

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO HỆ THỐNG SẤY KHÔNG SỬ DỤNG CỬI ĐỐT ỨNG DỤNG VÀO SẢN XUẤT THUỐC LÁ Ở VIỆT NAM

Tạ Văn Chương^{1*}, Đỗ Đức Nam², Nguyễn Trọng Hiếu², Nguyễn Quốc Uy³, Nguyễn Công Đức², Trần Đại Nghĩa²

¹Viện Khoa học và công nghệ Nhiệt Lạnh, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Viện Nghiên cứu Sáng chế và Khai thác Công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ

³Khoa Công nghệ năng lượng, Trường Đại học Điện lực

* E-mail: chuong.tavan@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/03/2022

Ngày nhận bài được sửa theo ý kiến phản biện: 15/10/2022

Ngày bài được duyệt đăng: 13/11/2022

Tóm tắt: Sấy là công đoạn quan trọng nhất trong chế biến thuốc lá do nó quyết định màu sắc, mùi vị, các vi chất trong lá thuốc. Ở Việt Nam, thuốc lá thường được sấy trong các lò sấy thủ công bằng củi với hiệu năng thấp nên vào mùa thu hoạch thuốc lá có hiện tượng khai thác rừng quá mức ở một số địa phương để lấy củi đốt. Để góp phần giải quyết vấn đề trên, bài báo này trình bày việc nghiên cứu chế tạo một hệ thống sấy thuốc lá không dùng củi đốt với hiệu năng cao. Hệ thống sấy được tính toán phù hợp về mặt tiêu thụ năng lượng và có khả năng điều khiển chính xác hai thông số quan trọng của quá trình sấy là nhiệt độ và độ ẩm phù hợp cho từng giai đoạn sấy. Ngoài ra, hệ thống còn có khả năng tự động hóa cao, giúp giảm nhân công lao động và tạo ra sản phẩm sấy có chất lượng ổn định hơn. Phân tích chất lượng sản phẩm sấy từ hệ thống mới cho thấy có nhiều cải thiện so với các hệ thống truyền thống. Với chi phí năng lượng thấp và chất lượng sản phẩm sấy tốt, hệ thống sấy mới này hứa hẹn thay thế các hệ thống sấy cũ kém hiệu quả nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm sấy cũng như hạn chế nạn chặt phá rừng ở một số địa phương.

Từ khóa: thuốc lá, củi, kỹ thuật sấy, hệ thống sấy

KÝ HIỆU:

C – nhiệt dung riêng khối lượng, kJ/kgK

d – độ chứa hơi, kg/kg

F – diện tích, m²

G – khối lượng, kg

I – entanpy, kJ/kg

L – lưu lượng khối lượng, kg/s

t – nhiệt độ, °C

Q – công suất nhiệt, kW

ω – độ ẩm tương đối, %

τ – thời gian, s

α – hệ số tỏa nhiệt đối lưu, W/m²K

λ – hệ số dẫn nhiệt, W/mK

δ – chiều dày lớp vật liệu, m

CHỈ SỐ

1, 2 – tương ứng trạng thái đầu vào và đầu ra

k, a – tương ứng trạng thái khô và trạng thái ẩm

T, N – tương ứng là trong và ngoài buồng sấy

tl, n – tương ứng là thuốc lá và nước

s, mt – tương ứng là sấy và môi trường

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây thuốc lá là một loại cây trồng có giá trị kinh tế cao được trồng ở nhiều nước trên thế giới. Hiệu quả kinh tế mà cây thuốc lá mang lại cao gấp 4 – 5 lần so

với những cây trồng nông nghiệp phổ biến khác. Việt Nam là một trong những nước có điều kiện khí hậu thuận lợi cho sự sinh trưởng, phát triển của cây thuốc lá (Hình 1.1). Do đó, cây thuốc lá được trồng rộng rãi

tại nhiều địa phương trong nước như: Cao Bằng, Bắc Kạn, Lạng Sơn, Tây Ninh, Gia Lai, Đắk Lắk [1].

Tuy có nhiều đặc điểm thuận lợi về trồng trọt nhưng giá trị thương mại của cây thuốc lá trong nước hiện nay chưa cao do việc chế biến thuốc lá chưa tốt. Nhu cầu cấp thiết đặt ra hiện nay là cần nâng cao chất lượng chế biến thuốc lá để thuốc sau chế biến có chất lượng tốt, đáp ứng được các yêu cầu trong nước cũng như xuất khẩu. Trong các công đoạn liên quan đến chế biến thuốc lá, sấy là khâu quan trọng nhất. Quá trình sấy thuốc lá không chỉ là quá trình tách nước và hơi nước ra khỏi lá mà là một quá trình công nghệ phức tạp. Lá thuốc phải được tách ẩm theo một quy trình hợp lý nhằm đảm bảo sau khi sấy, lá thuốc có màu sắc, mùi vị, các chất vi lượng đúng yêu cầu [2, 3]. Một yêu cầu cần hết sức lưu ý trong quá trình sấy thuốc lá là tránh để hình thành những nitrosamine [4, 5]. Đây là chất gây ung thư được hình thành từ nicotin và các hợp chất liên quan chuyển đổi thành nitroso dẫn xuất trong quá chế biến thuốc lá. Để làm được điều này hai thông số quan trọng trong quá trình sấy là nhiệt độ, độ ẩm phải được điều chỉnh phù hợp, tương thích trong từng giai đoạn sấy [6].



