

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP SẤY LẠNH ĐỂ KÉO DÀI THỜI GIAN BẢO QUẢN NẤM BÀO NGƯ (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

● PHẠM QUANG THẮNG - VŨ THỊ THU THẢO - TRƯƠNG QUỲNH TRÂM
- NGUYỄN CHÂU ANH - ĐẶNG THỊ YẾN THU - NGUYỄN THỊ HIỀN

TÓM TẮT:

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đưa ra được phương pháp phù hợp để kéo dài thời gian bảo quản nấm bào ngư (*Pleurotus ostreatus*). Việc kéo dài thời gian bảo quản giúp đa dạng hóa sản phẩm, nâng cao giá trị kinh tế của nấm bào ngư, hạn chế hư hại cũng như đưa ra sản phẩm có khả năng thương mại trên thị trường với thời gian bảo quản lâu dài. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được quy trình sản xuất nấm bào ngư sấy khô với thông số kỹ thuật như sau: sấy lạnh với nhiệt độ 30°C, thời gian sấy 8 giờ, độ ẩm sản phẩm sau sấy đạt $10 \pm 2\%$, có hiệu suất thu hồi 12,237%; chất lượng cảm quan tốt. Sản phẩm nấm bào ngư có độ ẩm $10 \pm 2\%$ được đựng trong bao giấy Kraft với trọng lượng 100 g/túi, vẫn giữ được chất lượng và hàm lượng dưỡng chất có trong nấm sau thời gian 6 tháng bảo quản ở nhiệt độ thường ($28 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm $60 \pm 5\%$).

Từ khóa: nấm bào ngư (*Pleurotus ostreatus*), sấy lạnh, bảo quản, nấm sò, nấm hương chân ngắn.

1. Đặt vấn đề

Nấm bào ngư xám (*Pleurotus ostreatus*) còn được gọi là nấm sò, nấm hương chân ngắn, nấm bình cô. Nấm được nuôi trồng đầu tiên ở Ấn Độ, sau nhập vào Trung Quốc, Việt Nam... Ở Việt Nam, nấm được trồng phổ biến ở miền Nam, nhất là ở TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh miền Đông, miền Tây Nam Bộ. Nấm bào ngư được xem là nguồn thực phẩm bổ dưỡng quý giá, chứa 30 - 40% protein, hợp thành acid amin hoàn toàn, chiếm 40 - 50% các loại acid amin cần thiết [1]. Mặt khác, nấm còn chứa các thành phần glucid, vitamin, khoáng chất, acid béo (chủ yếu là acid no, acid hữu cơ) cần thiết cho sức khỏe [2].

Ngoài giá trị dinh dưỡng, nấm bào ngư còn có khả năng phòng và chữa các bệnh như làm hạ huyết áp, chống béo phì, chữa bệnh đường ruột, trị đái tháo đường, kháng khuẩn, chống cholesterol, chống viêm khớp, chống oxy hóa, chống ung thư, cải thiện sức khỏe của mắt và kháng virus [3]. Nhiều nghiên cứu cho thấy nấm bào ngư có tác dụng như một dược liệu, có hoạt tính kháng u và tác dụng hạ đường huyết ở chuột mắc bệnh tiểu đường gây ra trong thực nghiệm [4]. Các loài *Pleurotus* rất hiệu quả trong việc giảm lipid huyết tương có hại và do đó làm giảm nguy cơ xơ vữa động mạch, các rối loạn liên quan đến động mạch và các bệnh tim mạch khác [5].

Tuy có nhiều lợi ích như vậy, nấm bào ngư tươi lại không bảo quản được lâu. Chất béo thường có nhiều biến đổi không mong muốn trong quá trình bảo quản và chế biến thực phẩm. Trong quá trình bảo quản, chất béo có thể tham gia vào các phản ứng xà phòng hóa, phản ứng oxy hóa hoặc phản ứng tạo phức chất lipoprotein tạo nên mùi lạ và giảm giá trị dinh dưỡng của sản phẩm. Nấm còn bị biến đổi về màu sắc và cấu trúc. Dưới tác dụng của những phản ứng sinh hóa xảy ra trong quá trình bảo quản, quả thể nấm chuyển màu nâu, thường có dấu hiệu bị khô, héo hoặc mềm nhũn nếu thời gian bảo quản kéo dài. Từ những lý do này, việc kéo dài thời gian bảo quản cho nấm bào ngư là một vấn đề cần được quan tâm để làm tăng giá trị thương mại cho sản phẩm này.

