

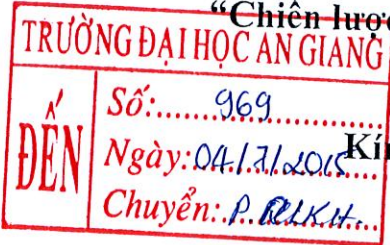
Số: 26 /TB-ĐHKG

Kiên Giang, ngày 16 tháng 6 năm 2015

## THÔNG BÁO LẦN I

Về việc viết bài tham luận Hội thảo khoa học lần I – năm 2015

**“Chiến lược phát triển các trường đại học và kết quả nghiên cứu khoa học”  
tại Kiên Giang**



Kính gửi: - Các Viện, Trường Đại học, Cao đẳng trong cả nước;  
- Các nhà khoa học.

Được sự đồng ý của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Ban chỉ đạo Tây Nam Bộ, UBND tỉnh Kiên Giang, Trường Đại học Kiên Giang tổ chức Hội thảo khoa học lần I – năm 2015: **“Chiến lược phát triển các trường đại học và kết quả nghiên cứu khoa học”** tại Kiên Giang nhằm tạo điều kiện giao lưu, chia sẻ kinh nghiệm về xây dựng chiến lược phát triển dài hạn của các trường đại học và trao đổi các kết quả, thành tựu nghiên cứu khoa học giữa các trường đại học trong cả nước nói chung và đặc biệt là khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

Các chủ đề tham luận tập trung vào những nội dung chủ yếu sau:

1. Kinh nghiệm quản lý và chiến lược phát triển trường đại học những năm qua của các trường đại học ở đồng bằng sông Cửu Long và cả nước.
2. Kết quả nghiên cứu và ứng dụng khoa học cơ bản trong quản lý kinh tế - xã hội, phục vụ phát triển kinh tế - xã hội
3. Kết quả nghiên cứu và ứng dụng công nghệ sinh học và công nghệ cao phục vụ phát triển sản xuất nông nghiệp, phát triển kinh tế - xã hội.
4. Kết quả nghiên cứu và ứng dụng công nghệ thông tin trong xây dựng chính quyền điện tử, công tác đào tạo và ứng dụng trong các ngành kinh tế trong vùng.
5. Kết quả nghiên cứu và ứng dụng khoa học và công nghệ trong điều tra tài nguyên thiên nhiên và môi trường; giải pháp sản xuất, vật liệu mới phục vụ cho các ngành kinh tế xã hội.

**Thời gian và địa điểm tổ chức Hội thảo:** trong 01 ngày, dự kiến vào khoảng ngày 25-30/10/2015 tại Trường Đại học Kiên Giang - 320A, Quốc lộ 61, Thị trấn Minh Lương, Huyện Châu Thành, Tỉnh Kiên Giang.

### Thể lệ gửi bài tham luận

Bài viết được soạn thảo trên máy vi tính, sử dụng Unicode font Times New Roman, sắp xếp theo các phần theo thứ tự như sau (như bài mẫu đính kèm):

- TÊN BÀI: Chữ in, Font 14 bold.

- TÊN TÁC GIẢ: Chữ thường, Font 12 bold, với foot notes là tên cơ quan cho (các) tác giả và địa chỉ tác giả để liên hệ (corresponding author)

- TÓM TẮT: Font 10, ít nhất 250 từ và không quá 350 từ trong một đoạn văn, không xuống hàng. Từ khóa: 5 - 7 từ, xếp theo thứ tự A - Z.

- MỞ ĐẦU/ĐẶT VẤN ĐỀ: Font 12

- NGUYÊN/ VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP: Font 12

- KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN: Font 12 (có thể tách riêng phần KẾT QUẢ và THẢO LUẬN)

- KẾT LUẬN: Font 12

- TÀI LIỆU THAM KHẢO: Font 10

*Phần tiếng Anh ở cuối bài gồm:*

- TÊN BÀI TIẾNG ANH: chữ in, font 14, bold

- TÊN TÁC GIẢ: không bỏ dấu, chữ thường, font 12 bold, foot notes cho tác giả để liên hệ (corresponding author)

- SUMMARY (tiếng Anh): font 10, một đoạn văn 250 - 350 từ không xuống hàng. Key words: (tiếng Anh), 5 - 7 từ, xếp theo thứ tự A - Z.

