

# NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM SẤY MỘT SỐ TRÁI CÂY GIÀU DINH DƯỠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SẤY THĂNG HOA VÀ SẤY CHÂN KHÔNG

EXPERIMENTAL STUDY ON DRYING A NUMBER OF NUTRITIONAL FRUITS BY FREEZE DRYING AND VACUUM DRYING

ThS. Nguyễn Văn Công Chính, ThS. Lê Văn Tuấn, ThS. Trần Văn Tuấn,  
KS. Cao Đức Lợi, TS. Nguyễn Đức Khuyến  
Khoa Cơ khí – Công nghệ, Trường Đại học Nông lâm TP. Hồ Chí Minh

## TÓM TẮT

Với điều kiện khí hậu thuận lợi, Việt Nam có sản lượng trái cây rất lớn, đa dạng về chủng loại và chất lượng được thế giới công nhận. Tuy nhiên, vấn đề lớn trong sản xuất trái cây ở Việt Nam là thị trường tiêu thụ không ổn định, do chỉ mua bán trái cây tươi là chủ yếu. Việc nghiên cứu những giải pháp chế biến trái cây tươi thành những sản phẩm khô có thể bảo quản lâu hơn là một trong những giải pháp để giúp cho ngành hàng sản xuất trái cây phát triển ổn định, nâng cao giá trị hàng hóa trái cây Việt Nam. Trong nghiên cứu này, chúng tôi thực hiện thiết kế chế tạo một mô hình máy sấy thăng hoa, có tính năng điều khiển tự động thông số của chế độ sấy gồm nhiệt độ, áp suất để có thể vừa thực hiện sấy thăng hoa, đồng thời có thể sấy chân không ở nhiệt độ thấp trên cùng một thiết bị. Mô hình đã được chế tạo và thực hiện thử nghiệm sấy 3 loại trái cây bao gồm sầu riêng, bơ và dưa lưới trên cả hai nguyên lý sấy thăng hoa và sấy chân không để so sánh. Kết quả khảo nghiệm cho thấy, sản phẩm trái cây sấy thăng hoa giữ được màu sắc, hình dáng gần như nguyên vẹn so với sản phẩm tươi; hàm lượng vitamin A được bảo toàn với kết quả phân tích thực tế từ 86,8 đến 97,9 % so với nguyên liệu.

Đối với sản phẩm sấy chân không ở nhiệt độ thấp, tất cả các chỉ tiêu đánh giá cảm quan và hàm lượng vitamin A đều thấp hơn so với sấy thăng hoa, đặc biệt là hình dáng và độ xốp. Kết quả thực nghiệm cũng chỉ ra rằng, thời gian sấy thăng hoa dài hơn sấy chân không gấp nhiều lần trên cùng một chủng loại và qui cách của sản phẩm sấy: Với bơ gấp  $2,7 \div 3,0$  lần; với sầu riêng gấp  $3,1 \div 3,6$  lần; với dưa lưới gấp  $3,3 \div 3,4$  lần. Như vậy, mỗi phương pháp sấy đều có đặc điểm cũng như ưu điểm riêng, việc chọn lựa phương pháp sấy nào phụ thuộc vào yêu cầu cụ thể của thị trường tiêu dùng.

**Từ khóa:** Sấy thăng hoa; Sấy chân không; Trái cây sấy khô; Thời gian sấy; Độ ẩm.

## ABSTRACT

Due to its favorable climatic conditions, Vietnam has a huge fruit production, a variety of fruit types and world-recognized fruit quality. However, the problem of Vietnamese fruits is that most of the fruit is consumed in fresh form, so the consumption market is not stable. To overcome the situation, one of the solutions is to research to find a suitable way to process fresh fruits into dry products for longer preservation. The solution could ensure sustainable development of the Vietnamese fruit production

*and increase the value of Vietnamese fruit goods. In this study, a freeze dryer model which its drying parameters such as drying temperature and pressure of drying chamber are controlled automatically has been designed and fabricated. The dryer can perform freeze drying or low temperature vacuum drying principle. Three types fruit including Durian, Avocado and Rock-Melon were dried by both freeze drying and vacuum drying. The experimental results showed that the freeze-dried products retain their shape and color almost intact compared to the fresh fruits; the vitamin A in the products is well protected, from 86,8 to 97,9% retained compared to the fresh fruits. For vacuum drying products, all sensory evaluation criteria and vitamin A content were lower than for freeze drying products, especially appearance and porosity. Experimental results also show that the drying-time of freeze drying is much longer than vacuum drying for many times on the same type and specification of drying product: 2.7 ÷ 3.0 times of avocado; 3.1 ÷ 3.6 times of durian and 3.3 ÷ 3.4 times of rock-melon. Thus, each drying method has its own characteristics and advantages, whichever method to choose depends on the specific requirements from the consumer market.*