Hình 1.1. Cây thuốc lá trồng ở nước ta

Bên cạnh các yêu cầu về chất lượng sản phẩm sấy, hệ thống sấy cũng cần đảm bảo tối ưu về mặt kinh tế. Việc tính toán thiết kế hệ thống sấy cần chính xác, hợp lý nhằm giảm giá thành đầu tư qua đó nâng cao khả năng triển khai, ứng dụng vào thực tế. Ngoài ra, trong hệ thống sấy, chi phí năng lượng thường chiếm tỉ lệ lớn nhất do đó việc giảm được chi phí này có ý nghĩa lớn trong việc nâng cao chất lượng và hiệu quả của hệ thống sấy. Nguồn năng lượng dùng để sấy thuốc lá hiện nay thường từ củi gỗ. Theo tính toán với các lò sấy hiện tại, để sấy 1 tấn thuốc lá cần đốt lượng củi rất lớn, thường từ 8.5 đến 10 ster [7]. Do đó, tại một số địa phương của nước ta, vào mùa thu hoạch thuốc lá do nhu cầu củi gỗ để sấy thuốc lá

tăng cao, người dân khai thác rừng để lấy gỗ quá mức quy định. Điều này gây ảnh hưởng lớn đến sự phát triển rừng tự nhiên cũng như gây nguy cơ giảm diện tích rừng. Ngoài ra, các hệ thống sấy hiện nay thường rất thủ công, hoạt động thiếu ổn định, hiệu quả năng lượng thấp, chất lượng sản phẩm sấy chưa tốt và không ổn định. Do đó, việc nghiên cứu, phát triển một hệ thống sấy không sử dụng củi gỗ, hiệu suất năng lượng cao, có khả năng tự động hóa và đảm bảo chất lượng sản phẩm sấy tốt là một việc làm có ý nghĩa và có tiềm năng ứng dụng lớn. Việc này sẽ nâng cao chất lượng và giá trị sản phẩm thuốc lá cũng như góp phần bảo vệ môi trường.

II. NGHIÊN CỨU, CHẾ TẠO HỆ THỐNG SẤY

2.1 Quy trình sấy thuốc lá đảm bảo tương thích nhiệt độ, độ ẩm

Trong khói thuốc lá có khoảng 7.000 chất hóa học, trong đó có nhiều chất có thể gây ung thư [2]. Khói từ các lò sấy thuốc lá chứa không ít chất độc hại gây ảnh hưởng xấu đến môi trường và sức khỏe con người. Vào mùa sấy thuốc lá hàng năm, số lượng bệnh nhân về đường hô hấp, đường tiêu hóa tại khu vực có lò sấy thuốc lá nhập viện khám và điều trị tăng nhiều hơn hẳn so với các thời điểm khác trong năm [8]. Do đó, việc ngăn chặn, kiểm soát các chất gây ung thư trong quá trình chế biến thuốc lá là rất cần thiết. Những nitrosamine được hình thành từ nicotin và các hợp chất liên quan bởi một nitrosation phản ứng xảy ra trong quá trình đóng rắn và chế biến thuốc lá về cơ bản là phản ứng tự nhiên của ancaloit kết hợp với nitrat tạo thành nitrosamine. Chúng là những chất gây ung thư chính trong khói thuốc lá [5]. Để tránh hình thành những chất gây ung thư nitrosamine trong quá trình sấy, hai thông số quan trọng trong quá trình sấy là nhiệt độ, độ ẩm của tác nhân sấy phải được điều chỉnh phù hợp, tương thích trong từng giai đoạn sấy [2, 5]. Việc điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm phù hợp cũng giúp nâng cao chất lượng sấy, đảm bảo thuốc lá sau sấy có màu sắc, mùi vị và các chất vi lượng theo yêu cầu.

