

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU SẤY LÚA GIỐNG TRÊN HỆ THỐNG SẤY THÁP TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG

RESEARCH RESULTS OF DRYING PADDY SEEDS ON ENERGY-SAVING TOWER DRYING SYSTEM

Nguyễn Đình Tùng^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2024.056>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu hệ thống sấy lúa giống với hiệu suất trao đổi nhiệt cao và tiết kiệm năng lượng. Điểm mới trong bài báo này là máy sấy tháp tổ hợp kênh khác nhau được thiết kế trên cùng một hệ thống sấy. Ngoài ra quá trình sấy được phân ra nhiều giai đoạn thông qua nhiều tầng sấy, do vậy đã nâng cao hiệu quả cho quá trình trao đổi nhiệt ẩm, do đó rút ngắn được thời gian sấy chỉ còn 50 - 55h thay vì 72 - 90h so với máy sấy tháp nhập khẩu từ Hàn Quốc và các nước Châu Âu có cùng quy mô công suất 20 tấn/lần sấy. Kết quả cụ thể cho ta các thông số đã đạt được như sau: thời gian sấy 50 - 55h (với độ ẩm đầu vào trước khi sấy w_1 từ 24 - 27%), tốc độ giảm ẩm 0,75 - 1,25%/h, chi phí năng lượng (quy đổi ra than) khoảng 20 - 30kg/h, chất lượng sấy tốt với tỷ lệ giống này mầm đạt khoảng 88,5 - 95%. Các kết quả khác: i) tỉ lệ đo đánh giá độ khô của sản phẩm sấy đạt độ đồng đều khoảng trên 99,69%; ii) tỉ lệ rạn nứt hạt, vỡ vụn tương ứng khoảng 0,15% và 1,25%; iii) tỉ lệ tiết kiệm nhiên liệu đốt được khoảng 15 - 17% so với kết quả tính toán của mô hình toán trong nghiên cứu này, khoảng 17 - 28% so với các dây chuyền nhập khẩu từ Hàn Quốc, Trung Quốc và Châu Âu.

Từ khóa: Lúa giống; máy sấy lúa giống; máy sấy kênh tổ hợp; tiết kiệm năng lượng.

ABSTRACT

This paper presents the results of research on a paddy seed drying system with high heat exchange efficiency and energy saving. The unique point of this research is the multi-channel tower dryers designed on the same drying system. In addition, the drying process is divided into many stages, thus improving the efficiency of the moisture heat exchange process, thereby shortening the drying time to only 50 - 55 hours instead of 72 - 90 hours in comparison with tower dryers imported from Korea and European countries with the same capacity of 20 tons/drying. Specific results give us the following parameters: drying time 50 - 55h (with input moisture before drying w_1 from 24 - 27%), moisture reduction rate 0.75 - 1.25%/h, the energy cost (converted to coal) is about 20-30kg/h, the drying quality is good with the rate of this germ reaching about 88.5 - 95%. Other results: (i) The rate of measurement to assess the dryness of the dried product reaches the uniformity of about 99.69%; (ii) the rate of grain cracking and crumbling is about 0.15% and 1.25%, respectively; (iii) the fuel saving rate is about 15 - 17% compared to the calculation results of the mathematical model in this study, about 17 - 28% compared to the imported lines from Korea, China and Europe.

Keywords: Paddy seed; drying of paddy seed; multi-channel drying; energy saving.

¹Viện Nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp

*Email: nguyentungbo@gmail.com

Ngày nhận bài: 15/6/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 18/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/01/2024

1. GIỚI THIỆU

Lúa là cây lương thực đứng hàng đầu trong nhóm các cây trồng ở Việt Nam. Đặc biệt lúa là nguồn lương thực chính trong bữa ăn đối với con người ở nhiều nước trên thế giới, đối với Người Việt Nam thì tỷ lệ này chiếm 100%.

Trong điều kiện, hoàn cảnh của Việt Nam hiện nay, đối với cây lúa nói chung, giống lúa nói riêng hiện nay vừa đang thừa, lại vừa đang thiếu. Tuy nhiên để bảo đảm giống lúa mang lại hiệu quả cho bà con nông dân, các đơn vị sản xuất, chế biến giống luôn luôn cần chú trọng nâng cao chất lượng sản phẩm. Đối với miền Bắc địa phương luôn chú trọng đến công tác sản xuất, chế biến giống, tập trung sản xuất lúa gạo nhiều cần kể đến là Thái Bình, Nam Định, Vĩnh Phúc, Quảng Bình,... tuy nhiên lượng giống vẫn không đủ còn phải nhập khẩu từ Trung Quốc với lượng lớn. Chính vì nhập khẩu như vậy cho nên làm cho thị trường lúa giống phức tạp, không chủ động, khó kiểm soát được chất lượng giống ví dụ như lúa lép lửng, do đó rủi ro trong sản xuất giống ngày càng cao.

Để hạn chế rủi ro cho người trồng lúa, Nhà nước cần khuyến khích các công ty sản xuất giống sao cho có khả năng đáp ứng được 100% số lượng lúa giống cho nội địa, không cần nhập khẩu, qua đó nhằm hỗ trợ các doanh nghiệp phát triển năng cao chất lượng lúa giống.

