

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG SẤY BÁNH TRÁNG KIỂU ĐỐI LƯU TỰ NHIÊN BẰNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Đỗ Minh Cường¹, Nguyễn Đạt², Nguyễn Thị Ngọc¹

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số kết quả thiết kế, chế tạo và thử nghiệm hệ thống sấy bánh tráng năng lượng mặt trời, năng suất 25 kg bánh tráng tươi/m² (100 bánh). 3 thí nghiệm gồm phơi nắng tự nhiên, sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên, sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên được thực hiện; nhiệt độ và biến thiên độ ẩm của bánh tráng được xác định. Kết quả cho thấy nhiệt độ trong buồng sấy đối với hệ thống sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên lên đến 65°C, cao hơn hẳn so với nhiệt độ không khí tự nhiên (36°C) trong khi nhiệt độ trong buồng sấy đối với hệ thống sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên là 53°C; nhiệt độ tại các vị trí trong buồng sấy có chênh lệch nhau không lớn (1-3°C). Kết quả cũng cho thấy thời gian sấy khi sử dụng hệ thống hỗn hợp đối lưu tự nhiên là 02 giờ, so sánh với hệ thống sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên là 3 giờ và phơi nắng là 4 giờ, hệ thống sấy có thể giảm thời gian sấy đến 1/2 lần so với phương pháp phơi truyền thống. Những kết quả này khẳng định rằng sử dụng hệ thống sấy năng lượng mặt trời kiểu hỗn hợp đối lưu tự nhiên có thể rút ngắn thời gian phơi sấy bánh tráng, nâng cao chất lượng sản phẩm, hệ thống đơn giản khi sử dụng, không phụ thuộc vào nguồn năng lượng từ bên ngoài, vật liệu sẵn có và dễ dàng gia công chế tạo.

Từ khóa: Bánh tráng, phơi, sấy, năng lượng mặt trời, đối lưu tự nhiên, bỏ thu nhiệt.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bánh tráng, hay còn gọi là bánh đa, là một dạng bánh sử dụng nguyên liệu chính là bột (bột gạo, nếp, bột sắn) tráng mỏng, phơi khô. Bánh tráng là thực phẩm có thể bảo quản lâu, hiện nay bánh tráng hầu như có mặt khắp nơi trên mọi miền đất nước ta. Nhưng nhiều nhất vẫn là Bình Định, Quảng Ngãi và một số nơi khác ở miền Trung, miền Nam, nhất là vùng đồng bằng Nam bộ. Bánh tráng được sản xuất chủ yếu tại các nông hộ và làng nghề bánh tráng.

Hiện nay, công nghệ chế biến bánh tráng chủ yếu là công nghệ thủ công hoặc bán thủ công, nhiều giai đoạn. Trong đó, khâu làm khô đã có ứng dụng một số hệ thống sấy sử dụng nhiệt lò (Mã Phước Hoàng và cộng sự, 2016), nhưng nhìn chung phương pháp phơi nắng vẫn là phổ biến. Đây là phương pháp làm khô truyền thống rẻ nhất, phơi sấy được khối lượng lớn. Tuy nhiên, phương pháp này có nhiều nhược điểm như dễ bị mưa ẩm khi trời tiết tiết thường, nhiệt độ phơi sấy thấp, thời gian phơi sấy kéo dài, tăng nhân công cho khâu thu cất khi trời mưa, nguy cơ mất vệ sinh an toàn thực phẩm (Mustayen và cộng sự, 2014).

Việt Nam là quốc gia có cường độ bức xạ mặt trời (BXMT) vào loại cao trên thế giới, nguồn năng lượng mặt trời (NLMT) có hầu như quanh năm với số giờ nắng dao động 1.600 - 2.600 giờ/năm, đặc biệt là khu vực phía Nam. Tình trung bình toàn quốc thì tổng lượng bức xạ trung bình năm vào khoảng 230 - 250 kcal/cm²/ngày tăng dần từ Bắc vào Nam. Tiềm năng NLMT tốt nhất ở các vùng từ Thừa Thiên - Huế trở vào miền Nam (Nguyễn Thế Chinh, 2014). Do vậy, việc tận dụng nguồn năng lượng miễn phí dồi dào này để phơi sấy nông sản sẽ tiếp tục được sử dụng phổ biến.

