

## NGHIÊN CỨU THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ SẤY CHÂN KHÔNG GỖ CẨM XE (*Xylia xylocarpa*)

Bùi Thị Thiên Kim<sup>1\*</sup>, Hoàng Thị Thanh Hương<sup>1</sup> và Hồ Xuân Các<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>2</sup>Hội Khoa học Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ: Bùi Thị Thiên Kim, Email: thienkim@hcmuaf.edu.vn

### Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 20/11/2019; Ngày nhận chỉnh sửa: 16/3/2020; Ngày duyệt đăng: 24/3/2020

### Tóm tắt

Mục tiêu của nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng công nghệ sấy đến thời gian sấy chân không gỗ Cẩm xe (*Xylia xylocarpa*). Kết quả thí nghiệm cho thấy nhiệt độ sấy và thời gian chu kỳ thay đổi các cấp khác nhau thời gian sấy biến đổi khác biệt lớn. Thực nghiệm tìm được giá trị thông số nhiệt độ và thời gian mỗi chu kỳ phù hợp để rút ngắn tổng thời gian sấy như sau: gỗ 20x50x500 mm với nhiệt độ sấy 59°C, thời gian chu kỳ sấy là 129 phút, có tổng thời gian sấy 42h, trong khi gỗ Cẩm xe cùng kích thước sấy hơi nước thời gian 130 h. Với gỗ 50x50x500 mm thì nhiệt độ sấy 59°C và thời gian chu kỳ sấy là 119 phút, có tổng thời gian sấy 85 h, trong khi gỗ Cẩm xe cùng kích thước sấy hơi nước tổng thời gian sấy 183 h.

**Từ khóa:** Sấy chân không, thời gian chu kỳ, thời gian sấy, *Xylia xylocarpa*.

---

## STUDYING THE PARAMETERS OF TECHNOLOGY USED IN VACUUM DRYING PYINKADO (*Xylia xylocarpa*)

Bui Thi Thien Kim<sup>1\*</sup>, Hoang Thi Thanh Huong<sup>1</sup>, and Ho Xuan Cac<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ho Chi Minh City University of Agriculture and Forestry, Việt Nam

<sup>2</sup>Vietnam Forestry Science Technology Association, Việt Nam

\*Corresponding author: Bui Thi Thien Kim, Email: thienkim@hcmuaf.edu.vn

### Article history

Received: 20/11/2019; Received in revised form: 16/3/2020; Accepted: 24/3/2020

### Abstract

The study is to evaluate the drying technology on the vacuum drying time for Pyinkado (*Xylia xylocarpa*). The results show that drying temperatures and cyclical times at different levels vary substantially. The experiments have identified the appropriate drying temperature and cyclical time to shorten the total drying time as follows: for the wood size 20x50x500 mm with a drying temperature 59°C, and drying cyclical time 129 min, the total drying time is 42 hours, while with the same wood size the steam drying method needs 130 hours. For the wood size 50x50x500 mm with a drying temperature of 59°C, and drying cyclical time 119 min, the total drying time is 85 hours, while for the same size wood the steam-drying method needs 183 hours.

**Keywords:** Vacuum drying, cyclical time, drying time, *Xylia xylocarpa*.

---

DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.9.3.2020.797>

Trích dẫn: Bùi, T. T. K., & Hoàng, T. T. H. (2020). Nghiên cứu thông số công nghệ sấy chân không gỗ Cẩm xe (*Xylia xylocarpa*). *Tap chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 9(3), 102-108. <https://doi.org/10.52714/dthu.9.3.2020.797>.

