

NGHIÊN CỨU SẤY CÁ DỨA BẰNG MÁY SẤY – DÙNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

STUDYING FOR DRYING PANGASIVUS ELONGATUS USING A SOLAR – ASSISTED DRYER

Th.S. Trương Quang Trường¹, Th.S. Trần Văn Tuấn², TS. Vương Thành Tiên¹

1. Khoa Cơ khí – Công nghệ, 2. Trung tâm Năng lượng và Máy nông nghiệp,

Trường Đại học Nông Lâm Tp.HCM

TÓM TẮT

Cá Dứa một nắng là thực phẩm rất được ưa chuộng và có giá trị thương mại cao. Tuy nhiên, cho đến nay, biện pháp làm khô duy nhất là phơi nắng, dẫn đến vấn đề chất lượng không ổn định.

Một mẫu máy sấy năng suất 10kg/mé đã được thiết kế - chế tạo. Mô hình sấy xuyên khay và đảo gió đã được chọn. Bộ thu nhiệt mặt trời chế tạo đơn giản từ vật liệu rẻ tiền đã được sử dụng, cung cấp đủ nhiệt cho quá trình sấy; bộ điện trở để chỉnh tinh nhiệt độ sấy và là nguồn nhiệt phụ vào những ngày mưa được lắp đặt. Kết quả khảo nghiệm cho thấy rằng, bộ thu nhiệt đáp ứng yêu cầu nhiệt độ sấy trong dãy từ 40°C - 50°C. Sản phẩm sau khi sấy đạt yêu cầu về ẩm độ ($60\% \pm 1\%$ Wb) và độ trắng ($56\% \pm 1\%$). Dùng CCD với JMP software, chế độ sấy tối ưu cho cá Dứa 1 nắng cũng đã được xác định: với nhiệt độ sấy 44,2°C, tốc độ gió 0,24m/s cho sản phẩm có độ trắng 57%, tương ứng thời gian sấy là 262 phút.

Từ khóa: cá Dứa, bộ thu nhiệt mặt trời, thời gian sấy, độ trắng.

ABSTRACT

The Pangasius elongates, especially one-sunning Pangasius is a favourite food and in high value. However, for now, the only solution has been the solar drying which causes the problems in the dried fish quality.

A laboratory dryer for 10kg per batch was designed and fabricated. Type of drying through trays with the air reversal principle was selected. The solar collector is fabricated easily from some cheap materials which supply enough heat for drying. A set of electric resistor was also installed for tuning drying air temperature and adding heat source in raining days. Experimental results have shown that the collector meet the requirement of drying temperature in range from 40°C to 50°C. Dried fish was satisfied in requirements for moisture content ($60\% \pm 1\%$ wb) and whiteness value ($56\% \pm 1\%$). Furthermore, using CCD with JMP software, the optimal drying parameters was found: 44,2°C in drying air temperature and 0,24m/s in superficial air velocity resulting in 57% of whiteness value after 262 minutes in time for drying.

Keywords: *Pangasius elongates* (Dua fish), Solar collector, Drying time, Whiteness value.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

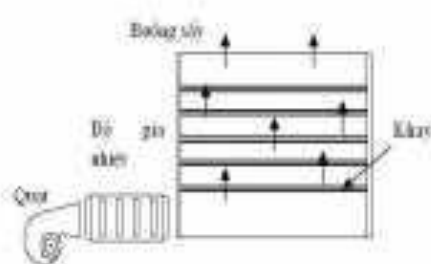
Cá Dừa, đặc biệt là Cá dừa 1 nắng, là thực phẩm có giá trị kinh tế cao của nước ta. Tuy nhiên, nó chỉ được làm khô bằng phơi nắng, phụ thuộc vào thời tiết, không có qui trình cụ thể vì thế rất khó kiểm soát được chất lượng của sản phẩm. Làm khô bằng máy sấy có thể giải quyết vấn đề này.

Mục đích chính của nghiên cứu là thiết kế và chế tạo một mẫu máy sấy cá Dừa dùng năng lượng mặt trời, năng suất 10 kg/m², đáp ứng yêu cầu về giảm ẩm từ cá tươi, $80\% \pm 3\%$ xuống cá 1 nắng, $60\% \pm 1\%$ wb, và đạt độ trắng $56\% \pm 1\%$. Số liệu khảo nghiệm trên máy này được dùng để tìm chế độ sấy tối ưu và làm cơ sở để thiết kế chế tạo máy sấy 100kg/m².

