

Ảnh hưởng của một số yếu tố đến chất lượng nấm Bào ngư xám (*Pleurotus ostreatus*) chiên chân không

The impact of various factors on the quality of vacuum-fried Grey Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*)

Trương Bình Nguyễn¹, Phạm Thị Thanh Thảo^{1*}

¹Trường Đại học Đà Lạt, Đà Lạt, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: thaoptt@dlu.edu.vn

THÔNG TIN

TÓM TẮT

DOI:10.46223/HCMCOUJS.tech.vi.20.1.3425.2025

Ngày nhận: 14/05/2024

Ngày nhận lại: 30/06/2024

Duyệt đăng: 08/07/2024

Hiện nay, việc chế biến nấm sau thu hoạch gặp nhiều hạn chế, không đa dạng, chưa đáp ứng thị hiếu người tiêu dùng. Bên cạnh đó, nấm ăn liền đã và đang trở thành xu hướng cho ngành công nghiệp đồ ăn nhanh. Để sản xuất nấm ăn liền, phương pháp chiên chân không là một lựa chọn an toàn cho sức khỏe con người và khả thi. Nghiên cứu ảnh hưởng của phương pháp xử lý nấm trước khi chiên (chần, tẩm ướp, cấp đông và sấy nấm), kích thước nấm (lát cắt nấm là 2.0, 2.5, và 3.0cm), và thời gian chiên chân không nấm (40, 50, và 60 phút) đến chất lượng nấm Bào ngư (cảm quan, màu sắc, và độ giòn) đã được thực hiện. Sản phẩm được kiểm tra chỉ tiêu vi sinh vật để xác định hạn sử dụng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nấm được cắt 2.0cm, sau đó chần, tẩm ướp gia vị, thực hiện cấp đông nấm là phương pháp tiền xử lý trước khi chiên chân không phù hợp. Chiên nấm tại 90°C trong 50 phút cho chất lượng nấm tốt. Sản phẩm an toàn cho người sử dụng trong 12 tháng. Đây là cơ sở để hoàn thiện quy trình chiên chân không nấm Bào ngư.

ABSTRACT

Từ khóa:

bào ngư xám; chiên chân không; kích thước; thời gian chiên

Keywords:

pleurotus ostreatus; vacuum frying; size; time frying

Post-harvest mushroom processing faces numerous limitations, lacking diversity and failing to meet consumer preferences. Concurrently, instant edible mushrooms have become a trend in the fast-food industry. Vacuum frying is a feasible and health-conscious option for producing instant mushrooms. The research investigates the impact of different pre-frying treatments (blanching, seasoning, freezing, and drying), mushroom slice sizes (2.0, 2.5, and 3.0cm), and vacuum frying durations (40, 50, and 60 minutes) on the quality of *Pleurotus ostreatus* mushrooms concerning sensory attributes, color, and crispiness. Microbiological criteria were assessed to determine the shelf life of the product. The results indicate that a mushroom size of 2.0cm, followed by blanching, seasoning, and freezing, constitute the optimal pre-treatment method before vacuum frying. Frying the mushrooms at 90°C for 50 minutes yields the best quality. The product is safe for consumption for up to 12 months. These results provide a foundation for refining the vacuum frying process for *Pleurotus ostreatus* mushrooms.

1. Giới thiệu

Thực phẩm có nguồn gốc từ nấm luôn nhận được sự ưa thích của người tiêu dùng bởi những đặc tính về hương vị, dinh dưỡng và giá trị cảm quan cao mà nó mang lại. Việc sản xuất và sử dụng nấm Bào ngư xám (*Pleurotus ostreatus*) tăng đáng kể trong thời gian qua. Nấm thường được tiêu thụ dưới dạng tươi và khô. Hiện nay, các sản phẩm từ nấm được đa dạng hoá nhằm đáp ứng thị hiếu người tiêu dùng, kéo dài thời gian sử dụng và tăng tính tiện lợi của sản phẩm (Li & ctg., 2013). Công nghiệp snack nấm (nấm ăn liền) đang là xu thế của nền công nghiệp hoá đồ ăn nhanh. Nấm ăn liền là sản phẩm an toàn cho sức khỏe người tiêu dùng nhờ không sử dụng chất bảo quản. Đồng thời, sản phẩm này giúp tăng giá trị kinh tế của nấm, từ đó nâng cao kinh tế của khu vực (Niksic & ctg., 2016).