Như vậy, để có thể tạo ra những vùng chuyên canh sản xuất lúa có năng suất cao, chất lượng tốt đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm thì ngoài các yếu tố thâm canh tăng năng suất, đặc biệt là khâu sản xuất chế biến giống cũng phải được quan tâm sao cho lúa giống đạt được các chỉ tiêu theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-54:2011/BNNPTNT về chất lượng hạt giống lúa do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành [1].

Vậy việc chế biến hạt giống, nhất là giống lúa hiện nay đang là một yêu cầu cấp thiết nhằm cung cấp đầy đủ hạt giống cho các vùng sản xuất chuyên canh nhằm đáp ứng yêu cầu của xã hội, hơn nữa đáp ứng yêu cầu của Đảng, Nhà nước, Chính phủ và Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về chương trình, để án tái cơ cấu ngành nông nghiệp. Trước yêu cầu đòi hỏi của xã hội như vậy Việc nghiên cứu, phát triển hệ thống, thiết bị sấy lúa giống tiết kiệm năng lượng và hiệu quả là cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao

đối với Việt Nam trong giai đoạn hiện nay cũng như sau này, góp phần đảm bảo an ninh về giống và lương thực Quốc gia.

2. PHƯƠNG PHÁP, VẬT LIỆU, THIẾT BỊ ĐO TRONG NGHIÊN CỨU

- *Phương pháp nghiên cứu:* Phương pháp lý thuyết kết hợp với thực nghiệm được sử dụng cho nghiên cứu này. i) Phương pháp lý thuyết được áp dụng để tính toán các thông số kỹ thuật và làm cơ sở cho việc thiết kế thiết bị; ii) Phương pháp thực nghiệm áp dụng trong nghiên cứu này nhằm khảo nghiệm đánh giá, kiểm chứng các thông số thiết kế, thông số công nghệ chính của hệ thống thiết bị.

- *Vật liệu nghiên cứu:* Vật liệu nghiên cứu là lúa giống sau khi thu hoạch ngoài đồng về với độ ẩm $w_1 = 24 - 27\%$ được cấp vào trong máy sấy.

- *Thiết bị đo nghiên cứu:* các thiết bị đo được dùng để xác định vận tốc tác nhân sấy, nhiệt độ tác nhân sấy, đo độ ẩm của vật liệu sấy (hình 1) trong suốt quá trình sấy theo chu kỳ. Các thiết bị đo này đều có xuất xứ từ Châu Âu, nên cho ta giá trị đạt độ chính xác cao, vì sai số của thiết bị đo này rất nhỏ.



Hình 1. Một số hình ảnh đo độ ẩm của hạt

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu lý thuyết (tính toán, thiết kế)

i) *Chọn chế độ sấy*

➤ *Phân bố giáng ẩm [1-3]*

- Vùng sấy 1: $\omega_{11} = 24\%, \omega_{21} = 16\%, \omega_{tb} = 20\%$

- Vùng sấy 2: $\omega_{12} = \omega_{21} = 16\%, \omega_{22} = 14\%, \omega_{tb} = 15\%$

- Vùng làm mát: $\omega_{13} = \omega_{22} = 14\%, \omega_{23} = 12\%, \omega_{tb} = 13\%$

➤ *Nhiệt độ tác nhân sấy vào các vùng sấy:* theo yêu cầu công nghệ khi sử dụng hệ thống sấy tháp để sấy lúa giống nhiệt độ tác nhân sấy được lựa chọn trong khoảng $40 \div 50^\circ\text{C}$ [2-6]. Do đó ta chọn và phân bố nhiệt độ tác nhân sấy vào các vùng như sau [1-3]:

- Vùng sấy 1: $t_{11} = 40^\circ\text{C}$

- Vùng sấy 2: $t_{12} = 50^\circ\text{C}$

- Vùng làm mát: $t_{13} = 28^\circ\text{C}$

➤ *Nhiệt độ của tác nhân sấy ra khỏi các vùng:*

- Vùng sấy 1: $t_{21} = 35^\circ\text{C}$

- Vùng sấy 2: $t_{22} = 40^\circ\text{C}$

- Vùng làm mát: $t_{23} = 25^\circ\text{C}$

➤ *Nhiệt độ vào và ra khỏi các vùng của vật liệu sấy:* chọn nhiệt độ vào và ra khỏi các vùng của vật liệu sấy theo nguyên tắc: nhiệt độ vào vùng sau bằng nhiệt độ ra vùng trước, trong đó nhiệt độ ra của các vùng lấy theo nhiệt độ tác nhân sấy bằng quan hệ: $t_{v2i} = t_{2i} - (5 - 10^\circ\text{C})$.