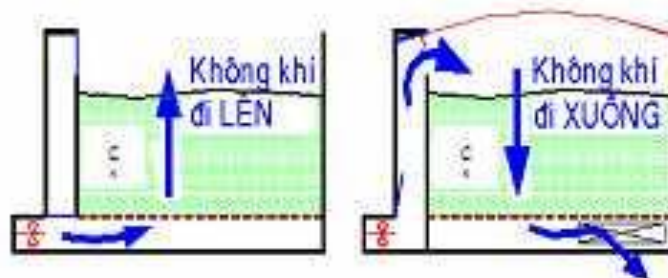
Nghiên cứu nguyên lý sấy và nguồn năng lượng cho quá trình sấy là yêu cầu đầu tiên của quá trình thiết kế máy sấy.

Hiện nay, xu hướng ứng dụng năng lượng mặt trời (NLMT) rất phổ biến vì là nguồn năng lượng vô tận, tuy nhiên NLMT miễn phí nhưng không rẻ. Nghiên cứu về bộ thu nhiệt NLMT [1] là giải pháp cho vấn đề này. Bộ thu nhiệt là các ống hình trụ được bao bởi hai lớp nhựa (PE) với lớp bên trong là bộ phận chính để hấp thụ nhiệt với hiệu suất lên đến 40%. Diện tích tấm thu nhiệt được tính toán dựa trên hiệu suất và năng lượng bức xạ mặt trời trong ngày ($500 + 1000 \text{ W/m}^2$), từ đó xác định đường kính và chiều dài các ống.

Sấy kiểu xuyên khay được chọn vì phù hợp với sản phẩm dạng lát mỏng và kiểu xuyên khay nhằm tăng hiệu quả truyền nhiệt (Hình 1). Nguyên lý sấy có đảo gió được chọn (Hình 2). Ưu điểm của nguyên lý này là tiết kiệm không gian lắp đặt và đạt đồng đều ẩm độ mà không cần đảo trộn [2].



Hình 1. Kiểu sấy xuyên khay



Hình 2. Nguyên lý sấy đảo chiều gió

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Quan hệ về độ bức xạ và nhiệt độ sấy đạt được sẽ được khảo sát để đánh giá hoạt động của bộ thu nhiệt. Nhiệt độ sấy được chọn dựa trên kết quả khảo sát từ việc phơi cá. Lưu lượng gió cần thiết và tốc độ tác nhân sấy được chọn dựa vào các kết quả nghiên cứu đã có và kinh nghiệm trong sấy cá.

Thí nghiệm được tiến hành với 2 thông số đầu vào là nhiệt độ sấy và tốc độ gió, 2 thông số đầu ra là thời gian sấy và độ trắng. Phương pháp bề mặt đáp ứng CCD với phần mềm JMP 4.0 được sử dụng để giải quyết bài toán tối ưu hóa chế độ sấy.

Để đo cường độ bức xạ mặt trời, thiết bị đo Daystar solarimeter với độ chính xác 3% ở khoảng đo $1000\text{W}/\text{m}^2$, thang đo $1\text{W}/\text{m}^2$ được sử dụng. Nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế thủy ngân, nhiệt kế hồng ngoại và cảm biến nhiệt với độ chính xác khoảng 0.5°C . Trên máy sấy được lắp đặt tấm Orifice, dùng để đo lưu lượng gió (m^3/s). Vận tốc tác nhân sấy được xác định bằng cách chia lưu lượng sấy cho diện tích khay và được hiệu chỉnh bởi số đo trung bình của vận tốc gió đi qua bề mặt khay sấy được đo bởi tốc kế. Ẩm độ mẫu được xác định bằng phương pháp tù sấy. Độ trắng $W(\%)$ đo bằng máy đo màu CR-400 Konica Minolta. Dựa vào 3 chỉ số L , a , và b , độ trắng ($W\%$) được tính theo công thức: $W = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2}$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả thiết kế-chế tạo và khảo sát các thông số hoạt động