Công nghệ sấy năng lượng mặt trời có nhiều kiểu loại khác nhau, được thực hiện theo các nguyên tắc: Thiết bị sấy trực tiếp, thiết bị sấy gián tiếp; và thiết bị sấy hỗn hợp (vừa sấy trực tiếp vừa gián tiếp) với hai phương pháp dẫn nhiệt là đối lưu tự nhiên hoặc cưỡng bức (Mustayen và cộng sự, 2014).

Nguyên lý sấy bằng nhiệt kiểu đối lưu tự nhiên có thể là sấy trực tiếp hay gián tiếp hoặc kết hợp. Nguyên lý sấy này có cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, chủ động khi trời mưa nhờ mái che trong suốt, sấy trong buồng kín nên không bị nhiễm bẩn sản phẩm, quá trình sấy không phụ thuộc vào nguồn năng lượng bên ngoài, lãng được bề dày lớp sấy so với phơi, ít cào đảo hơn, chất lượng sấy đồng đều hơn (Banout et al, 2010 và Mustayen, et al, 2014).

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

² Trường Cao đẳng Kỹ nghệ Dung Quất, Quảng Ngãi

Email: dominhcuong@huaf.edu.vn

Đối với khâu phơi sấy bánh trắng, thời gian sấy ngắn (khoảng 4 giờ phơi), cần chi phí sấy thấp, sử dụng thiết bị đơn giản và không phụ thuộc vào nguồn năng lượng khác, nguyên lý sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên (ĐLTN) được lựa chọn để chế tạo và thử nghiệm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

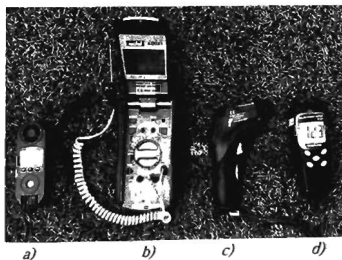
2.1. Vật liệu và dụng cụ thí nghiệm

2.1.1. Vật liệu thí nghiệm

Bánh trắng gạo tươi (tương đương 100 bánh trắng loại dày, đường kính 300 mm, bề dày 1,5 – 2,0 mm) được sản xuất tại một nông hộ sản xuất bánh trắng tại Quảng Ngãi với khối lượng là 25 kg, độ ẩm ban đầu 70%, được sấy đến độ ẩm dưới 11% và so sánh với quá trình phơi bánh trắng tự nhiên.

2.1.2. Dụng cụ thí nghiệm

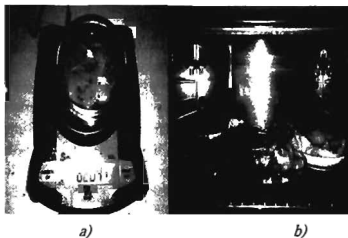
Trong quá trình sấy, một số thiết bị đo đạc sử dụng trong nghiên cứu thực nghiệm gồm: cân điện tử SP4001, Ohaus – Mỹ, mức cân 4 kg, độ chính xác 0,1 g; tủ sấy đối lưu tự nhiên 115 lít ED 115, Binder – Đức, dải nhiệt độ sấy 5°C đến 300°C, độ chính xác 0,1°C; thiết bị đo vi khí hậu EN100 – Đài Loan để đo độ ẩm và nhiệt độ không khí tự nhiên (độ chính xác 1,2°C); thiết bị đo đa năng ADD81 để đo nhiệt độ qua cảm biến nhiệt (độ chính xác 0,1°C); thiết bị đo nhiệt độ laser Sealey VS905 – Anh và thiết bị đo cường độ bức xạ mặt trời Tenmars TN-206 – Đài Loan. Các dữ liệu đo đạc của các thiết bị trên được hiển thị số trên màn hình hiển số.