Theo nguyên tắc đó ta có:

- Vùng sấy 1: $t_{v11} = t_0 = 28^\circ\text{C}, t_{v21} = 30^\circ\text{C}$

- Vùng sấy 2: $t_{v12} = t_{v21} = 30^\circ\text{C}, t_{v22} = 35^\circ\text{C}$

- Vùng làm mát: $t_{v13} = t_{v22} = 35^\circ\text{C}, t_{v23} = 20^\circ\text{C}$

ii) *Kết quả tính toán thiết kế*

- Tính cân bằng ẩm cho từng vùng:

Lượng ẩm cần bốc hơi trong 1 giờ:

Với vùng sấy thứ nhất [2-6]:

$$W_1 = G_{11} \frac{w_{11} - w_{21}}{1 - w_{21}} = 952,38\text{kg/h.} \tag{1}$$

Khi đó khối lượng vật liệu sấy ra khỏi vùng sấy thứ nhất G_{21} :

$$G_{21} = G_{11} - W_1 = 9047,6\text{kg/h} \tag{2}$$

Do $G_{21} = G_{12} = 9047,6\text{kg/h}$ nên với vùng sấy thứ hai:

$$W_2 = G_{12} \frac{w_{12} - w_{22}}{1 - w_{22}} = 210,4\text{kg/h} \tag{3}$$

Khối lượng vật liệu sấy ra khỏi vùng sấy thứ hai hay khối lượng vật liệu sấy đi vào buồng/khoang làm mát G_{22} bằng:

$$G_{22} = G_{12} - W_2 = 8837,2\text{kg/h} \tag{4}$$

Do $G_{22} = G_{13} = 8837,2\text{kg/h}$ nên lượng ẩm cần bốc hơi trong vùng làm mát W_3 :

$$W_3 = G_{13} \frac{w_{13} - w_{23}}{1 - w_{23}} = 200,85\text{kg/h} \tag{5}$$

Lượng vật liệu sấy ra khỏi buồng làm mát G_{23} :

$$G_{23} = G_{13} - W_3 = 8636,36\text{kg/h} \tag{6}$$

- Quá trình sấy lý thuyết [2-6]:

Từ đặc trưng của quá trình sấy lý thuyết $I = \text{const}$, khi biết $(I_{11}, d_{11}) (I_{12}, d_{12})$ và t_{21}, t_{22} chúng ta dễ dàng xác định được các điểm biểu diễn trạng thái của tác nhân sấy C_{12}, C_{11} ra khỏi các vùng sấy. Từ C_{11}, C_{12} chúng ta xác định được trên đồ thị I-d lượng chứa ẩm sau quá trình sấy vùng 1 d_{210} , và vùng 2 d_{220} , độ ẩm tương đối ϕ_{210} và ϕ_{220} . Đương nhiên những thông số này có thể tìm bằng giải tích [2-6]:

$$d_{210} = \frac{I_{11} - 1,004t_{21}}{i_{21}} \tag{7}$$

Trong đó:

$$i_{21} = 2500 + 1,842t_{21} \tag{8}$$

Thay t_{21} tương ứng bằng 35°C và 40°C ta tìm được $i_{21} = 2564,47\text{kJ/kg}$ và $i_{22} = 2573,68\text{kJ/kg}$. Tiếp đó, thay i_{11} , i_{21} và t_{21} vào công thức xác định lượng chứa ẩm ta được: $d_{210} = 0,0272\text{kg ẩm/kgkk}$; $d_{220} = 0,0298\text{kg ẩm/kgkk}$.

- Độ ẩm tương đối của tác nhân sấy sau quá trình sấy lý thuyết φ_{210} .

Cũng như các thông số khác, độ ẩm tương đối φ_{210} có thể xác định trực tiếp bằng đồ thị I-d hoặc xác định bằng giải tích theo công thức[2-6]:

$$\varphi_{210} = \frac{B \cdot d_{210}}{P_{bhi}(0,621 + d_{210})} \quad (9)$$

Trong đó:

$$P_{bhi} = \exp\left(12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_{21}}\right) \quad (10)$$

Thay $t_{21} = 35^{\circ}\text{C}$ và $t_{22} = 40^{\circ}\text{C}$ ta tìm được $P_{bhi} = 0,056\text{bar}$ và $P_{bh2} = 0,073\text{bar}$.

Khi đó thay các giá trị đã biết ta tìm được: $\varphi_{210} = 74,74\%$ và $\varphi_{220} = 62,27\%$;

Lượng tác nhân sấy lý thuyết cần thiết của các vùng sấy là l_{0i} [2-6].

$$l_{01} = \frac{1}{d_{210} - d_{11}} = 97,64\text{kgkk/kg ẩm} \quad (11)$$

$$L_{01} = W_1 l_{01} = 92992,36\text{kg/h} \quad (12)$$

$$l_{02} = \frac{1}{d_{220} - d_{12}} = 350,13\text{kgkk/kg ẩm} \quad (13)$$

$$L_{02} = W_2 l_{02} = 73670,77\text{kg/h} \quad (14)$$

- Tính các tổn thất nhiệt cho quá trình sấy [2-6]:

➤ *Tổn thất nhiệt do tác nhân sấy mang đi:*

Để tính năng lượng này trước hết ta tính nhiệt dung riêng C_{vi} của lúa giống khi ra khỏi 2 vùng sấy.