## 1. Đặt vấn đề

Hiện nay trên thế giới có nhiều phương pháp dùng sấy gỗ như sấy đối lưu (sấy gián tiếp trong môi trường không khí), sấy năng lượng mặt trời, sấy ngưng tụ ẩm, sấy hơi quá nhiệt, sấy cao tần, sấy vi sóng, sấy chân không... Trong các phương pháp này, phương pháp sấy được sử dụng rộng rãi, phổ biến nhất trong công nghiệp chế biến gỗ hầu hết các nước hiện nay là phương pháp sấy gián tiếp trong môi trường không khí (Hò & Hò, 2004; Hò & Nguyễn, 2005). Tuy nhiên, phương pháp sấy gián tiếp trong môi trường không khí này có nhược điểm là phụ thuộc vào nhiều yếu tố về môi trường sấy như: nhiệt độ, ẩm độ môi trường, tốc độ gió do vậy dễ gây ra độ thoát ẩm không đồng đều và khuyết tật cho sản phẩm như: cong vênh, nứt tét, biến màu... hơn nữa, phương pháp sấy này có thời gian sấy dài từ 7-35 ngày tùy theo đặc điểm và qui cách nguyên liệu, gây tiêu tốn năng lượng và kéo dài thời gian sấy (Hò & Hò, 2004; Hò & Nguyễn, 2005). Với các nhược điểm trên, phương pháp sấy này chỉ áp dụng chủ yếu cho một vài loại gỗ dễ sấy như: Cao su, Keo lai, Bạch dương... Đối với một số loại loại gỗ khó sấy do đặc điểm cấu tạo chứa nhiều dầu nhựa, chất chứa điển hình một số loại gỗ như: Chò chỉ, Dầu lông, Căm xe, Bạch đàn, Dẻ gai... mức độ khuyết tật gỗ và thời gian sấy càng dài hơn. Chính điều này đã thúc đẩy công nghệ sấy tìm ra giải pháp mới giải quyết vấn đề trên, trên cơ sở một số công

trình nghiên cứu của các tác giả (Chen, 1997; Lê NamHo & cs., 1998; Koumoutsakos, 2001; Jung & cs., 2003; Turner & Perron, 2004; Yang & cs., 2005) đã nghiên cứu công nghệ sấy chân không, các thông số công nghệ sấy và từ đó đã đưa ra một số giải pháp góp phần rút ngắn thời gian sấy, một trong những giải pháp tối ưu góp phần xây dựng công nghệ sấy hiệu quả. Phương pháp sấy chân không hạ thấp điểm sôi của nước, sấy nhiệt độ thích hợp hạn chế khuyết tật góp phần rút ngắn thời gian sấy. Tuy nhiên để ứng dụng công nghệ sấy gỗ chân không hiệu quả cần thiết phải nghiên cứu các thông số công nghệ sấy gỗ ảnh hưởng đến quá trình sấy đặc biệt là thời gian sấy.

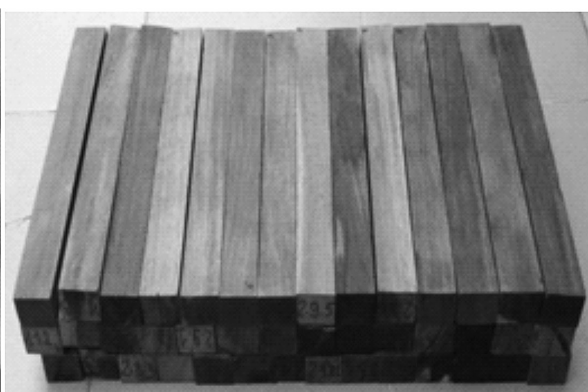
## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1.1. Vật liệu nghiên cứu

#### Gỗ Căm xe

Gỗ Căm xe được mua từ Công ty Cửu Long nguồn gốc nguyên liệu được nhập từ Campuchia, độ tuổi từ 18-20 tuổi, kích thước gỗ tròn đường kính 130-170 cm, chiều dài từ 3-7 m. Nguyên liệu sau đó mang đi cưa xẻ và cắt gia công theo đúng kích thước 20x50x500 mm và 50x50x500 mm thí nghiệm. Gỗ dùng trong thí nghiệm là Căm xe phát triển bình thường. Gỗ không khuyết tật không bị sâu nấm mối mọt, đưa về xí nghiệp chế biến gỗ cắt khúc, xẻ phách, gia công theo đúng kích thước của chỉ tiêu khảo sát.



Hình 1. Gỗ Căm xe

### Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm

- Bồn sấy chân không gỗ thí nghiệm (Các thông số kỹ thuật chính của máy: Áp suất chân không đạt được: 0,05 bar; Cấp nhiệt bằng điện trở đốt nóng; Nhiệt độ sấy được điều khiển tự động từ 40°C đến 80°C: Cảm biến nhiệt để điều khiển bộ phận cấp nhiệt, Cảm biến áp suất chân không để điều khiển bơm chân không, Cảm biến độ ẩm gỗ...).

