

# THIẾT BỊ SẤY CÁ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TẠI VIỆT NAM

Fish solar dryer and application in Viet Nam

Nguyễn Xuân Trung<sup>1</sup>

Đình Vương Hùng<sup>2</sup>

## Tóm tắt

Sấy năng lượng mặt trời là giải pháp hấp dẫn và hiệu quả để nâng cao chất lượng sản phẩm, giảm chi phí sấy và góp phần bảo vệ môi trường. Bài báo trình bày thực trạng chế biến cá khô tại Việt Nam và khuyến nghị sử dụng thiết bị sấy năng lượng mặt trời với các thiết kế khác nhau, gồm cả đối lưu tự nhiên, đối lưu cưỡng bức và sấy lai. Trong đó, thiết bị có cấu tạo đơn giản, rẻ tiền thì hiệu suất và năng suất thấp; ngược lại thiết bị có hiệu suất và năng suất cao thì tuổi thọ cao và đắt tiền. Thiết bị sấy kiểu lều và kiểu tủ thích hợp với quy mô gia đình. Thiết bị sấy đối lưu cưỡng bức kiểu nhà kính, kiểu đường hầm và sấy lai kiểu buồng có thể phù hợp với quy mô thương mại nhỏ. Thiết bị sấy lai đối lưu cưỡng bức kiểu buồng có thể phát triển ở quy mô lớn.

**Từ khóa:** Sấy cá, năng lượng mặt trời, đối lưu tự nhiên, đối lưu cưỡng bức.

## Abstract

Solar drying is a compelling and effective solution to improve product quality, reduce drying cost and contribute to environmental protection. This article presents the actual situation of dry fish processing in Viet Nam and encourages the use of different designs including natural convection, forced convection and hybrid dryer. Simple structure and low-cost dryers are of low performance and productivity while high performance and high capacity dryers are of longer life and more expensive. Solar tent type and solar cabinet type can fit household scale, while forced convection greenhouse type, solar tunnel type and hybrid chamber type are suitable for small commercial business. Hybrid forced chamber type can be developed on a larger scale.

**Keywords:** Fish drying, solar, actual situation, usability.

## 1. Mở đầu

Thủy hải sản khô, chủ yếu là các loại cá có sản lượng đánh bắt, nuôi trồng lớn như cơm, nục, đù, chỉ vàng, bò, basa..., là một trong những mặt hàng xuất khẩu có giá trị của Việt Nam đến nhiều nơi trên thế giới, cũng như tiêu thụ nội địa. Tuy nhiên, với cách thức làm khô chủ yếu là phơi nắng, cá khô Việt Nam thường có chất lượng không cao. Trong khi phơi, cá bị nhiễm bụi, nấm, mốc hay côn trùng phá hoại, do đó không đảm bảo vệ sinh thực phẩm. Khi trời nắng yếu, cá phải được phơi trong nhiều ngày, hoặc khi trời nắng to cá bị quá khô đều làm giảm hàm lượng dinh dưỡng của sản phẩm. Bên cạnh đó, một số nơi còn có hiện tượng sử dụng hóa chất độc hại trong chế biến cá khô để chống mốc và ruồi, bọ xâm nhập. Ngoài chất lượng không cao dẫn đến giá bán thấp, chế biến cá khô bằng cách phơi nắng còn gặp phải thiệt hại kinh tế như chạy mưa không kịp bị hư hỏng phải đổ bỏ.

Việc sử dụng các loại năng lượng truyền thống để sấy cá, mặc dù sẽ đảm bảo chất lượng, nhưng là

lựa chọn thiếu khả thi ở điều kiện nước ta do các yếu tố giá thành sản phẩm, sự không sẵn có của nguồn năng lượng (như than đá) đối với khu vực ven biển và sự thiếu thân thiện với môi trường. Do đó, những thiết bị sấy loại này hiếm khi được đầu tư và sử dụng. Lựa chọn phù hợp là sử dụng nguồn năng lượng tái tạo.

Ở nước ta, năng lượng mặt trời có hầu như quanh năm, số giờ nắng trung bình trong năm là 1.854 giờ, cường độ bức xạ trung bình năm là 1.675 kWh/m<sup>2</sup>, tiềm năng năng lượng mặt trời tốt nhất là ở các vùng từ Thừa Thiên Huế trở vào Nam. Nghiên cứu sử dụng nguồn năng lượng mặt trời thay thế cho năng lượng truyền thống đang dần cạn kiệt là rất có ý nghĩa trong việc giảm chi phí cho quá trình sấy, nâng cao chất lượng sản phẩm và góp phần bảo vệ môi trường.