Phương pháp chiên chân không là một lựa chọn an toàn cho sức khỏe con người và khả thi để sản xuất nấm ăn liền. Nhờ phương pháp này, sự hình thành các chất độc hại như acrylamide (gây ung thư) và các hợp chất khác được giảm thiểu (Granda & ctg., 2004). Bởi vì nguyên liệu được chiên ngập dầu ở áp suất thấp dưới áp suất khí quyển và nhiệt độ thấp nên chất lượng của thực phẩm được cải thiện. Cụ thể, hàm lượng dầu trong thực phẩm giảm (nhờ quá trình ly tâm tách dầu sau khi chiên), màu sắc và hàm lượng vitamin, các chất khác trong sản phẩm ít bị thất thoát (Diamante & ctg., 2015; Shyu & Hwang, 2001). So với thực phẩm chiên thông thường, sản phẩm chiên chân không chứa ít dầu hơn, hàm lượng acrylamide thấp hơn, kết cấu và màu sắc ít biến đổi, đồng thời các đặc tính cảm quan và dinh dưỡng tốt hơn. Nhiều tác giả đồng ý chiên chân không là phương pháp hiệu quả để sản xuất đồ ăn nhanh có độ giòn xốp và thơm ngon (Shyu & Hwang, 2001; Da Silva & Moreira, 2008; Dueik & ctg., 2010). Sau khi chiên chân không, sản phẩm được mang ly tâm bằng một máy ly tâm riêng biệt, nhằm loại bỏ dầu hấp thụ, đây là giai đoạn cuối của quá trình chiên chân không (Andrés-Bello & ctg., 2011; Diamante & ctg., 2015; Moreira, 2012).

Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của (1) phương pháp xử lý nấm Bào ngư trước khi chiên khác nhau, cụ thể là chần, tẩm ướp nấm, cấp đông nấm và sấy nấm, (2) kích thước nấm Bào ngư tươi khác nhau (lát cắt nấm là 2.0, 2.5, và 3.0cm) và chiên chân không nấm Bào ngư với nhiệt độ 90°C trong khoảng thời gian chiên khác nhau (lần lượt là 40, 50, và 60 phút) đến các thuộc tính chất lượng của sản phẩm. Từ đó, độ giòn, màu sắc và đặc tính cảm quan của nấm Bào ngư ăn liền được xác định. Đồng thời, sản phẩm nấm Bào ngư được đánh giá chỉ tiêu vi sinh vật để xác định thời hạn sử dụng sản phẩm là an toàn cho người sử dụng.

2. Cơ sở lý thuyết

Các phương pháp chần, sấy sơ bộ, tiền xử lý thẩm thấu (ly tâm tách nước), đông lạnh đã được nghiên cứu khi chiên thực phẩm (Adedej & Ngadi, 2018; Afjeh & ctg., 2015; Fan & ctg., 2006; Pedreschi & Moyano, 2005). Theo các tác giả này, chần là phương pháp tiền xử lý nâng cao chất lượng sản phẩm chiên. Pedreschi và Moyano (2005) nhận thấy miếng khoai tây được sấy sơ bộ trước khi chiên giúp sản phẩm có độ giòn tốt và giảm hấp thụ dầu. Việc ly tâm tách nước trước khi chiên hạn chế sự đổi màu của sản phẩm (Afjeh & ctg., 2015). Cuối cùng, đông lạnh trước khi chiên giúp tăng tốc độ chiên và nâng cao chất lượng sản phẩm (Adedej & Ngadi, 2018).