- Cân điện tử Ohaus (Mỹ) độ chính xác  $\pm 0,01$  gr, trọng lượng cân tối đa 5000 gr.

- Thiết bị đo độ ẩm gỗ kiểu kim Prometer - EPM 828 (Anh).

- Đồng hồ đo thời gian.

- Dụng cụ đo thước kẹp, thước kéo...

- Ngoài ra còn có dao, cưa cắt mẫu...

Đánh giá chất lượng gỗ: dựa vào tiêu chuẩn EDG (European Drying group, 1994) với những tiêu chí như đây:

- Độ ẩm trên thanh gỗ sấy.

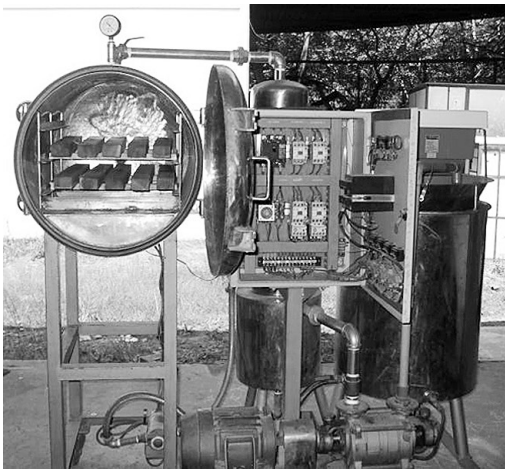
- Khuyết tật nứt, tách trên bề mặt.

- Khuyết tật nứt trong.

- Khuyết tật nứt đầu.

- Khuyết tật mo móp.

- Biến màu gỗ.



Hình 2. Máy sấy chân không



Hình 3. Cân điện tử



Hình 4. Máy đo độ ẩm gỗ

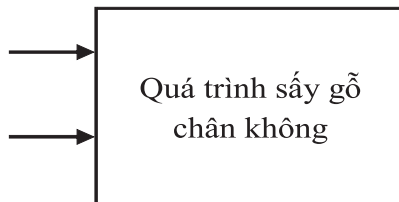
### 2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp quy hoạch thực nghiệm (Box- Hunter).

Tiến hành sấy thực nghiệm: nhiệt độ sấy từ: 45-59°C, áp suất bơm chân không: 0,1-0,18 bar, độ ẩm ban đầu gỗ  $W=40\%$ , thời gian chu kỳ sấy: 78-162 phút.

$X_1$ : Nhiệt độ sấy (°C)

$X_2$ : Thời gian của chu kỳ sấy (h)



$Y_1$ : Thời gian sấy (h)

Xác định thời gian sấy: Đo thời gian từ khi bắt đầu sấy đến khi kết thúc quá trình sấy gỗ đạt độ ẩm 10%.

Thời gian chu kỳ sấy: là thời gian gia nhiệt và rút chân không là 1 chu kỳ sau đó gia nhiệt rút chân không chu kỳ nữa.

**Bảng 1. Mức và khoảng biến thiên của các yếu tố nghiên cứu theo phương án bậc hai**

S T T	Các thông số	Nhiệt độ sấy	Thời gian của chu kỳ sấy (phút)
		(°C) X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	Mức sao trên +α (+1,414)	59	162
2	Mức trên +1	57	150
3	Mức cơ sở 0	52	120
4	Mức dưới -1	47	90
5	Mức sao dưới -α (-1,414)	45	78
6	Khoảng biến thiên Δl	5	30

**2.2. Kết quả và thảo luận**

2.2.1. *Kết quả thời gian sấy chân không gỗ Cắm xe kích thước gỗ 20 x 50 x 500 mm (Y<sub>1go20x50tg</sub>)*

