

DOI:10.22144/ctu.jvn.2021.016

## ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN CHẾ BIẾN ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỦA NẤM RƠM TIỆT TRÙNG TRONG BAO BÌ PA

Võ Tấn Thành, Huỳnh Thị Phương Loan, Nguyễn Bảo Lộc\* và Nguyễn Thị Hoàng Minh

Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Bảo Lộc (email: nbloc@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 07/07/2020

Ngày nhận bài sửa: 03/09/2020

Ngày duyệt đăng: 27/02/2021

### Title:

The effects of processing conditions to the quality of sterilized mushroom in PA package

### Từ khóa:

Áp suất, chân, nấm rơm, tiệt trùng

### Keywords:

Blanching, mushroom, pressure, sterilization

### ABSTRACT

The aim of the study is to assess the effects of processing conditions and sterilization to the quality of mushrooms in PA plastic. Mushrooms were blanched in the  $\text{CaCl}_2$  1% solution, at temperature  $85^\circ\text{C}$  in 3 minutes. The blanched mushrooms were treated under vacuum condition and packed in the PA plastic and then filled with NaCl 3% solution (the ratio between mushrooms and salt solution was 1:1). The PA bags containing mushrooms were sterilized at the optimum conditions, such as temperatures of saturated steam  $118^\circ\text{C}$  and F-value 4 minutes. The final products had the good texture and lightness color.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm khảo sát ảnh hưởng điều kiện chế biến đến chất lượng nấm rơm tiệt trùng trong bao bì polyamide (PA). Mẫu nấm được chần trong dung dịch có bổ sung 1%  $\text{CaCl}_2$ , gia nhiệt trong 3 phút ở nhiệt độ  $85^\circ\text{C}$  cho sản phẩm có cấu trúc và màu sắc tốt nhất. Nấm rơm sau khi chần được hút chân không, và bao gói trong bao bì PA có bổ sung thêm dung dịch NaCl 3%, tỉ lệ nấm: nước muối là 1:1. Mẫu nấm trong bao bì PA có nhiệt độ ban đầu là  $80^\circ\text{C}$  được tiệt trùng ở chế độ tối ưu như sau: nhiệt độ  $118^\circ\text{C}$  với giá trị F-value bằng 4 phút, cho sản phẩm có cấu trúc tốt và màu sắc sáng đẹp

## 1. GIỚI THIỆU

Nấm rơm (*Volvariella* spp.) có nguồn gốc từ các vùng mưa nhiệt đới, có những vùng có nhiệt độ cao, thuộc khu vực nhiệt đới và bán nhiệt đới. Người Hy Lạp cổ đại tin rằng nấm cung cấp sức mạnh cho các chiến binh trong cuộc chiến, và người La Mã coi chúng như là "thực phẩm của các vị thần" (Valverde *et al.*, 2015). Người dân nhiều nước Châu Á đã biết nấm rơm cách đây rất lâu nhưng việc trồng nấm rơm chỉ bắt đầu ở Trung Quốc từ cách đây trên 200 năm (Nguyễn Lân Dũng, 2007). Nấm rơm được trồng bởi các nhà sư Phật giáo, năm 1875 nấm được công nhận cho gia đình hoàng gia, nghề trồng nấm bắt đầu trước thế kỷ 18. Ngày nay, việc trồng nấm phát triển

ở các nước như: Việt Nam, Malaysia, Myanmar, Philippines, Thái Lan, Nhật Bản, Singapore, Hàn Quốc, ... Sản lượng nấm rơm tươi được sản xuất trên toàn thế giới là trên 250.000 tấn (1995), riêng Trung Quốc là 150.000 tấn (chiếm 60% sản lượng của thế giới) (Nguyễn Lân Dũng, 2007). Sản phẩm nấm được tiêu thụ chủ yếu ở dạng tươi, đóng hộp, sấy khô và làm thuốc bổ. Các nước Bắc Mỹ và Tây Âu tiêu thụ nấm nhiều nhất (Nguyễn Hữu Đông và *ctv.*, 2000).

Năm 1963, nghề trồng nấm rơm ở nước ta bắt đầu nở rộ (Việt Chương, 2011). Sau năm 1970, nghề trồng nấm rơm ngày càng phát triển mạnh qua việc thành lập các trung tâm nấm ăn, trung tâm sản xuất

giống,... đặc biệt các tỉnh phía Nam phát triển một cách nhanh chóng. Sản lượng nấm tươi hàng năm ở các tỉnh phía Nam đạt khoảng 10.000 tấn (Đường Hồng Dật, 2002). Việt Nam là quốc gia có tiềm năng phát triển nghề trồng nấm, đặc biệt là nấm rơm có thể trồng quanh năm ở các tỉnh phía Nam do nguồn nguyên liệu dồi dào, điều kiện thời tiết thuận lợi, kỹ thuật trồng nấm không quá phức tạp, nhu cầu tiêu thụ ngày càng cao, mang lại hiệu quả kinh tế cho người dân.

So với thịt, cá hoặc rau cải, nấm là loại thực phẩm rất giàu dinh dưỡng, luôn cần thiết cho đời sống hằng ngày của con người (Alam *et al.*, 2008). Đặc biệt, nấm được xem là một loại “rau sạch và thịt sạch” (Nguyễn Hữu Đồng và *ctv.*, 2000). Nấm rơm là một nguồn thực phẩm cung cấp dồi dào protein, chất xơ, carbohydrate, vitamin, khoáng chất và có hàm lượng chất béo thấp (Choi *et al.*, 2012). Ngoài ra, việc sử dụng nấm chung với các loại thịt và các món ăn có lượng muối thấp, có thể giúp giảm bớt khẩu phần thịt đỏ và muối, mà không ảnh hưởng hương vị (Feeney *et al.*, 2014).