### **Một số điểm lưu ý:**

*Cách viết tài liệu tham khảo:*

Trong bài viết, tài liệu được trích dẫn bằng cách ghi tên tác giả, năm xuất bản trong ngoặc (); nếu có 2 tác giả thì dùng dấu phẩy (,), 3 tác giả trở lên thì ghi tác giả đầu + et al., năm, ví dụ: (Nguyễn Văn A et al., 2005). Khi đưa tên tác giả vào câu văn thì thay dấu (,) giữa hai tác giả thành chữ “và”, thay cụm từ “et al.” bằng cụm từ “đồng tác giả”, năm để trong ngoặc đơn, ví dụ: ...Nguyễn Văn A và Trần Văn B (2006)..., ...Nguyễn Văn A và đồng tác giả (2005). Tài liệu tham khảo sắp xếp theo thứ tự A - Z; tên tạp chí quốc tế viết tắt theo quy định quốc tế, không có dấu chấm sau chữ viết tắt.

Tham khảo Danh mục viết tắt các Tạp chí Quốc tế trên mạng Pubmed tại trang Web sau: ([http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/journals/noprov/loftext\\_full\\_noprov.html](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/journals/noprov/loftext_full_noprov.html)); tên tạp chí trong nước, tên sách và các tài liệu khác viết đầy đủ; thứ tự viết: Họ, tên các tác giả - năm xuất bản - tên sách, tên bài báo - tên tạp chí đối với bài báo, hoặc tên nhà xuất bản và nơi xuất bản đối với sách - tập, số - trang đầu và trang cuối của tài liệu.

Đặc biệt lưu ý, chỉ những trích dẫn nêu trong bài mới được ghi vào Tài liệu tham khảo.

*Hình và bảng:* Hình (bao gồm hình vẽ, ảnh, đồ thị, sơ đồ, biểu đồ,...) phải có tính khoa học, bảo đảm chất lượng và thẩm mỹ, đặt đúng vị trí trong bài, có chú thích các ký

hiệu; tên hình và bảng phải ngắn gọn, đủ thông tin; tên hình và số thứ tự ghi ở dưới hình, đối với bảng, tên và số thứ tự ghi ở trên bảng.

Bài viết phải sử dụng các thuật ngữ, danh pháp khoa học phổ biến; các thuật ngữ chưa Việt hóa thì ưu tiên dùng nguyên bản tiếng Anh, đối với các ngôn ngữ thuộc hệ La tinh thì phải có phiên âm La tinh và chú thích rõ ràng. Nếu dùng nhiều từ viết tắt thì phải có danh mục các từ viết tắt không cần chú thích theo đúng quy định chung của nhà nước và quốc tế.


#### **Thời hạn gửi bài**

- Gửi tóm tắt bài tham luận trước ngày 30/7/2015.
- Gửi toàn văn bài tham luận trước ngày 30/8/2015.

**Địa chỉ gửi bài tham luận:** gửi về E-mail: qlkhhtqt@vnkgu.edu.vn

Thông tin chi tiết xin vui lòng liên hệ: Phòng Quản lý khoa học và Hợp tác quốc tế, Trường Đại học Kiên Giang - 320A, Quốc lộ 61, Thị trấn Minh Lương, Huyện Châu Thành, Tỉnh Kiên Giang. Điện thoại: 0773 628 111, Fax: 0773 926 714.

Trường Đại học Kiên Giang trân trọng kính mời các nhà khoa học, giảng viên, nghiên cứu viên gửi bài và tham dự Hội thảo.

*Nơi nhận:* 

- Như kính gửi;
- Lưu: VT, QLKH.

**HIỆU TRƯỞNG**



**Thái Thành Lượm**

# NGHIÊN CỨU SẤY CÁ LÓC THEO NGUYÊN LÝ SẤY BOM NHIỆT KẾT HỢP VI SÓNG

Nguyễn Hay<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng. Nhiệt độ sấy hợp lý cho sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng được xác định trên cơ sở đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của quá trình sấy như thời gian sấy hay tốc độ giảm ẩm, chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy và chất lượng của cá lóc sau khi sấy như màu sắc, mùi vị, hàm lượng đạm, độ mềm của thịt cá. Kết quả đã xác định được nhiệt độ sấy 45°C là phù hợp cho sấy cá lóc. Phương trình dự đoán sự giảm ẩm của cá lóc theo thời gian sấy đã được xác định. Chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy là 3,58 kWh/kg cá, thời gian sấy 12 giờ, tốc độ sấy trung bình 3,45%/h, hàm lượng đạm của cá lóc sau khi sấy đạt 7,58%, thịt cá mềm đều, cá có mùi thơm đặc trưng. Thời gian sấy rút ngắn đáng kể và chất lượng cá lóc sau khi sấy cao hơn các phương pháp làm khô cá lóc hiện đang được sử dụng.