Trong các phương pháp bảo quản hiện nay, sấy lạnh là một phương pháp đang được quan tâm. Sấy theo phương pháp sấy thông thường sẽ làm nguyên liệu sau sấy bị biến dạng và dinh dưỡng bị thất thoát nhiều, còn sấy lạnh (sấy bơm nhiệt) là phương pháp sấy bằng tác nhân là không khí rất khô ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ sấy thông thường, dải nhiệt độ sấy từ 10 - 65°C, độ ẩm không khí sấy dưới 40% thì sản phẩm sau sấy thường có tính chất cảm quan tốt hơn và ít thất thoát chất dinh dưỡng [6]. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định ảnh hưởng của phương pháp sấy lạnh cũng như các thông số kỹ thuật phù hợp cho sản phẩm nấm bào ngư.

2. Nguyên liệu và phương pháp

2.1. Nguyên liệu

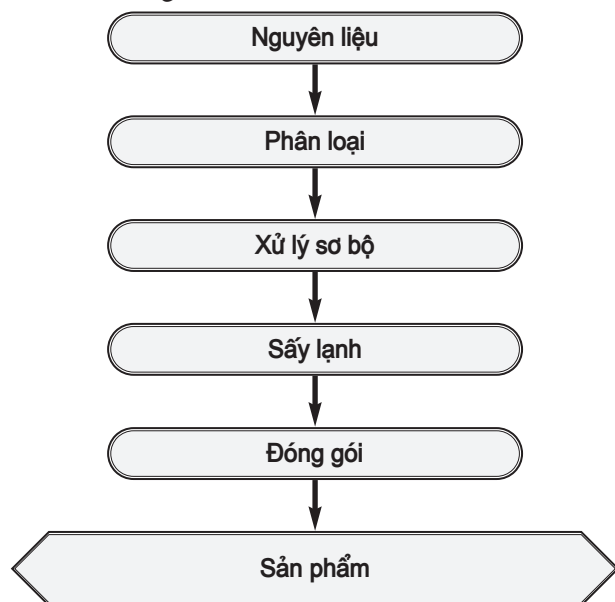
Nấm bào ngư xám (*Pleurotus ostreatus*) được trồng ở khu vực huyện Củ Chi, TP. Hồ Chí Minh. Nấm được thu hoạch khi tai nấm đã phát triển cách miệng túi phôi tầm 5 - 7 cm và đường kính mũ nấm đạt 6 - 7 cm. Nấm sau khi thu hoạch sẽ được vận chuyển về phòng thí nghiệm của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao, trong quá trình vận chuyển tránh để nấm bị va chạm mạnh gây tổn thương vật lý. Nấm sau đó được tiến hành phân loại, bỏ những nấm hư hỏng, dập nát hoặc có dấu hiệu bị mốc.

2.2. Quy trình công nghệ sấy lạnh nấm bào ngư

Nguyên liệu nấm sau khi được phân loại sẽ được xử lý sơ bộ bằng cách rửa và cắt bỏ phần chân nấm dơ. Sau khi xử lý sơ bộ, nấm được trải ra khay (kích thước khay 82 x 46 x 2 cm) với độ dày 1 lớp nguyên liệu. Sấy nấm bằng phương pháp sấy lạnh, độ ẩm không khí sấy là 15% và sấy đến độ ẩm của nấm đạt $10 \pm 2\%$. Nhiệt độ sấy là yếu tố cần khảo sát.

