5$ m; mặt bên trong được làm bằng tole tráng kẽm, mặt ngoài được bọc cách nhiệt. Máy sử dụng 2 khay sấy bằng inox SUS 304 với kích thước $D_x R_x C = 0,48 \times 0,45 \times 0,2$ m. Quạt hướng trục sử dụng động cơ 1 pha 220V có công suất 0,5 HP. Trong quá trình hoạt động, lưu lượng quạt được điều chỉnh thông qua dimmer (thiết bị điều chỉnh độ sáng đèn và tốc độ quạt). Bộ gia nhiệt bằng điện trở có công suất 4 kW, gồm các thanh điện trở chữ U ghép lại với nhau thành từng mô đun. Bộ thu năng lượng mặt trời hoạt động theo nguyên lý kết hợp giữa dạng tấm phẳng và dạng parabol trụ phản xạ có kích thước $D_x R_x C = 10 \times 1,2 \times 0,8$ m (Nguyễn Đức Khuyến và cộng sự, 2018). Cấu tạo của bộ thu gồm parabol phản xạ làm bằng tole tráng kẽm; ống tâm và tấm phẳng hấp thụ được làm bằng tole tráng kẽm sơn đen; mặt trên của bộ thu được lắp kính. Mặt ngoài của bộ thu được bọc lớp foam cách nhiệt (Nguyễn Đức Khuyến và cộng sự, 2018).

Nguyên lý hoạt động: tiêu được trải đều trên 2 khay sấy và đưa vào buồng sấy. Không khí ngoài trời (tác nhân sấy) được quạt hút vào bộ thu năng lượng mặt trời và được gia nhiệt nhờ năng lượng mặt trời. Sau đó tác nhân sấy được thổi qua bộ gia nhiệt điện trở và đi vào buồng sấy để sấy vật liệu. Trong quá trình sấy, nếu nhiệt độ tác nhân sấy từ bộ thu năng lượng mặt trời cao hơn nhiệt độ sấy cài đặt, một van bổ sung không khí ngoài trời trên đường ống tâm sẽ được mở để điều chỉnh nhiệt độ tác nhân sấy vào buồng sấy. Khi năng lượng mặt trời không đủ cung cấp nhiệt cho máy sấy (nhiệt độ tác

nhân sấy sau khi qua bộ thu thấp hơn nhiệt độ sấy cài đặt) thì bộ gia nhiệt sẽ hoạt động một phần công suất theo từng mô đun để bổ sung nhiệt cho quá trình sấy. Vào ban đêm hoặc khi không có nắng, bộ gia nhiệt điện trở sẽ hoạt động hết công suất.

3.2. Kết quả sấy khảo nghiệm tiêu

3.2.1. Ảnh hưởng của vận tốc tác nhân sấy đến quá trình sấy tiêu



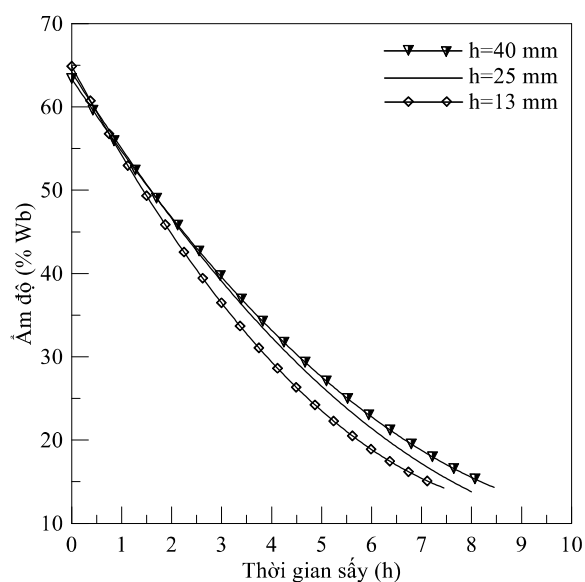
Hình 2. Quá trình giảm ẩm khi sấy tiêu ở $t = 60^{\circ}\text{C}$, $h = 13 \text{ mm}$