Từ khóa: Cá lóc, sấy bom nhiệt, vi sóng, tốc độ sấy.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá lóc khô là một loại thực phẩm rất được ưa chuộng và có giá trị thương mại cao. Chất lượng cá lóc khô thường được người tiêu dùng đánh giá qua kích thước, mùi vị, màu sắc,... tuy nhiên ít ai quan tâm và cũng không có điều kiện để đánh giá hàm lượng dinh dưỡng trong cá lóc khô.

Hiện nay cá lóc được làm khô chủ yếu bằng cách phơi nắng, bằng lò sấy thủ công hoặc máy sấy không khí nóng với thời gian phơi, sấy rất lâu, kéo dài đến vài ngày. Các phương pháp này đều làm giảm hàm lượng dinh dưỡng trong sản phẩm so với cá tươi. Với phương pháp sấy không khí nóng, nhiệt độ sấy thấp thì thời gian sấy kéo dài, nhiệt độ sấy cao sẽ làm mất dinh dưỡng trong cá và dễ làm thịt cá biến cứng. Với phương pháp phơi nắng sẽ tạo ra sản phẩm có chất lượng rất thấp do sau khi phơi hết một ngày nắng nhưng cá vẫn còn tươi và phải chờ qua đêm để hôm sau phơi tiếp, điều này đã làm protein trong cá bị phân hủy, mặt khác cá bị nhiễm khuẩn rất cao do ruồi, côn trùng, bụi bẩn,...

Bên cạnh đó, do đặc thù về hình dạng của cá (chỗ thịt dày, thịt mỏng) nên các phương pháp phơi sấy hiện nay tạo ra sản phẩm cá khô không đồng đều về ẩm độ, nếu độ ẩm không đạt sẽ làm cá mau bị mốc, nếu độ ẩm quá thấp sẽ làm thịt cá khô trở nên cứng.

Sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng có rất nhiều ưu

điểm. Trên thế giới hiện đã có một số công bố về sấy cá bằng vi sóng như công trình của Hosain Darvishi và các cộng sự (2013) nghiên cứu về sấy cá hồi, kết quả đánh giá về chất lượng sản phẩm và thời gian sấy đã cho thấy phương pháp sấy vi sóng ưu việt hơn hẳn. Ngoài ra còn có các công trình nghiên cứu khác về sấy cá bằng vi sóng của Yuttapong và cộng sự (2006), Zhen-hua Duan và cộng sự (2011), Boyo và cộng sự (2013), Mohammad và cộng sự (2015)... Tuy nhiên ứng dụng vi sóng cho sấy cá lóc vẫn chưa được nghiên cứu để áp dụng tại Việt Nam.

## 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN

- Phương pháp tính toán thiết kế: việc tính toán thiết kế máy sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng được thực hiện dựa trên các tính chất nhiệt, tính chất vật lý của cá lóc, lý thuyết tính toán về truyền nhiệt, truyền ẩm và lý thuyết sấy bom nhiệt (Trần Văn Phú, 2002).

- Phương pháp chế tạo: máy được chế tạo đơn chiếc theo từng hộ chi tiết và cụm chi tiết điển hình. Một số chi tiết tiêu chuẩn được tính toán và chọn mua trên thị trường.

- Vật liệu sấy: cá lóc có khối lượng 0,7 kg/con. Cá được đánh vảy, mổ lấy hết nội tạng, cắt bỏ đầu, đuôi sau đó đem rửa sạch. Xẻ cá theo chiều dọc xương sống, bỏ xương. Ngâm cá vào nước muối có nồng độ 10% trong thời gian 30 phút, sau đó rửa sạch và bắt đầu sấy. Ẩm độ cá ban đầu 72%, ẩm độ yêu cầu sau khi sấy 30 ± 1%.