Quy trình sấy là quy trình tổ chức quá trình trao đổi nhiệt – ẩm giữa tác nhân sấy và vật liệu sấy, nhiệt độ và độ ẩm của tác nhân sấy vào ra thiết bị, thời gian sấy tương ứng, ... Quy trình sấy thường được xác định dựa trên hai thông số là nhiệt độ t và độ ẩm φ . Sự thay đổi của các thông số này trong thời gian sấy có ảnh hưởng lớn đến chất lượng sản phẩm sấy. Việc điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm trong quy trình sấy phù hợp cho từng loại thuốc lá sẽ và nâng cao chất lượng sản phẩm sấy [9-12]. Trong kỹ thuật sấy thuốc lá, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường sấy được điều khiển nhờ hệ thống gia nhiệt, hệ

thông phân phối và lưu thông gió. Với thuốc lá lá vàng, loại thuốc lá đang được trồng phổ biến ở nước ta, một quy trình sấy phù hợp có thể thực hiện theo hướng dẫn trong bảng 1.1 [2].

Bảng 1.1. Quy trình sấy thuốc lá

Giai đoạn sấy	Nhiệt kế khô, °C	Nhiệt kế ướt, °C	Số giờ
Ủ Vàng	30	29	8 – 10
	32	31	5 – 6
	35	33	5 – 6
	38	36	10 – 12
	41	37	6 – 8
Cố định màu và khô phiến	43	38	3 – 4
	46	38	3 – 4
	49	38	10 – 14
	52	39	3 – 4
	54	40	3 – 4
	57	40	3 – 4
Khô cọng	60	41	14 – 18
	63	41	3 – 4
	66	42	3 – 4
	68	43	3 – 4
	70	43	16 – 24

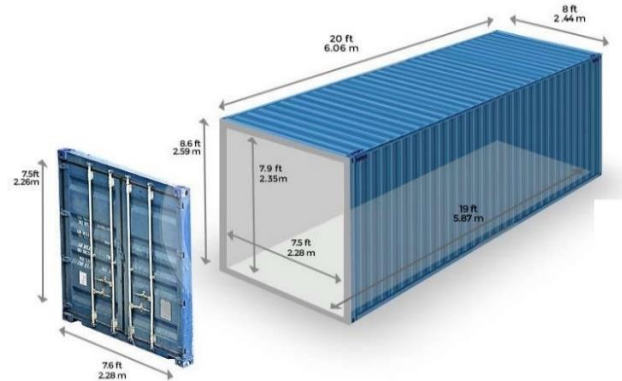
Theo bảng 1.1, trong quá trình sấy, nhiệt độ không khí trong buồng sấy được nâng dần từ 30 °C đến tối đa 70 °C. Trên thực tế, sau giai đoạn sấy khô cọng, thuốc lá cần qua giai đoạn hồi ẩm từ 12-24 giờ [7] tuy nhiên quá trình này không tiêu tốn năng lượng nên không tính ở đây. Thời gian nâng và duy trì mức nhiệt độ sẽ được người vận hành điều khiển trong phạm vi đề xuất để phù hợp với sản phẩm sấy thực tế. Độ ẩm không khí được xác định thông qua nhiệt độ nhiệt kế khô và nhiệt kế ướt. Nhiều nghiên cứu về sấy thuốc lá cho thấy, không có một quy trình sấy thuốc lá tối ưu cho nhiều loại thuốc lá, một quy trình cố định chỉ tốt cho một trường hợp sản phẩm sấy cụ thể. Khi thuốc lá tươi thay đổi tùy thuộc vào loại thuốc lá, vùng đất, chế độ chăm sóc, độ chín lá, thời tiết khi thu hoạch,... quy trình sấy cần được điều chỉnh cho hợp lý. Cần phải nắm được những nguyên tắc cơ bản của kỹ thuật sấy, những giai đoạn quan trọng và điều chỉnh theo thực tế. Thông thường, sau khi sấy trực tiếp 2 – 3 lò, người vận hành sẽ xác định được quy trình tối ưu để sấy loại thuốc lá của mình.

2.2 Tính toán, thiết kế hệ thống sấy

Hệ thống sấy được thiết kế để sấy thuốc lá tươi có độ ẩm trước khi sấy là 86%, độ ẩm sau sấy là 12% [9]. Năng suất sấy của hệ thống là 1000kg lá tươi/mẻ. Tác nhân sấy là không khí ẩm có nhiệt độ, độ ẩm được quy

định như trong bảng 1.1. Trong trường hợp không sử dụng nhiệt từ quá trình cháy của củi để cấp nhiệt, nguồn nhiệt có thể thay thế là điện năng hoặc các nguồn năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời. Sử dụng năng lượng mặt trời cần diện tích bộ thu lớn ngoài ra còn phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường. Trong nghiên cứu này, để đảm bảo tính ổn định, phương án được chọn là sử dụng lò hơi điện, áp suất làm việc của hơi là 5 bar để cấp nhiệt cho không khí. Các phương án tiết kiệm năng lượng hoặc tận dụng nguồn năng lượng tái tạo sẽ được nghiên cứu sau. Hệ thống sấy được thiết kế để hoạt động tại tỉnh Gia Lai, nơi có nhiệt độ và ẩm độ tương đối của môi trường trung bình năm tương ứng là $t_{mt} = 27^{\circ}C$ và $\phi_{mt} = 70\%$.