**Bảng 2. Kết quả thời gian sấy chân không gỗ Cắm xe 20x50x500 mm**

STT	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>1go20x50tg</sub>
1	0,000000	0,000000	50
2	0,000000	0,000000	52
3	-1,414214	0,000000	83
4	0,000000	0,000000	57
5	1,000000	1,000000	43
6	0,000000	0,000000	49
7	-1,000000	-1,000000	79
8	1,000000	-1,000000	47
9	0,000000	1,414214	48
10	-1,000000	1,000000	56
11	0,000000	-1,414214	80
12	1,414214	0,000000	45
13	0,000000	0,000000	54

Phương án thực nghiệm tiến hành theo phương pháp bất biến quay bậc II của Box Hunter trên 13 nghiệm thức cho thấy mối quan hệ giữa các thông số công nghệ sấy và thời gian sấy được thể hiện qua phương trình tương quan.

Dạng mã hóa:

$$Y_{1go20x50tg} = 52,4 - 12,3425.X_1 - 9,03185.X_2 + 4,75.X_1.X_2 + 3,8625.X_1.^2 + 3,8625.X_2.^2 \quad (2.1)$$

$$(-1,414 < X_1 < 1,414 ; -1,414 < X_2 < 1,414).$$

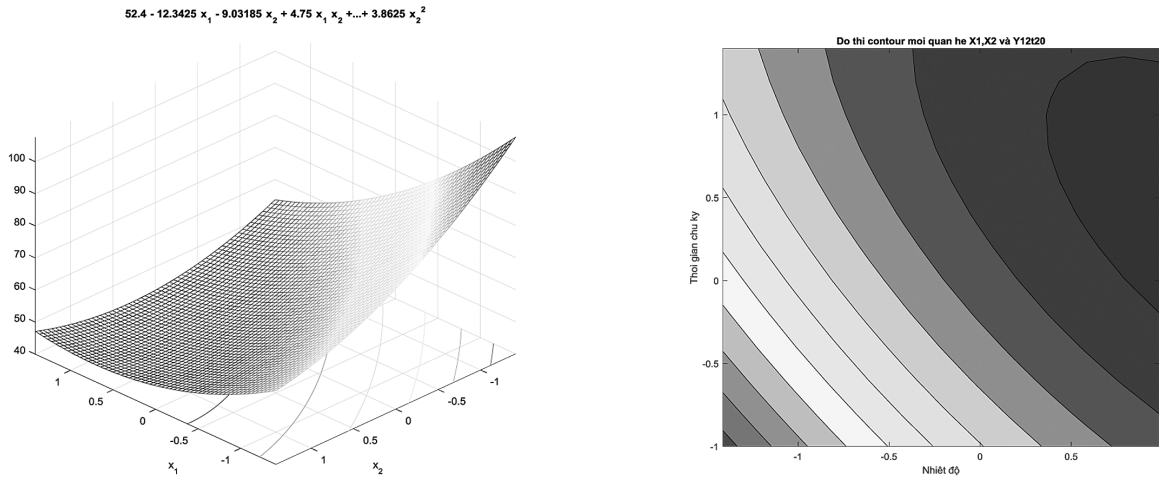
Dạng thực:

$$U = 894,058 - 22,3365.T - 2,97773.i + 0,0316667T.i + 0,1545.T^2 + 0,000429.i^2$$

$$(45 < T < 59; 78 < i < 162).$$

Kết quả phân tích Anova và các hệ số hồi qui được kiểm tra độ tin cậy các hệ số hồi qui theo tiêu chuẩn Student, các hệ số hồi quy của thông số đủ độ tin cậy với mức ý nghĩa α = 0,05. Để kiểm định sự tương thích của phương trình hồi qui với thực nghiệm cần thiết ta phải kiểm định theo tiêu chuẩn Fisher với α = 0,05 (với F<sub>t</sub> = 5,54 < F<sub>1-p</sub> = 6,5914 => Mô hình đảm bảo tương thích). Trên cơ sở đó tiến hành lập đồ thị biểu diễn chi tiết các vùng giá trị biến thiên từ thấp đến cao, trong đó giá trị cao nhất (max) thuộc vùng màu đỏ, giá trị thấp nhất (min) thuộc vùng màu xanh dương. Trong quá trình thực nghiệm tại các cấp nhiệt độ sấy và thời gian chu kỳ sấy thể hiện thông qua 2 thông số X<sub>1</sub> và X<sub>2</sub>, sự thay đổi đều làm thay đổi giá trị của thông số đầu ra thời gian sấy, điều này thể hiện rõ mức độ ảnh hưởng thông qua đồ thị Hình 3.