## 2. Thực trạng chế biến cá khô tại Việt Nam

Thực trạng chế biến cá khô tại nước ta có thể đánh giá qua mặt hàng cá cơm khô, loại hải sản có sản lượng lớn và được chế biến khắp các địa phương từ Bắc vào Nam. Những địa phương có

<sup>1</sup> Thạc sĩ, Trường Trung học Giao thông vận tải Huế

<sup>2</sup> Tiến sĩ, Trường Đại học Nông lâm - Đại học Huế

nghe chế biến cá cơm khô phát triển là Hải Hậu (Nam Định), Quỳnh Lưu (Nghệ An), Gio Linh và Vĩnh Linh (Quảng Trị), Bình Sơn và Sơn Tịnh (Quảng Ngãi), Phù Mỹ (Bình Định), Sông Cầu (Phú Yên), Nha Trang (Khánh Hòa), Cà Ná (Ninh Thuận), Phan Thiết và La Gi (Bình Thuận), Vũng Tàu (Bà Rịa – Vũng Tàu), Phú Quốc và Rạch Giá (Kiên Giang). Sản phẩm chủ yếu được xuất khẩu sang Trung Quốc, một thị trường dễ tính. Ở Hàn Quốc, với 40 triệu dân có thói quen ăn cá cơm khô quanh năm, sản phẩm của Thái Lan và Trung Quốc hoàn toàn chiếm ưu thế so với Việt Nam.



(a)



(b)

**Hình 1. Phơi nắng cá cơm tại Cửa Việt, Gio Linh, Quảng Trị (a) và tại Xí nghiệp Chế biến cá cơm Hòn Chông, Kiên Giang<sup>3</sup> (b)**



**Hình 2. Hai thiết bị sấy cá cơm bằng than đá không còn sử dụng tại Gio Linh, Quảng Trị**

Phân tích chất lượng cá cơm phơi nắng tại Gio Việt, Gio Linh, Quảng Trị (Hình 1) cho thấy sản phẩm cá cơm khô có hàm lượng protein thấp so với sản phẩm sấy và bị nhiễm khuẩn E. Coli vượt mức cho phép là 10 trong 1g sản phẩm, theo tiêu chuẩn TCVN 5649: 2006 Thủy sản khô – Yêu cầu vệ sinh (Bảng 1). Bên cạnh đó, với độ ẩm 31,2% dễ nhận thấy rằng sản phẩm mới ở mức sơ chế cần phải làm khô tiếp tục đến dưới 25% mới đóng gói để bảo quản lâu dài được.

**Bảng 1. Một số chỉ tiêu hóa lý và vi sinh cá cơm phơi khô sản xuất tại Gio Linh, Quảng Trị**

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Tài liệu thử	Kết quả
1	Độ ẩm	%	TCVN 6508:2007	31,2
2	Protein	%	TCVN 6508:2007	32,4
3	Lipid	%	TCVN 3705:1990	2,1
4	E. Coli	MPN/g	TCVN 6846:2007	1,1.10 <sup>2</sup>
5	S. aureus	MPN/g	AOAC 987.09	< 3

Với thiết bị sấy, nếu có, chỉ sử dụng khi không thể phơi được vì làm tăng giá thành sản phẩm. Một thiết bị sấy bằng dầu DO có mức tiêu hao nhiên liệu gần 100 lít/m<sup>2</sup> 500kg (Bùi Việt Hùng 2005), khá cao với giá 18.770 đ/lít dầu DO hiện nay. Thiết bị sấy bằng than đá tiêu hao khoảng 28 kg/m<sup>2</sup> 300kg (Máy sấy cá cơm 2011), chi phí có thể chấp nhận được với giá khoảng 4.000 đ/kg hiện nay. Tuy vậy, khó khăn của các hộ chế biến cá cơm khô là mua than đá với số lượng nhỏ tại địa phương. Khảo sát tại Gio Linh, Quảng Trị cho thấy thiết bị sấy bằng than đá của các hộ kinh doanh đã không còn được sử dụng (Hình 2). Số hộ kinh doanh cá cơm khô đăng ký ở địa phương này là 90, mỗi hộ đều có lò luộc, sản phơi, với khả năng chế biến 2 – 5 tấn/ngày.