Trên cơ sở nghiên cứu kích thước các buồng sấy thuốc lá thực tế đang hoạt động và để tăng tính cơ động của hệ thống sấy. Buồng sấy thuốc lá trong nghiên cứu này được lựa chọn là vỏ một container 20 feet với thể tích bên trong 32,58 m³. Hình ảnh buồng sấy cùng với các kích thước của nó được thể hiện trên hình 2.1.



Hình 2.1. Kích thước buồng sấy thuốc lá

2.2.1 Tính toán quá trình sấy

Trong quá trình thiết kế, chế tạo hệ thống sấy thì việc tính toán quá trình sấy là rất quan trọng bởi nó ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động của hệ thống sau này. Việc tính toán này sẽ xác định được công suất nhiệt cần cấp cho từng giai đoạn sấy và kèm theo đó là các thông số của tác nhân sấy. Các công việc tính toán chính trong phần này gồm các nội dung sau [13].

Khối lượng vật liệu sấy sau từng giai đoạn sấy phụ thuộc vào khối lượng và độ ẩm tương đối của vật liệu sấy đi vào và ra thiết bị sấy. Theo [12], khối lượng vật liệu sấy này có thể xác định bởi phương trình sau:

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{1 - \omega_1}{1 - \omega_2} \tag{2.1}$$

Dựa trên khối lượng vật liệu sấy vào và ra thiết bị sấy, ta tính toán được lượng ẩm bốc hơi trong cả quá trình sấy cũng như lượng ẩm bốc hơi trong một giờ tương ứng theo các phương trình sau [13]:

$$G_n = G_1 - G_2 \quad (2.2)$$

$$G_{n,\tau} = \frac{G_n}{\tau} \quad (2.3)$$

Nhiệt lượng cần cấp cho hệ thống sấy (Q) bao gồm các thành phần: nhiệt lượng dùng để nung nóng lá thuốc Q₁; nhiệt lượng dùng để làm bay hơi ẩm trong lá thuốc Q₂; nhiệt để nung nóng thể tích không khí ban đầu trong buồng sấy Q₃; nhiệt lượng tổn thất qua vách Q₄; nhiệt lượng tổn thất qua trần và nền Q₅ và nhiệt lượng mất mát do tường lò tích lũy Q₆. Các lượng nhiệt trên có thể xác định theo các phương trình sau [13, 14]:

$$Q_1 = G_{il} C_{il} (t_2 - t_1) \quad (2.4)$$

$$C_{il} = [2C_k + (C_a - C_k) \cdot \varphi_1 + (C_a - C_k) \cdot \varphi_2] / 2 \quad (2.5)$$

$$Q_2 = 2500 \cdot 10^3 \cdot G_n / \tau \quad (2.6)$$

$$Q_3 = V \cdot C_v (t_s - t_{m}) \quad (2.7)$$

$$Q_4 = \frac{t_s - t_{m}}{\frac{1}{\alpha_T} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_N}} F_V \quad (2.8)$$

$$Q_5 = \frac{t_s - t_{m}}{\frac{1}{\alpha_T} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_N}} F_T \quad (2.9)$$

$$Q_6 = \frac{V_T \rho_T C_T (t_2 - t_1)}{\tau} \quad (2.10)$$

Nhiệt lượng cần cấp cho hệ thống là tổng các nhiệt lượng thành phần và được xác định theo phương trình sau:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (2.11)$$

Lượng không khí khô cần thiết cho quá trình sấy trong từng giai đoạn được xác định dựa trên lượng ẩm cần bay hơi và độ chứa hơi của tác nhân sấy trong từng giai đoạn theo phương trình:

$$L = \frac{G_{n,\tau}}{d_2 - d_1} \quad (2.12)$$

Trong công thức (2.12), Lượng ẩm cần bay hơi có thể tính theo công thức (2.1) và (2.2) dựa trên khối lượng vật liệu sấy và độ ẩm tương đối khi vào và ra hệ thống sấy. Độ chứa hơi d có thể xác định thông qua nhiệt độ không khí và nhiệt độ nhiệt kế ướt từ ẩm kế. Qua đó ta có thể xác định được lưu

lượng không khí khô cần cấp cho quá trình sấy trong từng giai đoạn. Kết quả tính toán công suất nhiệt cần cũng như lưu lượng không khí khô cần cấp cho hệ thống sấy trong từng giai đoạn được thể hiện trong bảng 2.1. Các kết quả tính toán trong bảng này sẽ giúp tính toán lò hơi, thiết bị trao đổi nhiệt cũng như tính chọn quạt gió cho hệ thống.