Hình 1. Một số thiết bị đo đạc được sử dụng trong nghiên cứu thực nghiệm

a) Thiết bị đo độ ẩm EN100; b) Thiết bị đo nhiệt độ đa năng ADD81; c) Thiết bị đo nhiệt độ Sealey

VS905; d) Thiết bị đo cường độ bức xạ Tenmars TN-206



Hình 2. Một số hình ảnh xác định độ ẩm bánh trắng

a) Xác định khối lượng mẫu bánh trắng, sử dụng cân điện tử SP4001, Ohaus – Mỹ;

b) Bánh trắng được sấy khô đến độ ẩm không đổi, sử dụng tủ sấy ED 115, Binder – Đức

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết:

Áp dụng các công thức lý thuyết về sấy và bức xạ mặt trời để tính toán xác định các thông số cơ bản của quá trình sấy làm cơ sở ban đầu cho việc thiết kế hệ thống sấy.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm:

Tiến hành sấy thử nghiệm theo 3 phương án: sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên, sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên và phơi nắng để xác định quy luật biến thiên nhiệt độ không khí trong buồng sấy, quy luật thay đổi nhiệt độ và độ ẩm của vật liệu sấy làm cơ sở để hoàn thiện thiết kế và chế tạo hệ thống sấy.

2.2.3. Phương pháp xác định một số thông số công nghệ của quá trình và thiết bị sấy

Phương pháp xác định nhiệt độ và độ ẩm của bánh trắng sau khi sấy

- Nhiệt độ của bánh trắng được xác định bằng cảm biến độ nhiệt độ PT100. Cảm biến này được cắm trực tiếp vào tâm của tấm bánh, thông số đo nhiệt độ được hiển thị trên màn hình hiển số.

- Độ ẩm của bánh trắng được xác định bằng cách lấy mẫu bánh trắng cho vào tủ sấy thí nghiệm ở nhiệt độ 105°C, sấy đến khi khối lượng không đổi (A. O. A. C, 2000), độ ẩm được xác định theo công thức:

$$M(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \cdot 100, (1)$$

Trong đó: W_1 là khối lượng mẫu bánh trắng trước khi sấy, g ; W_2 là khối lượng mẫu bánh trắng sau khi sấy khô, g .

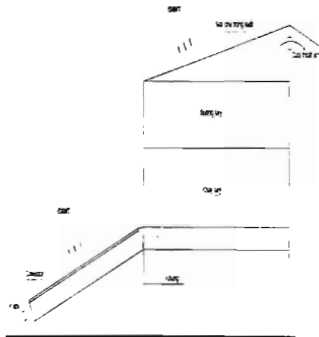
Phương pháp xác định nhiệt độ không khí trong buồng sấy

- Nhiệt độ của không khí trong buồng sấy được xác định nhờ thiết bị đo đa năng, mã hiệu ADD-81. Bộ cảm biến được đặt ở tâm buồng sấy. Giá trị đo được hiển thị trên màn hình hiện số.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sơ đồ thiết kế tổng thể hệ thống sấy

Hệ thống sấy được thiết kế, chế tạo và sấy thử nghiệm sử dụng hai nguyên lý sấy: sấy trực tiếp kiểu đối lưu tự nhiên và sấy hỗn hợp kiểu đối lưu tự nhiên. Sơ đồ cấu tạo của hệ thống sấy như ở hình 3.



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý và cấu tạo hệ thống sấy NLMT

Nguyên lý hoạt động như sau: Liên kết 2 bộ phận của thiết bị sấy gồm: bộ thu nhiệt (collector 1) và buồng sấy (collector 2) bằng bulông, đảm bảo kín khít ở những chỗ nối ghép. Đặt hệ thống sấy theo

$$d_1 = 0.622 \frac{\varphi_1 P_{s1}}{P - \varphi_1 P_{s1}} = 0.622 \frac{0.75 \cdot 0.04241}{0.9933 - 0.75 \cdot 0.04241} = 0.021 \text{ kg/kgKKK} \quad (1)$$

Entanpi của không khí tự nhiên là:

$$I_1 = 1.30 + 0.021(2500 + 1.93 \cdot 30) = 83.72 \text{ kJ/kgKKK} \quad (1)$$

hướng Nam để collector 1 và 2 có thể thu được BXMT vào buổi sáng và buổi chiều. Bánh trắng được đặt trên khay sấy (khay được xếp bậc thang để thông khí và thoát ẩm tối), đóng cửa buồng sấy, bánh trắng được làm nóng hai mặt bởi quá trình bức xạ nhiệt BXMT của bộ thu nhiệt (collector 1) và buồng sấy (collector 2), quá trình hấp thụ BXTM làm nóng mặt trên bánh trắng và nhiệt cung cấp từ collector 1 làm nóng mặt dưới của bánh trắng, do vậy thời gian sấy được rút ngắn đáng kể. Nhờ sự đối lưu mà không khí ẩm thoát ra ngoài qua cửa thoát ẩm phía trên buồng sấy.