Nấm sau khi sấy được để nguội và cho sản phẩm vào bao giấy Kraft với trọng lượng 100 g/túi, bảo quản ở nhiệt độ phòng (nhiệt độ $28 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm $60 \pm 5\%$). Tiến hành theo dõi các chỉ tiêu chất lượng sau khi sấy và trong thời gian bảo quản. (Hình 1)

Hình 1: Quy trình công nghệ sấy lạnh nấm bào ngư



Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

2.3. Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến chất lượng nấm sau sấy

Khảo sát sự biến đổi các chỉ tiêu chất lượng của nấm sau sấy ở 3 điều kiện nhiệt độ sấy lạnh 25°C, 30°C, 35°C.

2.4. Khảo sát sự biến đổi trong quá trình bảo quản nấm sấy lạnh

Khảo sát sự biến đổi của nấm sấy ở 3 điều kiện nhiệt độ sau thời gian bảo quản 2 tháng, 4 tháng, 6 tháng.

2.5. Phương pháp phân tích

- Độ ẩm: xác định bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi bằng máy sấy ẩm hồng ngoại Sartorius MA 150 (Đức).

- Hàm lượng protein tổng số: xác định bằng phương pháp Kjeldahl theo TCVN 8125:2015.

- Hàm lượng chất xơ: xác định bằng phương pháp xơ tổng số theo TCVN 12382:2018.

- Hàm lượng khoáng: xác định hàm lượng các chất khoáng bằng phương pháp đo quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) theo TCVN 10916: 2015.

- Hàm lượng polyphenol: xác định hàm lượng polyphenol tổng bằng phương pháp Folin – Cioaltea.

- Độ biến đổi màu sắc: sử dụng máy đo màu Color Checker Nippon Denshoke NR - 1 (Nhật). Xác định màu sắc đo tại 3 điểm khác nhau để lấy giá trị trung bình (dựa theo giá trị của 3 thông số (L*, a*, b*)). Độ biến đổi màu sắc được xác định bằng công thức:

$$\Delta E = [(L_i - L_0)^2 + (a_i - a_0)^2 + (b_i - b_0)^2]^{1/2}$$

Trong đó:

L_i, a_i, b_i : Kết quả đo màu ở lần phân tích thứ i .

L_0, a_0, b_0 : Kết quả đo màu của nguyên liệu đầu vào.

- Phân tích vi sinh:

Tổng vi khuẩn hiếu khí (TPC/g): theo tiêu chuẩn TCVN 4884: 2005.

• Chỉ tiêu *Coliforms*: theo tiêu chuẩn FAO 1979.

• Chỉ tiêu *E. coli*: theo tiêu chuẩn TCVN 6846: 2007.

• Tổng nấm men, nấm mốc: theo tiêu chuẩn TCVN 8275 - 1: 2010.

- Hiệu suất thu hồi sản phẩm (H):

$$H = (m_2/m_1) \times 100\%$$

Trong đó:

m_1 là khối lượng ban đầu

m_2 là khối lượng sau khi chế biến

- Tỷ lệ hao hụt khối lượng (W):

$$W = [(m_1 - m_3)/m_1] \times 100\%$$

Trong đó:

m_1 là khối lượng ban đầu

m_3 là khối lượng sau khi chế biến

- Độ trương nở: xác định độ trương nở theo công

thức của Đinh Thị Hiền và cs (2013). Dùng một cốc hình trụ có thể tích 1000 ml, sau đó đổ đầy nước cất (nhiệt độ của nước 25 - 30°C) cho mẫu vào trong vớt có tay cầm rồi ngâm trong 2 - 4 phút.

Độ trương nở được tính theo công thức sau:

$$T (\%) = \frac{(m_3 - m_4)}{(m_5 - m_4)} \times 100$$

Trong đó:

m_3 : khối lượng của vớt và mẫu sau khi ngâm (g)

m_4 : khối lượng của vớt sau khi ngâm (g)

m_5 : khối lượng của vớt và mẫu trước khi ngâm (g).