Bảng 2.1. Công suất nhiệt và lưu lượng không khí trong từng giai đoạn sấy

Giai đoạn sấy	Công suất nhiệt, kW	Lưu lượng không khí, kg/s
Ủ Vàng	5,079	0,027
Cố định màu và khô phiến	19,121	0,677
Khô cọng	13,500	0,152

2.2.2 Tính toán chọn lò hơi

Dựa trên công suất nhiệt cần cấp cho hệ thống (bảng 2.1), nhóm nghiên cứu thiết kế, chế tạo lò hơi điện công suất 30kW để cấp nhiệt cho hệ thống (hình 2.2). Công suất lò hơi được thiết kế lớn hơn công suất cần thiết để có thể mở rộng các chế độ nghiên cứu sau này.



Hình 2.2. Lò hơi điện công suất 30kW

Lò hơi có thể điều chỉnh công suất linh hoạt thông qua việc điều chỉnh đóng cắt các cụm điện trở. Nước được cấp tự động vào lò hơi thông qua cảm biến đo mức nước, van điều khiển và bơm nước cấp. Trong hệ thống cũng bố trí lắp đặt một bình chứa nước có thể tích 1m³ để cấp nước cho lò hơi. Để đảm bảo an toàn cho hệ thống cũng như cán bộ vận hành, trên lò hơi có lắp đặt các thiết bị

cảnh báo và an toàn. Áp suất định mức làm việc của lò hơi là 5 bar tương ứng với nhiệt độ hơi khoảng 152°C [14]. Hơi nước từ lò hơi sẽ được đưa đến bộ trao đổi nhiệt để gia nhiệt cho không khí làm tác nhân sấy. Sau khi trao đổi nhiệt cho không khí, hơi nước ngưng tụ và được đưa trở lại lò hơi.

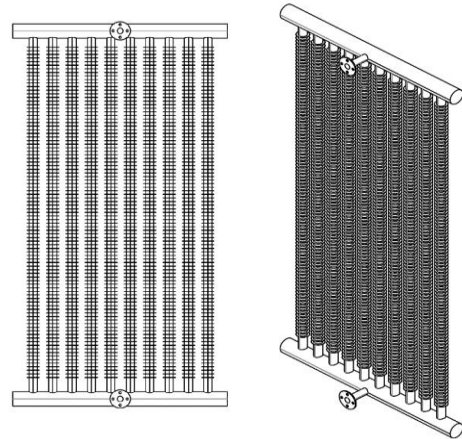
2.2.3 Tính toán thiết kế dàn trao đổi nhiệt

Để đảm bảo tối ưu về diện tích trao đổi nhiệt, ưu tiên sự nhỏ gọn để chừa không gian cho vật liệu sấy, bộ trao đổi nhiệt được chế tạo từ các ống thép có cánh tản nhiệt bằng nhôm (hình 2.3). Ống trao đổi nhiệt có dạng trụ tròn bằng thép đúc A179 đường kính $d_2/d_1 = 28/26$ mm, dàn cánh tản nhiệt cánh nhôm có hệ số dẫn nhiệt $\lambda_c = 197$ W/mK. Cánh có độ dày $\delta_c = 0.4$ mm, bước cánh $s_c = 2,3$ mm và đường kính đỉnh cánh $d_c = 55$ mm. Đây là loại ống trao đổi nhiệt hiệu năng cao được bán rất phổ biến trên thị trường.



Hình 2.3. Cấu tạo của ống trao đổi nhiệt

Với loại ống được lựa chọn như trên, để đảm bảo công suất nhiệt cho hệ thống (bảng 2.1), theo tính toán của nhóm nghiên cứu cần 12m ống. Để thuận tiện cho việc lắp đặt, sử dụng, các ống trao đổi nhiệt được ghép thành dàn trao đổi nhiệt với các ống được bố trí song song, ở mỗi đầu có các ống góp. Chi tiết cấu tạo của dàn trao đổi nhiệt hơi – không khí được thể hiện trên hình 2.4. Không khí được quạt gió thổi xuyên qua dàn, nhận nhiệt từ quá trình ngưng tụ hơi nước trong dàn. Để tạo sự đồng đều về nhiệt độ của không khí trong buồng sấy, các quạt gió được lựa chọn có thể đảo chiều theo thời gian cài đặt từ các bộ điều khiển.



Hình 2.4. Dàn trao đổi nhiệt của hệ thống sấy

2.2.4 Tính toán bố trí sản phẩm sấy

Thuốc lá tươi được buộc thành chùm và treo vào các sào trong buồng sấy và được sấy theo mẻ. Các lá thuốc không được xếp quá dày để đảm bảo việc lưu thông không khí trong quá trình sấy. Với kích thước đã xác định của container, thực tế mỗi sào có thể treo 10kg lá thuốc tươi. Do đó, để sấy 1000kg lá thuốc cần bố trí 100 sào. Trong buồng sấy có thiết kế hệ thống khung để gác các sào treo lá thuốc cần sấy. Chi tiết việc bố trí vật liệu sấy trong buồng sấy được thể hiện trên hình 2.5.