**Keywords:** Freeze Drying, Vacuum Drying, Dried Fruit, Drying Time, Moisture Content.

### 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, vấn đề "Được mùa mất giá" của rất nhiều loại sản phẩm nông nghiệp nước ta vẫn diễn ra hàng năm, ảnh hưởng rất lớn đến thu nhập, đời sống của nông dân, đặc biệt là những vùng trồng trái cây đặc sản như sầu riêng, bơ, xoài, thanh long, dưa... Có nhiều nguyên nhân, tuy nhiên, một trong những nguyên nhân quan trọng đó là khâu bảo quản, chế biến, đa dạng hóa sản phẩm từ trái cây chưa thực sự đáp ứng được yêu cầu của nền sản xuất. Khi vào chính vụ, lượng trái cây vượt nhu cầu sử dụng của thị trường, dẫn đến giá rẻ, hư hỏng đổ bỏ rất hoang phí. Khi trái vụ, giá cả trái cây đắt đỏ thì không đủ sản phẩm để cung cấp. Chính vì thế, việc nghiên cứu các hướng chế biến để đa dạng hóa sản phẩm từ trái cây, tăng thời gian bảo quản là nhu cầu thiết yếu hiện nay đang đặt ra. Trái cây sấy vừa tăng thời gian bảo quản so với trái tươi, vừa làm đa dạng nguồn sản phẩm, thêm lựa chọn cho người tiêu dùng. Nhu cầu của người tiêu dùng trong nước ngày càng tăng cao, việc nghiên cứu qui trình sấy đảm bảo sản phẩm sau sấy đáp ứng về điều kiện vệ sinh an

toàn thực phẩm, giữ được các dưỡng chất có lợi cho sức khỏe, hình thức cảm quan của sản phẩm đẹp, bắt mắt chính là một trong những yêu cầu rất quan trọng của quá trình chế biến trái cây sấy. Xuất phát từ thực tiễn, việc thiết kế một mô hình máy sấy thăng hoa và khảo nghiệm sấy một số trái cây có giá trị kinh tế cao như sầu riêng, bơ và dưa lưới đã được tiến hành nhằm đánh giá về chất lượng sản phẩm trái cây sấy thăng hoa, đồng thời, so sánh với phương pháp sấy chân không để dễ dàng nhận thấy những ưu điểm nổi bật của phương pháp sấy thăng hoa. Sản phẩm của đề tài là mô hình máy sấy thăng hoa sẽ hỗ trợ cho những nghiên cứu sấy thăng hoa nhiều sản phẩm khác, đồng thời kết quả khảo nghiệm, đánh giá thực tế cũng sẽ là nguồn tham khảo cho những nghiên cứu có liên quan.

### 2. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Cách tiếp cận

- Tiếp cận với tài liệu kỹ thuật về công

nghe sấy, đặc biệt là sấy thăng hoa;

- Tiếp cận với một số thiết bị sấy sản phẩm trái cây hiện nay;

- Tiếp cận với các công trình nghiên cứu về sấy thăng hoa đã được công bố;

- Tiếp cận với các nghiên cứu về đặc tính của một số loại trái cây phổ biến, có giá trị dinh dưỡng, giá trị kinh tế cao.

- Tiếp cận với các thiết bị kỹ thuật sử dụng trong máy sấy thăng hoa như thiết bị cấp đông, bơm chân không, hệ thống điều khiển trong môi trường nhiệt độ âm, áp suất chân không cao.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp lý thuyết: Sử dụng các phương pháp tính toán nhiệt để tính toán thiết kế bộ phận cung cấp nhiệt (làm lạnh và nung nóng) trong điều kiện áp suất chân không cao, nhiệt độ sấy thấp của buồng sấy thăng hoa. Đồng thời, sử dụng các phương pháp thiết kế kết cấu cơ khí để thiết kế tổng thể máy, đảm bảo kỹ thuật cho từng bộ phận của máy và đảm bảo tính thẩm mỹ.

- Phương pháp thực nghiệm: Sử dụng phương pháp bố trí thí nghiệm theo kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn trên cơ sở xác định các biến đầu vào và đầu ra của mô hình thí nghiệm. Tiến hành phân tích phương sai để đánh giá và xác định chế độ sấy phù hợp.

## 2.3. Phương tiện phục vụ

- Đo ẩm độ vật liệu: Sử dụng máy đo ẩm độ vật liệu: MX-50, nhãn hiệu AND, xuất xứ Nhật Bản (MOISTURE ANALYZER MX-50

AND – JAPAN). Máy đo ẩm theo nguyên lý sấy khô kiệt, cân khối lượng mẫu liên tục cho đến khi khối lượng không giảm nữa. Sai số thang đo khối lượng 0,001g.