Gần đây, việc tiêu thụ nấm rơm đã tăng lên đáng kể do hương vị và hàm lượng dinh dưỡng cao (Bernas *et al.*, 2006), là nguồn cung cấp các polypeptide, tecpen, steroids (Shwetha and Sudha, 2012), ngoài ra nước chiết xuất của nấm rơm có khả năng chống oxy hóa, giúp ngăn ngừa các bệnh tim mạch, bệnh ung thư (Cheung *et al.*, 2003). Có khoảng 45% nấm được tiêu thụ ở dạng tươi, 5% ở dạng sấy khô và 50% ở dạng đóng hộp do nấm khó bảo quản (Singh *et al.*, 2010). Trong nấm chứa 90% ẩm và nấm tươi có hoạt tính hô hấp rất cao (Yappara *et al.*, 1990) nên dễ bị hư hỏng (Czapski and Szudyga, 2000), làm hạn chế giá trị kinh tế của nấm rơm (Bernas *et al.*, 2006).

Cùng với sự phát triển kinh tế, nhu cầu sử dụng thực phẩm của con người ngày càng tăng cao. Để đáp ứng nhu cầu đó, thực phẩm không những phải an toàn, đa dạng mà còn phải tiện lợi khi sử dụng (Nguyễn Trọng Căn và Nguyễn Lê Hà, 2009). Nhu cầu thực phẩm ít bị biến đổi trong quá trình chế biến, ít mất chất dinh dưỡng, ít chất bảo quản (Marszałek *et al.*, 2014) và thời gian chế biến ngắn (Michael and Sandra, 2005) được người tiêu dùng ngày càng quan tâm. Vì thế, nghiên cứu nấm rơm chế biến sẵn là sự cần thiết để góp phần đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng và đa dạng hóa các sản phẩm từ nguồn nguyên liệu nấm rơm.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

### 2.1. Nguyên liệu

Nấm rơm được thu mua ngẫu nhiên ở địa bàn thành phố Cần Thơ; muối natri clorua (NaCl), độ tinh khiết 99,99% – Trung Quốc; acid citric anhydrous, độ tinh khiết:  $\geq 99\%$  – Trung Quốc; calci clorua anhydrous (CaCl<sub>2</sub>), độ tinh khiết:  $\geq 96,0\%$  – Trung Quốc và bao bì PA (Polyamide) chịu nhiệt (11×16 cm), chiều dày 0,91 mm.

### 2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.2.1. Ảnh hưởng của điều kiện chân đến chất lượng nấm nguyên liệu

Thí nghiệm được bố trí 3 nhân tố hoàn toàn ngẫu nhiên (với nhân tố A là nồng độ CaCl<sub>2</sub>, nhân tố B là nhiệt độ chân và nhân tố C là thời gian chân) và 3 lần lặp lại. Cân 150 g nấm rơm đã được xử lý sơ bộ và ngâm acid citric 0,5% cho vào thiết bị chân có điều khiển nhiệt độ. Thí nghiệm được thực hiện theo các điều kiện bố trí gồm có nồng độ CaCl<sub>2</sub> (0; 0,5; 1 và 1,5%), nhiệt độ chân (70, 80 và 90°C) và thời gian chân (1, 2, 3, 4 và 5 phút). Sau khi chân, mẫu được làm lạnh nhanh xuống nhiệt độ thường và tiến hành phân tích các chỉ tiêu (lực cắt và màu sắc sản phẩm).

2.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến áp suất bên trong bao bì

Thí nghiệm được bố trí 2 nhân tố hoàn toàn ngẫu nhiên (với nhân tố D là trạng thái nguyên liệu và nhân tố E là nhiệt độ ban đầu) và 3 lần lặp lại. Cân 220 g nấm rơm nguyên liệu (với các trạng thái ban đầu khác nhau: nấm tươi, nấm sau khi chân và nấm sau khi chân được xử lý chân không) + 220 g nước muối NaCl 3% (tỷ lệ 1:1 theo khối lượng) cho vào thiết bị xác định sự thay đổi áp suất theo nhiệt độ. Các mẫu được điều chỉnh thể tích (nấm + nước muối NaCl) bằng nhau trong hộp chứa mẫu có thể tích 430 mL, thiết bị được kết nối với analog ghi nhận dữ liệu trực tuyến nhiệt độ và áp suất. Gia nhiệt thiết bị trên bếp điện đến khi nhiệt độ sản phẩm đạt 120°C tương ứng với các nhiệt độ ban đầu đã được chuẩn bị là 40, 60 và 80°C tương ứng với các thí nghiệm. Ghi nhận dữ liệu, phân tích kết quả bằng phần mềm Statgraphics 17.2 và Excel 2016. Từ kết quả, xác định được sự thay đổi của áp suất theo nhiệt độ ở từng trạng thái của nguyên liệu. Dựa trên dữ liệu mối quan hệ giữa nhiệt độ sản phẩm và áp suất bên trong bao bì, xác định được áp suất đối kháng cần áp dụng trong quá trình tiệt trùng ở thí nghiệm tiếp theo.