$$C_{vi} = (1 - \omega_{2i}) C_k + C_a \cdot \omega_{2i} \quad (15)$$

Với C_a là nhiệt dung riêng của nước

Khi đó, nếu ta chọn nhiệt dung riêng của vật liệu khô $C_k = 1,7\text{kJ/kg.K}$ thì ta có [2-6]:

$$C_{v1} = (1 - 0,16) \cdot 1,7 + 4,1868 \cdot 0,16 = 2,097\text{kJ/kg.K}$$

$$C_{v2} = (1 - 0,14) \cdot 1,7 + 4,1868 \cdot 0,14 = 2,048\text{kJ/kg.K}$$

Khi đó nhiệt lượng tổn thất do tác nhân sấy mang ra khỏi 2 vùng sấy là:

$$q_{v1} = Q_{v1} / W_1 = G_{21} \cdot C_{v1} \cdot (t_{v21} - t_0) / W_1 = 39,843\text{kJ/kg ẩm} \quad (16)$$

$$q_{v2} = Q_{v2} / W_2 = G_{22} \cdot C_{v2} \cdot (t_{v22} - t_0) / W_2 = 602,112\text{kJ/kg ẩm} \quad (17)$$

➤ *Tổn thất nhiệt ra ngoài môi trường xung quanh*

Như chúng ta đã biết tổn thất nhiệt ra ngoài môi trường xung quanh tính theo công thức:

$$q = \frac{K \cdot F \cdot \Delta t}{W} \quad (18)$$

Trong đó: K là hệ số truyền nhiệt.

$$K = 1 / \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \quad (19)$$

Để xác định tổn thất này ta cần tính diện tích xung quanh tháp sấy:

$$F = 2(L+W)H = 2 \times (2,5+2,5) \times 8 = 80\text{m}^2 \quad (20)$$

Theo kinh nghiệm ta chia chiều cao của tháp theo các vùng với tỉ lệ vùng sấy 1/vùng sấy 2/ vùng làm mát = 2/2/1. Do đó diện tích xung quanh của 3 vùng tương ứng là $F_1 = F_2 = 32\text{m}^2$; $F_3 = 16\text{m}^2$.

Để tính α_1 , α_2 ta xác định sơ bộ tốc độ tác nhân đi trong thiết bị sấy (tháp sấy) và tốc độ không khí ngoài thiết bị sấy. Chọn tác nhân trong thiết bị sấy qua các lớp hạt 0,3 - 0,4m/s. Tốc độ không khí trong không gian máy 0,165m/s.

$$\alpha_1 = 5 + 3,4v = 6,02\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h.K} = 7\text{W/m}^2 \cdot \text{K} \quad (21)$$

$$\alpha_2 = 5 + 3,4 \cdot 0,1 = 5,34\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h.K} = 6,21\text{W/m}^2 \cdot \text{K} \quad (22)$$

Vách thiết bị sấy ta chế tạo bằng thép tấm có chiều dày $\delta = 0,002\text{m}$ và có hệ số dẫn nhiệt là $\lambda = 58\text{W/m.K}$.

$$K = 3,29.$$

Nhiệt độ trung bình TNS của 2 vùng sấy tương ứng được tính như sau:

$$\Delta t_{tb1} = \frac{35 + 40}{2} = 37,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{tb2} = \frac{40 + 50}{2} = 45^{\circ}\text{C}$$

Vì vậy tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh cho 2 môi trường tương ứng là

$$q_{mt1} = \frac{1}{W_1} \cdot K \cdot F_1 \cdot \Delta t_{tb1} = 14923,44\text{kJ/kg ẩm} \quad (23)$$

$$q_{mt2} = \frac{1}{W_2} \cdot K \cdot F_2 \cdot \Delta t_{tb2} = 81057,84\text{kJ/kg ẩm} \quad (24)$$

- Xây dựng quá trình sấy thực:

➤ *Tổng tổn thất của các vùng sấy Δ_i được tính như sau:*

$$\Delta_i = C_n t_0 - (q_{vi} + q_{mti}) \quad (25)$$

Thay $C_n = 4,1868\text{kJ/kg.K}$ và $t_0 = 28^{\circ}\text{C}$ và các giá trị q vào ta có:

$$\Delta_1 = C_n t_0 - (q_{v1} + q_{mt1}) = -14.846,05\text{kJ/kg ẩm}$$

$$\Delta_2 = C_n t_0 - (q_{v2} + q_{mt2}) = -81.542,72\text{kJ/kg ẩm}$$

➤ *Xác định các thông số của tác nhân sấy sau quá trình sấy thực*

Cũng như các thiết bị sấy đối lưu hác từ i_{11} , t_{21} và Δ_i ($i = 1, 2$) chúng ta hoàn toàn có thể xác định được trên đồ thị I-d trạng thái tác nhân sấy sau quá trình sấy thực C_i ($i = 1, 2$).