Hình 1. Máy đo ẩm độ vật liệu MX-50 AND.

- Đo nhiệt độ: Sử dụng cảm biến Pt100. Thang đo của cảm biến từ -100°C đến 60°C. Chọn dòng Class AA sai số 0,1°C.

- Đo áp suất chân không: Sử dụng cảm biến dòng D2415, dây đo áp suất chân không từ -760 đến 0 mmHg, làm việc trong dây nhiệt độ: -40 đến 85°C, thời gian đáp ứng là 10 mili giây.

- Cân khối lượng mẫu: Sử dụng loadcell cân trực tiếp trong buồng sấy. Chọn loại loadcell model YZC – 133, thang đo lớn nhất: 1 kg, độ lệch tuyến tính: 0,05 (%), nhiệt độ hoạt động từ -40 đến 65°C.

- Xác định hàm lượng vitamin A: Các mẫu sản phẩm được gửi phân tích hàm lượng vitamin A tại Trung tâm Phân tích thực phẩm có chuyên môn và chức năng pháp lý.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Kết quả thiết kế mô hình máy

#### 3.1.1. Tổng hợp thông số yêu cầu ban đầu

- Vật liệu sấy: Chọn thịt trái bơ để tính toán thiết kế. Tất cả những thông số tính toán sẽ được cộng thêm hệ số dự phòng và có thể điều chỉnh tự động để điều chỉnh máy cho phù hợp với những loại trái cây khác.

- Các thông số của vật liệu bơ:

+ Ẩm độ cuối  $W_2 = 6\%$  [4];

+ Khối lượng riêng:  $\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$  [4];

+ Nhiệt dung riêng:  $C = 3,87 \text{ kJ/kg.K}$  [4];

+ Ẩm độ ban đầu  $W_1 = 86,3\%$  (đo trực tiếp);

- Năng suất:  $200 \text{ g/m}^2$ ;

- Nhiệt độ kết tinh hoàn toàn:  $-18^\circ\text{C}$ ;

- Nhiệt độ dàn lạnh đóng băng:  $-35^\circ\text{C}$ ;

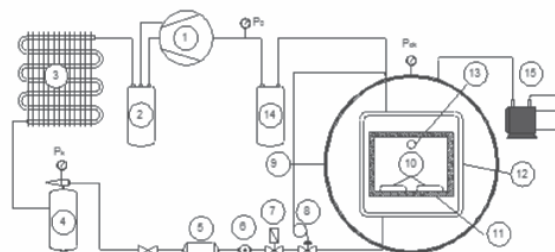
- Áp suất chân không:  $\leq 757 \text{ mmHg}$ ;

- Nhiệt độ vật liệu sấy:  $-15$  đến  $-10^\circ\text{C}$ ;

- Môi chất lạnh: R404a.

#### 3.1.2. Chọn mô hình nguyên lý hoạt động của máy

Vì máy thiết kế của đề tài này dạng mô hình, năng suất nhỏ, nên để đơn giản cho kết cấu máy cũng như giảm chi phí đầu tư, mô hình máy được thiết kế kết hợp cả dàn lạnh của buồng cấp đông và dàn lạnh của buồng ngưng tụ đóng băng chỉ sử dụng một dàn lạnh duy nhất. Đồng thời, dàn lạnh này được đặt luôn trong buồng sấy để hỗ trợ cho việc điều khiển nhiệt độ vật liệu trong quá trình sấy. Trên cơ sở vừa phân tích, sơ đồ nguyên lý của mô hình máy sấy thăng hoa được thiết kế như sau:



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mô hình máy sấy thăng hoa thiết kế:

1. Máy nén; 2. Bình tách dầu;
3. Dàn ngưng tụ; 4. Bình chứa cao áp;
5. Phin lọc; 6. Mất ga;
7. Van điện từ; 8. Van tiết lưu;
9. Buồng sấy; 10. Vật liệu sấy;
11. Buồng đặt vật liệu; 12. Dàn lạnh;
13. Đèn hồng ngoại; 14. Bình tách lỏng;
15. Bơm chân không.

Mô tả cấu tạo: Gồm có 4 bộ phận chính:

- Hệ thống máy lạnh: Gồm máy nén, dàn ngưng tụ, van tiết lưu và dàn lạnh (12) cung cấp công suất lạnh cho cả quá trình cấp đông, đóng băng và điều chỉnh nhiệt độ vật liệu. Nhiệt độ yêu cầu của dàn lạnh này là  $-35^\circ\text{C}$ .