2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Mỗi thí nghiệm được tiến hành với 3 lần lặp. Số liệu được xử lý bằng ANOVA và kiểm định hậu nghiệm ở mức ý nghĩa 95%.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Đánh giá chất lượng nguyên liệu

Theo kết quả ở Bảng 1, nấm bào ngư xám có độ ẩm khá cao $89,060 \pm 0,400\%$ bởi thành phần nước chiếm chủ yếu trong nấm. Hàm lượng protein tổng số $3,060 \pm 0,070\%$ ($3,060 \pm 0,070$ g/100g) có sự tương đồng với nghiên cứu của USDA (2019) là 3,310 g/100g. Hàm lượng chất xơ, hàm lượng các chất khoáng (K, Ca, Mg) và hàm lượng polyphenol có giá trị lần lượt là 16,920

Bảng 1. Một số chỉ tiêu chất lượng cho nguyên liệu nấm bào ngư

Chỉ tiêu	Hàm lượng
Độ ẩm (%)	$89,060 \pm 0,400$
Hàm lượng protein tổng số (%)	$3,060 \pm 0,070$
Hàm lượng chất xơ (%)	$16,920 \pm 0,500$
Hàm lượng K (mg/100 g)	$2115,080 \pm 10,450$
Hàm lượng Ca (mg/100 g)	$2087,180 \pm 10,310$
Hàm lượng Mg (mg/100 g)	$86,710 \pm 5,030$
Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g)	$0,017 \pm 0,010$
L*	$45,643 \pm 0,025$
a*	$-1,870 \pm 0,015$
b*	$18,260 \pm 0,020$

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

$\pm 0,500\%$; $2115,080 \pm 10,450$ mg/100g; $2087,180 \pm 10,310$ mg/100g $86,710 \pm 5,030$ mg/100g và $0,017 \pm 0,010$ mg GAE/g. Giá trị L^* $45,643 \pm 0,025$; giá trị a^* $-1,870 \pm 0,015$ và giá trị b^* $18,260 \pm 0,020$. Chất lượng của nấm sẽ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như giống, khí hậu, điều kiện chăm sóc và thời điểm thu hoạch của nấm bào ngư xám.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến chất lượng của nấm sau sấy

Kết quả Bảng 2 cho thấy nhiệt độ sấy lạnh có ảnh hưởng đến thời gian sấy, hiệu suất thu hồi và độ trương nở của nấm bào ngư sấy khô với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Cụ thể, khi sấy nấm ở nhiệt độ 25°C trong thời gian 9 giờ cho hiệu suất thu hồi cao nhất $13,553 \pm 0,031\%$; độ trương nở là $453,930 \pm 0,025\%$. Sấy nấm ở nhiệt độ 30°C trong thời gian 8 giờ cho hiệu suất thu hồi $12,237 \pm 0,030\%$; độ trương nở $448,543 \pm 0,025\%$. Sấy nấm ở nhiệt độ 35°C trong thời gian 6 giờ cho hiệu suất thu hồi thấp nhất $10,753 \pm 0,029\%$; độ trương nở $401,250 \pm 0,02\%$. Khi nấm sấy lạnh ở nhiệt độ

25°C ; 30°C có thời gian sấy; hiệu suất thu hồi; độ trương nở tương đương nhau và cao hơn so với nấm sấy lạnh ở nhiệt độ 35°C . Sấy lạnh ở nhiệt độ 30°C giúp tiết kiệm thời gian sấy, có hiệu suất thu hồi cao, độ trương nở tốt.

Bảng 3 cho thấy nhiệt độ sấy lạnh có ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol của nấm bào ngư sấy khô với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Cụ thể, hàm lượng polyphenol ở 25°C là $0,034 \pm 0,003$ mg GAE/g cao hơn so với nấm sau sấy ở 30°C và 35°C (lần lượt là $0,030 \pm 0,001$ mg GAE/g; $0,024 \pm 0,001$ mg GAE/g). Ngược lại, nhiệt độ sấy lạnh không ảnh hưởng đáng kể đến hàm lượng protein tổng số, hàm lượng chất xơ, hàm lượng các chất khoáng (K, Ca, Mg) với sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Nấm bào ngư sau sấy lạnh ở nhiệt độ 25°C , 30°C , 35°C vẫn giữ được hàm lượng polyphenol, hàm lượng protein tổng số, hàm lượng chất xơ, hàm lượng các chất khoáng (K, Ca, Mg) trong nấm và chênh lệch không nhiều giữa các nhiệt độ sấy so với nguyên liệu nấm bào ngư tươi.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến thời gian sấy, hiệu suất thu hồi và độ trương nở của nấm sau sấy