➤ *Lượng chứa ẩm của tác nhân sấy ra khỏi các vùng sấy thực d_{2i}*

Trước hết tính nhiệt dung riêng dẫn xuất C_{dx} ta có:

$$C_{dx1} = 1,004 + 1,842d_{11} = 1,0353\text{kJ/kgkk} \quad (26)$$

$$C_{dx2} = 1,004 + 1,842d_{12} = 1,0537\text{kJ/kgkk} \quad (27)$$

Khi đó:

$$d_{21} = d_{11} + \frac{C_{dx1} \cdot (t_{11} - t_{21})}{i_{21} - \Delta_1} = 0,017\text{kg ẩm/kgkk}$$

$$d_{22} = d_{12} + \frac{C_{dx2} \cdot (t_{12} - t_{22})}{i_{22} - \Delta_2} = 0,027\text{kg ẩm/kgkk}$$

$$\varphi_{21} = \frac{P \cdot d_{21}}{P_{bh21}(0,621 + d_{21})} = 48,19\% \quad (28)$$

$$\varphi_{22} = \frac{P \cdot d_{22}}{P_{bh22}(0,621 + d_{22})} = 56,81\% \quad (29)$$

Độ ẩm tương đối của tác nhân sấy ra khỏi các vùng sấy còn tương đối hợp lý. Như vậy chọn nhiệt độ tác nhân sấy ra khỏi các vùng hợp lý về mặt kinh tế.

➤ Lượng tác nhân sấy thực tế [1-3,6]:

$$I_1 = \frac{1}{d_{21} - d_{11}} = 3363,33\text{kgkk/kg ẩm} \quad (30)$$

$$L_1 = I_1 W_1 = 3203173,16\text{kgkk/h} \quad (31)$$

$$I_2 = \frac{1}{d_{22} - d_{12}} = 7982,69\text{kgkk/kg ẩm} \quad (32)$$

$$L_2 = I_2 W_2 = 1679637,48\text{kgkk/h} \quad (33)$$

- Cân bằng nhiệt:

➤ Tổng nhiệt lượng cần thiết của các vùng sấy q_i [1-3,6]:

$$q_1 = I_1 (I_{11} - I_0) = 50449,97\text{kJ/kg ẩm} \quad (34)$$

$$Q_1 = q_1 W_1 = 48047597\text{kJ/h} \quad (35)$$

$$q_2 = I_2 (I_{12} - I_0) = 215532,84\text{kJ/kg ẩm} \quad (36)$$

$$Q_2 = q_2 W_2 = 45350211,87\text{kJ/h} \quad (37)$$

➤ Nhiệt lượng tác nhân sấy mang đi q_{2i} [1-3,6]:

$$q_{21} = i_{21} - C_n t_{v11} \approx 24374,73\text{kJ/kg ẩm} \quad (38)$$

$$q_{22} = i_{22} - C_n t_{v12} \approx 100939,68\text{kJ/kg ẩm} \quad (39)$$

➤ Nhiệt lượng có ích q_{1i} [1-3,6]:

$$q_{11} = I_1 C_{dx1} (t_{21} - t_0) \approx 2447,24\text{kJ/kg ẩm} \quad (40)$$

$$q_{12} = I_2 C_{dx2} (t_{22} - t_0) \approx 2448,07\text{kJ/kg ẩm} \quad (41)$$

➤ Tổng nhiệt lượng theo tính toán q'_i [1-3,6]:

$$q'_1 = q_{11} + q_{21} + q_{v1} + q_{mt1} \approx 41785,25\text{kJ/kg ẩm} \quad (42)$$

$$q'_2 = q_{12} + q_{22} + q_{v2} + q_{mt2} \approx 185047,71\text{kJ/kg ẩm} \quad (43)$$

Về nguyên tắc tổng nhiệt lượng theo tính toán q'_i phải bằng nhiệt lượng tiêu hao q_i . Tuy nhiên trong quá trình tính toán, làm tròn, tra bảng, đã tạo ra sai số. Như vậy sai số trên

dưới 10% là có thể chấp nhận được. Sai số đó được tính cho các vùng như sau [2-6]:

$$\varepsilon_1 = \frac{|q_1 - q'_1|}{q_1} = 0,17\% < < 10\% \quad (44)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{|q_2 - q'_2|}{q_2} = 0,14\% < < 10\% \quad (45)$$

Ta có bảng cân bằng nhiệt cho các vùng sấy như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán vùng sấy 1

TT	Đại lượng	Kí hiệu	kJ/kg ẩm
1	Nhiệt lượng có ích	q_{11}	2447,24
2	Tổn thất nhiệt do tác nhân sấy	q_{21}	24374,73
3	Tổn thất do vật liệu sấy	q_{v1}	39,843
4	Tổn thất ra môi trường	q_{mt1}	14923,44
5	Tổng nhiệt lượng tính toán	q'_1	41785,25
6	Tổng nhiệt lượng tiêu hao	q_1	50449,97

Bảng 2. Kết quả tính toán vùng sấy 2

TT	Đại lượng	Kí hiệu	kJ/kg ẩm
1	Nhiệt lượng có ích	q_{12}	2448,07
2	Tổn thất nhiệt do tác nhân sấy	q_{22}	100939,68
3	Tổn thất do vật liệu sấy	q_{v2}	602,112
4	Tổn thất ra môi trường	q_{mt2}	81057,84
5	Tổng nhiệt lượng tính toán	q'_2	185047,71
6	Tổng nhiệt lượng tiêu hao	q_2	370556,84

Qua bảng 1 và 2 cân bằng nhiệt lượng cho 2 vùng sấy ta có thể rút ra nhận xét sau:

- Hiệu suất nhiệt của 2 vùng sấy lần lượt là $\eta_1 = 73,09\%$ và $\eta_2 = 72,67\%$.