2.2.3. Ảnh hưởng của chế độ tiệt trùng đến chất lượng sản phẩm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nhân tố (nhân tố F là nhiệt độ tiệt trùng và nhân tố G là giá trị F-value) và 3 lần lặp lại. Cho 10 túi PA có chứa 100 g nấm (đã được chần và xử lý chân không) và 100 g nước muối NaCl 3% (tỷ lệ 1:1 theo khối lượng) sau khi ghép mí được đưa vào thiết bị tiệt trùng. Thiết bị tiệt trùng được thiết kế có các cảm biến ghi nhận nhiệt độ môi trường và nhiệt độ tâm sản phẩm, giá trị F-value được tính toán trực tuyến dựa vào nhiệt độ tâm sản phẩm theo thời gian. Đảm bảo vị trí đặt cảm biến nhiệt độ tại nơi gia nhiệt chậm nhất trong bao bì và trong thiết bị tiệt trùng. Các mẫu nấm rom được tiệt trùng tại các mức nhiệt độ 116, 118 và 120°C để có được các giá trị F-value bằng 4, 5, 6 phút (Tref = 121,1°C, z = 10°C) (theo lý thuyết F-value > 3 phút) (Fellows, 2000). Dựa vào dữ liệu từ thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến áp suất bên trong bao bì (thí nghiệm 2), áp dụng áp suất đối kháng cân áp dụng trong thiết bị tiệt trùng so với áp suất bên trong túi nấm rom trong suốt quá trình tiệt trùng. Phân tích dữ liệu bằng phần mềm Statgraphics 17.2 dựa trên dữ liệu phân tích sự thay đổi cấu trúc và màu sắc của các mẫu. Từ đó xác định chế độ tiệt trùng thích hợp cho việc chế biến nấm rom trong bao bì PA.

2.2.4. Phương pháp phân tích cấu trúc nấm rom

Nấm rom được chọn lấy phần cuống nấm có kích thước 1×1×1 (cm). Tiến hành đo cấu trúc của các mẫu bằng thiết bị đo cấu trúc RHEOTEX (SD-305, Nhật Bản). Độ đàn hồi E (Young's modulus) được sử dụng so sánh cấu trúc của nấm trong quá trình sử lý.

Các số liệu đo được từ máy đo cấu trúc Rheotex được xử lý theo công thức:

$$E = \frac{F}{\frac{\Delta L}{L}} \text{ (Pa)}$$

Với F = m x g và A = π x D<sup>2</sup>/4 Trong đó,

D: Đường kính đầu đo (mm); A: Diện tích đầu đo (mm<sup>2</sup>); L: Chiều dày mẫu (mm);

ΔL: Đoạn đường đầu đo di chuyển xuyên qua mẫu (ΔL = 4 mm);

g: Gia tốc trọng trường 9,81 (m/s<sup>2</sup>); π = 3,14; m: khối lượng (kg).

2.2.5. Phân tích màu sắc

Tiến hành đo màu sắc bằng máy đo màu LAB (precise Color Reader, WR-10, Trung Quốc).

Giá trị +a chỉ hướng màu đỏ, -a chỉ hướng màu xanh lá cây.

Giá trị +b chỉ hướng màu vàng, -b chỉ hướng màu xanh dương

Giá trị L chỉ độ sáng, L tiến dần về 0 chỉ màu đen, L tiến dần về 100 chỉ màu trắng.

Màu chuẩn xác định trên phần mềm Matlab: L=100, a=0, b=0.

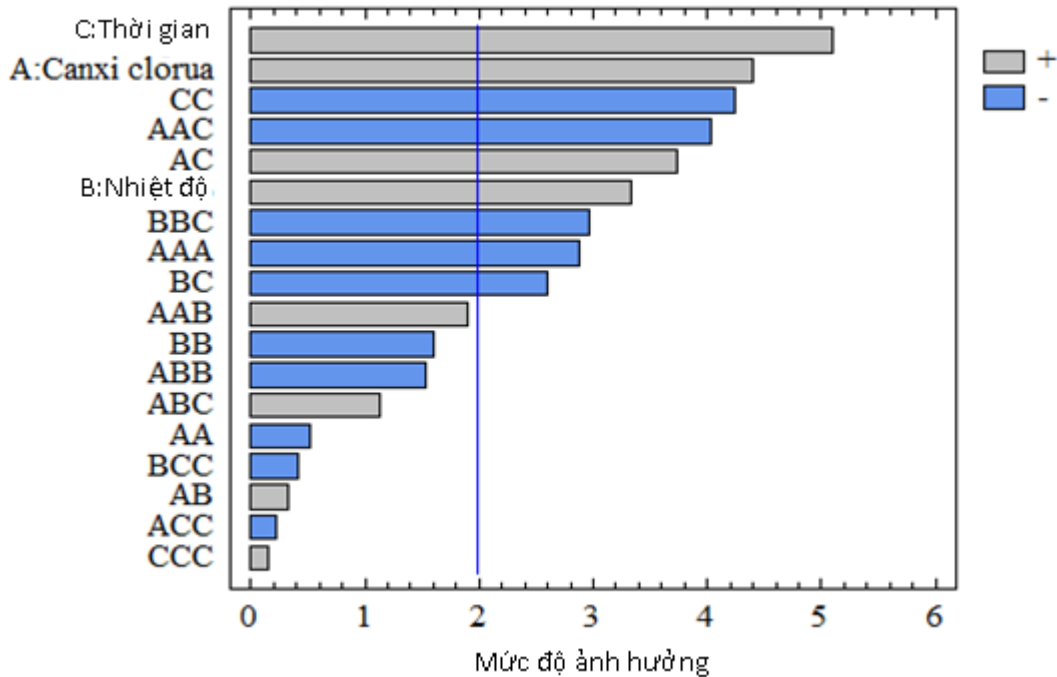
Màu sản phẩm ở các giá trị khác nhau (L<sub>t</sub>, a<sub>t</sub>, b<sub>t</sub>) ta có:

ΔL=L<sub>0</sub>-L<sub>t</sub>, giá trị ΔL thể hiện sự khác biệt độ sáng tối giữa mẫu trước và sau khi xử lý của nấm rom. Đo ít nhất 10 vị trí trên mỗi mẫu, lặp lại 2 lần.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của điều kiện chần đến chất lượng nấm nguyên liệu

Nấm rom nguyên liệu sau khi được xử lý sơ bộ, rửa sạch và ngâm acid citric 0,5% sẽ được chần tương ứng với các điều kiện chần khác nhau. Từ kết quả ghi nhận và thống kê qua biểu đồ Pareto (Hình 1), các nhân tố thí nghiệm đều có ảnh hưởng đến chất lượng nấm sau khi xử lý, chúng tỏ nồng độ CaCl<sub>2</sub>, nhiệt độ chần và thời gian chần đều có ảnh hưởng đến lực cắt của nấm nguyên liệu (P < 0,05).