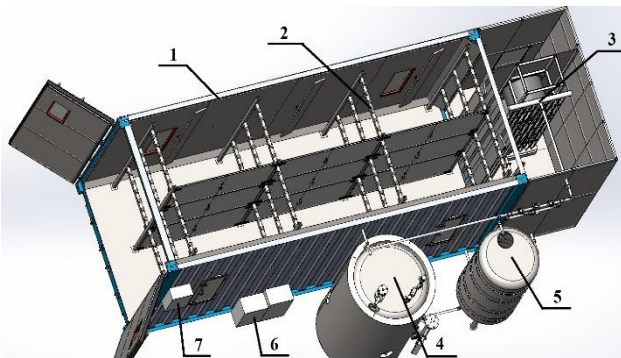
Hình 2.5. Bố trí vật liệu sấy trong buồng sấy

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Chế tạo hệ thống sấy thuốc lá thực

Một mô hình hệ thống sấy thuốc lá hoàn chỉnh đã được thiết kế như hình 3.1 và được chế tạo như hình 3.2. Hệ thống gồm các bộ phận chính bao gồm: buồng sấy là vỏ container 20 feet (1), hệ thống khung treo lá thuốc (2) dàn trao đổi nhiệt gắn với quạt gió (3), lò hơi áp suất 5bar, công suất 30kW (4) kèm theo một bình chứa để cấp nước (5). Ngoài ra, hệ thống còn có các tủ điều khiển để

điều khiển lò hơi (6) cũng như điều khiển quạt gió (7) qua đó điều khiển nhiệt độ, độ ẩm của buồng sấy...



Hình 3.1. Mô hình hệ thống sấy thuốc lá

Trong buồng sấy, hệ thống phân phối gió cũng được thiết kế nhằm đảm bảo sự đồng đều về nhiệt độ, độ ẩm của không khí. Hệ thống này gồm quạt gió được điều chỉnh đảo chiều theo chu kỳ, các tấm chắn định hướng, hệ thống điều khiển cửa gió. Để thu các tín hiệu dùng để điều khiển hoạt động của hệ thống sấy, trong hệ thống có lắp đặt 5 bộ cảm biến đo nhiệt độ, độ ẩm của không khí. Các cảm biến này có thể thay đổi vị trí trong buồng sấy để thuận tiện việc nghiên cứu. Ngoài ra, hệ thống khung, sào treo thuốc lá cũng được thiết kế phù hợp với lượng sản phẩm sấy yêu cầu. Nhiệt độ, độ ẩm trong buồng sấy thuốc lá tại từng thời điểm cần được duy trì theo quy trình sấy như bảng 1.1. Để thực hiện điều này, các giá trị nhiệt độ, độ ẩm trong buồng sấy được đo liên tục và đưa vào tủ điều khiển làm tín hiệu điều khiển công suất lò hơi, công suất quạt cũng như độ mở các cửa gió. Việc điều khiển các thiết bị trên được lập trình một cách tự động giúp giảm nhân công lao động và tăng hiệu quả của quá trình.



Hình 3.2. Hệ thống sấy thuốc lá thực tế

3.2 Nghiên cứu thực nghiệm sấy thuốc lá

Hệ thống sấy mới đã được thử nghiệm sấy thuốc lá, các bước tiến hành thực nghiệm như sau:

- Tiến hành cân, lấy 1000kg thuốc lá tươi để sấy, bó lá thuốc thành bó và treo vào các sào (10kg/sào), xếp các sào vào buồng sấy như hình 6.
- Đo nhiệt độ, độ ẩm tác nhân sấy trong từng giai đoạn sấy, lấy tín hiệu để điều khiển công suất nhiệt của lò hơi và lưu lượng gió cấp vào hệ thống.
- Theo dõi, kiểm tra về mặt cảm quan sản phẩm sấy trong từng giai đoạn.
- Đo điện năng tiêu thụ bằng công tơ điện lắp trong tủ điều khiển.
- Cân lượng thuốc lá khô thu được sau quá trình sấy.

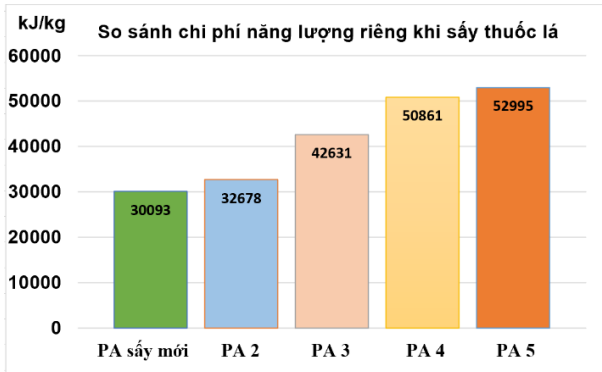
Với lò sấy đã được xây dựng, nhóm tác giả đã tiến hành được 2 chế độ thực nghiệm với một số kết quả thể hiện trong bảng sau:

Bảng 3.1. Kết quả thực nghiệm sấy thuốc lá

Trường hợp thực nghiệm	Thuốc tươi (kg)	Thuốc khô (kg)	Điện tiêu thụ (kWh)	Thời gian sấy (giờ)
1	1000	165	1423	115
2	1000	169	1369	111
Trung bình	1000	167	1396	113

Từ các số liệu về lượng thuốc lá khô thu được và tiêu thụ điện năng trong quá trình sấy trên bảng 3.1, ta có thể tính được chi phí năng lượng riêng khi sấy 1kg thuốc lá khô trong từng trường hợp thực nghiệm. Chi phí năng lượng riêng để sấy được 1kg lá thuốc khô trong trường hợp 1 là 31047 kJ/kg, trường hợp 2 là 29162 kJ/kg và trung bình trong cả 2 mẻ sấy là 30093 kJ/kg. Để có thể đánh giá về hiệu quả năng lượng của hệ thống, chi phí năng lượng riêng của hệ thống sấy mới đã được so sánh với một số phương pháp sấy thuốc lá đã có. Theo Nguyễn Hay và các cộng sự [7], với lò sấy kiểu mới do các tác giả thiết kế, chi phí năng lượng riêng khi sử dụng nhiên liệu than cám đóng bánh kết hợp củi (PA2) là 32678 kJ/kg, sử dụng trấu (PA3) là 42631 kJ/kg. Với lò sấy truyền thống sử dụng hệ thống trao đổi nhiệt 3 đường ống, chi phí năng lượng khi sử dụng củi (PA4) là 50861 kJ/kg, sử dụng trấu (PA5) là 52995 kJ/kg. So sánh tổng thể giữa các phương án trên (hình 3.3), hệ thống mới có chi phí năng lượng riêng nhỏ nhất do không có tổn thất nhiệt trong quá trình cháy và tổn thất nhiệt do khói nóng thải vào môi trường. Hệ thống trao đổi nhiệt 3 đường ống đốt trấu (PA5) có

chi phí năng lượng lớn nhất do tổn thất nhiệt khi cháy trấu lớn và hiệu quả bộ trao đổi nhiệt thấp. Việc cải tiến cấu trúc, nâng cao hiệu quả bộ trao đổi nhiệt như PA2 và PA3 sẽ làm giảm tổn thất của khói thải ra ngoài môi trường, giảm chi phí năng lượng riêng của hệ thống.



Hình 3.3. So sánh chi phí năng lượng riêng khi sấy thuốc lá

Lá thuốc sau sấy về mặt cảm quan (màu sắc, mùi vị) tốt hơn so với mẫu sấy từ các hệ thống sấy thủ công đang hoạt động (Hình 3.4). Mẫu thuốc lá sau sấy đã được nhóm nghiên cứu gửi về Tổng cục đo lường chất lượng, trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng 3 để phân tích, đánh giá các hàm lượng vi chất của lá thuốc nhưng do hạn chế về thời gian nên chúng chưa được hoàn thành. Theo các nghiên cứu về sấy thuốc lá [2, 12], để đưa ra một quy trình sấy thuốc lá tối ưu cho một hệ thống sấy với một loại thuốc lá xác định cần tiến hành sấy thử nghiệm ít nhất từ 2 đến 3 lò. Do đó, hệ thống sấy mới cần tiếp tục các thử nghiệm, điều chỉnh, kết hợp phân tích, đánh giá chất lượng sản phẩm để đưa ra quy trình sấy tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quyết định số 1331/QĐ-BCT của Bộ Công thương: Phê duyệt Chiến lược phát triển tổng công ty thuốc lá Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030.
- [2] Jonnie R. Williams United States Patent No. US 8,151,804 B2, Tobacco curing method, 2008.
- [3] Kiều Văn Tuyền, Nghiên cứu cải tiến lò sấy thuốc lá khu vực phía Bắc nhằm tiết kiệm nhiên liệu và nâng cao chất lượng thuốc lá nguyên liệu, Viện Kinh tế Kỹ thuật Thuốc lá, 2018.
- [4] Buddy G. Brown, August J. Borschke, David J. Doolittle. Tobacco-specific nitrosamines, an important group of carcinogens in tobacco and tobacco smoke. *Carcinogenesis* 1988 Jun;9(6):875-84.
- [5] Evangelia Konstantinou et al, Tobacco-specific nitrosamines: A literature review. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 118, August 2018, Pages 198-203.
- [6] H.R. Burton, L.P. Bush, M.V. Djordjevic. Influence of temperature and humidity on the accumulation of tobacco-specific nitrosamines in stored burley tobacco. *J. Agric. Food Chem.*, 37 (5) (1989), pp. 1372-1377, 10.1021/jf00089a036.
- [7] Nguyễn Hay, Nguyễn Huy Bích, Lê Quang Giảng. Thiết kế và chế tạo lò sấy thuốc lá dùng trấu và than đá năng suất 3 tấn/mẻ. *Tạp chí Cơ khí Việt Nam* số 4 năm 2014.