Đồ thị 3D biểu diễn mối tương quan các thông số X<sub>1</sub> (nhiệt độ sấy), X<sub>2</sub> (thời gian chu kỳ) và Y<sub>1go20x50tg</sub> (thời gian sấy) bằng miền lưới trong không gian và đồ thị contour thể hiện trên mặt phẳng 2D, qua đồ thị mối quan hệ phân chia các giá trị qua các vùng màu sắc khác nhau, với mong muốn đạt giá trị thời gian sấy càng ngắn, thì vùng tối ưu thuộc màu xanh dương (đồ thị 3D) tuy nhiên để xác định giá trị chính xác đạt được tiến hành sử dụng chương trình Matlab để giải phương trình tương quan (2.1) tìm giá trị, kết quả thể hiện qua bảng dưới.



Hình 5. Đồ thị 3D và contour thể hiện mối quan hệ  $X_1$ ,  $X_2$  và  $Y_{1go20x50tg}$

Bảng 3. Giá trị tối ưu - hàm thời gian  $Y_{1go20x50tg}$  (%)

STT	Thông số đầu vào	Giá trị	Thông số đầu ra	Giá trị tối ưu
1	$X_1$	1,413	$Y_{1go20x50tg}$	42,3234 (h)
2	$X_2$	0,3004		129 phút

Qua bảng trên cho thấy thời gian sấy  $Y_{1go20x50tg}$  (h) đạt giá trị thấp nhất (min) là 42,32 (h) với  $X_1 = 1,413$  ( $T_s = 59^\circ C$ )  $X_2 = 0,3004$  ( $X_2 = 129$  phút). Với kết quả tối ưu đạt được cho thấy nhiệt độ sấy và thời gian chu kỳ sấy ảnh hưởng tổng thời gian mẻ sấy gỗ, giải phương trình tìm giá trị tối ưu cho phép chúng ta xác định miền giá trị tốt nhất cho thông số đầu ra: thời gian sấy và xác định chính xác giá trị thông số đầu vào: nhiệt độ sấy, thời gian chu kỳ từ đó cho thấy mối quan hệ giữa các thông số. Với kết quả trên chúng tôi tiến hành thực nghiệm kiểm chứng tổng thời gian mẻ sấy gỗ Cắm xe trong khoảng 45h khi nhiệt độ sấy  $59^\circ C$  và thời gian mỗi chu kỳ sấy 129 phút trong khi đó tỷ lệ khuyết tật gỗ sau sấy 3-4% đạt chất lượng về yêu cầu sản xuất.

2.2.2. Kết quả thời gian sấy chân không gỗ Cắm xe kích thước 50x50x500 mm ( $Y_{1go50x50tg}$ )

Bảng 4. Kết quả thời gian sấy chân không gỗ Cắm xe 50x50x500 mm

STT	$X_1$	$X_2$	$Y_{1go20x50tg}$
1	0,000000	0,000000	95
2	0,000000	0,000000	91
3	-1,414214	0,000000	129
4	0,000000	0,000000	99
5	1,000000	1,000000	86
6	0,000000	0,000000	94
7	-1,000000	-1,000000	126
8	1,000000	-1,000000	89
9	0,000000	1,414214	91
10	-1,000000	1,000000	96
11	0,000000	-1,414214	121
12	1,414214	0,000000	82
13	0,000000	0,000000	92