Nhiệt độ sấy	Thời gian sấy (giờ)	Hiệu suất thu hồi (%)	Độ trương nở (%)
25°C	$9,047^a \pm 0,035$	$13,553^a \pm 0,031$	$453,930^a \pm 0,025$
30°C	$8,140^b \pm 0,030$	$12,237^b \pm 0,030$	$448,543^b \pm 0,025$
35°C	$6,047^c \pm 0,021$	$10,753^c \pm 0,029$	$401,250^c \pm 0,020$

Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các trị số có cùng ký tự đi kèm thì khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở $\alpha = 0.05$

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến một số thành phần hóa học của nấm sau sấy

Nhiệt độ sấy	Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g)	Hàm lượng protein tổng số (%)	Hàm lượng chất xơ (%)	Hàm lượng các chất khoáng (mg/100 g)		
				K	Ca	Mg
25°C	$0,034^a \pm 0,003$	$2,967^a \pm 0,015$	$15,767^a \pm 1,315$	$1778,860^a \pm 10,230$	$1687,360^a \pm 10,650$	$81,760^a \pm 2,721$
30°C	$0,030^b \pm 0,001$	$2,950^a \pm 0,027$	$16,163^a \pm 1,131$	$1781,850^a \pm 11,040$	$1692,350^a \pm 10,940$	$84,750^a \pm 2,853$
35°C	$0,024^c \pm 0,001$	$2,933^a \pm 0,025$	$16,943^a \pm 1,050$	$1785,800^a \pm 10,820$	$1695,340^a \pm 11,030$	$87,747^a \pm 2,975$

Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các trị số có cùng ký tự đi kèm thì khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở $\alpha = 0.05$

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến chỉ tiêu vi sinh của nấm bào ngư sấy khô

Nhiệt độ sấy	<i>Coliform</i> (CFU/g)	<i>E. coli</i> (CFU/g)	Tổng vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	Tổng nấm mốc, nấm men (CFU/g)
25°C	KPH	KPH	$1,01^c \times 10^1$	$0,110^c \times 10^1$
30°C	KPH	KPH	$1,48^b \times 10^1$	$0,580^b \times 10^1$
35°C	KPH	KPH	$1,62^a \times 10^1$	$0,720^a \times 10^1$

Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các trị số có cùng ký tự đi kèm khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở $\alpha = 0.05$

KPH = Không phát hiện

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

Theo Bảng 4, nấm bào ngư sau khi sấy ở các điều kiện khác nhau được đánh giá về 4 chỉ tiêu vi sinh (*E. coli*; *Coliform*; tổng vi sinh vật hiếu khí; tổng nấm mốc, nấm men). Nấm bào ngư sau sấy lạnh không phát hiện về *E. Coli* và *Coliform*. Chỉ tiêu tổng vi sinh vật hiếu khí ở 35°C là cao nhất với $1,62 \times 10^1$; 30°C là $1,48 \times 10^1$ và thấp nhất là $1,01 \times 10^1$ ở 25°C. Tương tự, tổng nấm mốc, nấm men ở 35°C là cao nhất với $0,720 \times 10^1$; 30°C là $0,580 \times 10^1$ và thấp nhất là $0,110 \times 10^1$ ở 25°C. Chỉ số này được chấp nhận theo quyết định số 46/2007/QĐ - BYT của Bộ Y tế (tổng vi sinh vật hiếu khí, tổng nấm men, nấm mốc giới hạn trong sản phẩm rau quả khô là 10^4 CFU/g).