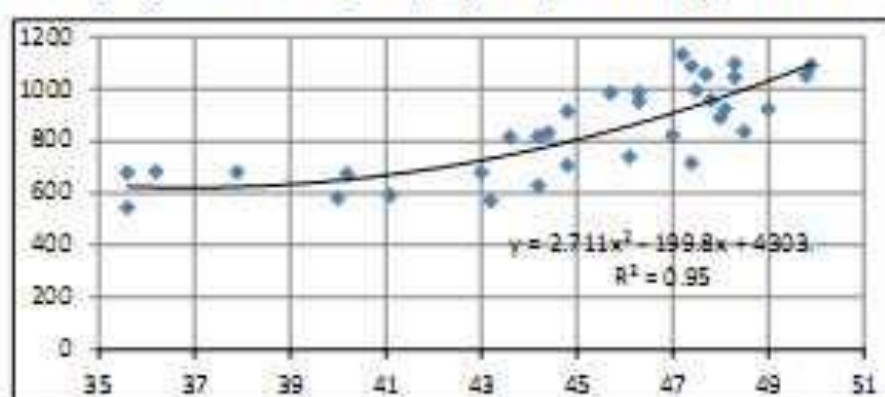
Mẫu máy sấy năng suất $10\text{ kg}/\text{m}^2$ đã được thiết kế - chế tạo, được mô tả trong (Hình 3).



Hình 3. Mẫu máy đã được thiết kế, chế tạo

Buồng sấy chứa bốn khay kích thước 0.4m x 0.4m, được cấp gió bằng một quạt ly tâm công suất 0.25HP với lưu lượng 0.4m³/s cung cấp không khí sấy từ bộ thu nhiệt NLMT và thổi xuyên qua các khay sấy. Bộ thu nhiệt gồm tám thu nhiệt có diện tích 5m², được đặt trong ống PE có đường kính 0.7m, dài 4m. Hai điện trở 0,5kW, điều khiển on-off dùng để điều chỉnh nhiệt độ sấy và là nguồn nhiệt phụ trợ.

Dựa trên dữ liệu thu được trong một thời gian dài, mối quan hệ giữa cường độ bức xạ mặt trời và nhiệt độ sấy được trình bày trên hình 4.



Hình 4. Sự thay đổi của nhiệt độ buồng sấy theo cường độ bức xạ mặt trời

Trong đó, trục tung là cường độ bức xạ (W/m²), trục hoành thể hiện nhiệt độ sấy (°C). Kết quả này cho thấy, khi trời nắng ($W = 600 \text{ W/m}^2 - 1000 \text{ W/m}^2$) thì nhiệt độ sấy đạt được từ 37°C - 50°C, đáp ứng được nhiệt độ cần để sấy cá. Khi nhiệt độ cung cấp cao hơn nhiệt độ sấy, một van bổ sung khí tươi trên đường ống được mở để đạt được nhiệt độ sấy cần thiết. Khi nhiệt độ cung cấp không đủ, bộ điện trở sẽ hoạt động giúp tăng nhiệt độ đến nhiệt độ sấy cần thiết. Độ sai lệch của nhiệt độ sấy là $\pm 1.5^\circ\text{C}$.

Xác định các thông số và chế độ sấy tối ưu cho cá Dứa 1 nắng

Cá Dứa tươi (75% \pm 3% Wb) được sấy thành cá dứa một nắng (60% \pm 1% Wb). Chất lượng khô cá dứa thể hiện ở độ ẩm và độ trắng (56% \pm 1%).

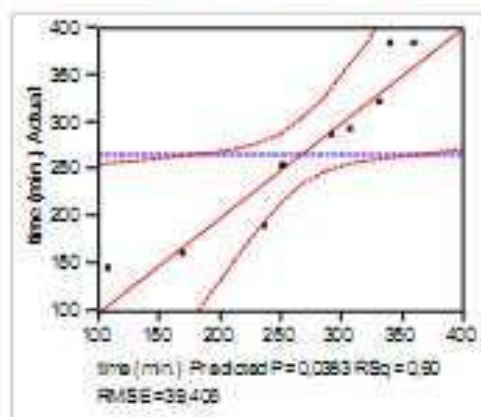
Nhiệt độ và tốc độ tác nhân sấy ảnh hưởng đến thời gian sấy và ẩm độ sản phẩm, trong đó nhiệt độ sấy ảnh hưởng mạnh đến màu sắc cá sấy [3, 4, 5]. Vì thế mô hình thí nghiệm tối ưu được đề nghị với nhiệt độ sấy và tốc độ gió là 2 thông số đầu vào; thời gian sấy và độ trắng là hai thông số đầu ra.