- Ẩm độ của cá được xác định bằng phương pháp tu sấy tại 105°C, sấy cho đến khi khối lượng cá không

<sup>1</sup> Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

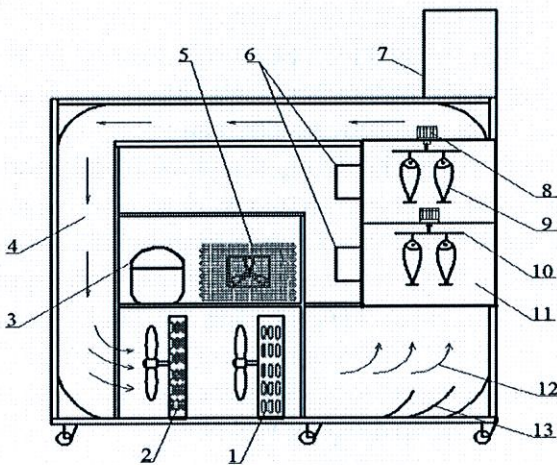
thay đổi. Các số liệu thí nghiệm được xử lý thống kê bằng phương pháp sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa (Least Significant Difference - LSD).

- Để đánh giá hiệu quả khi sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng, cá lóc được sấy đối chứng theo nguyên lý sấy không khí nóng, sấy bơm nhiệt và phơi nắng. Các chỉ tiêu đánh giá là thời gian sấy, chất lượng cá khô sau khi sấy như màu sắc, mùi vị và dinh dưỡng. Hàm lượng dinh dưỡng của cá được kiểm định theo TCVN 8134:2009.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Kết quả tính toán thiết kế và chế tạo**

Nguyên lý cấu tạo máy sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng được trình bày trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo máy sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng

1. Dàn ngưng tụ chính; 2. Dàn bay hơi; 3. Máy nén; 4. Kênh dẫn tác nhân sấy; 5. Dàn ngưng tụ phụ; 6. Đầu phát vi sóng; 7. Tủ điện điều khiển; 8. Động cơ quay khung treo cá; 9. Cá lóc; 10. Khung treo cá; 11. Buồng sấy; 12. Hướng đi tác nhân sấy; 13. Cánh hướng dòng tác nhân sấy.

Nguyên lý làm việc: cá lóc sau khi xử lý được cung cấp vào buồng sấy (11) và móc lên khung treo (10). Tác nhân sấy được quạt hút thổi vào buồng sấy (11), để cá nhận sóng đều hơn nhờ động cơ quay (8), bộ vi sóng (6) có tác dụng gia nhiệt vật liệu đến nhiệt độ sấy. Tác nhân sấy khi đã qua buồng sấy được hồi lưu hoàn toàn qua kênh dẫn tác nhân sấy (4) và trở về dàn bay hơi (2) của bộ bơm nhiệt để thực hiện quá trình tách ẩm. Sau khi qua dàn bay hơi, tác nhân tiếp tục đi vào dàn ngưng tụ (1) của bơm nhiệt, tại đây tác nhân sấy được gia nhiệt thêm và độ ẩm của tác nhân

sấy giảm mạnh. Sau khi qua bộ bơm nhiệt, tác nhân sấy được quạt thổi vào buồng sấy và lặp lại chu trình trên.

Trên cơ sở năng suất, nhiệt độ sấy, đặc tính cá lóc,... kết quả tính toán thiết kế đã xác định được các thông số của máy sấy cá lóc như sau:

- Năng suất mô hình: 3 kg/mê.
- Nhiệt độ tác nhân sấy theo thiết kế là 50°C và có thể điều chỉnh, giám sát tự động.
- Buồng sấy có kích thước: dài x rộng x cao = 500 x 500 x 600 mm.
- Lưu lượng tác nhân sấy cần thiết 0,006 m<sup>3</sup>/s.
- Nhiệt lượng cần thiết làm nóng cá đến nhiệt độ sấy là 211 kJ. Công suất vi sóng theo tính toán là 870 W, vậy chọn đầu phát vi sóng phổ thông có công suất 900 W, tần số 2.450 MHz.
- Số vòng quay của khung treo cá là 5 vòng/phút. Công suất động cơ truyền động 50 W.
- Nhiệt lượng cung cấp cho quá trình sấy để bay hơi 1 kg ẩm là 3.400 kJ/kg ẩm.
- Tổng trở lực của toàn bộ hệ thống sấy bao gồm đường ống, dàn ngưng tụ, dàn bay hơi, buồng sấy,... là 1.843 Pa.
- Quạt sấy là quạt ly tâm, công suất động cơ của quạt 1/4 HP.



Hình 2. Máy sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng

Từ các kết quả tính toán thiết kế, máy sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng được chế tạo hoàn chỉnh như hình 2.