Quá trình giảm ẩm của tiêu trong quá trình sấy với bề dày lớp vật liệu (h) là 13 mm, nhiệt độ tác nhân sấy là $t = 60^{\circ}\text{C}$ ở các mức vận tốc tác nhân sấy khác nhau được trình bày trong Hình 2. Kết quả cho thấy, khi tăng vận tốc tác nhân sấy thì thời gian sấy sẽ giảm xuống. Ở vận tốc tác nhân sấy là 1,0 m/s thì thời gian để tiêu giảm ẩm độ từ 64,12% xuống 13,18% là 9,15 giờ. Với vận tốc tác nhân sấy là 1,3 m/s thời gian để giảm ẩm tiêu từ 64,90% xuống 13,93% là 7,45 giờ. Khi tăng vận tốc tác nhân sấy lên 1,5 m/s; thời gian giảm ẩm từ 65,52% xuống 13,54% là 7,15 giờ. Trong quá trình sấy, khi tăng vận tốc tác nhân sấy sẽ làm tăng cường độ của quá trình trao đổi nhiệt và trao đổi ẩm giữa tác nhân sấy và tiêu. Kết quả làm cho thời gian sấy giảm xuống.

3.2.2. Ảnh hưởng của bề dày vật liệu sấy đến quá trình sấy tiêu

Để khảo sát ảnh hưởng của bề dày vật liệu

sấy đến quá trình sấy tiêu, tiêu được sấy thí nghiệm ở ba mức bề dày lớp vật liệu sấy là $h = 13 \text{ mm}$, 25 mm và 40 mm. Hình 3 trình bày quá trình giảm ẩm của tiêu ở $v = 1,3 \text{ m/s}$; $t = 60^{\circ}\text{C}$ và với các mức bề dày lớp vật liệu sấy đã nêu. Kết quả cho thấy khi chiều dày lớp vật liệu sấy tăng sẽ làm cho thời gian sấy kéo dài. Trong thí nghiệm này, khi chiều dày lớp vật liệu là 13 mm, thời gian để tiêu giảm ẩm từ 64,9% xuống 13,93% là 7,45 giờ. Khi tăng chiều dày lớp vật liệu lên 25 mm và 40 mm, thời gian sấy tăng lên lần lượt là 8,0 giờ và 8,15 giờ.



Hình 3. Quá trình giảm ẩm khi sấy tiêu ở $t = 60^{\circ}\text{C}$, $v = 1,3 \text{ m/s}$

Đánh giá chất lượng tiêu về mặt cảm quan về màu sắc theo phép thử so sánh cặp cho thấy, ở tất cả các chế độ sấy sản phẩm tiêu được sấy khô đều có màu đen, vỏ tiêu có độ nhăn và mùi nồng đặc trưng của tiêu khô. Kết quả khảo nghiệm cũng cho thấy, khi sấy tiêu ở nhiệt độ tác nhân sấy $t = 60^{\circ}\text{C}$ tại các mức vận tốc tác nhân sấy từ 1,0 – 1,5 m/s và bề dày lớp vật liệu từ 13 – 40 mm, thời gian sấy tiêu nhanh (dưới 9 giờ) so với tiêu được làm khô khi phơi nắng (16 - 18 giờ), ẩm độ vật liệu sấy giảm đều trong suốt quá trình sấy. Bên cạnh đó, với việc sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời, máy sấy tiêu đã sử dụng được nguồn nhiệt thu được từ mặt trời do đó giảm chi phí năng lượng cho quá trình sấy so với phương

pháp sấy thông thường. Độ đồng đều ẩm độ của tiêu sau sấy chưa đo vì khối lượng mẫu nhỏ và trong quá trình thí nghiệm thì toàn bộ khối lượng tiêu được đảo trộn do quá trình đo đặc để lấy mẫu.