**Hình 1. Mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến lực cắt của nấm**

Bảng 1 cho thấy các mẫu nấm chần ở nồng độ  $\text{CaCl}_2$  1% và 1,5% có lực cắt cao hơn và có khác biệt ý nghĩa so với mẫu nấm chần không bổ sung  $\text{CaCl}_2$  và bổ sung nồng độ 0,5% ( $P < 0,05$ ). Ở nồng độ  $\text{CaCl}_2$  1,5% cho thấy khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với mẫu 1% ( $P > 0,05$ ). Khi  $\text{CaCl}_2$  hòa tan vào nước thì phân ly thành ion  $\text{Ca}^{2+}$ , ion  $\text{Ca}^{2+}$  trong dung dịch chần liên kết với nhóm carboxyl tự do của chuỗi pectin và tạo thành phức hợp canxi pectate, tạo cấu trúc của tế bào. Nếu gia tăng nồng độ  $\text{CaCl}_2$  dẫn đến tăng hàm lượng canxi chứa trong mẫu (Garcia and Barrett, 2012).

Màu sắc của nấm nguyên liệu được đánh giá thông qua giá trị L (độ sáng và tối của sản phẩm trước và sau khi chần) không có khác biệt ý nghĩa ở các nồng độ calci clorua khác nhau ( $P > 0,05$ ) (Hình 2).

**Bảng 1. Ảnh hưởng của nồng độ calci clorua đến lực cắt nấm rơm**

Nồng độ $\text{CaCl}_2$ (%)	Lực cắt (kPa)
0	1200,97 <sup>b</sup>
0,5	1218,19 <sup>b</sup>
1,0	1341,32 <sup>a</sup>
1,5	1357,19 <sup>a</sup>

abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

Nhiệt độ chần là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng đến cấu trúc của nguyên liệu, nhiệt độ cao sẽ làm cho protein trong nấm bị biến tính, nước thoát ra bên ngoài nhiều, làm giảm thể tích và trọng lượng của cây nấm. Bảng 2 cho thấy trong quá trình chần, nhiệt độ chần sẽ làm thay đổi giá trị lực cắt tác dụng lên nấm nguyên liệu. Ở nhiệt độ 70, 80 và 90°C có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu ( $P < 0,05$ ).

**Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ chần đến lực cắt nấm rơm**

Nhiệt độ chần (°C)	Lực cắt (kPa)
70	1145,87 <sup>c</sup>
80	1307,09 <sup>b</sup>
90	1385,29 <sup>a</sup>

abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

Quá trình xử lý nấm ở nhiệt độ cao làm ảnh hưởng đến cấu trúc của sản phẩm rất rõ rệt, nguyên nhân là do nhiệt độ chần làm giảm khoảng không bên trong tế bào làm cho các sợi bên trong nấm chặt hơn (Zivanovic *et al.*, 2004). Galoburda *et al.* (2015) cho rằng khi chần nấm rơm ở nhiệt độ 70 và 80°C trong thời gian 3 phút sẽ làm mất khối lượng ít hơn so với các mẫu nấm được chần ở nhiệt độ 90 và 100°C. Do đó, khi tác dụng lực cắt làm biến dạng ở cùng khối lượng nấm sẽ cho kết quả theo chiều

hướng tăng theo nhiệt độ chân. Nhưng nếu xử lý nhiệt quá cao sẽ làm chín nguyên liệu dẫn đến việc cấu trúc của nấm nguyên liệu sẽ bị mềm hơn. Cùng với sự tác dụng của nhiệt độ, thời gian chân càng lâu sẽ làm lượng nước chân thấm vào bên trong nấm nguyên liệu làm thay đổi tính chất của nguyên liệu. Ảnh hưởng của thời gian chân đến chất lượng nấm nguyên liệu được thể hiện trong Bảng 3.

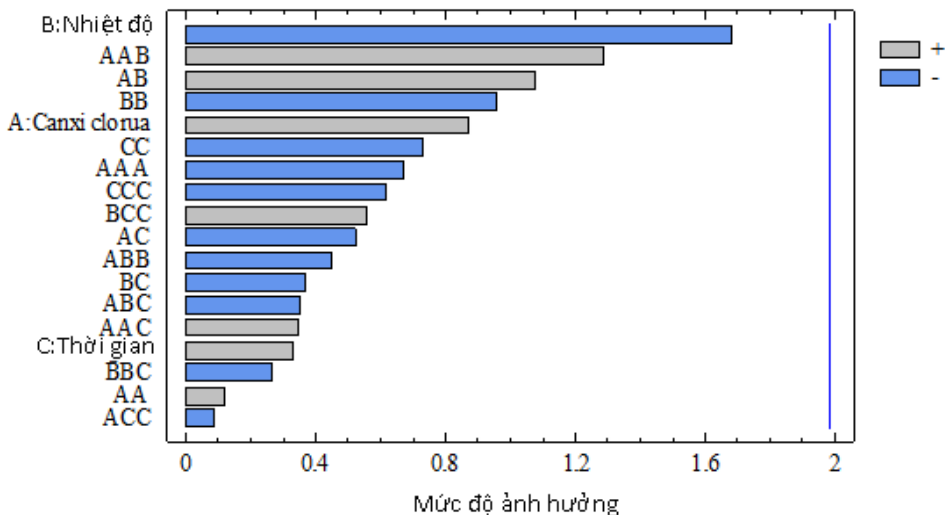
**Bảng 3. Ảnh hưởng của thời gian chân đến lực cắt nấm rom**