**3.2. Kết quả sấy thử nghiệm**

Để so sánh hiệu quả của sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng so với phương pháp

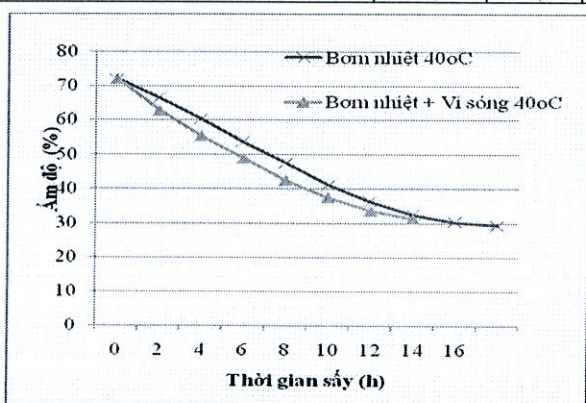
sấy bom nhiệt. Các thí nghiệm được thực hiện với cả 2 phương pháp tại 3 mức nhiệt độ tác nhân sấy là 40°C, 45°C và 50°C nhằm xác định nhiệt độ sấy phù hợp trên cơ sở đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của quá trình sấy như thời gian sấy hay tốc độ giảm ẩm và

chất lượng cá lóc sau khi sấy. Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần và tính giá trị trung bình.

Kết quả so sánh ẩm độ cá lóc theo thời gian sấy của hai phương pháp tại nhiệt độ sấy 40°C được trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1. So sánh ẩm độ của cá lóc bằng phương pháp sấy bom nhiệt so với sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng tại nhiệt độ tác nhân sấy 40°C**

Phương pháp sấy tại nhiệt độ tác nhân sấy 40°C	Thời gian sấy (h)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	17
Sấy bom nhiệt	72,0	66,4	60,3	53,6	47,5	41,1	36,2	32,4	30,2	29,3
Sấy bom nhiệt - vi sóng	72,0	62,8	55,4	48,9	42,4	37,4	33,5	31,2		



**Hình 3. Biểu đồ giảm ẩm của cá lóc theo thời gian tại nhiệt độ tác nhân sấy 40°C**

Tại nhiệt độ tác nhân sấy 40°C, khi sấy theo phương pháp sấy bom nhiệt, cá lóc với ẩm độ ban đầu 72% sẽ đạt độ khô theo yêu cầu sau 14 giờ sấy. Khi có sự hỗ trợ của vi sóng trong quá trình sấy, thời

gian sấy là 14 giờ. Như vậy, khi có sự hỗ trợ của vi sóng, thời gian sấy đã rút ngắn được 3 giờ.

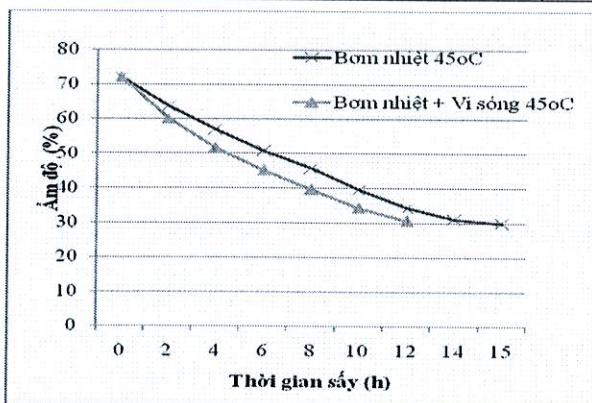
Tốc độ sấy trung bình của phương pháp sấy bom nhiệt là 2,5%/h, khi sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng là 2,8%/h.

Đánh giá cảm quan về màu sắc và mùi vị không thấy sự khác biệt. Cá lóc sau khi sấy có mùi thơm đặc trưng của cá khô, thịt cá mềm đều. Chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy là 3,31 kWh/kg. Hàm lượng đạm (hàm lượng nitơ tổng) của cá sau khi sấy bằng phương pháp sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng đạt 7,90%.

Tiến hành tương tự tại mức nhiệt độ sấy 45°C, kết quả so sánh ẩm độ cá lóc theo thời gian sấy của hai phương pháp tại nhiệt độ sấy 45°C được trình bày trong bảng 2.