3.2.3. Kết quả xét nghiệm hàm lượng vi sinh

Để đánh giá chất lượng tiêu về đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm cần xét nghiệm các chỉ tiêu về vi sinh vật. Tuy nhiên, do kinh phí thực hiện đề tài có hạn, nên nhóm nghiên cứu chỉ tiến hành xét nghiệm hàm lượng *E.coli* tại Trung tâm Phân tích thực phẩm – Công ty TNHH Thương mại Thiết bị Thái Thịnh, Quận Tân Phú, Tp.HCM. Kết quả xét nghiệm hàm lượng *E.coli* trong các mẫu tiêu được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy không phát hiện vi khuẩn *E.coli* trong các mẫu tiêu sấy. Ở mẫu tiêu khô được mua trên thị trường, hàm lượng *E.coli* đo được là 1160 CFU/g. Từ đó cho thấy quá trình sử dụng máy sấy để làm khô tiêu đã làm tăng chất lượng tiêu sau khi sấy, đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm. Vấn đề này là do khi sấy tiêu bằng máy sẽ hạn chế được việc tiêu bị nhiễm bụi, vi khuẩn có hại khi tiếp xúc trực tiếp với môi trường không khí bên ngoài.

Bảng 1. Kết quả xét nghiệm hàm lượng *E.coli*

Loại mẫu	<i>E.coli</i> (CFU/g)
Tiêu sấy ở t = 60°C, h = 13 mm, v = 1 m/s	KPH*
Tiêu sấy 60°C, h = 13 mm, v = 1,3 m/s	KPH
Tiêu sấy ở t = 60°C, h = 13 mm, v = 1 m/s, v = 1,6 m/s	KPH
Tiêu sấy ở t = 60°C, v = 1,3 m/s, h = 25 mm	KPH
Tiêu sấy ở t = 60°C, v = 1,3 m/s, h = 40 mm/s	KPH
Mẫu tiêu khô trên thị trường	1160

*KPH: không phát hiện

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, một mô hình máy sấy tiêu sử dụng năng lượng mặt trời kết hợp với gia nhiệt bằng điện trở đã được thiết kế và chế tạo. Tiêu tươi được sấy thực nghiệm ở các mức vận tốc tác nhân sấy từ 1,0 đến 1,5 m/s, bề dày lớp vật liệu sấy từ 13 đến 40 mm, nhiệt độ tác nhân sấy được cố định ở 60°C. Kết quả cho thấy thời

gian sấy tiêu tỉ lệ thuận với vận tốc tác nhân sấy và tỉ lệ nghịch với bề dày lớp vật liệu sấy. Ở các chế độ sấy đã khảo nghiệm, thời gian sấy tiêu là từ 7 - 9 giờ, rút ngắn thời gian hơn so với tiêu được làm khô bằng phương pháp phơi nắng (16 - 18 giờ). Sản phẩm tiêu có màu đen, da nhăn nheo, mùi nồng đặc trưng và đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm hơn so với tiêu được phơi nắng.