Dựa trên kết quả điều tra trong phơi nắng, nhiệt độ sấy khảo sát được chọn trong dãy từ 40°C đến 50°C với 3 mức 40°C, 45°C, và 50°C. Tốc độ tác nhân sấy được chọn trong 3 mức 0.21m/s, 0.24m/s, và 0.27m/s [6]. Dùng CCD với phần mềm JMP 4.0, ma trận mã hóa các nghiệm thức được thể hiện ở Bảng 1.

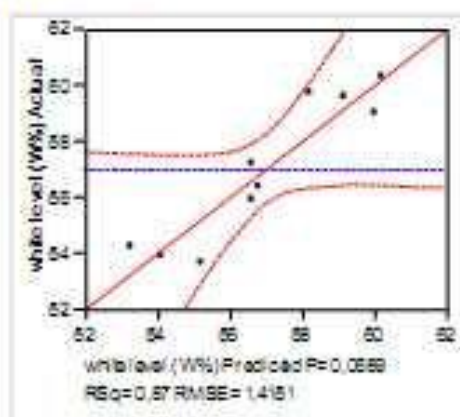
Bảng 1. Ma trận mã hóa các nghiệm thức:

Nghiệm	0a	+	00	++	0A	A0	a0	-	+-	00
Nhiệt độ (X_1 , °C)	45	40	45	50	45	52,07	37,93	40	50	45
Tốc độ gió (X_2 , m/s)	0,197	0,27	0,24	0,27	0,282	0,24	0,24	0,21	0,21	0,24
Thời gian (Y_1 , phút)	319	291	252	189	381	144	284	382	159	251
độ trắng (Y_2 , %)	59,59	59,74	57,21	54,2	53,63	53,91	59,03	60,28	56,34	55,92

Biểu đồ thể hiện sự tương quan giữa mô hình với thực tế của lần lượt thời gian sấy và độ trắng được biểu diễn ở hình 5 và 6.



Hình 5. Sự tương quan của thời gian sấy



Hình 6. Sự tương quan của độ trắng

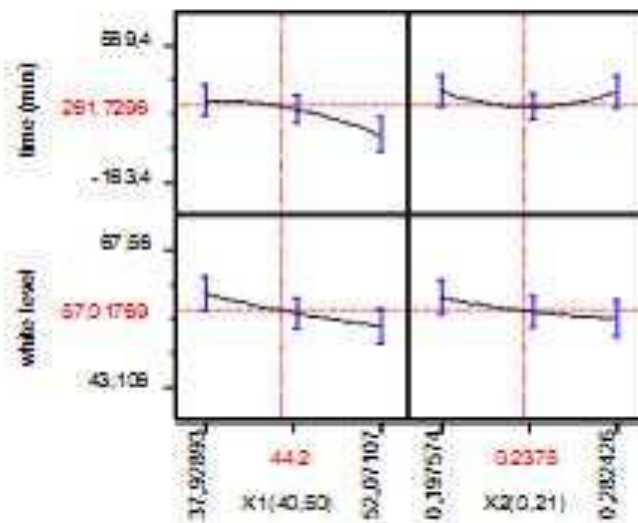
Hệ số tương quan (R^2) của mô hình là 0,90 và 0,87 cho thấy thời gian sấy và độ trắng giữa thực tế và mô hình lý thuyết có sự tương quan với nhau. Sau khi loại bỏ những yếu tố không có ảnh hưởng quan trọng, chúng tôi có được phương trình hồi quy:

$$Y_{\text{thời gian sấy}} = 251,5 - 65,37X_1 + 42,56X_2X_2$$

$$Y_{\text{độ trắng}} = 56,56 - 2,09X_1 - 1,38X_2$$

Độ trắng sản phẩm sấy thay đổi ngược chiều với các yếu tố nhiệt độ sấy, tốc độ gió. Cho thấy khi sấy ở nhiệt độ cao, tốc độ gió lớn sẽ làm độ trắng giảm. Nhiệt độ sấy có tác động mạnh đến màu sắc của cá khô, những thay đổi về màu sắc này là do những phản ứng gây ra khi tiếp xúc với nhiệt độ tương đối cao.

Kết quả chọn chế độ sấy tối ưu từ mô hình thực nghiệm được thể hiện trong hình 7.