- Buồng sấy (9): Buồng sấy được thiết kế tích hợp chứa cả dàn lạnh cấp đông (12) (cũng chính là dàn đóng băng). Không gian bên trong của dàn lạnh này được đặt buồng đặt vật liệu sấy (11) được bọc cách nhiệt xung quanh để khi điều chỉnh cấp nhiệt cho vật liệu sấy không ảnh hưởng nhiều đến dàn lạnh bao quanh. Bên trên buồng đặt vật liệu, một đèn hồng ngoại (13) cung cấp nhiệt cho vật liệu sấy trong quá trình sấy thăng hoa. Đèn hồng ngoại được điều khiển tự động cả thời gian bật tắt cùng với công suất phát thông qua giá trị cài đặt nhiệt độ sấy theo yêu cầu.

- Hệ thống điều khiển và hiển thị: Tất cả các thông số hoạt động của mô hình sẽ được



cảm biến ghi nhận và hiển thị lên LCD bao gồm thông số nhiệt độ, áp suất, khối lượng mẫu. Thông số nhiệt độ sản phẩm được cài đặt trực tiếp từ LCD.

**\* Nguyên lý hoạt động của mô hình:**

- Quá trình sấy thăng hoa chia ra làm ba giai đoạn chủ yếu: Giai đoạn 1 là cấp đông sản phẩm, giai đoạn 2 là sấy thăng hoa và giai đoạn 3 là sấy chân không nếu cần.

- Giai đoạn cấp đông: Vật liệu sấy được đặt trên khay Inox, khay đặt trực tiếp lên dàn lạnh. Bật hệ thống máy lạnh làm lạnh đông sản phẩm theo nguyên tắc dẫn nhiệt trực tiếp từ dàn lạnh qua khay inox và vật liệu trên khay. Cảm biến nhiệt độ được gắn vào miếng vật liệu để đo nhiệt độ tại tâm của miếng vật liệu. Theo dõi thời gian cho đến khi nào nhiệt độ tại tâm của vật liệu giảm dưới nhiệt độ kết tinh hoàn toàn thì dừng quá trình cấp đông.

- Giai đoạn sấy thăng hoa: Sau khi đã cấp đông, hệ thống lạnh vẫn tiếp tục hoạt động. Khay vật liệu được chuyển từ vị trí tiếp xúc với dàn lạnh (12) lên buồng chứa vật liệu (11). Bật máy bơm chân không để hút chân không trong buồng sấy cho đến khi áp suất đạt < -757 mmHg. Cài đặt nhiệt độ sấy theo yêu cầu. Nhiệt độ vật liệu sẽ được điều khiển tự động thông qua việc điều khiển bật - tắt đèn hồng ngoại. Khi nhiệt độ tâm sản phẩm nhỏ hơn nhiệt độ cài đặt ( $t_1 = -15^\circ\text{C}$ ) thì đèn hồng ngoại tự động bật lên, nhiệt độ sản phẩm sẽ tăng lên đến ( $t_2 = -10^\circ\text{C}$ ) thì hệ thống sẽ tự động tắt đèn hồng ngoại. Như vậy, nhiệt độ của sản phẩm sẽ được giữ trong khoảng từ  $t_1$  đến  $t_2$ .

- Trong quá trình sấy, khối lượng sản phẩm sẽ được cân liên tục bằng loadcell và hiển thị trên LCD. Ẩm độ ban đầu của vật liệu sẽ


được đo bằng máy đo ẩm, khối lượng cuối của sản phẩm  $G_2$  được tính toán trước. Quá trình sấy sẽ kết thúc khi khối lượng sản phẩm hiển thị bằng với khối lượng  $G_2$ . Lượng hơi ẩm trong vật liệu sấy thoát ra sẽ gặp dàn lạnh và đóng băng tại dàn.

**3.1.3. Các kết quả tính toán**



**\* Kết quả tính toán hệ thống lạnh [5]:**

- Công suất dàn lạnh cần thiết: 238 W;
- Diện tích của dàn lạnh: 0,085 m<sup>2</sup>;
- Công suất máy nén: 336 W.

Chọn mua tất cả linh kiện, chi tiết của hệ thống lạnh sẵn có trên thị trường:

Mã sản phẩm: CAJ4511Y; Xuất xứ: Tecumseh, Pháp; Công suất điện: 0,375W Điện áp: 220V – 50Hz Môi chất lạnh R404A; Nhiệt độ ngưng tụ 35°C; Nhiệt độ bay hơi -35°C.	
--	--

Hình 3. Máy nén lạnh áp cao.

	
--	---

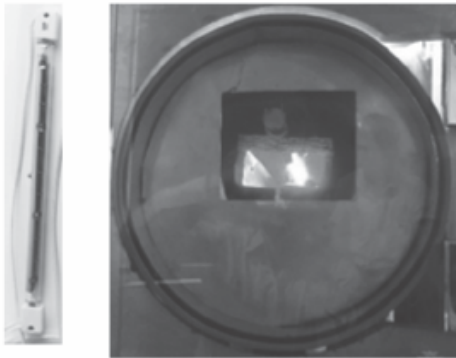
Hình 4. Dàn ngưng tụ và dàn lạnh

**\* Tính và chọn đèn hồng ngoại cấp nhiệt cho vật liệu sấy:**

Nhiệt lượng cần thiết cung cấp cho vật liệu sấy [4]:

$Q = 0,25 \text{ kW}$ .