3.2. Tính toán các thông số cơ bản của hệ thống sấy

3.2.1. Diện tích bộ thu nhiệt

Số liệu ban đầu: khối lượng bánh trắng tươi để sấy $G_F = 25 \text{ kg}$, độ ẩm ban đầu $\omega_1 = 70\%$, độ ẩm yêu cầu của bánh trắng khô thành phẩm $\omega_2 = 11\%$; nhiệt độ môi trường $t_1 = 30^\circ\text{C}$, độ ẩm tương đối $\varphi = 75\%$; nhiệt độ không khí trong buồng sấy $t_2 = 55^\circ\text{C}$, nhiệt độ cuối quá trình sấy $t_F = 38^\circ\text{C}$. Hiệu suất của bộ thu nhiệt là $\eta_c = 0.35$; chọn cường độ bức xạ mặt trời $E_n = 950 \text{ W/m}^2$. Thời gian sấy $t = 3 \text{ giờ}$. Tra phụ lục 5 (Trần Văn Phú và cs, 1994), áp suất bão hòa của hơi nước ở 30°C và 55°C là $p_{s1} = 0.04241 \text{ bar}$ và $p_{s2} = 0.1574 \text{ bar}$; áp suất không khí ẩm là $p = 0.9933 \text{ bar}$; nhiệt dung riêng của không khí khô $C_{pF} = 1 \text{ kJ/kgKK}$, nhiệt dung riêng của hơi nước $C_{pH} = 1.93 \text{ kJ/kgKK}$, nhiệt ẩn hóa hơi của nước $r = 2500 \text{ kJ/kg}$.

* Lượng nước cần tách ra khỏi vật sấy tính theo công thức:

$$m_w = \frac{m \cdot (W_1 - W_2)}{(100 - W_2)} = \frac{25 \cdot (70 - 11)}{(100 - 11)} = 16,57 \text{ kg ẩm} \quad (1)$$

* Lượng ẩm cần tách trong 1 giờ là

$$g = m_w / t = 16,57 / 3 = 5,52 \text{ kg/ẩm/h (chọn thời gian sấy } t = 3 \text{ giờ)} \quad (1)$$

* Trạng thái không khí môi trường:

Độ chứa ẩm của không khí môi trường:

* Trạng thái không khí cuối collector:

Giả thiết hệ thống là kín, độ chứa ẩm trước và sau bộ thu nhiệt là như nhau có $d_1 = d_2$, ta tính được:

$$I_2 = C_{pk} \cdot t_2 + d_2 (r + C_{ph} \cdot t_2) = 1.55 + 0,021(2500 + 1,93 \cdot 55) = 109,72 \text{ kJ/kgKK}$$

Độ ẩm tương đối của không khí trong buồng sấy sau khi được đốt nóng ở collector 1:

$$\varphi_2 = \frac{d_2 p}{(0,622 + d_2) p_{r2}} \cdot 100\% = \frac{0,021 \cdot 0,9933}{(0,622 + 0,021) \cdot 0,1574} \cdot 100\% = 20,6\%$$

* Trạng thái không khí cuối quá trình sấy:

Trạng thái này xác định bởi $I_3 = I_2$ chọn $t_3 = 38^\circ\text{C}$, nội suy ta có $P_{s3} = 0,06674 \text{ bar}$

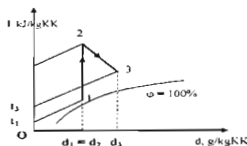
$$d_3 = \frac{I_3 - C_p t_3}{2500 + 1,93 t_3} = \frac{109,72 - 1,38}{2500 + 1,93 \cdot 38} = 0,0278 \text{ kJ/kgKK}$$

$$\varphi_3 = \frac{d_3 p}{(0,622 + d_3) p_{s3}} \cdot 100\% = \frac{0,0278 \cdot 0,9933}{(0,622 + 0,0278) \cdot 0,06674} \cdot 100\% = 63,6\%$$

Với độ ẩm $\varphi_3 = 63,6\% \ll 100\%$ nên không xảy ra hiện tượng đọng sương trong buồng sấy, như vậy việc chọn $t_3 = 38^\circ\text{C}$ là phù hợp.