### 3. Thiết bị sấy cá bằng năng lượng mặt trời

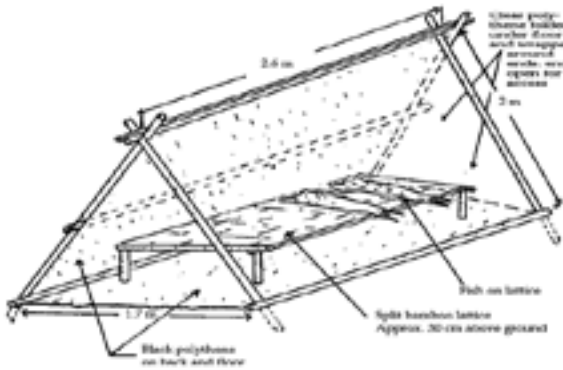
Phần lớn thiết bị sấy bằng năng lượng mặt trời được phát triển để sấy hạt, rau, quả. Một số thiết bị được thiết kế để sấy cá hạt, rau, quả và cá. Tuy vậy,

<sup>3</sup> Sân phơi cá cơm. xem 06/12/2014, <<http://www.kigimex.com.vn/modules.php?name=donvitructhuoc&op=viewst&sid=466&newlang=vietnamese>>

cũng đã có một số thiết bị sấy năng lượng mặt trời đã được nghiên cứu và phát triển để sấy các loại cá khác nhau, bao gồm sấy đối lưu tự nhiên và đối lưu cưỡng bức. Nhiệt độ sấy cá khoảng 40 - 50°C để cá không bị chín, quá khô và dòn.

### 3.1. Thiết bị sấy kiểu lều

Doe và cộng sự (1997) thử nghiệm một lều sấy cá ở Bangladesh với khung bằng tre, nền và mặt Bắc của lều là tấm polythene đen, các mặt còn lại phủ tấm polythene trong suốt (Hình 3). Không khí đối lưu tự nhiên từ dưới lên hai góc tam giác của đỉnh lều. Kết quả cho thấy nhiệt độ tối đa trong lều đạt 48°C so với 27°C bên ngoài. Cá được sấy đến độ ẩm cần thiết trong 3 ngày mà không bị nhiễm trùng ruồi, trong khi cá phơi nắng cần 4 ngày và bị nhiễm nặng.



Hình 3. Lều sấy cá năng lượng mặt trời của Doe và cs.

Olorok và Omojowo (2009) sử dụng đá cuội sơn đen thay cho tấm polythene đen trên mặt nền, gọi là lều sấy Kainji. Một nghiên cứu so sánh được thực hiện giữa lều Kainji và lều Doe, với nguyên liệu sấy là cá ba sa sông Nile (*Bagrus bayad*) phi lê, ướp muối. Kết quả cho thấy nhiệt độ trong lều Kainji cao hơn từ 3 - 5°C so với lều Doe và cao hơn từ 7 - 12°C so với môi trường. Ojutiku và cộng sự (2009) so sánh giữa phơi nắng cá mũi voi nhỏ (*Hyperopisus bebe*) và sấy bằng lều Kanji. Sau 120 giờ, sản phẩm sấy có chất lượng cao hơn về vệ sinh và dinh dưỡng so với sản phẩm phơi, độ ẩm sau sấy là 10% và sau phơi là 11,5%, hàm lượng protein là 62% và 59,8%, hàm lượng lipid là 26,50% và 28,50% tương ứng.

Như vậy, so với phơi, thiết bị sấy kiểu lều đã nâng cao được chất lượng và vệ sinh cho sản phẩm cá khô. Tuy nhiên, năng suất sấy rất thấp và do vậy khó có khả năng ứng dụng hiệu quả trong thực tế. Lều Doe hoàn toàn không được nông dân Bangladesh sử dụng (Janjai and Bala 2012).