**Bảng 2. So sánh ẩm độ của cá lóc bằng phương pháp sấy bom nhiệt so với sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng tại nhiệt độ tác nhân sấy 45°C**

Phương pháp sấy tại nhiệt độ tác nhân sấy 45°C	Thời gian sấy (h)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	15	
Sấy bom nhiệt	72,0	63,6	56,9	50,8	45,7	39,5	34,3	31,0	29,8	
Sấy bom nhiệt - vi sóng	72,0	60,1	51,6	45,2	39,6	34,2	30,6			



**Hình 4. Biểu đồ giảm ẩm của cá lóc theo thời gian tại nhiệt độ tác nhân sấy 45°C**

Tại nhiệt độ tác nhân sấy 45°C, khi sấy theo phương pháp sấy bom nhiệt, thời gian sấy là 15 giờ. Khi có sự hỗ trợ của vi sóng trong quá trình sấy, thời gian sấy là 12 giờ. Như vậy, khi có sự hỗ trợ của vi sóng, thời gian sấy đã rút ngắn tương tự như tại nhiệt độ 40°C là được 3 giờ.

Tốc độ sấy trung bình của phương pháp sấy bom nhiệt là 2,8%/h, khi sấy bom nhiệt kết hợp vi sóng là 3,5%/h. Chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy là 3,58 kWh/kg.

Hàm lượng đạm của cá sau khi sấy bằng phương pháp sấy bom nhiệt đạt 7,58%, thấp hơn 0,32% so với

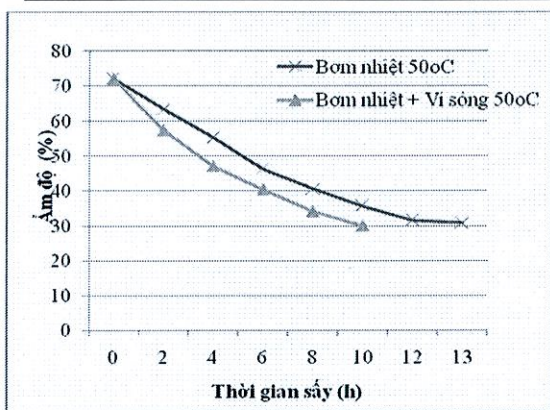
tại mức nhiệt độ sấy 40°C. Tuy nhiên, sự khác biệt này không có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức ý nghĩa 0,05, hay nói cách khác là không có sự khác nhau về hàm lượng đạm của cá lóc khi sấy tại nhiệt độ 40°C và 45°C.

Đánh giá cảm quan về màu sắc và mùi vị không thấy sự khác biệt. Cá lóc sau khi sấy có mùi thơm đặc trưng của cá khô, thịt cá mềm đều.

Kết quả so sánh ẩm độ cá lóc theo thời gian sấy của hai phương pháp tại nhiệt độ sấy 50°C được trình bày trong bảng 3.

**Bảng 3.** So sánh ẩm độ của cá lóc bằng phương pháp sấy bơm nhiệt so với sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng tại nhiệt độ tác nhân sấy 50°C

Phương pháp sấy tại nhiệt độ tác nhân sấy 50°C	Thời gian sấy (h)							
	0	2	4	6	8	10	12	13
Sấy bơm nhiệt	72,0	63,4	55,3	46,3	40,6	35,7	31,6	30,8
Sấy bơm nhiệt - vi sóng	72,0	57,4	47,2	40,5	34,2	30,0		



**Hình 5.** Biểu đồ giảm ẩm của cá lóc theo thời gian tại nhiệt độ tác nhân sấy 50°C

Tại nhiệt độ tác nhân sấy 50°C, khi sấy theo phương pháp sấy bơm nhiệt, thời gian sấy là 13 giờ. Khi có sự hỗ trợ của vi sóng trong quá trình sấy, thời gian sấy là 10 giờ. Như vậy, khi có sự hỗ trợ của vi sóng, thời gian sấy đã rút ngắn được 3 giờ.

Tốc độ sấy trung bình của phương pháp sấy bơm nhiệt là 3,1%/h, khi sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng là 4,2%/h. Chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy là 4,47 kWh/kg. Hàm lượng đạm của cá sau khi sấy bằng phương pháp sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng là 5,23%, giảm mạnh so với tại mức nhiệt độ sấy 45°C và sự sai khác này có ý nghĩa về mặt thống kê ở mức ý nghĩa 0,05.

Đánh giá cảm quan về màu sắc và mùi vị không thấy sự khác biệt. Cá lóc sau khi sấy có mùi thơm đặc trưng của cá khô. Tuy nhiên, thịt cá cứng hơn tại mức nhiệt độ sấy 40°C và 45°C, đặc biệt là tại phần đuôi cá.