Hình 7. Chế độ sấy tối ưu từ mô hình thực nghiệm sấy cá dứa một nắng

Kết quả trên cho thấy thông số sấy tối ưu là: nhiệt độ sấy 44,2°C, tốc độ gió 0,24m/s cho sản phẩm có độ trắng 57% với thời gian sấy là 262 phút.

Kết quả thực nghiệm kiểm chứng thông số tối ưu của chế độ sấy được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kiểm chứng giá trị Y_1 , Y_2 giữa mô hình và thực nghiệm.

Chế độ sấy	Thời gian		Độ trắng (%)	
	Mô hình	Thực nghiệm	Mô hình	Thực nghiệm
	262	274	61,747	60,283

Giá trị Y_1 , Y_2 của sản phẩm từ thực nghiệm so với mô hình tối ưu có độ lệch 4,33% ($< 5\%$) và 2,37% ($< 5\%$) cho thấy phương trình hồi quy xác định được phù hợp với thực tế.

4. KẾT LUẬN

Một mẫu máy sấy cá Dứa dạng sấy xuyên khay, đảo chiều không khí sấy, sử dụng năng lượng mặt trời đã được thiết kế, chế tạo. Kết quả đánh giá hoạt động của máy cho thấy rằng mẫu máy làm việc đạt yêu cầu kỹ thuật đề ra. Bộ thu nhiệt hoạt động tốt để tạo ra nhiệt độ sấy từ $40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$, với tốc độ tác nhân sấy từ $0,21 \text{ m/s} - 0,27 \text{ m/s}$; dễ dàng điều chỉnh và đo đạt các thông số của quá trình sấy.

Chế độ sấy tối ưu cho cá Dứa 1 nắng cũng đã được xác định: nhiệt độ sấy $44,2^{\circ}\text{C}$, tốc độ gió $0,24 \text{ m/s}$ cho sản phẩm có độ trắng 57% với thời gian sấy là 262 phút.

Một máy sấy cá Dứa năng suất 100 kg/mé cũng đã được thiết kế chế tạo và ứng dụng tại Cơ sở chế biến thực phẩm Kim Yến, huyện Cần Giờ, Tp Hồ Chí Minh. Chế độ sấy tối ưu đã được dùng để sấy 2 mé cá Dứa và cho kết quả tốt. Ba mé cá Đù cũng đã được sấy trên máy này và cũng cho kết quả tốt. Sắp tới sẽ thử nghiệm với cá Lưỡi Trầu, cá Thu và 1 số loại cá khác. Các kết quả trên cùng với kết quả kiểm tra vi sinh, xử lý khí thoát và tính toán hiệu quả kinh tế sẽ được trình bày trong bài báo tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Sở Khoa học và Công nghệ Tp.HCM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hien P.H., Vinh L.Q., Thuy T.T.T., Tuan T.V., 2009. *Development of solar-assisted dryers for food and farm crops*. ASABE ISSN 0001-2351, Vol. 52(4): 1255-1259.
- [2]. Hien P.H., Tam N.H., Xuan N.V., 2003. *The reversible air dryer SRA: one step to increase the mechanization of post-harvest operations*. ASEA Paper No. 701P1103e. St. Joseph, Mich. ASAE.
- [3]. Djendoubi N., Boudhrioua N., Bonazzi C. and Kechaou N., 2009. *Drying of Sardine Muscles: Experimental and mathematical investigations*. Food and Bioproducts Processing 87: 115-123.
- [4]. Ortiz J., Lemus-Mondaca R., Vega-Gálvez A., Ah-Hen K., Puente-Díaz L., Zura-Bravo L. and Aubourg S., 2013. *Influence of air-drying temperature on drying kinetics, colour, firmness and biochemical characteristics of Atlantic salmon (*Salmosalar L.*) fillets*. Food Chemistry 139 (2013) 162 - 169.
- [5]. Prachayawarakorn S., Soponronnarit S., Wetchacama S. and Jaisut D., 2002. *Desorption isotherms and drying characteristics of shrimp in superheated steam and hot air*. Drying Technology 20: 669-684.
- [6]. Aranda I. D., Casas E. V., Peralta E. K. and Elauria J. C., 2010. *Drying Janitor Fish for Feeds in Laguna Lake to Mitigate Pollution Potentials*. Journal of Environmental Science and Management 13 (2): 27 - 43.