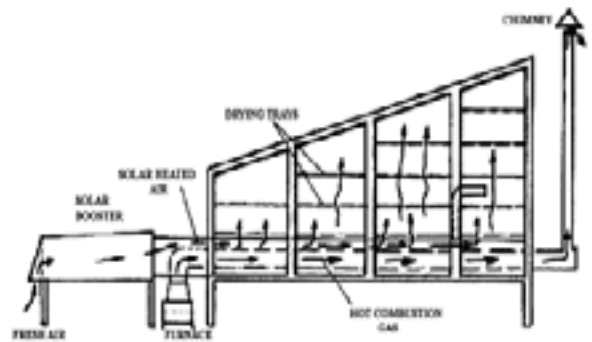
### 3.2. Thiết bị sấy kiểu hộp

Hình 4 trình bày thiết bị sấy trực tiếp kiểu hộp SD-165 đã được thương mại hóa tại Thái Lan để sấy cá, thịt, trái cây. Thiết bị có kích thước 110cm x 150cm bằng thép mạ kẽm, gồm 12 khay sấy, mặt trên là kính trong suốt. Không khí đối lưu tự nhiên. Giá thiết bị là 12.000 bath, tức khoảng 7.680.000 đồng (tỷ giá năm 2014) dùng cho hộ gia đình.



Hình 4. Thiết bị sấy kiểu hộp SD-165.

Một thiết bị sấy hộp khác được phát triển ở Philippines dùng cho trái cây và cá như Hình 5 (Sankat và Mujaffar 2004). Thiết bị có nhiều tầng và khay sấy, bao gồm một khung gỗ dạng hộp hình thang (rộng 1,2m x dài 2,4m x cao 1,2m) với mái và thành là các tấm polyacetate trong suốt. Không khí từ môi trường đối lưu tự nhiên vào thiết bị qua cửa chớp điều chỉnh ở phần dưới mặt trước và đi ra ngoài qua lỗ thoát ở phần trên mặt sau. Năng suất sấy khoảng 100kg/m<sup>2</sup>. Một bộ phận tăng nhiệt đơn giản, là một bộ thu phẳng bằng gỗ nắp nhựa trong suốt có tấm thu nhiệt bằng tôn mạ kẽm sơn đen, và một nguồn nhiệt hỗ trợ được lắp thêm vào thiết bị sấy. Nguồn nhiệt hỗ trợ là một lò đốt sinh khối để sấy vào ban đêm. Có thể thấy đây là thiết bị sấy hỗn hợp, với một bộ thu nhiệt riêng, đối lưu tự nhiên và lai.

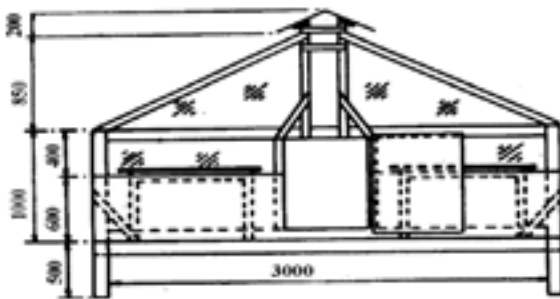


Hình 5. Thiết bị sấy kiểu hộp có nhiều tầng khay với nguồn nhiệt hỗ trợ.

So với lều sấy, thiết bị sấy kiểu hộp có năng suất sấy cao hơn, bền hơn, sử dụng được thuận tiện và lâu dài. Việc lắp thêm nguồn nhiệt hỗ trợ rất thuận lợi cho ngày nắng yếu và cho việc sấy vào ban đêm.

### 3.3. Thiết bị sấy kiểu nhà kính

Có thể nói thiết bị sấy kiểu nhà kính là một bước phát triển từ thiết bị sấy kiểu lều, với quy mô lớn hơn, tuổi thọ cao hơn và khả năng ứng dụng tốt hơn. Mukherjee et al. (1990) thiết kế và xây dựng thiết bị sấy cá năng lượng mặt trời kiểu nhà kính có kích thước dài 5,0m x rộng 3,0m x cao 2,05m, tại Kharagpur, Ấn Độ (Hình 6). Kết quả thử nghiệm cho thấy nhiệt độ bên trong chênh lệch từ 18-24 °C so với môi trường, 56 kg cá các loại được sấy khô trong vòng 2-3 ngày để làm giảm độ ẩm từ khoảng 75% xuống khoảng 15%. Thiết bị sấy được kết luận là phù hợp với quy mô gia đình ở vùng ven biển.