+ Tiêu hao không khí lý thuyết:

$$l_k \frac{1}{d_3 - d_1} = \frac{1}{0,0278 - 0,021} = 147 \text{ kgKK / kg ẩm}$$



Hình 4. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị sấy NLMT đối lưu tự nhiên và đồ thị I-d

$$\rho = \frac{99333}{(287 + 462 d_1)(273 + t_1)} = \frac{99333}{(287 + 462 \cdot 0,021)(273 + 30)} = 1,105 \text{ kg/m}^3$$

3.2.2. Diện tích khay sấy

$$S = m / (b \cdot a) \text{ (m}^2\text{)}$$

b là tỷ trọng của bánh là $987,5 \text{ kg/m}^3$ và a là bề dày lớp bánh trắng sấy, chọn bề dày lớp sấy thí nghiệm là $a = 0,002 \text{ m}$.

$\Rightarrow S = 25 / 987,5 \cdot 0,002 = 12,6 \text{ m}^2$, chọn diện tích sàn sấy là 13 m^2 .

Từ công thức tính diện tích bộ thu nhiệt (Banout và cs, 2010):

$$A_{ch} = \frac{v \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta t}{\eta_{ch} E_n} = \frac{0,2143 \cdot 1,105 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 25}{0,35 \cdot 950} = 17,8 \text{ m}^2$$

Nếu xem hệ thống là kín thì lượng không khí khô cần thiết để sấy 25 kg bánh trắng từ độ ẩm 70% đến độ ẩm 11% là: $m_L = m_w \cdot I_o = 16,57 \cdot 147 = 2435 \text{ kgKK}$.

Vậy tổng thể tích không khí ẩm qua collector là: $V = m_L \cdot v_o = 2435 \cdot 0,951 = 2315 \text{ m}^3$ (Trần Văn Phú, 2003).

\Rightarrow Thể tích không khí đi qua collector trong một giây là:

$$v = \frac{2315}{3.3600} = 0,2143 \text{ m}^3/\text{s}. \text{ Với tốc độ gió trung}$$

bình tại Quảng Ngãi là $v_{gno} = 1,3 \text{ m/s}$ (<http://www.quangngai.gov.vn>).

Ta có diện tích thông gió (diện tích cắt ngang bộ thu nhiệt) là $A_z = v / v_{gno} = 0,2143 / 1,3 = 0,187 \text{ m}^2$

Tỷ trọng của không khí:

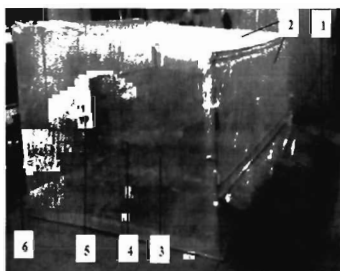
Trong đó: A_{ch} là tổng diện tích thu nhiệt BXMT của hệ thống sấy gồm: diện tích thu nhiệt trực tiếp (buồng sấy) và diện tích thu nhiệt gián tiếp (collector 1); $\eta_{ch} = 0,35$ là hiệu suất nhiệt chung của hệ thống sấy.

3.3. Chế tạo mô hình sấy bánh trắng sử dụng NLMT, năng suất 25 kg/mê

Theo sơ đồ nguyên lý được chọn ở trên, thiết bị sấy có hai bộ phận hấp thụ nhiệt bức xạ nhiệt (BXMT): Thu nhiệt gián tiếp BXMT cho quá trình sấy nhờ bộ thu nhiệt 1 (collector 1). Thu nhiệt trực tiếp là buồng sấy (collector 2), làm nhiệm vụ chứa và sấy vừa là một collector hấp thụ BXMT.