Phương án thực nghiệm tiến hành theo phương pháp bất biến quay bậc II của Box Hunter trên 13 nghiệm thức cho thấy mối quan hệ giữa các thông số công nghệ sấy và thời gian sấy gỗ và được thể hiện qua phương trình tương quan:

$$Y_{1go50x50tg} = 94,2 - 14,1835.X_1 - 9,4283.X_2 + 6,75.X_1.X_2 + 4,025.X_1^2 + 4,275.X_2^2 \quad (2.2)$$

$$(-1,414 < X_1 < 1,414 ; -1,414 < X_2 < 1,414).$$

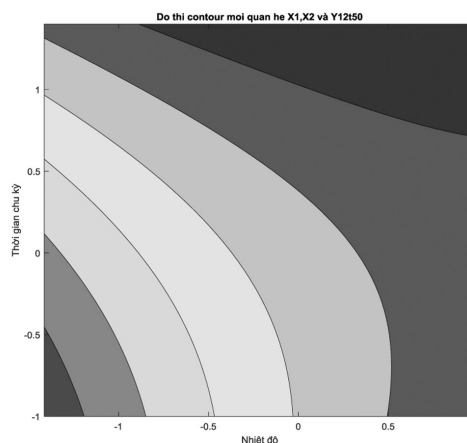
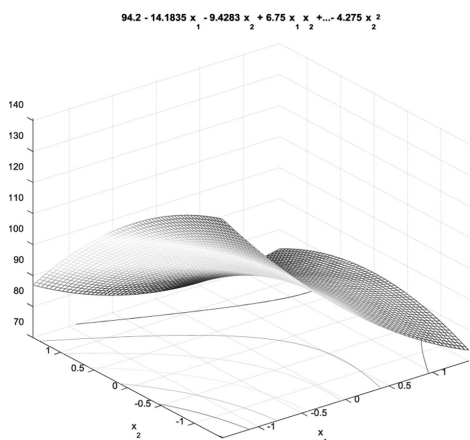
Dạng thực:

$$K = 1063,97 - 24,9807.T - 3,79428.i + 0,045T.i + 0,161.T^2 + 0,000475.i^2.$$

$$(45 < X_1 < 59 ; 78 < X_2 < 162).$$

Kết quả phân tích Anova và các hệ số hồi qui được kiểm tra độ tin cậy các hệ số hồi qui theo

tiêu chuẩn Student, các hệ số hồi quy của thông số đủ độ tin cậy với mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ . Để kiểm định sự tương thích của phương trình hồi qui với thực nghiệm cần thiết ta phải kiểm định theo tiêu chuẩn Fisher với  $\alpha = 0,05$  (với  $F_t = 4,91 < F_{1-p} = 6,5914$ , suy ra mô hình đảm bảo tương thích). Trên cơ sở đó tiến hành lập đồ thị biểu diễn chi tiết các vùng giá trị biến thiên từ thấp đến cao, trong đó giá trị cao nhất (max) thuộc vùng màu đỏ, giá trị thấp nhất (min) thuộc vùng màu xanh dương. Trong quá trình thực nghiệm tại các cấp nhiệt độ sấy và thời gian chu kỳ sấy thể hiện thông qua 2 thông số  $X_1$  và  $X_2$ , sự thay đổi đều làm thay đổi giá trị của thông số đầu ra thời gian sấy, điều này thể hiện rõ mức độ ảnh hưởng thông qua đồ thị thị Hình 6.



Hình 6. Đồ thị 3D và contour thể hiện mối quan hệ  $X_1, X_2$  và  $Y_{1go50x50tg}$

Đồ thị 3D biểu diễn mối tương quan các thông số  $X_1$  (nhiệt độ sấy),  $X_2$  (thời gian chu kỳ) và  $Y_{1go50x50tg}$  (thời gian sấy) bằng miền lưới trong không gian và đồ thị contour thể hiện trên mặt phẳng 2D, qua đồ thị mối quan hệ phân chia các giá trị qua các vùng màu sắc khác nhau,

với mong muốn đạt thời gian sấy rút ngắn, thì vùng tối ưu là màu xanh dương, tuy nhiên để xác định chính xác giá trị đạt được tiến hành sử dụng chương trình Matlab để giải phương trình tương quan (2.2) tìm giá trị, kết quả thể hiện qua bảng dưới.