**Hình 6. Thiết bị sấy cá kiểu nhà kính tại Kharagpur, Ấn Độ.**

Tổ chức Practical Action (2006) đã xây dựng các thiết bị sấy cá kiểu nhà kính đối lưu tự nhiên tại vùng ven biển Sri Lanka, gồm hai loại là cố định và di động (Hình 7). Thiết bị sấy cố định có khung bằng gỗ, phủ tấm polythene trong suốt, có kích thước dài 7,7m x rộng 4,7m x cao 3,9m (tính đến nóc), lắp đặt cố định trên nền xi măng với tường gạch cao 0,8m. Các tấm thu nhiệt bằng tấm kim loại dạng lượn sóng sơn đen được lắp dưới phần mái, hợp với các thành bên tạo thành buồng sấy. Thiết bị này có năng suất 100 kg/m<sup>2</sup>. Thiết bị sấy di động là một khung kim loại, xếp lại được, phủ tấm polythene trong suốt, đặt trên nền bê tông. Kích thước dài 3,8m x rộng 3,2m x cao 2,0m, bên trong đặt bốn giá sấy bằng gỗ có bảy tầng khay căng lưới nhựa. Năng suất 50 kg/m<sup>2</sup>.



(a)

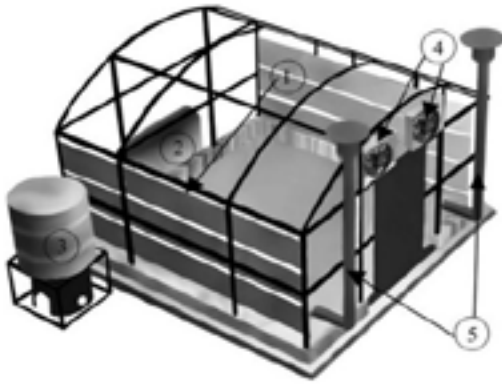


(b)

**Hình 7. Thiết bị sấy cá kiểu nhà kính cố định (a) và di động (b) tại Sri Lanka.**

Có thể thấy, thiết bị sấy kiểu nhà kính đối lưu tự nhiên có ưu điểm là khối lượng sấy lớn hơn ở kiểu hộp và kiểu lều. Tuy vậy, tốc độ sấy lại thấp hơn hoặc tương đương. Thiết bị loại này chủ yếu để đảm bảo vệ sinh cho sản phẩm sấy, nhưng ở các thị trường dễ tính, sản phẩm sấy sẽ có giá thành không khác với sản phẩm phơi. Do đó, việc ứng dụng sẽ gặp khó khăn.

Điều này gợi ý là nên đối lưu cưỡng bức với thiết bị sấy kiểu nhà kính. Abdullah và cộng sự (Janjai and Bala 2012) đã phát triển một thiết bị sấy kiểu nhà kính đối lưu cưỡng bức ở Indonesia (Hình 8). Thiết bị bao gồm một cấu trúc dạng khung cao 1,98m-2,73m đặt trên sàn bê tông sơn đen 3,27m<sup>2</sup>, toàn bộ được phủ tấm nhựa trong suốt dày 1,5mm với hệ số truyền qua 70%, có hai quạt 80W được lắp phía trên cửa để đối lưu cưỡng bức dòng khí sấy. Trong vòng 7 giờ, 65kg cá nhỏ được sấy khô với nhiệt độ sấy 51°C. Đây đồng thời là thiết bị sấy có trữ nhiệt với bộ thu nhiệt (1) để làm nóng nước, bồn chứa nước nóng (3) và bộ phận trao đổi nhiệt (2).

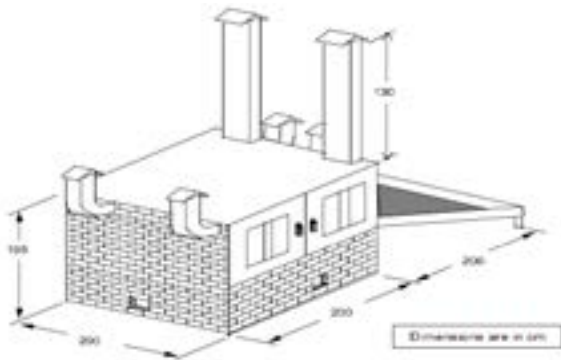


1. Bộ phận thu nhiệt mặt trời
2. Bộ phận trao đổi nhiệt
3. Bồn chứa nước nóng để trữ nhiệt
4. Hai quạt hút
5. Bộ phận cảm ứng chênh lệch áp suất

**Hình 8.** Sơ đồ cấu tạo thiết bị sấy đối lưu cưỡng bức kiểu nhà kính.

### 3.4. Thiết bị sấy lai kiểu buồng

Chất lượng tốt hơn khi sấy cá không tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng và yêu cầu năng suất sấy là cơ sở để phát triển các thiết bị sấy lai kiểu buồng. Sự tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng mặt trời có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến sự thay đổi sinh hóa bên trong cá. Thiết bị sấy kiểu buồng có bộ thu nhiệt nằm riêng biệt với buồng sấy, một nguồn nhiệt khác hỗ trợ được sử dụng để có thể tăng năng suất sấy.