Thời gian chân (phút)	Lực cắt (kPa)
1	1080,98 <sup>c</sup>
2	1230,36 <sup>b</sup>
3	1339,74 <sup>a</sup>
4	1371,34 <sup>a</sup>
5	1374,67 <sup>a</sup>

*abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%*

Kết quả cho thấy khi chân ở thời gian 3 phút, cấu trúc của nấm nguyên liệu được cải thiện và được thể hiện qua lực cắt tác dụng lên mẫu (1339,74 kPa), khi tiếp tục kéo dài thời gian lên 4 phút thì lực cắt đạt được là 1371,34 kPa và 5 phút là 1374,67 kPa, các kết quả này khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với mẫu chân ở 3 phút ( $P < 0,05$ ). Khi chân nấm rom ở 3, 4 và 5 phút, lượng nước chân đã thấm vào bên trong nấm, nên khi tác dụng lực cắt làm biến dạng trên cùng khối lượng nấm thì các kết quả khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu. Màu sắc của các mẫu ở các thời gian chân từ 1 đến 5 phút khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ). Kết quả được thể hiện qua biểu đồ Pareto (Hình 2).

Từ các kết quả phân tích mẫu ở các điều kiện chân, chọn giá trị tối ưu của thí nghiệm là chân ở điều kiện nước chân có bổ sung  $CaCl_2$  1%, nhiệt độ chân 85°C và thời gian chân 3 phút để tiến hành cho các thí nghiệm sau.



**Hình 2. Mức độ ảnh hưởng của các nhân tố đến màu sắc nấm**

**3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến áp suất bên trong bao bì**

Sự thay đổi của áp suất sẽ thay đổi theo nhiệt độ và trạng thái ban đầu của sản phẩm trong quá trình tiệt trùng, thí nghiệm này là cơ sở giúp điều chỉnh áp suất đối kháng bên trong thiết bị trong quá trình tiệt trùng cho thời gian thích hợp với áp suất bên trong bao bì. Kết quả ảnh hưởng của trạng thái nguyên liệu đến sự thay đổi áp suất bên trong bao bì được thể hiện ở Bảng 4.

**Bảng 4. Ảnh hưởng của trạng thái nguyên liệu đến sự thay đổi áp suất bên trong bao bì (bar)**

Trạng thái nguyên liệu	Nhiệt độ cuối (°C)		
	116	118	120
Nấm chân hút chân không	1,39 <sup>b</sup>	1,52 <sup>b</sup>	1,64 <sup>b</sup>
Nấm chân	1,48 <sup>ab</sup>	1,60 <sup>ab</sup>	1,73 <sup>ab</sup>
Nấm tươi	1,58 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>

*abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%*

Bảng 4 cho thấy trạng thái của nấm nguyên liệu có ảnh hưởng đến áp suất bên trong bao bì trong quá trình gia nhiệt. Ở cùng nhiệt độ, nấm chân hút chân không có áp suất thấp hơn nấm chân và nấm tươi ( $P < 0,05$ ). Sự khác biệt này là do nấm tươi có nhiều không khí và nấm chân không khí chưa được loại bỏ hoàn toàn, lượng không khí này là nguyên nhân làm cho áp suất bên trong bao bì thay đổi lớn hơn. Khi trong nguyên liệu hoặc/và bao bì có không khí, áp suất sẽ lớn hơn trường hợp không có không khí. Do lượng không khí chiếm phần thể tích của hơi nước bão hòa cân bằng với nhiệt độ sản phẩm.

Trong quá trình tiệt trùng, việc áp dụng áp suất đối kháng thích hợp là yếu tố quan trọng trong việc kiểm soát quá trình tiệt trùng. Áp suất duy trì trong quá trình nâng nhiệt, giữ nhiệt và làm nguội cần được kiểm soát hợp lý. Ngoài sự ảnh hưởng của trạng thái nguyên liệu trong quá trình chế biến. Nhiệt độ đầu của nguyên liệu cũng ảnh hưởng đến sự thay đổi áp suất bên trong bao bì. Áp suất bên trong bao bì tại các chế độ tiệt trùng 116, 118 và 120°C được thể hiện qua Bảng 5.

**Bảng 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ đầu đến sự thay đổi áp suất bên trong bao bì (bar)**

Nhiệt độ đầu (°C)	Nhiệt độ cuối (°C)		
	116	118	120
40	1,94 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>
60	1,53 <sup>b</sup>	1,66 <sup>b</sup>	1,78 <sup>b</sup>
80	0,97 <sup>c</sup>	1,07 <sup>c</sup>	1,15 <sup>c</sup>

*abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%*

Kết quả cho thấy khi thay đổi nhiệt độ ban đầu của nấm nguyên liệu từ 40, 60 và 80°C, sự thay đổi áp suất bên trong bao bì tương ứng trong quá trình gia nhiệt được ghi nhận. Nhiệt độ ban đầu 40°C có giá trị áp suất trung bình cao nhất ở các mức nhiệt độ cuối, kể đến là giá trị áp suất ở nhiệt độ đầu 60°C và nhiệt độ ban đầu 80°C có giá trị áp suất thấp nhất.