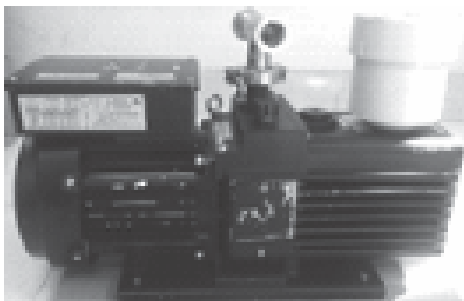
Chọn nguồn nhiệt cung cấp là đèn bức xạ hồng ngoại. Chọn loại đèn hiện sẵn có trên thị trường với công suất thiết kế là 1kW và dùng mạch điều khiển để điều chỉnh công suất phát của đèn theo thực tế khảo nghiệm.



Hình 5. Đèn hồng ngoại lắp trong buồng sấy.

### \* Tính toán chọn bơm chân không:

Công suất động cơ của bơm chân không [4] tính toán được  $N_{ck} = 0,237 \text{ kW}$ . Chọn bơm chân không hai cấp có công suất 375W (1/2 HP), mã hiệu YTP 400-4W01, xuất xứ JingJiang Co., Trung Quốc.



Hình 6. Bơm chân không.

### \* Thiết kế hệ thống điều khiển:

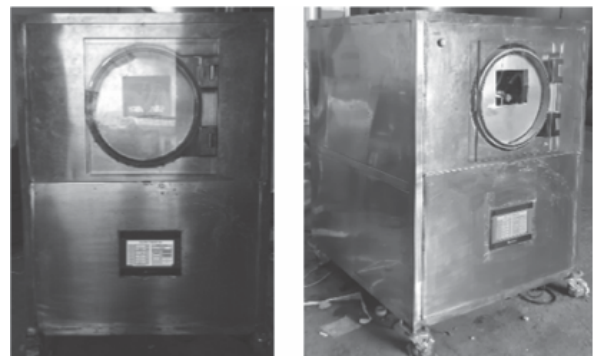
Sử dụng bộ điều khiển PLC s7-200 Siemens và mô đun mở rộng S7-200 CN,

EM231, 4AI Siemens 6ES7231-7PD22-0XA8.

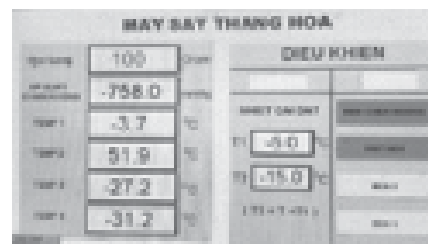


Hình 7. Bộ điều khiển PLC S7-200.

### 3.1.5. Kết quả chế tạo máy



Hình 8. Máy chế tạo hoàn chỉnh.



Hình 9. Bộ điều khiển PLC và màn hình hiển thị các thông số trong quá trình sấy.

**3.2. Kết quả khảo nghiệm máy**

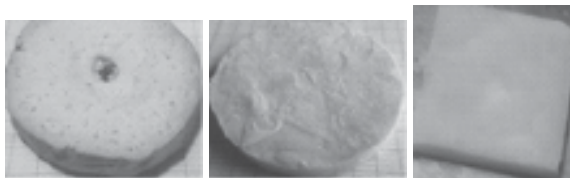
**3.2.1. Chuẩn bị**

- Theo mùa vụ của các loại trái cây phù hợp với thời gian thực hiện đề tài, đồng thời tham khảo giá trị kinh tế của một số loại trái cây trên thị trường, 3 loại trái cây được chọn để khảo nghiệm gồm bơ, sầu riêng và dưa lưới. Tất cả đều được thí nghiệm với chiều dày của miếng mẫu trái cây ở 5, 10 và 15mm.

- Với bơ và dưa lưới, sử dụng dao có cũ chặn để cắt lát.

- Với sầu riêng, tiến hành tách cốm sầu riêng và đổ khuôn theo độ dày yêu cầu.

- Các mẫu tươi đều được đo ẩm độ ban đầu sau khi đã chuẩn bị xong mẫu sấy.



Mẫu bơ      Mẫu sầu riêng      Mẫu dưa lưới  
Hình 10. Mẫu trái cây chuẩn bị trước khi sấy.

- Mẫu trước khi sấy được cấp đông trực tiếp trên dàn lạnh của máy cho đến khi nhiệt độ tâm của vật liệu hạ thấp hơn -18°C.