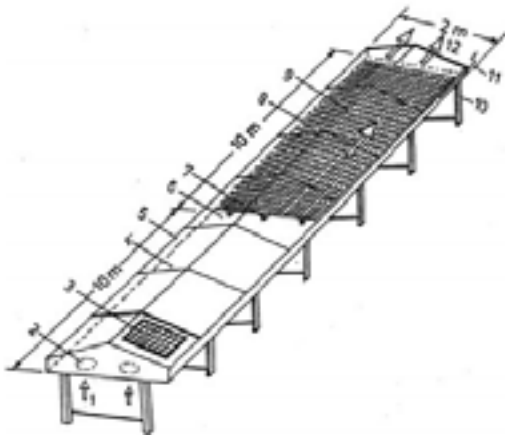
**Hình 9.** Thiết bị sấy lai kiểu buồng của AIT.

Chavan và cộng sự (2008) nghiên cứu quá trình sấy cá bạc má (*Rastrilliger kangurta*) phi lê ngâm nước muối bằng thiết bị sấy lai kiểu buồng đối lưu tự nhiên của Viện Công nghệ Châu Á (AIT) như Hình 9. Thiết bị có buồng sấy được xây dựng bằng gạch, lò đốt sinh khối được thiết kế để ở bên ngoài với bộ phận trao đổi nhiệt kiểu ống đặt bên trong và phía dưới buồng sấy, một bộ thu phẳng lắp kính trong suốt để thu năng lượng mặt trời. Nhiệt độ buồng sấy được duy trì khoảng 55 – 60°C nhờ bộ phận kiểm soát nhiệt độ tự động. Khi sấy, không

khí bên ngoài, qua bộ thu nhiệt, vào buồng sấy và đi ra ngoài. Vào ban đêm hoặc khi trời nắng yếu, lò đốt sinh khối được sử dụng. Thử nghiệm so sánh với phơi được thực hiện với 25kg cá mỗi lô, cá được sấy bằng năng lượng mặt trời vào ban ngày và nguồn nhiệt sinh khối vào ban đêm, cá phơi được bọc kín trong túi nhựa để tiếp tục phơi vào hôm sau. Thời gian sấy là 24 giờ, phơi là 44 giờ, từ độ ẩm 74% xuống 17%. Sản phẩm sấy đạt chất lượng cao hơn đáng kể so với sản phẩm phơi, đặc biệt là lượng vi khuẩn và nấm mốc.

### 3.5. Thiết bị sấy kiểu đường hầm

Thiết bị sấy năng lượng mặt trời kiểu đường hầm do Muhlbauer và cộng sự nghiên cứu phát triển tại Đại học Hohenheim, Đức, từ thập niên tám mươi của thế kỷ XX và đã được ứng dụng thành công ở 35 quốc gia cho sản xuất quy mô nhỏ, sản phẩm sấy là các loại trái cây, rau, gia vị, cá, thịt (Janjai và Bala 2012). Thiết bị có cấu tạo như Hình 10, buồng sấy và bộ thu nhiệt có dạng như một đường hầm được phủ bằng tấm nhựa trong suốt, mặt đáy sơn đen, phía dưới cách nhiệt bằng tấm sợi thủy tinh, vật sấy được đặt trên mặt lưới nhựa trong buồng sấy. Để thoát nước tốt khi trời mưa, phần mái của đường hầm được lắp cố định và nghiêng về hai bên theo chiều dọc. Hai hoặc bốn quạt hút, được cấp điện bằng một mô đun pin mặt trời để đối lưu cưỡng bức luồng khí sấy. Toàn bộ thiết bị được đặt trên một khung đỡ kim loại và có kích thước dài 20m, rộng 2m. Đây là loại thiết bị sấy hỗn hợp đối lưu cưỡng có hiệu suất khoảng 33 - 49%. Có lẽ nó là thiết bị sấy cá năng lượng mặt trời sử dụng phổ biến nhất cho đến nay.