Khi ở cùng thể tích, nhiệt độ ban đầu khác nhau thì áp suất bên trong bao bì tại các nhiệt độ cuối cũng khác nhau, nhiệt độ đầu thấp thì giá trị áp suất này sẽ cao hơn trong quá trình gia nhiệt. Sự khác biệt này do lượng không khí hòa tan còn nhiều trong nguyên liệu và dung dịch. Áp suất của không khí sẽ lớn hơn áp suất của hơi nước ở cùng điều kiện gia nhiệt. Kết quả của thí nghiệm cho thấy sự tương tác giữa 2 nhân tố là trạng thái và nhiệt độ ban đầu của

nguyên liệu có sự tương tác rất rõ rệt, ảnh hưởng đến áp suất bên trong của bao bì trong quá trình gia nhiệt. Cụ thể, mẫu nấm có nhiệt độ đầu lớn hơn sẽ có áp suất bên trong bao bì thấp hơn và áp suất của mẫu nấm chân xử lý chân không sẽ thấp hơn các mẫu khác trong cùng điều kiện gia nhiệt.

Để đảm bảo chất lượng sản phẩm tốt nhất, ổn định ít bị biến đổi và dễ kiểm soát trong quá trình chế biến. Chọn mẫu nấm chân xử lý chân không ở nhiệt độ đầu 80°C để thực hiện thí nghiệm tiệt trùng. Ramaswamy *et al.* (1993) cũng tiến hành rót nóng đồ hộp thực phẩm ở nhiệt độ 80°C. Mẫu ở điều kiện này, không khí bên trong nguyên liệu và bao bì được loại bỏ phần lớn nên ít gây biến đổi sản phẩm.

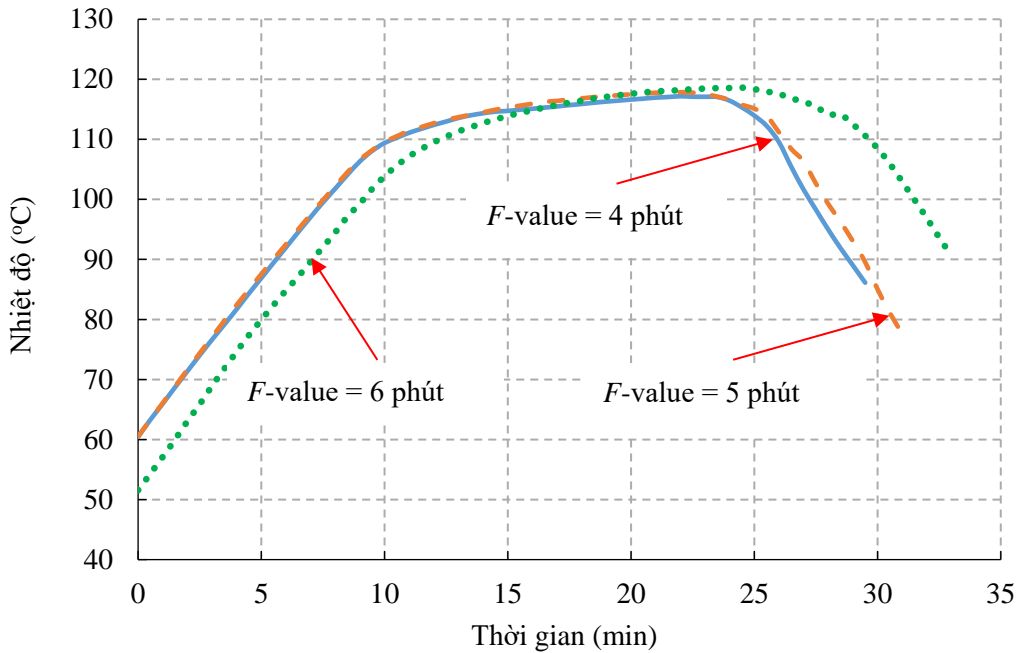
**3.3. Ảnh hưởng của chế độ tiệt trùng (nhiệt độ tiệt trùng, F-value) đến chất lượng sản phẩm**

Nấm rom (đã được chân và xử lý chân không) được xếp vào túi PA, sẽ được rót dịch muối NaCl 3% ở nhiệt độ 80°C, ghép mí và được đưa vào thiết bị tiệt trùng. Nhiệt độ tâm của sản phẩm theo thời gian được ghi nhận trong suốt quá trình tiệt trùng và được thể hiện qua Hình 1.

Có thể thấy, có sự khác nhau về thời gian gia nhiệt giữa các giá trị F-value ở cùng nhiệt độ tiệt trùng. Thời gian gia nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu, F-value và nhiệt độ tiệt trùng tương ứng với sản phẩm đã được xác định.

Sau quá trình tiệt trùng, màu sắc của nấm và dịch rót trở nên sậm màu hơn (vàng hơn) dưới tác dụng của nhiệt độ. Trong môi trường nước muối, một số khoáng chất, đường, vitamin, protein hoà tan,... sẽ bị hòa tan vào môi trường (Baston *et al.*, 2015). Kết cấu của tế bào trên cây nấm không đồng nhất giữa phần thân nấm và mũ nấm. Khi tiếp xúc với nhiệt độ cao, màng tế bào bị phá hủy dần làm giảm kết cấu của tế bào nấm (Anderson, 2006).