Một số nghiên cứu chiên chân không nấm cho thấy phương pháp này giúp nâng cao chất lượng nấm ăn liền. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiệt độ và thời gian chiên chân không khác nhau có thể gây ra thay đổi các thông số chất lượng nấm ăn liền. Thậm chí, các phương pháp xử lý nấm

tươi trước khi chiên cũng có ảnh hưởng tương tự đến đặc tính cảm quan sản phẩm. Charoen và cộng sự (2015) đưa ra quy trình sản xuất nấm Bào ngư ăn liền gồm có chân nước nóng nấm tươi ở 80°C trong 02 phút, sau đó cấp đông nấm tươi ở -40°C trong 30 phút và chiên chân không nấm ở nhiệt độ 120°C trong 15 phút. Ngược lại, Hilapad và cộng sự (2020) cho rằng nấm Bào ngư trưởng thành chỉ cần ướp muối trước khi chiên ở 85°C trong 35 phút. Do đó, các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng nấm Bào ngư sau khi chiên chân không cần được nghiên cứu sâu hơn nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm.

3. Vật liệu, phương pháp nghiên cứu

3.1. Nguyên liệu

Mẫu nấm Bào ngư (*Pleurotus ostreatus*) được lựa chọn làm nguyên liệu là nấm tươi trưởng thành (Hilapad & ctg., 2020), có cấu trúc cứng cáp, không có màu sắc bất thường, không bị nấm mốc, yêu cầu mũ nấm bị rách do thu hái và vận chuyển ít hơn 20%. Nấm được chọn có kích thước mũ 6.0 - 8.0cm, màu sắc xám và mùi thơm đặc trưng của nấm, được thu hái vào buổi sáng tại trại nấm Quốc Khánh (huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng).

Thực nghiệm được thực hiện tại các phòng thí nghiệm chuyên môn của trường Đại học Đà Lạt. Thời gian nghiên cứu từ tháng 01 năm 2023 đến tháng 04 năm 2024.

3.2. Hóa chất và dụng cụ

Các hoá chất dùng cho thí nghiệm là của hãng Merck đều đạt tiêu chuẩn phân tích vi sinh vật. Sử dụng các dụng cụ và thiết bị thông thường của phòng thí nghiệm vi sinh (TCVN 6404:2016) (Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, 2016).

3.3. Quy trình chiên chân không nấm

Đầu tiên, nấm Bào ngư được cắt bỏ phần chân nấm và cắt nấm thành từng lát với kích thước lát cắt nấm phù hợp (theo bố trí thí nghiệm). Sau đó, nấm được rửa sạch trong nước ở điều kiện nhiệt độ phòng (tránh xáo động mạnh, không vò bóp nấm - gây gãy mũ nấm). Tiếp theo, nấm được chân trong nước sôi 90°C - 30 giây. Sau đó, nấm được ngâm trong nước lạnh cho đến khi nhiệt độ nấm giảm xuống nhiệt độ phòng. Nấm được vớt lên và ly tâm tách nước. Và nấm được xử lý trước khi chiên chân không (theo bố trí thí nghiệm). Sau khi xử lý xong nấm, nấm được chiên chân không bằng hệ thống máy chiên chân không của Vina Organic, khối lượng 01 mẻ thực nghiệm: 05kg nấm, nhiệt độ chiên 90°C. Kết thúc quá trình chiên, nấm được tháo ra khỏi giỏ nấm và chuyển vào máy ly tâm ngay lập tức để ly tâm tách dầu. Thông số cài đặt máy là tốc độ vòng: 1200rpm (vòng/phút) (Charoen & ctg., 2015), thời gian ly tâm nóng là 08 phút (nhiệt độ cao giúp dầu dạng lỏng dễ tách ra khỏi sản phẩm) và tiếp tục ly tâm lạnh trong 05 phút (ngăn chặn phản ứng caramen hóa và tiếp tục tách dầu còn sót lại trong nấm). Cuối cùng, nấm được chuyển vào bịch (đã dán trước nhãn mác) với khối lượng 100g. Sau khi bổ sung gói hút ẩm, bịch nấm được hút chân không và hàn miệng bịch bởi máy DZ-260.