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy nhiệt độ sấy lạnh ảnh hưởng đến màu sắc của nấm bào ngư sau sấy với sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($P < 0,05$). Giá trị L^* ở 25°C là $34,943 \pm 0,021$ cao hơn so 30°C và 35°C với giá trị lần lượt là $29,450 \pm 0,036$; $21,250 \pm 0,036$. Giá trị

a^* ở 25°C là $-1,730 \pm 0,020$; thấp hơn so với 30°C và 35°C lần lượt là $-1,470 \pm 0,020$; $-1,260 \pm 0,015$. Giá trị b^* ở 25°C là $12,670 \pm 0,020$ thấp hơn so với 30°C và 35°C lần lượt là $14,750 \pm 0,025$; $17,160 \pm 0,020$. Giá trị ΔE ở 25°C là $12,073 \pm 0,132$ thấp hơn so với 30°C và 35°C lần lượt là $16,573 \pm 0,038$; $24,426 \pm 0,036$. Nấm sau sấy ở 25°C có giá trị L^* cao, giá trị a^* và b^* thấp; giá trị ΔE thấp hơn so với nấm sau sấy ở 30°C và 35°C. Do đó khi sấy lạnh ở nhiệt độ 25°C, nấm sau sấy độ biến thiên màu sắc thấp, giữ được màu sắc tốt hơn so với nấm sấy ở nhiệt độ 30°C và 35°C.

3.3. Biến đổi trong quá trình bảo quản nấm sấy lạnh

Theo Bảng 6, nấm bào ngư sấy khô được đánh giá về 4 chỉ tiêu vi sinh (*E. coli*; *Coliform*; tổng vi sinh vật hiếu khí; tổng nấm mốc, nấm men) sau sấy và sau thời gian bảo quản 2 tháng, 4 tháng, 6 tháng. Nấm bào ngư sấy khô ở tất cả nghiệm thức không phát hiện về chỉ tiêu *E. coli*; *Coliform* sau

Bảng 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến độ biến đổi màu sắc của nấm bào ngư sấy khô

Nhiệt độ sấy	L^*	a^*	b^*	ΔE
25°C	$34,943^a \pm 0,021$	$-1,730^c \pm 0,020$	$12,670^c \pm 0,020$	$12,073^c \pm 0,132$
30°C	$29,450^b \pm 0,036$	$-1,470^b \pm 0,020$	$14,750^b \pm 0,025$	$16,573^b \pm 0,038$
35°C	$21,250^c \pm 0,036$	$-1,260^a \pm 0,015$	$17,160^a \pm 0,020$	$24,426^a \pm 0,036$

Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các trị số có cùng ký tự đi kèm khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở $\alpha = 0.05$

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

6 tháng bảo quản. Với chỉ tiêu tổng vi sinh vật hiếu khí và tổng nấm mốc, nấm men ở các nghiệm thức tăng dần theo thời gian bảo quản. Sau 2 tháng bảo quản, nấm sấy ở 25°C là $1,150 \times 10^1$ CFU/g, ở 30°C là $1,520 \times 10^1$ CFU/g, ở 35°C là $1,740 \times 10^1$ CFU/g. Sau 4 tháng bảo quản, nấm sấy ở 25°C là $1,210 \times 10^2$ CFU/g, 30°C là $1,630 \times 10^2$ CFU/g, 35°C là $1,970 \times 10^2$ CFU/g và sau 6 tháng bảo quản, chỉ tiêu vi sinh vật hiếu khí cho nấm sấy ở 25°C là $1,340 \times 10^3$ CFU/g, ở 30°C là $1,880 \times 10^3$ CFU/g và ở 35°C là $2,230 \times 10^3$ CFU/g. Tương tự với chỉ tiêu tổng nấm mốc, nấm men. Chỉ số này tăng theo thời gian bảo quản nhưng vẫn được chấp nhận theo quyết định số 46/2007/QĐ - BYT của Bộ Y tế (tổng vi sinh vật hiếu khí giới hạn trong sản phẩm rau quả khô là 10^4 CFU/g).