Bảng 5. Giá trị tối ưu - thời gian sấy  $Y_{2go50x50tg}$  (%)

STT	Thông số đầu vào	Giá trị	Thông số đầu ra	Giá trị tối ưu
1	$X_1$	1,414	$Y_{2go50x50tg}$	82,1913 (h)
2	$X_2$	- 0,0136		119 phút

Qua bảng trên cho thấy thời gian sấy  $Y_{2go50x50tg}$  ngắn nhất là 82,19 giờ với  $X_1 = 1,414$  ( $T_s = 59^\circ C$ )  $X_2 = -0,0136$  ( $X_2 = 119$  phút). Với kết quả tối ưu đạt được cho thấy nhiệt độ sấy và thời gian chu kỳ sấy ảnh hưởng tổng thời gian mẻ sấy gỗ, giải phương trình tìm giá trị tối ưu cho phép chúng ta xác định miền giá trị tốt nhất cho thông số đầu ra: thời gian sấy và xác định chính xác giá trị thông số đầu vào: nhiệt độ sấy, thời gian chu kỳ từ đó cho thấy mối quan hệ giữa các thông số. Với kết quả trên chúng tôi tiến hành thực nghiệm kiểm chứng tổng thời gian mẻ sấy gỗ Cắm xe trong khoảng 45 giờ khi nhiệt độ sấy  $59^\circ C$  và thời gian mỗi chu kỳ sấy 129 phút trong khi đó tỷ lệ khuyết tật gỗ sau sấy 4-5% đạt chất lượng về yêu cầu sản xuất.

### 3. Kết luận

Kết quả thực nghiệm sấy chân không gỗ Cắm xe cho thấy thông số nhiệt độ sấy và thời gian mỗi chu kỳ ảnh hưởng đến tổng thời gian từng mẻ sấy. Qua thực nghiệm sấy chân không gỗ Cắm xe trên 2 dạng kích thước chiều dày khác nhau 20x50x500 mm và 50x50x500 mm cho kết quả có sự khác biệt; với kích thước dạng 20x50x500 mm tổng thời gian trong khoảng 43-83 giờ. Thực nghiệm kiểm chứng cho thấy đã tìm được giá trị thông số công nghệ nhiệt độ và thời gian mỗi chu kỳ phù hợp để rút ngắn thời gian sấy gỗ kích thước 20x50x500 mm với nhiệt độ sấy  $59^\circ C$ , và thời gian chu kỳ sấy là 129 phút, có thời gian sấy 42 giờ, tỷ lệ khuyết tật 4-5%. Với kích thước dạng 50x50x500 mm tổng thời gian trong khoảng 82-129 giờ thực nghiệm kiểm chứng cho thấy nhiệt độ sấy  $59^\circ C$  và thời gian chu kỳ sấy là 119 phút, có thời gian sấy 85 giờ, tỷ lệ khuyết tật 4-5%./.

### Tài liệu tham khảo

- Hồ, X. C., & Hồ, T. T. (2004). *Công nghệ sấy gỗ*. Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Hồ Chí Minh.
- Hồ, X. C., & Nguyễn, H. Q. (2005). *Công nghệ sấy gỗ*. Giáo trình Đại học Lâm Nghiệp. NXB Nông Nghiệp.
- Chen, Z. (1997). *Primary Driving Force in Wood Vacuum Drying*. Doctor of Philosophy, in Wood Science and Forest Products. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Jung, H. S., Kang, W., Eom, C. D., & So, B. J. (2003). Comparison of vacuum drying characteristics of red pine square timber using different heating methods. *8<sup>th</sup> International IUFRO Wood Drying Conference*.
- Koumoutsakos, A. (2001). *Modelling radio frequency vacuum drying of wood*. Doctor of Philosophy, University of British Columbia, USA.
- Kutovoy, V., Nikolaichuk, L., & Slyesov, V. (2004). *The theory of vacuum drying*. In International Drying Symposium, vol. A (p. 26627).
- Lee NamHo, L. N., Hayashi, K., & Jung HeeSuk, J. H. (1998). *Effect of radio-frequency/vacuum drying and mechanical press-drying on shrinkage and checking of walnut log cross sections*.
- Turner, I. W., & Perré, P. (2004). Vacuum drying of wood with radiative heating: II. Comparison between theory and experiment. *AIChE Journal*, 50(1), 108-118.
- Yang, W. Y., Cao, W., Chung, T. S., & Morris, J. (2005). *Applied Numerical Methods Using MATLAB*. A John Wiley & Sons. Hoboken, NJ.