- Tổn thất nhiệt ra ngoài môi trường ở cả hai vùng sấy không đáng kể nên thực tế có thể bỏ qua tổn thất này.

- Tính nhiên liệu tiêu hao:

Lượng nhiên liệu tiêu hao trong 1h cho từng vùng sấy đối với 1 tháp được tính theo công thức [2, 6]:

$$b_i = \frac{q_i \cdot W_i}{Q_c \cdot \eta_{bd}} \quad (46)$$

$$\text{Đối với vùng sấy 1: } b_1 = 17\text{kg/h} \quad (47)$$

$$\text{Đối với vùng sấy 2: } b_2 = 15\text{kg/h} \quad (48)$$

Tổng nhiên liệu tiêu hao cho cả hai vùng là:

$$b = 17 + 15 = 32\text{kg/h}$$

- Tính toán các thông số của tháp sấy:

➤ Tính toán và chọn sơ bộ kết cấu của tháp sấy

Thể tích tháp cần để chứa khối vật liệu là [2-6]:

$$V_t = \frac{G_1}{\rho} = \frac{50000}{650} = 76,92\text{ m}^3 \quad (49)$$

- Thể tích chiếm chỗ của vật liệu sấy trong tháp là, hệ số điền đầy vật liệu trong tháp ($\varphi = 0,7 - 0,9$) [2,6].

$$V_{ct} = \frac{V_t}{\phi} = \frac{76,92}{0,85} = 90,49 \text{ m}^3 \quad (50)$$

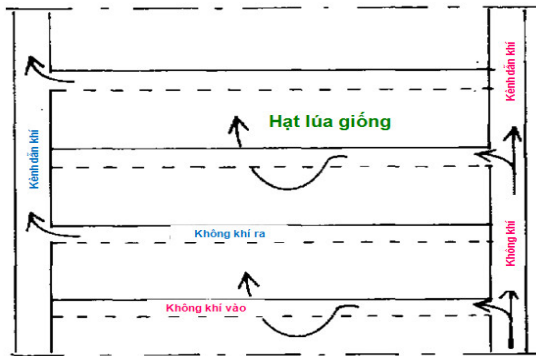
Trong đó:

ρ - Khối lượng riêng của hạt lúa giống, kg/m^3

ϕ - Hệ số nạp đầy của vật liệu sấy trong tháp, $\phi = 0,7 - 0,9$

➤ Chọn kích thước cơ bản của tháp:

Trước khi lựa chọn kích thước cơ bản của tháp sấy ta cần lựa chọn được nguyên lý, kết cấu của máy sấy có kênh phù hợp với vật liệu sấy. Trong nghiên cứu này kênh sấy được tác giả lựa chọn như trên hình 2 [3-6].

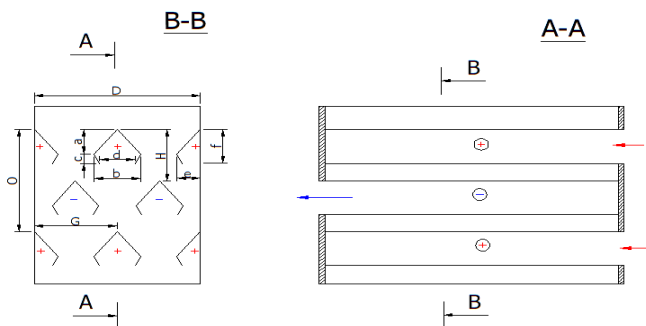


Hình 2. Nguyên lý, cấu tạo của tháp sấy

- Chiều dài L (m) và chiều rộng W (m) của tháp là: ($L = 2,5\text{m}$; $W = 2,5\text{m}$)

- Kích thước, cách bố trí kênh dẫn tác nhân sấy và kênh thải ẩm như sơ đồ hình 3, theo cách bố trí này ta lựa chọn được các hệ số $a = 0,165\text{m}$; $b = 0,155\text{m}$; $c = 0,058\text{m}$; $d = 0,1\text{m}$; $e = 0,1\text{m}$; $f = 0,21\text{m}$; $O = 0,6\text{m}$; $H = 0,3\text{m}$. Như vậy thì, theo chiều dài L (m) của tháp ta sẽ bố trí được số kênh sấy, số kênh thải ẩm trên một hàng như [1-3, 6]:

$$Z_1 = Z_2 = 7; Z_3 = Z_4 = 1$$



Hình 3. Kết cấu, kích thước và bố trí kênh dẫn tác nhân sấy và kênh thải ẩm

- Tính diện tích mặt cắt ngang của một kênh là [2-6]:

$$F_k = \frac{a.b}{2} + (b.c - c.d) = \frac{a.b}{2} + c(b - d) \text{ m}^2 \quad (51)$$

Thay số vào: $F_k = 0,01598\text{m}^2 \quad (52)$

- Diện tích nửa kênh là F_{nk}

$$F_{nk} = \frac{e.f}{2} \text{ m}^2, F_{nk} = 0,0105\text{m}^2 \quad (53)$$

Cũng từ hình 3 ta tính được diện tích chiếm chỗ của hai hàng kênh liên tiếp bố trí kênh dẫn và kênh thải với bước của chúng là O .