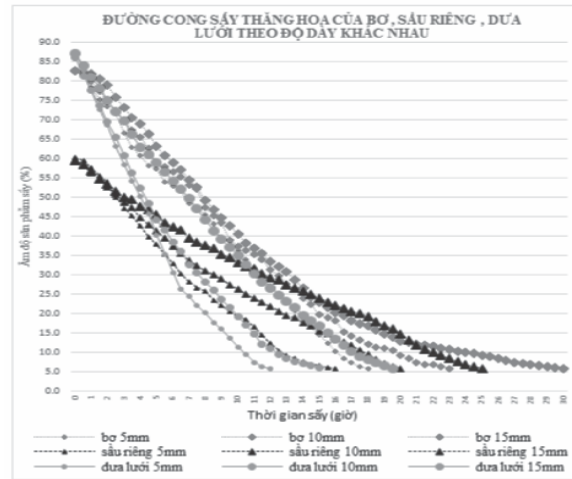
- Sau khi cấp đông, vật liệu được chuyển lên khung chứa trong buồng sấy.

- Nhiệt độ sản phẩm được điều khiển tự động trong khoảng từ -15 đến -10°C, tương ứng với áp cài đặt từ -757 đến -760 mmHg.

- Tất cả các thông số nhiệt độ dàn lạnh, nhiệt độ vật liệu sấy, nhiệt độ môi trường sấy, khối lượng vật liệu sấy, áp suất được cảm biến

đo và hiển thị trên màn hình điều khiển.

**3.2.2. Kết quả khảo nghiệm sấy thăng hoa**



Hình 11. Đường cong sấy 3 loại trái cây.

Kết quả cho thấy với nhiệt độ sản phẩm được điều khiển từ -15 đến -10°C, nhiệt độ dàn ngưng tụ dao động trong khoảng -32 đến -35°C, áp suất chân không từ -758 đến -760 mmHg, quá trình sấy thăng hoa đã đáp ứng được, minh chứng bằng khối lượng của mẫu giảm theo thời gian.

Bảng 1. So sánh thời gian sấy giữa sấy thăng hoa và chân không theo loại trái cây và độ dày:

Loại sản phẩm sấy	Độ dày mẫu sấy (mm)	Thời gian sấy (giờ)	
		Thăng hoa	Chân không
Bơ	5	18	6
	10	23	8,5
	15	30	11
Sầu riêng	5	16	4,5
	10	20	6,5
	15	25	8
Dưa lưới	5	12	3,5
	10	15	4,5
	15	19,5	6

### 3.3. Kết quả đánh giá chất lượng sản phẩm sấy

**\* Kết quả đánh giá cảm quan:**

Sản phẩm sau khi sấy sẽ được mã hóa và chuyển cho các chuyên gia có chuyên môn về chế biến thực phẩm để chấm điểm theo từng chỉ tiêu. Thang điểm đánh giá từ 1 đến 5 theo các mức độ như bảng 2.

Bảng 2. Thang điểm đánh giá cảm quan:

Số điểm	1	2	3	4	5
Mức đánh giá	Rất không đạt	Không đạt	Bình thường	Tốt	Rất tốt

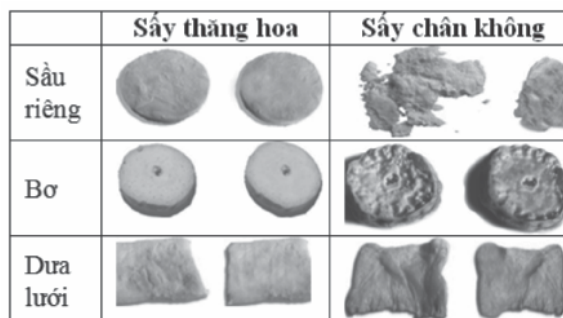
Bảng 3. Kết quả điểm đánh giá cảm quan:

Chỉ tiêu đánh giá	Điểm trung bình đánh giá cảm quan (theo thang điểm 5)					
	Sầu riêng		Bơ		Dứa lưới	
	Thăng hoa	Chân không	Thăng hoa	Chân không	Thăng hoa	Chân không
Hình dạng	4,57	1,43	4,71	3,14	3,14	1,00
Màu sắc	4,29	4,43	4,57	4,57	4,71	4,29
Mùi vị	4,71	4,71	3,14	3,14	3,71	3,71
Độ xốp	4,43	1,00	5,00	2,86	3,29	1,00

**\* Ghi chú:**

- Các chuyên gia đánh giá là các giảng viên từ bộ môn Máy sau thu hoạch - chế biến và bộ môn Chế biến thực phẩm có chuyên môn sâu về đánh giá chất lượng thực phẩm.

- Khi đánh giá cảm quan, chuyên gia sẽ so sánh các chỉ tiêu của mẫu thí nghiệm với mẫu trái cây tươi cùng chủng loại và xem như trái cây tươi đạt mức cao nhất (5 điểm).