Theo tính toán ở trên, chọn diện tích buồng sấy (collector 2) là: 14 m². Với vật liệu là tấm dây ni lông trong suốt dày 0,2 mm, mặt bên được phủ ni lông đen dày 0,5 mm để ngăn ẩm lên từ nền, ngăn ngừa ký sinh trùng gây hại và tăng cường hấp thụ BXMT để gia nhiệt cho buồng sấy. Khung khay sấy được gia công bằng thép vuông mạ kẽm 25 x 25 x 1 mm sơn đen để tăng cường khả năng hấp thụ bức xạ mặt trời. Vì làm bằng lưới thép không rỉ. Khung buồng sấy dùng thép ϕ 35 x 1 mm liên kết hàn (hoặc có thể tận dụng vật liệu gỗ sẵn có tại địa phương). Buồng sấy được phủ ni lông trong suốt để bắt nhiệt BXMT.

Chọn diện tích bộ thu nhiệt 1 (collector 1) = 3,8 m², với kết cấu bộ thu dạng hình hộp, kích thước 3000 x 1300 x 100 mm. Khung làm bằng thép L 25 x 25 x 2 mm, tấm hấp thụ kim loại kiểu zic zắc có độ nghiêng cạnh zic zắc so với tấm đáy 45° được sơn đen, cách nhiệt tấm virgin và xốp; tấm trong suốt là kính xây dựng dày 5 mm. Kết cấu và cấu tạo mô hình sấy như hình 5.



Hình 5. Cấu tạo của mô hình hệ thống sấy bánh trắng NLMT, năng suất 25 kg/m²

1. Bộ thu nhiệt 1 (collector 1); 2. Tấm phủ trong suốt (collector 2); 3. Buồng sấy; 4. Khay sấy; 5. Tủ điều khiển; 6. Cửa thoát ẩm.

3.4. Kết quả thí nghiệm hệ thống sấy

Sau khi chế tạo, hệ thống sấy được khảo nghiệm để sấy 25 kg là bánh trắng ướt. Bề dày lớp sấy: 2 mm; diện tích khay sấy là 13 m²; độ ẩm không khí tự nhiên khoảng 75%; nhiệt độ cao nhất ngày 36°C, trời không mưa. Qua quá trình sấy thí nghiệm tại sân Khoa Cơ khí Chế tạo, Trường Cao đẳng Kỹ nghệ Dung Quất, Quảng Ngãi (Hình 6) với 3 phương án thí

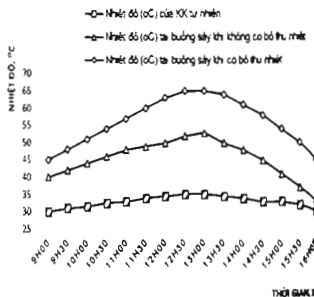
nghiệm: sấy trực tiếp kiểu đối lưu tự nhiên (chỉ dùng bộ thu nhiệt 2), sấy hỗn hợp kiểu đối lưu tự nhiên (dùng phối hợp bộ thu nhiệt 1 và 2) và phơi nắng tự nhiên để đối sánh. Kết quả khảo nghiệm được thể hiện như sau:



Hình 6. Hình ảnh thí nghiệm sấy

a). Đo nhiệt độ tại các vị trí xác định; b). Quá trình sấy bánh trắng.

3.4.1. Khả năng nâng nhiệt độ không khí của hệ thống sấy:



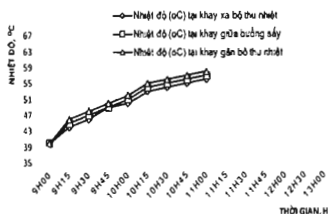
Hình 7. Khả năng nâng nhiệt độ của cửa thiết bị sấy

Qua hình 7 ta thấy đối với hệ thống sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên, nhiệt độ trong buồng sấy cao nhất trong ngày đến trên 60°C, cao hơn nhiệt độ không khí tự nhiên tối thiểu là hơn 10 C và tối đa đến gần 30°C. Đối với hệ thống sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên, nhiệt độ trong buồng sấy cao hơn không khí tự nhiên đến 20°C. Điều này khẳng định rằng sử dụng NLMT

đề gia nhiệt cho các thiết bị sấy kiểu hỗn hợp đối lưu tự nhiên có ưu điểm hơn bởi khả năng nâng nhiệt cao hơn so với hệ thống sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên. Nhiệt độ buồng sấy luôn cao hơn nhiệt độ không khí tự nhiên, qua đó khẳng định việc sử dụng hệ thống sấy năng lượng mặt trời, sạch và miễn phí này nhằm nâng cao chất lượng vật sấy, khai thác được thế mạnh về tiềm năng năng lượng BXMT của Quảng Ngãi cũng như miền Trung là hướng đi khả thi.