1. Không khí vào
2. Quạt hút
3. Mô đun pin mặt trời
4. Bộ thu nhiệt
5. Mặt bên
6. Đầu ra của bộ thu nhiệt
7. Thanh đỡ bằng gỗ
8. Mặt lưới nhựa
9. Khung phủ tấm nhựa trong suốt
10. Khung đỡ
11. Thanh cuốn
12. Đầu ra của thiết bị sấy

*Hình 10. Cấu tạo thiết bị sấy Hohenheim.*

### 3.6. Thiết bị sấy cá năng lượng mặt trời tại Việt Nam

Tính đến nay, Việt Nam đã có một số nghiên cứu về thiết bị sấy năng lượng mặt trời cho nông sản và thủy hải sản. Số lượng các nghiên cứu là rất hạn chế so với tiềm năng về nông nghiệp và năng lượng mặt trời của nước ta.

Năm 1996, Viện Cơ điện Nông nghiệp phát triển thiết bị sấy SD-25 cho các loại rau, củ, trái cây và cá với năng suất 18kg/m<sup>2</sup> (Janjai và Bala 2012). Thiết bị bao gồm hai phần chính là buồng sấy lắp nổi bằng ống với bộ thu. Bộ thu được phủ kính dày 1 - 2 mm, diện tích 2,4m<sup>2</sup>. Buồng sấy có thể tích 1,00m<sup>3</sup>, làm bằng kim loại và được cách nhiệt. Thiết bị có thể đối lưu tự nhiên hoặc đối lưu cưỡng bức bằng một quạt 40W. Nhiệt độ không khí sấy đạt 35 - 50°C so với nhiệt độ 20 - 35°C của môi trường.

Năm 2000, Viện Cơ điện Nông nghiệp đã nghiên cứu thiết kế và lắp đặt thiết bị sấy hải sản bằng năng lượng mặt trời năng suất 1 tấn/m<sup>2</sup> tại huyện đảo Cô Tô, tỉnh Quảng Ninh (Nguyễn Trọng Thụ và Trần Xuân Hưng 2002). Đây là thiết bị sấy đối lưu cưỡng bức kiểu buồng với bộ thu nhiệt 50m<sup>2</sup>. Thiết bị sấy còn có máy phát khí O<sub>3</sub>, bộ phận điều khiển tự động làm việc của quạt đảo, quạt hút khí và hệ thống ống hồi lưu một phần khí thải. Sản phẩm sau khi sấy có chất lượng tốt hơn phơi nắng và sấy bằng than củi.

Năm 2013, một thiết bị sấy cá cơm bằng năng lượng mặt trời kiểu hộp đã được Nguyen và cộng sự (2013) nghiên cứu tại Trường Đại học Nông Lâm

TP. Hồ Chí Minh như Hình 11. Thiết bị thí nghiệm gồm một bộ thu nhiệt tấm phẳng hai kênh dẫn với dòng khí đối ngược chiều (rộng 920mm), buồng sấy (rộng 1010mm) và 6 quạt có tổng công suất 120W. Cá cơm luộc được đặt trên các khay sấy kích thước 1000 x 600mm, mỗi khay chứa 2kg cá. Thời gian sấy năng lượng mặt trời là ngắn hơn so với phơi nắng. Hơn nữa, màu sắc và mùi vị của cá cơm sấy năng lượng mặt trời cũng rất tốt so với phơi.



*Hình 11. Thiết bị sấy cá cơm bằng năng lượng mặt trời.*

### 4. Kết luận

Kết quả thí nghiệm với các thiết bị sấy năng lượng mặt trời cho thấy cá đã được sấy từ độ ẩm khoảng 75 - 90% xuống khoảng 10 - 25% tùy thuộc loại cá, hầu như không bị nhiễm bụi và nấm mốc, đạt yêu cầu để bảo quản. Thời gian sấy cũng giảm đáng kể so với phơi nắng. Chất lượng sản phẩm sấy về màu sắc, mùi vị hay kết cấu đều tốt hơn so với sản phẩm phơi. Các thiết bị sấy kiểu đường hầm, kiểu nhà kính và sấy lai kiểu buồng là rất tiềm năng cho sấy cá với quy mô vừa và nhỏ. Thiết bị sấy lai đối lưu cưỡng bức kiểu buồng có thể phát triển ở quy mô lớn và hoàn toàn chủ động trong những