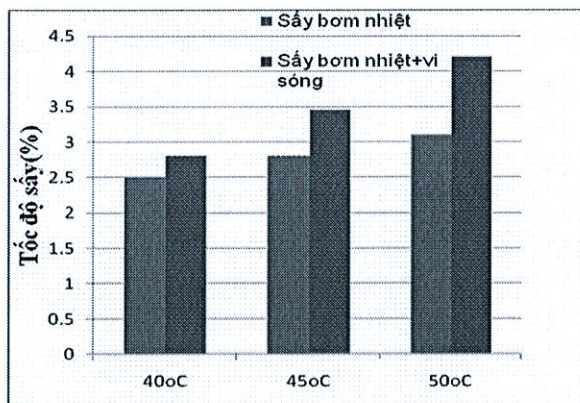
Kết quả so sánh tốc độ sấy trung bình của phương pháp sấy bơm nhiệt và sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng tại 3 mức nhiệt độ sấy 40°C, 45°C và 50°C

được trình bày trong bảng 4 và biểu diễn biểu đồ trên hình 6.

**Bảng 4.** So sánh tốc độ giảm ẩm (%/h) của hai phương pháp sấy tại các mức nhiệt độ sấy

Phương pháp sấy	Nhiệt độ sấy		
	40°C	45°C	50°C
Bơm nhiệt	2,5	2,8	3,1
Bơm nhiệt - vi sóng	2,8 <sup>c</sup>	3,5 <sup>b</sup>	4,2 <sup>a</sup>

Các giá trị có ký hiệu chữ khác nhau: khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 0,05.



**Hình 6.** So sánh tốc độ sấy trung bình của phương pháp sấy bơm nhiệt và sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng ở 3 mức nhiệt độ với cá lóc

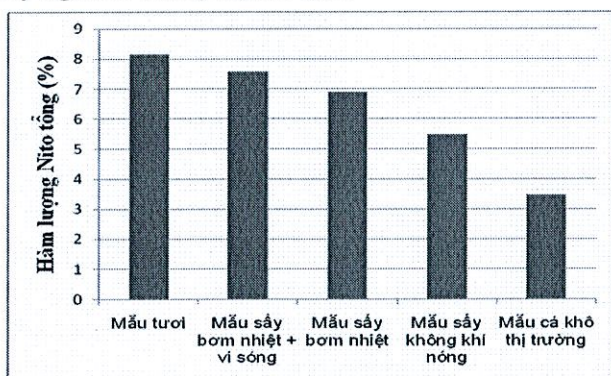
Các số liệu so sánh về thời gian sấy hay tốc độ giảm ẩm, chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy, hàm lượng đạm của cá sau khi sấy (ngoại trừ tại hai mức nhiệt độ 40°C và 45°C) được xử lý thống kê đã cho thấy có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05. Từ các kết quả này, căn cứ vào thời gian sấy, chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy, chất lượng cá sau khi sấy có thể kết luận tại mức nhiệt độ sấy 45°C là phù hợp cho sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng.

Để so sánh chất lượng dinh dưỡng của cá lóc với các phương pháp sấy khác nhau, tiến hành thực nghiệm so sánh với mẫu cá được sấy bằng phương pháp sấy không khí nóng và mẫu cá mua trên thị trường. Kết quả xét nghiệm hàm lượng đạm của cá lóc được trình bày trong bảng 5.

**Bảng 5. Kết quả xét mẫu hàm lượng đạm của cá lóc (Hàm lượng nitơ tổng)**

TT	Loại mẫu	Hàm lượng nitơ tổng (%)
1	Mẫu cá tươi	8,14 <sup>a</sup>
2	Mẫu cá sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng	7,58 <sup>b</sup>
3	Mẫu cá sấy bơm nhiệt	6,88 <sup>c</sup>
4	Mẫu cá sấy không khí nóng	5,49 <sup>d</sup>
5	Mẫu cá khô mua trên thị trường	3,47 <sup>e</sup>

Các giá trị có ký hiệu chữ khác nhau: khác biệt có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 0,05.



**Hình 7. Biểu đồ so sánh hàm lượng nitơ tổng trong cá lóc**

Kết quả khảo nghiệm và xét mẫu đã cho thấy hàm lượng nitơ tổng của mẫu sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng là cao hơn so với các phương pháp còn lại ( $p < 0,05$ ). Đánh giá về mặt cảm quan thì sản phẩm sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng có màu sắc hấp dẫn, giữ được mùi vị đặc trưng của cá.