Nhiệt độ sấy lạnh có ảnh hưởng đến hàm lượng polyphenol và giá trị ΔE của nấm bào ngư sấy khô sau thời gian bảo quản với sự khác biệt có ý nghĩa

thống kê ($P < 0,05$). Trong đó, hàm lượng polyphenol ở các nghiệm thức giảm dần và giá trị ΔE tăng dần theo thời gian bảo quản. Cụ thể, hàm lượng polyphenol của nấm sấy ở 25°C là $0,034 \pm 0,003$ mg GAE/g; sau 2 tháng bảo quản giảm còn $0,028 \pm 0,001$ mg GAE/g; sau 4 tháng giảm còn $0,022 \pm 0,001$ mg GAE/g và sau 6 tháng giảm còn $0,019 \pm 0,001$ mg GAE/g; cao hơn so với hàm lượng polyphenol của nấm sấy ở 30°C và 35°C trong cùng thời gian bảo quản. Giá trị ΔE của nấm sấy ở 25°C sau 2 tháng bảo quản là $8,086 \pm 0,018$, sau 4 tháng tăng lên $10,752 \pm 0,016$ và sau 6 tháng tăng lên $14,399 \pm 0,018$. Giá trị này thấp hơn so với giá trị ΔE của nấm sấy ở 30°C và 35°C trong cùng thời gian bảo quản. Như vậy, nấm bào ngư sấy khô bằng phương pháp sấy lạnh ở nhiệt độ 25°C, 30°C và 35°C vẫn giữ được hàm lượng polyphenol, độ biến đổi màu sắc và chỉ tiêu vi sinh sau 6 tháng bảo quản ở nhiệt độ thường ($28 \pm 2^\circ\text{C}$, độ ẩm $60 \pm 5\%$). (Bảng 6)

Bảng 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ sấy lạnh đến chỉ tiêu vi sinh và chất lượng của nấm bào ngư sấy khô sau thời gian bảo quản

Chỉ tiêu Thời gian		TVSVHK (CFU/g)	Coliform (CFU/g)	E. coli (CFU/g)	Tổng nấm mốc, nấm men (CFU/g)	Hàm lượng polyphenol (mg GAE/g)	ΔE
2 tháng	25°C	$1,150^c \times 10^1$	KPH	KPH	$1,250^c \times 10^1$	$0,028^a \pm 0,001$	$8,086^a \pm 0,018$
	30°C	$1,520^b \times 10^1$	KPH	KPH	$1,620^b \times 10^1$	$0,025^b \pm 0,001$	$5,346^b \pm 0,042$
	35°C	$1,740^a \times 10^1$	KPH	KPH	$1,840^a \times 10^1$	$0,020^c \pm 0,001$	$3,610^c \pm 0,017$
4 tháng	25°C	$1,210^c \times 10^2$	KPH	KPH	$1,310^c \times 10^2$	$0,022^a \pm 0,001$	$10,752^a \pm 0,016$
	30°C	$1,630^b \times 10^2$	KPH	KPH	$1,730^b \times 10^2$	$0,019^b \pm 0,001$	$8,161^b \pm 0,047$
	35°C	$1,970^a \times 10^2$	KPH	KPH	$2,070^a \times 10^2$	$0,016^c \pm 0,001$	$4,153^c \pm 0,004$
6 tháng	25°C	$1,340^c \times 10^3$	KPH	KPH	$1,440^c \times 10^3$	$0,019^a \pm 0,001$	$14,399^a \pm 0,018$
	30°C	$1,880^b \times 10^3$	KPH	KPH	$1,980^b \times 10^3$	$0,016^b \pm 0,001$	$12,005^b \pm 0,044$
	35°C	$2,230^a \times 10^3$	KPH	KPH	$2,330^a \times 10^3$	$0,012^c \pm 0,001$	$7,843^c \pm 0,035$

Trong cùng một nhóm giá trị trung bình, các trị số có cùng ký tự đi kèm khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê ở $\alpha = 0.05$