Hình 12. Một số hình ảnh sản phẩm sau sấy.

Kết quả điểm của 3 loại sản phẩm trái cây sấy theo hai phương pháp sấy thăng hoa và sấy chân không, được trình bày trong bảng 2.

**\* Nhận xét:**

- Với sầu riêng: Hai chỉ tiêu hình dạng và độ xốp của mẫu sấy thăng hoa được đánh giá rất tốt. Cả hai chỉ tiêu đó, so sánh giữa sản phẩm sấy thăng hoa và sấy chân không đã có sự khác biệt rất lớn. Chỉ tiêu mùi vị thì không khác nhau, còn chỉ tiêu màu sắc có sự chênh lệch nhưng không có ý nghĩa về mặt thống kê. Đặc biệt, hai chỉ tiêu hình dạng và độ xốp của mẫu sấy chân không điểm đánh giá rất thấp, gần với mức "Rất không đạt". Nguyên nhân là



khi sấy chân không, nước trong sầu riêng sôi làm "Bánh sầu riêng" bị chảy.

- Với bơ: Cũng tương tự như sầu riêng, hai chỉ tiêu hình dạng và độ xốp được chấm điểm rất cao, so sánh hai chỉ tiêu đó giữa hai phương pháp sấy có sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê. Hai chỉ tiêu còn lại là màu sắc, mùi vị không có khác biệt. Với bơ sấy chân không, mặc dù hình dạng và độ xốp thấp hơn sấy thăng hoa, tuy nhiên, điểm gần mức trung bình, không thấp như sầu riêng. Nguyên nhân là do lát bơ được cắt trực tiếp từ quả, không đổ bánh như sầu riêng nên lát bơ "cứng" hơn. Trong quá trình sấy chân không, mặc dù nước sôi có làm rỗ mặt của lát bơ, tuy nhiên, không bị chảy như sầu riêng.

- Với dưa lưới: Hai chỉ tiêu hình dạng và độ xốp được đánh giá không tốt như hai loại quả còn lại, điểm trung bình chỉ đạt mức trung bình. Nguyên nhân do dưa lưới hàm lượng nước quá cao (90,6%) đồng thời cấu trúc thịt

dưa lưới xốp, mềm nên lát dưa đã bị biến dạng trong quá trình sấy. Cũng vì nguyên nhân đó mà khi sấy chân không, cả hình dạng và độ xốp đều được đánh giá ở mức "Rất không đạt". Hai chỉ tiêu màu sắc và mùi vị đều được chấm điểm cao và không có sự khác biệt giữa hai phương pháp sấy.

Tóm lại: Qua kết quả phân tích đánh giá cảm quan, có thể thấy được ưu điểm nổi bật của phương pháp sấy thăng hoa là đã giữ được tất cả các chỉ tiêu cảm quan, đặc biệt là hình dạng và độ xốp.

**\* Kết quả phân tích hàm lượng VitaminA:**

Theo kết quả phân tích, hàm lượng vitamin A trong các sản phẩm sấy thăng hoa đã bảo toàn rất tốt với tỷ lệ cao, đặc biệt là bơ 97,9%. So sánh với phương pháp sấy chân không nhiệt độ thấp, tỷ lệ bảo toàn của phương pháp sấy thăng hoa cao hơn rất nhiều.

Bảng 4. Kết quả phân tích hàm lượng vitamin A trong sản phẩm sấy:

Các giá trị trong mẫu tươi	Bơ	Sầu riêng	Dưa lưới
Ẩm độ mẫu tươi (% wb)	86,31	66,37	90,59
Khối lượng mẫu tươi qui theo 100g chất khô (g)	730,46	297,35	1062,70
Hàm lượng VitaminA trong mẫu tươi (µg/100g)	43,80	13,20	169,0
Lượng Vitamin có trong 100g chất khô của mẫu tươi (µg)	39,3	319,9	1796,0

Các giá trị trong mẫu sấy	Thăng hoa	Chân không	Thăng hoa	Chân không	Thăng hoa	Chân không
Ẩm độ mẫu khô (% wb)	5,92	5,60	5,78	5,50	5,96	5,50
Khối lượng mẫu khô qui theo 100g chất khô (g)	106,29	105,93	106,14	105,82	106,34	105,82
Hàm lượng VitaminA có trong mẫu khô (µg/100g)	273,9	228,6	36,2	30,4	1465,2	1126,5
Lượng VitaminA có trong 100g chất khô của mẫu khô (µg)	291,13	242,16	38,42	32,17	1558,1	1192,0
Tỷ lệ phần trăm VitaminA bảo toàn (%)	90,9	75,69	97,9	81,96	86,8	66,37