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Huy Bích (2015). *Tính toán, thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm mô hình máy sấy thịt bò một nắng dùng năng lượng mặt trời*. Đề tài Nghiên cứu khoa học. Trường Đại học Nông Lâm Tp. HCM.
- Nguyễn Xuân Cự, Lưu Đức Hải, Trần Thanh Lâm và Trần Văn Quy (2008). *Tiềm năng và phương hướng khai thác các dạng năng lượng tái tạo ở Việt Nam*. Văn phòng Chương trình Nghị sự 21 của Việt Nam
- Lê Anh Đức và Nguyễn Huy Bích (2016). *Nghiên cứu sấy bông atisô dùng năng lượng mặt trời*. Đề tài Nghiên cứu khoa học. Trường Đại học Nông Lâm Tp. HCM.
- Đình Xuân Đức (2009). *Bài giảng Cây đặc sản vùng*. Trường Đại học Nông Lâm Huế - Dự án hợp tác Việt Nam – Hà Lan.
- EVN. 2017. *Năng lượng mặt trời – Hướng phát triển mới tại Việt Nam*. Truy cập tại <http://evn.com.vn/>.
- CARD (2008). *Collaboration for Agricultural and Rural Development Programme*. 026/ VIE – 05 2008. Evaluation of needs and development Trends of post-harvest Technology in The Mekong Delta of Vietnam. Proceedings of the seminar held at Nong Lam University in April 2008 (in Vietnamese).
- Nguyễn Dương Hoàng Huy (2016). *Khảo nghiệm và đánh giá máy sấy tiêu 1 tấn/mẻ dùng lò đốt củi gián tiếp và lò đốt than đá trực tiếp*. Khóa luận tốt nghiệp. Trường Đại học Nông Lâm Tp. HCM.
- Nguyễn Đức Khuyến, Nguyễn Huy Bích và Nguyễn Hữu Hòa (2018). *Thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm máy sấy cá lù dùng năng lượng mặt trời*. Tạp chí *Cơ khí Việt Nam*, số 1+2.
- Nguyễn Thị Triền Ly (2012). *Nghiên cứu chiết tách và xác định thành phần hóa học trong hạt tiêu đen*. Khóa luận tốt nghiệp khoa Hóa học. Trường Đại học Sư phạm Đà Nẵng.

- Nguyễn Văn May (2004). *Giáo trình sấy nông sản thực phẩm*. Nxb Khoa học Kỹ thuật.
- Viện Khoa học Kỹ thuật nông nghiệp miền Nam (2018a). *Công nghệ chế biến & Phẩm chất hồ tiêu*. Truy cập tại <http://iasvn.org/chuyen-muc/Cong-nghe-che-bien-&-pham-chat-Ho-Tieu-8224.html>.
- Viện Khoa học Kỹ thuật nông nghiệp miền Nam (2018b). *Lịch sử phát triển và vùng trồng tiêu Việt Nam*. Truy cập tại <http://iasvn.org/chuyen-muc/Lich-su-Ho-Tieu-8193.html>.
- Tôn Nữ Tuấn Nam (2008). *Đánh giá chất lượng và thị trường hồ tiêu Việt Nam*. Dự án Quản lý bền vững nguồn tài nguyên thiên nhiên miền Trung.
- Mai Thanh Phong (2014). *Nghiên cứu và chế tạo hệ thống thiết bị sấy cà phê sử dụng kết hợp năng lượng mặt trời và nhiên liệu biomass*. Đề tài NCKH, Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM.
- Tổng cục Hải Quan (2017). *Tình hình xuất khẩu hồ tiêu năm 2017*. Truy cập tại <https://www.customs.gov.vn/Lists/ThongKeHaiQuan/>
- Vương Thành Tiên và Nguyễn Văn Hùng (2016). *Nghiên cứu công nghệ và thiết bị sấy nâng cao chất lượng sản phẩm cà dứa khô*, Đề tài NCKH, Sở Khoa học và Công nghệ Tp. HCM.
- Nguyễn Tăng Tôn (2012). *Tình hình sản xuất và thương mại hồ tiêu*. Truy cập tại: <http://iasvn.org/homepage/Tinh-hinh-san-xuat,-thuong-mai-Ho-Tieu-va-mot-so-tien-bo-ky-thuat-trong-san-xuat-Ho-Tieu-3247.html>.
- Trương Quang Trường, Nguyễn Văn Kiệp, Nguyễn Hải Đăng và Nguyễn Văn Hùng (2013). *Thiết kế - Chế tạo hệ thống chế biến hồ tiêu đen năng suất 1000 kg/m² tại tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu*. Đề tài NCKH, Trường Đại học Nông Lâm Tp. HCM.
- Hải Vân (2015). *Thị trường thiết bị điện mặt trời: Vẫn khó trong ngắn hạn*. Tạp chí *Năng lượng Việt Nam*.