Mẫu nấm rom sau khi tiệt trùng tương ứng với các điều kiện thí nghiệm được tiến hành phân tích cấu trúc và màu sắc. Kết quả ghi nhận phân tích thống kê cho thấy nhiệt độ tiệt trùng và F-value đều ảnh hưởng đến lực cắt và màu sắc của nấm rom (ở mức  $P < 0,05$ ). Kết quả được thể hiện trong Bảng 6 cho thấy, với mẫu được tiệt trùng ở nhiệt độ 116°C cho giá trị nhỏ nhất về cả màu sắc và lực cắt, kể đến là mẫu tiệt trùng ở nhiệt độ 120°C và cuối cùng các giá trị cao nhất là với mẫu tiệt trùng ở nhiệt độ 118°C.



Hình 3. Nhiệt độ tâm sản phẩm theo thời gian ở nhiệt độ 1180C

Bảng 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ tiệt trùng đến lực cắt và màu sắc nấm rơm

Nhiệt độ tiệt trùng (°C)	Lực cắt (kPa)	Màu sắc (L)
116	1454,62 <sup>b</sup>	66,18 <sup>b</sup>
118	1632,58 <sup>a</sup>	71,47 <sup>a</sup>
120	1628,71 <sup>a</sup>	70,04 <sup>a</sup>

abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

Nhiệt độ tiệt trùng khác nhau và cùng *F*-value, cấu trúc và màu sắc nấm rơm có giá trị khác nhau. Mẫu tiệt trùng ở nhiệt độ 116°C có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với mẫu được tiệt trùng ở nhiệt độ 118 và 120°C ( $P < 0,05$ ). Kết quả cho thấy sự khác nhau của lực cắt và màu sắc mẫu ở các nhiệt độ tiệt trùng từ 116 đến 120°C. Tiệt trùng ở nhiệt độ 120°C có thời gian chế biến ngắn hơn nhưng nhiệt độ cao hơn các mức nhiệt độ khác, dưới tác dụng của nhiệt độ cao này đã làm cho lực cắt và màu sắc có giá trị giảm so với chế độ tiệt trùng ở 118°C.

*F*-value là tham số tích hợp của nhiệt độ tâm sản phẩm và thời gian gia nhiệt. Vì thế, chọn *F*-value thích hợp là yếu tố quan trọng đảm bảo sản phẩm tiệt trùng an toàn, ít mất giá trị dinh dưỡng và giá trị cảm quan nhất. Thời gian gia nhiệt còn phụ thuộc vào nhiệt độ tâm sản phẩm. Ở cùng *F*-value, nhưng nhiệt độ tiệt trùng khác nhau thì thời gian gia nhiệt khác nhau. Nhiệt độ tiệt trùng thấp hơn thì nhiệt độ

tâm sản phẩm sẽ thấp hơn, khi tính toán *F*-value, thì thời gian gia nhiệt sẽ dài hơn để đạt được *F*-value mong muốn. Ngược lại, nhiệt độ tiệt trùng cao hơn thì nhiệt độ tâm sản phẩm sẽ cao hơn và thời gian gia nhiệt sẽ ngắn hơn để đạt được *F*-value mong muốn. Kết quả phân tích sự ảnh hưởng của *F*-value đến chất lượng nấm rơm được thể hiện qua Bảng 7.

Bảng 7. Ảnh hưởng của *F*-value đến lực cắt và màu sắc nấm rơm

<i>F</i> -value (phút)	Lực cắt (kPa)	Màu sắc (L)
4	1780,03 <sup>a</sup>	70,58 <sup>a</sup>
5	1632,29 <sup>b</sup>	69,52 <sup>ab</sup>
6	1303,59 <sup>c</sup>	67,60 <sup>b</sup>

abc: Các chữ cái khác nhau trong cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%

*F*-value càng lớn càng làm cho lực cắt và màu sắc sản phẩm giảm dần và khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mẫu ( $P < 0,05$ ). Ở *F*-value bằng 4 phút, giá trị lực cắt và màu sắc lớn nhất (1780,03 kPa và giá trị L bằng 70,58), giảm dần ở *F*-value bằng 5 phút (1632,29 kPa và giá trị L bằng 69,52) và thấp nhất ở *F*-value bằng 6 phút (1306,59 kPa và giá trị L bằng 67,60). Điều này đồng nghĩa với việc *F*-value càng lớn sẽ càng làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm. Do đó, cần xác định *F*-value thích hợp để hạn chế sự suy giảm chất lượng sản phẩm trong quá trình chế biến mà vẫn đảm bảo sự an toàn của thực phẩm.

Từ kết quả phân tích lực cắt, màu sắc và hình thức sản phẩm cho thấy nhiệt độ sản phẩm cao hoặc thời gian chế biến dài đều có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, làm giá trị lực cắt và màu sắc sản phẩm giảm dần. Để đảm bảo sản phẩm an toàn về mặt vi sinh vật và ít biến đổi về chất lượng. Chọn *F*-value bằng 4 phút với nhiệt độ tiệt trùng ở 118°C làm chế độ tiệt trùng cho sản phẩm. Ở điều kiện này sản phẩm có chất lượng có thể chấp nhận được tương ứng với giá trị tối ưu của cấu trúc là 1895,72 kPa và giá trị *L* của màu sắc nấm là 73 (Kết quả không được công bố).

Sau 180 ngày bảo quản ở nhiệt độ phòng, tất cả các mẫu không xuất hiện dấu hiệu hư hỏng (túi bị phồng, dung dịch bên trong không bị đục hay xuất hiện bọt khí...). Điều này chứng tỏ rằng, các mức *F*-value áp dụng cho quá trình thí nghiệm đều có tác dụng tiêu diệt vi sinh vật hiện diện trong các mẫu.