Nhiệt độ của không khí trong buồng sấy biến thiên theo thời gian trong ngày, buổi trưa (từ 12h00 đến 13h30) nhiệt độ khá cao (đến hơn 60°C) và giảm xuống khi chiều đến hoặc sáng sớm. Đây là cơ sở để thiết kế, lựa chọn kết cấu thiết bị và lựa chọn chế độ sấy phù hợp với từng loại sản phẩm sấy. Với ưu điểm này, khi cường độ BXMT thấp, nhiệt độ bên trong buồng sấy đến gần 50°C vẫn có thể làm bánh trắng nhanh khô.

3.4.2. Biến thiên nhiệt độ của bánh trắng theo thời gian

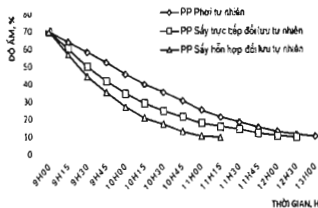


Hình 8. Đồ thị biến thiên của nhiệt độ các lớp bánh trắng theo thời gian

Trong quá trình sấy, tiến hành đo nhiệt độ của bánh trắng tại 3 vị trí trong buồng sấy: gần bộ thu nhiệt 1, giữa buồng sấy và xa bộ thu nhiệt 1, kết quả thể hiện trên hình 8. Qua hình 8 ta thấy, quy luật biến thiên nhiệt độ của bánh trắng tại các khay trong quá trình sấy cũng tương tự như sự thay đổi cường độ bức xạ mặt trời trong ngày, tuy nhiên có sự sai khác nhiệt độ tại các vị trí trong buồng sấy là khoảng 1-3°C. Điều này chỉ ra rằng, với kết cấu hệ thống sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên có thể cho chất lượng sấy đồng đều. Với việc bố trí sấy một lớp trên khay sấy xếp bậc thang tạo thông khí tốt và sự tiếp xúc BXMT ở bề mặt trên của bánh trắng (bánh trắng tham gia hấp thụ bức xạ mặt trời và được làm nóng) kết hợp nhiệt

không khí nóng cấp từ bộ thu nhiệt 1 làm nóng mặt dưới của bánh trắng để đẩy nhanh sự trao đổi ẩm giữa bánh trắng và không khí, rút ngắn thời gian sấy; việc kết hợp này có thể nâng nhiệt độ sấy đến hơn 60°C, cao hơn nhiệt độ tính toán lý thuyết (55°C).

3.4.3. Đường cong giảm ẩm theo thời gian của bánh trắng



Hình 9. Đường cong giảm ẩm của bánh trắng

Hình 9 cho thấy để phơi bánh trắng từ độ ẩm 70% xuống còn khoảng 11% phải mất 4 giờ, trong khi ứng dụng hệ thống sấy NLMT kiểu trực tiếp đối lưu tự nhiên có thể rút ngắn thời gian sấy 3 giờ và đối với sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên chỉ mất 02 giờ sấy. Điều đó cho thấy rằng ứng dụng hệ thống sấy NLMT kiểu đối lưu tự nhiên để sấy bánh trắng, vừa rút ngắn thời gian sấy vừa bảo đảm vệ sinh an toàn thực phẩm, vừa ngăn ngừa được mưà ẩm bất thường, có thể sấy được nhiều mẻ sấy trong ngày, đặc biệt tận dụng được nguồn năng lượng sạch, vô tận này. Ngoài công dụng sấy khô bánh trắng, hệ thống có thể sử dụng linh động như kho lưu trữ tạm thời trong quá trình sản xuất và tiêu thụ bánh trắng.