- Thể tích của bước là:

$$V_b = O.D.R = 6,3\text{m}^3 \quad (54)$$

- Thể tích của kênh dẫn và kênh thải trong bước O sẽ là:

$$V_{kb} = R(z_1 F_k + z_2 F_k + (z_3 + z_4) F_{nk}) \text{ m}^3 \quad (55)$$

$$V_{kb} = 0,69216\text{m}^3 \quad (56)$$

- Thể tích hạt trong một bước tính theo công thức:

$$V_{hb} = V_b - V_{kb} = 5,60784\text{m}^3 \quad (57)$$

- Xác định số bước trong tháp là:

$$u = \frac{V_{ct}}{V_{hb}} = 12,9, \text{ chọn số bước của tháp là } u = 13.$$

- Chiều cao thực tế của tháp:

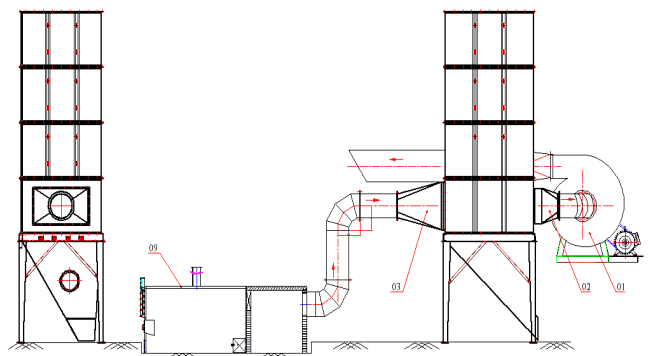
$$H = O.u = 0,6 \times 13 = 7,8\text{m}, \text{ ở đây ta chọn làm tròn là } 8\text{m}$$

Vậy số hàng kênh trong tháp là $u_1 = 2.u = 2 \times 13 = 26$

Tổng diện tích theo mặt cắt ngang các kênh của tháp là:

$$F_t = u.F_{kb} = u((z_1 + z_2)F_k + 2.F_{nk}) = 3,18 \text{ m}^2$$

Xuất phát từ những yêu cầu về sấy hạt lúa giống, sản phẩm sấy dựa trên công nghệ và thiết bị sấy tháp tổ hợp cần phải đáp ứng yêu cầu về chất lượng là quan trọng hơn. Kết quả thiết kế được thể hiện như trên hình 4 và các thông số kỹ thuật chính của máy sấy tháp được thể hiện trong bảng 3.



Hình 4. Nguyên lý kết cấu thiết bị sấy tháp

Bảng 3. Thông số kỹ thuật chính của máy sấy tháp

TT	Tên gọi thông số kỹ thuật	Ký hiệu	Đơn vị tính	Giá trị
1	Năng suất	Q	tấn/tháp	10,0
2	Thể tích chứa liệu	V_L	%	55 - 60
2	Thể tích dẫn tác nhân sấy và thải ẩm	V_K	%	45 - 40
3	Chiều cao tháp sấy	H_c	m	8,0
4	Chiều dài tháp sấy	H_d	m	2,5
5	Chiều rộng tháp sấy	H_c	m	2,5
6	Vận tốc gió xuyên qua lớp liệu	v	m/s	1,75 - 2,65

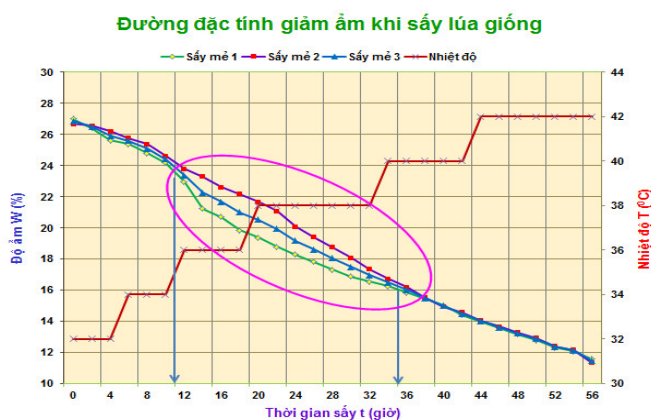
3.2. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm

Trong nghiên cứu này, hệ thống dây chuyền thiết bị cần đáp ứng yêu cầu đồng bộ, liên hoàn khép kín trong điều kiện ứng dụng vào sản xuất, ở đây hệ thống có 02 tháp sấy (hình 5) với dung tích chứa/sức chứa của 02 tháp năng suất khoảng 20 tấn/lần sấy. Hệ thống sấy cần phải đáp ứng những yêu cầu sau chính sau:

- i) Năng suất phải đồng bộ với dây chuyền thiết bị Q = 10 tấn/ tháp/lần sấy;
- ii) Độ ẩm sau khi sấy $12 \div 13,5\%$ (theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-54:2011/BNNPTNT về chất lượng hạt giống lúa do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành thì hàm lượng thủy phân 13 - 13,5%);
- iii) Sản phẩm sấy khô đồng đều;
- iv) Không làm vỡ, rạn nứt, tổn thương hạt giống.