Kết quả xây dựng phương trình dự đoán sự giảm ẩm  $W(\%)$  theo thời gian sấy  $t(h)$  trong quá trình sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng như sau:

$$W = 71,4595 - 5,1821.t + 0,1476.t^2 ; (R^2 = 0,994).$$

#### 4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở mục đích nghiên cứu và đặc tính của cá lóc, mô hình máy sấy cá lóc theo nguyên lý sấy

bơm nhiệt kết hợp vi sóng đã được tính toán thiết kế và chế tạo.

Các thí nghiệm đã được thực hiện nhằm xác định nhiệt độ sấy hợp lý cho sấy cá lóc trên cơ sở đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của quá trình sấy như thời gian sấy hay tốc độ giảm ẩm, chi phí điện năng riêng cho quá trình sấy và chất lượng của cá lóc sau khi sấy như màu sắc, mùi vị, hàm lượng đạm, độ mềm của thịt cá. Kết quả đã xác định được nhiệt độ sấy 45°C là phù hợp cho sấy cá lóc theo nguyên lý sấy bơm nhiệt kết hợp vi sóng.

Kết quả đo đạc và xử lý số liệu đã xác định được mức tiêu thụ điện năng riêng cho quá trình sấy là 3,58 kWh/kg cá, thời gian sấy 12 giờ, tốc độ sấy trung bình 3,45%/h, hàm lượng đạm của cá lóc sau khi sấy đạt 7,58%, thịt cá mềm đều, cá có mùi thơm đặc trưng. Thời gian sấy được rút ngắn đáng kể và chất lượng cá sau khi sấy hơn hẳn các phương pháp làm khô cá lóc hiện đang sử dụng như sấy bơm nhiệt, sấy không khí nóng và phương pháp phơi nắng thường dùng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Boyo H. O., Boyo A. O., Osibona A., Ishola F., 2013. An automated combined microwave and electric - element Fish dryer. International Journal of Computational Engineering Research. Vol. 3. Issue 6, pages 38-41.
2. Hosain Darvishia, Mohsen Azadbakhtb, Abbas Rezaeiaslb, Asie Farhang, 2013. Drying characteristics of sardine fish dried with microwave heating. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. Vol. 12. Issue 2, pages 121-127.
3. Mohammad Zareina, Seyed Hashem Samadib, Barat Ghobadianb, 2015. Investigation of microwave dryer effect on energy efficiency during drying of apple slices. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. Vol. 14. Issue 1, pages 41-47.
4. Trần Văn Phú, 2002. Tính toán và thiết kế hệ thống sấy. Nhà xuất bản Giáo dục.
5. Yuttapong Pianroj, Pansak Kerdthongmee, Mudtorlep Nisoa, Priwan Kerdthongmee, Jirapong Galakarn, 2006. Development of a microwave system for highly-efficient drying of fish. Journal of Sci & Tech. Vol. 3(2): 237-250.



6. Zhen-hua Duana, Li-na Jiangb, Ju-lan Wanga, Xiao-yang Yub, Tao Wang, 2011. Drying and quality characteristics of tilapia fish filets

dried with hot air-microwave heating. Food and Bioproducts Processing. Vol. 89. Issue 4, pages 472-476.

**STUDY ON COMBINING HEAT PUMP AND MICROWAVE FOR SNAKEHEAD FISH DRYING**

Nguyen Hay

**Summary**

The study was performed to combine heat pump and microwave for snakehead fish drying. The suitable drying temperature for snakehead fish drying was determined base on the basis of evaluation of technical criteria such as drying time or drying rate, specific energy consumption for the drying process and the quality of snakehead fish after drying as color, flavor, protein, fish meat tenderness. The result have identified the suitable drying temperature for snakehead fish drying is 45°C. The predicted equation for moisture content of snakehead fish versus drying time in the drying process was determined. The specific energy consumption for the drying process of 3.58 kWh/kg of fish, drying time of 12 hours, the average drying rate of 3.45%/h, protein content of dried snakehead fish of 7.58%, meat of fish is soft and have excellent aroma. The drying time reduced considerably and quality of dried snakehead fish are higher than the current methods.

**Keywords:** *Snakehead fish, heat pump drying, microwave, drying rate.*

**Người phản biện:** GS.TSKH. Phạm Văn Lang

**Ngày nhận bài:** 23/5/2015

**Ngày thông qua phản biện:** 25/5/2015

**Ngày duyệt đăng:** 01/6/2015