4. KẾT LUẬN

Năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng sạch, tái tạo và miễn phí có thể dùng để phơi sấy các sản phẩm nông nghiệp có nhiệt độ sấy thấp. Kết quả nghiên cứu đã chế tạo và thử nghiệm hệ thống sấy bánh trắng năng lượng mặt trời kiểu hỗn hợp đối lưu tự nhiên. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống sấy có thể nâng nhiệt độ sấy đến hơn 60°C (cao hơn so với nhiệt độ ngoài trời đến 30°C); do vậy giảm được thời gian sấy 0,5 lần so với phơi tự nhiên và 1,5 lần so với hệ thống sấy trực tiếp đối lưu tự nhiên.

Hệ thống sấy có kết cấu đơn giản, vật liệu sẵn có, có thể tận dụng các vật liệu ở địa phương, nhờ

vây giảm được giá thành chế tạo thiết bị. Không phụ thuộc vào nguồn năng lượng từ bên ngoài, ngăn ngừa được hiện tượng mưa nắng thất thường. Chất lượng sản phẩm sau sấy tốt hơn về màu sắc, có độ khô đồng đều, đảm bảo yêu cầu để bảo quản lâu dài. Với hệ thống sấy hỗn hợp đối lưu tự nhiên có thể sấy được các loại nông sản có nhiệt độ sấy thấp và hạn chế được nhiều nhược điểm của phương pháp phơi truyền thống.

Đặc biệt, với thời tiết mưa nắng thất thường như các tỉnh miền Trung, sử dụng hệ thống sấy NLMT sẽ chủ động hơn trong việc phòng mưa ẩm, giảm được nhân công phục vụ trong quá trình sấy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. O. A. C. (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th edn. U.S.A: Gaithersburg.
2. Banout J., Ehl P. (2010). Using a Double-pass solar drier for drying of bamboo shoots. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, 111(2), 119-127.

3. Nguyễn Thế Chinh (2014). Nguồn tài nguyên năng lượng Việt Nam và khả năng đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế. Hội thảo khoa học trực tuyến: Năng lượng Việt Nam, 2014.

4. Mã Phước Hoàng và cs (2016). *Thiết bị sấy bánh tráng tận dụng nhiệt thải từ lò tráng bánh*. Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng. <http://www.vusta.vn>.

5. Mustayen, A. G. M. B, R. Saidur (2014). Performance study of different solar dryers: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34, 463-470.

6. Trần Văn Phú (2003). *Giáo trình kỹ thuật nhiệt*. NXB Giáo dục, 2003.

7. Trần Văn Phú, Lê Nguyên Đương (1994). *Kỹ thuật sấy nông sản*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

8. Nguyễn Công Văn (2001). *Năng lượng mặt trời - lý thuyết và ứng dụng*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

9. <http://www.quangngai.gov.vn/userfiles/file/Ludidiachiquangngai>.

SOME RESULTS OF DESIGN, MANUFACTURING AND TESTING OF RICE PAPER DRYING USING MIXED MODE NATURAL CONVECTION SOLAR DRYER

Do Minh Cuong¹, Nguyen Dat², Nguyen Thi Ngoc¹

¹College of Agriculture and Forestry, Hue University

²Viet Nam – Han Quoc Quang Ngai College

Summary

This article presents some results of design, manufacturing and testing solar dryer system for drying wet rice paper with yield of 25 kgs per batch. Three treatments including open sun drying, direct natural convection and mixed mode natural convection solar drying systems are conducted; Temperature and moisture content are determined during drying process. The results showed that the temperature in the drying chamber is always higher than of natural air temperature, it is up to 65°C for mixed mode natural convection solar dryer while the max temperature of natural air of 36°C and temperature in the drying chamber of direct natural convection solar dryer of 53°C. The temperature in positions in the drying chamber is not significantly different (1-3°C); The results also showed that the drying time when using mixed mode natural convection solar drying dryer is 02 hours, compared with direct natural convection system is 03 hours and open sun drying of 04 hours. It is evident that the mixed mode natural convection solar drying system can reduce drying time to 4 times compared the open sun drying method. These results confirm that the use of natural convection solar system can shorten drying time of rice paper, improve product quality, simple to used, depend on external energy sources, manufacturing materials are available.

Keywords: Rice paper, open sun drying, drying, solar energy, natural convection, air collector.

Người phân biện: PGS.TS. Trần Như Khuyên

Ngày nhận bài: 02/10/2018

Ngày thông qua phân biện: 02/11/2018

Ngày duyệt đăng: 9/11/2018