KPH = Không phát hiện

Nguồn: Nhóm tác giả thực hiện

4. Kết luận

Phương pháp sấy lạnh phù hợp để làm tăng thời gian bảo quản cho nấm bào ngư. Quá trình khảo sát đã xác định được thông số kỹ thuật cho nấm bào ngư sấy lạnh: sấy lạnh với nhiệt độ 30°C,

thời gian sấy 8 giờ. Sản phẩm nấm bào ngư có độ ẩm $10 \pm 2\%$, đựng trong bao giấy Kraft với trọng lượng 100 g/túi, vẫn giữ được chất lượng và hàm lượng đường chất có trong nấm sau thời gian 6 tháng bảo quản ở nhiệt độ thường ■

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này nằm trong khuôn khổ đề tài "Xây dựng quy trình bảo quản và sản xuất bột nấm, nấm sấy và chà bông nấm từ nấm bào ngư xám (Pleurotus ostreatus)" của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao. Nhóm tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Oloke J. (2017). Oyster mushroom (Pleurotus species); a natural functional food. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 7(3), 254.
2. Ayimbila F, Keawsompong S. (2023). Nutritional Quality and Biological Application of Mushroom Protein as a Novel Protein Alternative. Current Nutrition Reports, 12(2), 290-307.
3. Deepalakshmi K, Sankaran M. (2014). Pleurotus ostreatus: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. Journal of Biochemical Technology, 5(2), 718-26.
4. Mowsumi F, Chowdhury M. (2010). Oyster mushroom: Biochemical and medicinal prospects. Bangladesh Journal of Medical Biochemistry, 3(1), 23-8.
5. Rathod MG, Gadade RB, Thakur GM, Pathak AP. (2021). Oyster mushroom: cultivation, bioactive significance and commercial status. Frontiers in Life Science, 2, 21.
6. Chua K, Chou S, Ho J, Hawlader M. (2002). Heat pump drying: recent developments and future trends. Drying technology, 20(8), 1579-610.

Ngày nhận bài: 15/6/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 2/7/2024

Ngày chấp nhận đăng bài: 17/7/2024

Thông tin tác giả:

1. PHẠM QUANG THẮNG¹

2. VŨ THỊ THU THẢO¹

3. TRƯƠNG QUỲNH TRÂM¹

4. NGUYỄN CHÂU ANH¹

5. ĐẶNG THỊ YẾN THU¹

6. NGUYỄN THỊ HIỀN^{2,3*}

¹Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao

²Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Khoa Kỹ thuật Hóa học

Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh

³Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

* Tác giả liên hệ: nthien@hcmut.edu.vn

**A STUDY ON THE USE OF FREEZE DRYING
METHODS TO EXTEND THE SHELF-LIFE
OF OYSTER MUSHROOMS
(*PLEUROTUS OSTREATUS*)**

- PHAM QUANG THANG¹
- VU THI THU THAO¹
- TRUONG QUYNH TRAM¹
- NGUYEN CHAU ANH¹
- DANG THI YEN THU¹
- NGUYEN THI HIEN^{2,3}

¹ Center for Research and Development of High-tech Agriculture

² Department of Food Technology,
Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology

³ Vietnam National University - Ho Chi Minh City

ABSTRACT:

This study aimed to develop a suitable method to extend the shelf-life of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). It would help to diversify mushroom products, increase the economic value of oyster mushrooms, reduce spoilage, and produce products that can be commercialized with long preservation times. In this study, a production process for dried oyster mushrooms was developed with the following technical specifications: freeze drying at 30°C, drying time of 8 hours, moisture content after drying $10 \pm 2\%$, recovery efficiency of 12.237%, and good sensory quality. The oyster mushroom product with $10 \pm 2\%$ moisture content, packed in Kraft paper bags with a weight of 100g/bag, retained its quality and nutrient content after 6 months of storage at room temperature ($28 \pm 2^\circ\text{C}$, humidity $60 \pm 5\%$).

Keywords: Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), freeze drying, preservation.