Hình 3.4. Thuốc lá sau khi sấy

IV. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành nghiên cứu quy trình sấy thuốc lá đảm bảo chất lượng sản phẩm, màu sắc, mùi vị, hàm lượng các vi chất cũng như hạn chế quá trình hình thành chất gây ung thư nitrosamine. Trên cơ sở quy trình sấy trên, nhóm nghiên cứu tính toán, thiết kế và chế tạo một hệ thống sấy hoàn chỉnh. Hệ thống sấy mới tiêu tốn ít năng lượng và có sản phẩm sau sấy tốt hơn so với các hệ thống sấy truyền thống sử dụng củi đốt hiện hành. Đây là các cơ sở để phát triển các hệ thống sấy hiệu năng cao thay thế các hệ thống sấy cũ kém hiệu quả nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm sấy cũng như hạn chế việc chặt phá rừng ở một số địa phương góp phần bảo vệ môi trường.

V. LỜI CẢM ƠN

Công trình nghiên cứu này được tài trợ bởi UBND tỉnh Gia Lai theo mã số KHGL - 02 - 19 và được hỗ trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Gia Lai và Viện Nghiên cứu Sáng chế và Khai thác Công nghệ, Bộ Khoa học và Công nghệ.

- [8] <https://baogialai.com.vn/channel/1625/201608/lo-say-thuoc-la-gay-o-hiem-moi- truong-2449312>.
- [9] J.R. Cai, L.H. Xie, C.D. Zhang. Effect of curing methods on quality of Sun-cured yellow tobacco. *Southwest China J. Agric. Sci.*, 27 (6) (2014), pp. 2654-2660, 10.16213/j.cnki.scjas.06.074.
- [10] C.M. Zou, X.D. Hu, W. Huang, G.K. Zhao, X.B. Yang, Y. Jin, H.G. Gu, F. Yan, Y. Li, Q. Wu, K.S. Xiong. Different yellowing degrees and the industrial utilization of flue-cured tobacco leaves. *Sci. Agric.*, 76 (1) (2019), pp. 1-9, 10.1590/1678-992x-2017-0157.
- [11] J.J. Zong, X. He, Z.L. Lin, M.Y. Hu, A.C. Xu, Y. Chen, G.K. Zhao, B.B. Hu, C.M. Zou. Effect of two drying methods on chemical transformations in flue-cured tobacco. *Drying Technology* (2020), pp. 1-9, 10.1080/07373937.2020.1779287.
- [12] Jie Chen, Yan Li, Xian He Fangchan Jiao, Meiling Xu, Binbin Hu, Yan Jin, Congming Zou. Influences of different curing methods on chemical compositions in different types of tobaccos. *Industrial Crops and Products*. Volume 167, 1 September 2021, 113534.
- [13] Trần Văn Phú, Tính toán và thiết kế hệ thống sấy, Nhà xuất bản Giáo dục, 2001.
- [14] Adrian Bejan, Allan D.Kaus, *Heat transfer handbook*, John Wiley & Sons. 2003.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF DRYING SYSTEM WITHOUT WOODEN FUEL FOR DRYING TOBACCO IN VIETNAM

Ta Van Chuong^{1*}, Do Duc Nam², Nguyen Trong Hieu², Nguyen Quoc Uy³, Nguyen Cong Duc², Tran Dai Nghia²

¹School of Heat Engineering and Refrigeration, Hanoi University of Science and Technology

²National Institute of Patent and Technology Exploitation, Ministry of Science and Technology Faculty of Energy Technology

³Faculty of Energy Technology, Electric Power University

E-mail: chuong.tavan@hust.edu.vn

ABSTRACT

Drying is the most important stage in tobacco processing because it determines tobacco's colour, taste, and micronutrients. In Vietnam, tobacco is often dried in manual wood-burning kilns with low efficiency, so in the tobacco harvest season, there are cases of over-exploitation of forests in some localities for firewood. To solve the above problem, this paper presents the research and manufacture of a high-performance firewood-free tobacco drying system. The drying system is calculated appropriately in terms of energy and can accurately control two important parameters in the drying process, including temperature and humidity, suitable for each drying stage. In addition, the new drying system also has a high degree of automation, which reduces labour and creates more stable quality drying products. Analysis of the quality of dried products from the new system shows that they are better than the traditional systems. With low energy costs and good quality of dried products, the new drying system has the potential to replace the old systems to improve the quality of dried products and limit deforestation in some areas.

Keywords: tobacco; firewood; drying technique; drying system