#### 4. KẾT LUẬN

Nấm rom nguyên liệu được chần ở điều kiện nước chần có bổ sung 1% CaCl<sub>2</sub>, chần tại nhiệt độ 85°C và thời gian chần 3 phút. Kết quả nghiên cứu cho thấy áp suất bên trong bao bì phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu, trạng thái nguyên liệu, nấm nguyên liệu dạng tươi và nấm chần tạo sự thay đổi rất lớn cho áp suất bên trong bao bì, so với mẫu nấm chần có kết hợp xử lý chân không. Nghiên cứu cũng cho thấy nhiệt độ ban đầu của nấm càng thấp, sẽ tạo nên áp suất trong bao bì càng cao. Do đó, nhiệt độ ban đầu của mẫu nấm chần và được xử lý chân không là 80°C là nhiệt độ thích hợp, trong quá trình gia nhiệt mẫu nấm cho giá trị áp suất bên trong của bao bì là thấp nhất. Kết quả đo đạc cho thấy áp suất đối kháng tối thiểu là 0,97, 1,07 và 1,15 bar tương ứng với nhiệt độ tiệt trùng 116, 118 và 120°C. Ở chế độ tiệt trùng với giá trị *F*-value bằng 4 phút, nhiệt độ tiệt trùng 118°C, sản phẩm nấm rom có cấu trúc tốt và màu sắc sáng đẹp.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Alam, N., Amin, R., & Khan, A. (2008). Nutritional analysis of cultivated mushrooms in Bangladesh- *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus sajor-caju*, *Pleurotus florida* and *Calocybe indica*. *Mycobiology*, 36(4), 228-232.

Anderson, N.M. (2006). *Continuous steam sterilization segmented flow aseptic processing of particle foods*. Thesis. The Pennsylvania State University. Pennsylvania, United States.

Baston, O., Dunarea, U., Galati, D.J., Pricop, E., Dunarea, U. & Galati, D.J. (2015). The effect of brine preservation on mushrooms. *Food Science and Technology*, 16(2), 333-337.

Bernaś, E., Jaworska, G., & Kmiecik, W. (2006). Storage and processing of edible mushrooms. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5, 5-23.

Cheung, L.M., Cheung, P.C.K., & Ooi, V.C.E. (2003). Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry*, 81(2), 249-255.

Choi, E., Ham, O., Lee, S.I., and Song, B.W. (2012). Mushrooms and cardiovascular disease. *Nutraceutical Research*, 10(1), 43-52.

Czapski, J., and Szudyga, K. (2000). Sensory and nutritive qualities of food frozen mushrooms quality as affected by strain flush treatment before freezing and time of storage. *Journal of Food Science*, 65, 722-725.

Đường Hồng Dật (2002). *Kỹ thuật nuôi trồng nấm mỡ, nấm rom, nấm sò, nấm hương và nấm mộc nhĩ*. Nhà xuất bản Hà Nội. Hà Nội.

Galoburda, R., Kuka, M., Cakste, I., & Klava, D. (2015). The effect of blanching temperature on the quality of microwave-vacuum dried mushroom *Cantharellus cibarius*. *Agronomy Research*, 13, 929-938.

Garcia, E., and Barrett, D.M. (2012). *Preservative Treatments for Fresh-Cut Fruits and Vegetables*. University of California, Davis.

Feeney, M.J., Dwyer, J., & Hasler-Lewis, C.M. (2014). Mushrooms and health summit proceedings. *Journal of Nutrition*, 144(7), 1128-1136.

Fellows, P. (2000). *Food Processing Technology Principles & Practice*, Second Edition. Woodhead Publish Limited. Cambridge England.

Marszałek, K., Mitek, M., & Skapska, S. (2014). The effect of thermal pasteurization and high pressure processing at cold and mild temperatures on the chemical composition, microbial and enzyme activity in strawberry purée. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 27, 48-56.

Michael, W.P., and Sandra, C.S. (2005). The safety of pasteurised in-pack chilled meat products with respect to the foodborne botulism hazard. *Meat Science*, 70, 461-475.

Nguyễn Hữu Đồng, Đinh Xuân Linh, Nguyễn Thị Sơn & Zani Federico (2000). *Nấm ăn - Cơ sở khoa học và công nghệ nuôi trồng*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp. Hà Nội.

Nguyễn Lâm Dũng (2007). *Công nghệ nuôi trồng nấm*, tập 2. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội.

Ramaswamy, H.S., Abbatemarco, C., & Sablani, S.S. (1993). Heat transfer rates in a canned food model as influenced by processing in an end-over-end rotary steam-air retort. *Journal of Food Processing and Preservation*, 17(4), 269-286.

Shwetha, V.K., and Sudha, G.M. (2012). Ameliorative effect of *Volvariella volvacea*



- aqueous extract (Bulliard Ex Fries) Singer on gentamicin induced renal damage. *International Journal of Pharma and Biology Sciences*, 3(3), 105-117.
- Singh, P., Langowski, H.C., Wanib, A.A, & Saengerlaub, S. (2010). Recent advances in extending the shelf life of fresh mushroom Agaricus: a review. *Journal of Food and Agriculture*, 90, 1393-1402.
- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T. and Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, 16, 1-14.
- Việt Chương (2011). *Kinh nghiệm trồng nấm rơm và nấm mèo*. Nhà xuất bản Thanh Hóa.
- Yappar, S., Helvaci, S.S., & Peker, S. (1990). Preservation Of Mushroom. *Drying Techniques*, 8, 77-99.
- Zivanovic, S., and Buescher, R. (2004). Changes in mushroom Texture and Cell Wall Composition Affected by Thermal Processing. *Journal Food Scienc*, 69(1), 44-49.