\* Ghi chú: Kết quả phân tích từ Trung tâm Phân tích thực phẩm, Công ty TNHH Thái Thịnh

### 3.4. Nhận xét kết quả

Thông qua kết quả khảo nghiệm trên ba loại sản phẩm vừa nêu có thể thấy rằng: Phương pháp sấy thăng hoa cho ra sản phẩm trái cây sấy có kết quả đánh giá cảm quan tốt hơn rất nhiều so với sấy chân không. Đặc biệt là chỉ tiêu hình dạng và độ xốp đều có chênh lệch điểm chấm từ 2,14 đến 3,43 trên thang điểm 5. Vì sấy thăng hoa hơi nước bay từ dạng rắn, trong khi vật liệu khô đang đóng băng, cho nên không làm thay đổi kết cấu vật chất khô, dẫn đến hình dạng gần như giữ nguyên như miếng trái cây tươi. Cũng chính vì thế, độ xốp của sản phẩm rất tốt, tạo cảm giác "Ngon miệng" khi ăn. Cũng vì sấy trong môi trường nhiệt độ âm, nên khả năng bảo toàn dinh dưỡng trong trái cây tốt, cụ thể hàm lượng vitamin A bảo toàn từ 86,8 đến 97,9% so với trái cây tươi. Đây là kết quả thể hiện rõ tính ưu việt của sấy thăng hoa so với các phương pháp sấy khác, nhất là khi sấy nhiệt độ cao.

### 4. KẾT LUẬN

- Đề tài đã hoàn thành việc thiết kế chế tạo một mô hình máy sấy thăng hoa, cấp nhiệt sấy bằng đèn hồng ngoại.

- Đề tài đã tiến hành khảo nghiệm cả hai phương pháp sấy thăng hoa và sấy chân không trên 3 loại trái cây là sầu riêng, bơ và dưa lưới với 3 loại độ dày sản phẩm là 5, 10 và 15mm. Kết quả thực nghiệm cho thấy, quá trình sấy thăng hoa có thời gian sấy dài hơn so với sấy chân không rất nhiều lần, cụ thể với bơ gấp  $2,7 \div 3,0$  lần; với sầu riêng gấp  $3,1 \div 3,6$  lần; với dưa lưới gấp  $3,3 \div 3,4$  lần.

- Đề tài đã tiến hành đánh giá cảm quan và phân tích hàm lượng vitamin A có trong sản phẩm sau sấy của cả hai phương pháp. Kết quả sản phẩm sấy thăng hoa vượt trội hơn so

với sấy chân không trên tất cả các tiêu chí. Cụ thể, về các tiêu chí cảm quan, hai chỉ tiêu màu sắc và mùi vị không khác nhau nhiều, vì đều sấy trong môi trường nhiệt độ thấp. Riêng hai chỉ tiêu hình dạng và độ xốp, giữa hai phương pháp đều có sự chênh lệch điểm chấm từ 2,14 đến 3,43 trên thang điểm 5. Về khả năng bảo toàn hàm lượng vitamin A, sự chênh lệch giữa hai phương pháp sấy là khác nhau, có ý nghĩa cụ thể với sầu riêng chênh lệch 13,2%, với bơ 15,2% và với dưa lưới là 20,4%.

- Sản phẩm mô hình máy của đề tài và kết quả khảo nghiệm là nguồn tham khảo để nghiên cứu sấy thăng hoa các vật liệu khác cũng như thiết kế máy có năng suất cao hơn.

### Lời cảm ơn:

Tác giả bài báo chân thành cảm ơn Trường Đại học Nông lâm TP. Hồ Chí Minh đã cấp kinh phí thực hiện đề tài này. ❖

Ngày nhận bài: 05/12/2020

Ngày phản biện: 17/12/2020

### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Huỳnh Bảo Long, Nguyễn Thị Hồng Minh; *Ứng dụng công nghệ sấy thăng hoa để nâng cao chất lượng sầu riêng sấy*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm TP. Hồ Chí Minh, 2018.
- [2]. Luanda G. Marques a, Ana M. Silveira a & José T. Freire a, *Rehydration characteristics of Freeze - dried Tropical Fruit*, Department of Chemical Engineering, Federal University of São Carlos Drying Center of Pastes, Suspensions and Seeds, São Carlos-SP, Brazil, 2009.
- [3]. Nguyễn Đức Lợi và Phạm Văn Tuyền; *Máy và thiết bị lạnh*, NXB. Giáo dục Hà Nội, 2007.
- [4]. Nguyễn Tấn Dũng; *Kỹ thuật và công nghệ sấy thăng hoa*, NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2016.
- [5]. Valentina Prosapio \* and Estefania Lopez-Quiroga, *Freeze-Drying Technology in Foods*, School of Chemical and Engineering, University of Birmingham, Birmingham B15 2TT, UK, 2020.