ngày nắng yếu hoặc khi cần sấy ban đêm. Với thiết bị sấy kiểu đường hầm và kiểu nhà kính, độ bền và hiệu suất thu nhiệt sẽ cao hơn nếu thay thế tấm polyethen bằng kính hoặc tấm polycarbonate trong suốt. Ở thiết bị sấy đối lưu cưỡng bức, nguồn điện pin mặt trời là một lợi thế với những vùng chưa có điện lưới. Tuy vậy, công suất điện là rất hạn chế nên khó có thể tăng tốc độ hay quy mô sấy. Bộ phận trữ nhiệt bằng đá cuội như ở thiết bị sấy kiểu lều hay bằng nước như ở thiết bị sấy đối lưu cưỡng bức kiểu nhà kính có thể sử dụng như giải pháp để tăng nhiệt

độ hay kéo dài thời gian sấy, tuy vậy, khả năng lưu trữ là khá hạn chế.

Như vậy, thiết bị sấy cá năng lượng mặt trời hoàn toàn có khả năng ứng dụng hiệu quả tại Việt Nam. Đặc biệt là với quy mô thương mại nhỏ, phù hợp với các cơ sở sản xuất, làng nghề chế biến cá khô. Tuy nhiên, cần phải có sự hỗ trợ để sản phẩm sấy vào được các thị trường có yêu cầu cao về chất lượng, có lợi nhuận cao hơn so với thị trường dễ tính. Từ đó, phát triển phạm vi và số lượng ứng dụng thiết bị sấy.

### Tài liệu tham khảo

- Abdullah, K., Wulandani, D., Nelwan, L.O. and Manalu, L.P. 2001. "Recent development of GHE solar drying in Indonesia". *Drying Technology*, no. 19 (2), pp. 245–256.
- Bùi, Việt Hùng. 2005. "Nghiên cứu kỹ thuật sấy cá com tại các tỉnh miền Trung Việt Nam". Luận văn Thạc sĩ Cơ khí nông nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
- Chavan, B.R., Yakupitiyage, A. and Kumar, S. 2008. "Mathematical modeling of drying characteristics of Indian Mackerel (*Rastrilliger kangurta*) in solar-biomass hybrid cabinet dryer". *Drying Technology*, no. 26, pp. 1552–1562.
- Doe, P.E., Ahmed, M., Muslemuddin, M. and Sachithananthan, K. 1997. "A polythene tent drier for improved sun drying of fish". *Food Technology in Australia November*, pp. 437–441.
- Janjai, S. and Bala, B. K. 2012. "Solar drying technology". *Food Engineering Reviews*, no. 4(1), pp. 16-54.
- Máy sấy cá com*. 2011. xem 06/12/2014. <[http://www.khuyencongbinhthuan.com.vn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=113:may-sy-ca-cm-&catid=42:cong-ngh-mi&Itemid=60](http://www.khuyencongbinhthuan.com.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=113:may-sy-ca-cm-&catid=42:cong-ngh-mi&Itemid=60)>.
- Mukherjee, S., Bandyopadhyay, S. and Bose, A.N. 1990. "An improved solar dryer for fish drying in the coastal belt". *Journal of Food Science Technology*, no. 27(3), pp. 175–177.
- Nguyen, H.B, Nguyen, H., Ha, V.N. and Duong, C.T. 2013. "A study on a model of anchovy solar". *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, no. 3(3), pp. 5-8.
- Nguyễn, Trọng Thụ và Trần, Xuân Hưng. 2002. "Thiết bị sấy nông hải sản bằng năng lượng mặt trời". *Tạp chí Tự động hóa ngày nay*, số 22, tr. 6-7.
- Ojutiku, R.O., Kolo, R.J. and Mohammed, M.L. 2009. "Comparative study of sun drying and solar tent drying of *Hyperopisus bebe occidentalis*". *Pakistan Journal of Nutrition*, no. 8(7), pp. 955-957.
- Olorok, J.O. and Omojowo, F.S. 2009. "Adaptation and improvement of a simple solar tent dryer to enhance fish drying". *Nature and Science*, no. 7(10), pp. 18-24.
- Practical Action. 2006. *Construction and maintenance of Solar Fish Drier*. Sri Lanka.
- Sankat, C.K. and Mujaffar, S. 2004. "Sun and solar cabinet drying of salted shark fillets". *Drying 2004 – Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004)*, São Paulo, Brazil, vol. C, pp. 1584-1591.