Hình 5. Hệ thống máy sấy thực nghiệm



Hình 6. Mối quan hệ về tốc độ giảm ẩm phụ thuộc vào nhiệt độ tác nhân sấy và độ ẩm ban đầu của vật liệu sấy

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm đối với sấy hạt lúa giống được lấy số liệu 3 mẻ sấy ứng với 3 lò sấy khác nhau trong tổng số nhiều lò sấy của cả vụ mùa thu hoạch. Giá trị thu được để thiết lập đồ thị thể hiện mối tương quan về tốc độ giảm ẩm phụ thuộc vào nhiệt độ tác nhân sấy và độ ẩm ban đầu của vật liệu sấy là giá trị trung bình của các lần đo. Mối quan hệ nêu trên được thể hiện như trên hình 6. Ở đây độ ẩm của vật liệu sấy được khảo sát đối với các lò sấy 27% đối với mẻ 1, 26,68% đối với mẻ 2 và 26,84% đối với mẻ 3. Nhiệt độ tác nhân sấy được cài đặt trong dải nhiệt độ từ 32°C đến 42°C, tương ứng với thời gian sấy từ 56h khi nhiệt độ sấy thấp và 30 - 32h khi sấy ở mức dải nhiệt độ cao ở giai đoạn cuối. Kết quả cho thấy tiếng thứ 11 đến 35 tốc độ giảm ẩm

có sự khác nhau giữa 3 mẫu sấy, tương ứng với khoảng thời gian này bắt đầu có sự thay đổi nhiệt độ dòng tác nhân sấy và lúc này hạt lúa cũng đã được làm nóng lên “thấm vào bên trong”, bởi vậy sự thoát ẩm sẽ thấy rõ rệt hơn.

4. KẾT LUẬN

Hệ thống máy sấy thóc giống được thiết kế, chế tạo và kiểm chứng thực nghiệm tại cơ sở sản xuất trong nghiên cứu này có ưu điểm là rút ngắn được đáng kể thời gian sấy (ở đây 50-55h) so với các máy nhập ngoại đã đang được dùng tại Việt Nam, thậm chí đang dùng chính tại công ty sản xuất giống này để đối chứng (72 - 90h máy sấy tháp nhập khẩu từ Hàn Quốc và các nước Châu Âu) khi có cùng quy mô công suất 20 tấn/lần sấy. Chất lượng sấy tốt thông qua độ đồng đều về độ ẩm của sản phẩm sấy được đo đạc và đánh giá trong suốt quá trình sấy. Màu sắc sản phẩm hạt giống sấy sáng màu hơn so với các mẫu lò đã có của cơ sở sản xuất, sạch bụi vì được hút bụi trong quá trình đảo trộn khi sấy. Với các giá trị về thông số kỹ thuật, và thông số công nghệ đạt được như vậy thì chất lượng hạt giống sau khi sấy trên thiết bị này đáp ứng tốt theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-54:2011/BNNPTNT về chất lượng hạt giống lúa do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành.

Kết quả cụ thể: i) công suất hệ thống sấy lúa giống năng suất Q = 20 tấn/lần sấy; ii) thời gian sấy 50 - 55h; iii) tỉ lệ đo đánh giá độ khô của sản phẩm sấy: độ đồng đều đạt khoảng trên 99,69%; iv) tỉ lệ rạn nứt hạt, vỡ vụn tương ứng khoảng 0,15 và 1,25%; v) tỉ lệ tiết kiệm nhiên liệu đốt được khoảng 15 - 17% so với kết quả tính toán của mô hình toán trong nghiên cứu này, khoảng 17 - 28% so với các dây chuyền nhập khẩu từ Hàn Quốc, Trung Quốc hiện đang sử dụng ở các cơ sở khác và tại chính cơ sở này, cũng như dây chuyền được nhập khẩu từ Châu Âu như ở Quảng Bình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen Van Tien, Nguyen Dinh Tung, et al., *Completing the technological process and equipment in the rice seed processing line with capacity Q = 20 tons/drying time*. Trial production project code: 157.2021.SXTN.BO/HĐKHCC, Hanoi, 2022.
- [2]. G.C. Ocunt, *Grain drying equipment in the world*. Agricultural Publishing House, Moscow, 1990.
- [3]. Otto Krischer, W. Kast, *Trocknungstechnik, Erster Band: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik*. Springer Berlin Heidelberg, 1978.
- [4]. Karl Kröll, *Trocknungstechnik, Zweiter Band: Trockner und Trocknungsverfahren*. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [5]. Karl Kröll, Werner Kast, *Trocknungstechnik, Dritter Band: Trocknen und Trockner in der Produktion*. Springer Berlin Heidelberg, 1978.
- [6]. Werner Mühlbauer, *Handbuch der Getreidetrocknung: Grundlagen und Verfahren*. Agrimedia, 2009.

AUTHOR INFORMATION

Nguyen Dinh Tung

Research Institute of Agricultural Machinery, Vietnam