3.4. Phương pháp bố trí thí nghiệm

3.4.1. Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý nấm Bào Ngư đến chất lượng nấm chiên chân không

Thực hiện quy trình chiên chân không nấm với sự bổ sung của bước đầu tiên: Cắt đôi nấm (Hilapad & ctg., 2020), phương pháp xử lý nấm trước khi chiên theo Bảng 1 và chiên chân không nấm trong thời gian 40 phút.

Bảng 1*Phương Pháp Xử Lý Nấm Bào Ngự trước khi Chiên*

Nghiệm thức		Phương pháp xử lý nấm
Chiên	Không xử lý	
Ướt	Tắm ướt (0.5 %/w đường, 0.2 %/w muối) 15 phút và ly tâm tách nước	
Cấp đông	Tắm ướt (0.5 %/w đường, 0.2 %/w muối) 15 phút, ly tâm tách nước, cấp đông (-15°C, qua đêm)	
Sấy	Tắm ướt (0.5 %/w đường, 0.2 %/w muối) 15 phút, ly tâm tách nước, sấy (02 giờ - 75°C)	

Nguồn: Dữ liệu từ “Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips” bởi F. Pedreschi và P. Moyano, 2005, *LWT-Food Science and Technology*, 38(6), pp. 599-604. Dữ liệu từ “Evaluation of the effects of osmotic dehydration pretreatment at low pressure on texture, colour and oil absorption of vacuum fried kiwi slices” bởi F. A. Afjeh, A. Bassiri, và A. M. Nafchi, 2015, *Food Technology & Nutrition*, 12, pp. 5-12. Dữ liệu từ “Development of seasoned gray oyster mushroom chips using vacuum frying process” bởi R. Charoen, S. Lakerd, và C. Kornpetch, 2015, *Food and Applied Bioscience Journal*, 3(2), pp. 100-108. Dữ liệu từ “Impact of freezing method, frying and storage on fat absorption kinetics and structural changes of parfried potato” bởi A. A. Adedeji và M. Ngadi, 2018, *Journal of Food Engineering*, 218, pp. 24-32. Dữ liệu từ “Optimization of processing parameters for vacuum and Technology fried oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacquin) P. kummer)” bởi M. R. Hilapad, E. B. Esguerra, và K. A. T. Castillo-Israel, 2020, *Food Research*, 4(4), pp. 1371-1382

Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng mẫu chiên chân không được xác định tại thời điểm ngay sau khi mang mẫu về phòng thí nghiệm 01 - 03 ngày. Các chỉ tiêu này bao gồm cảm quan (ngoại hình, cấu trúc, màu sắc, mùi và hương vị), màu sắc, độ giòn của nấm. Thí nghiệm được lặp lại 03 lần.

3.4.2. Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của kích thước nấm Bào ngự và thời gian chiên chân không đến chất lượng nấm chiên chân không

Thực hiện quy trình chiên chân không nấm với sự bổ sung: Kích thước lát cắt nấm lần lượt là 2.0cm, 2.5cm, và 3.0cm; phương pháp xử lý nấm trước khi chiên được lựa chọn từ kết quả thí nghiệm 1; Và tiến hành chiên nấm lần lượt trong 40, 50, và 60 phút. Vì vậy, bố trí thí nghiệm này bao gồm 09 nghiệm thức (Bảng 2).

Bảng 2*Kích Thước Nấm và Thời Gian Chiên Chân Không Nấm Bào Ngự*

Nghiệm thức	Kích thước nấm (cm)	Thời gian chiên (phút)
NT1	2.0	40
NT2	2.0	50
NT3	2.0	60
NT4	2.5	40
NT5	2.5	50
NT6	2.5	60
NT7	3.0	40
NT8	3.0	50
NT9	3.0	60

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Nấm chiên chân không được đánh giá cảm quan (ngoại hình, cấu trúc, màu sắc, mùi, hương vị), màu sắc, độ giòn của sản phẩm. Thí nghiệm được lặp lại 03 lần.

3.4.3. Thí nghiệm 3: Ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến chất lượng nấm Bào ngư chiên chân không

Nấm Bào ngư được xử lý và chiên chân không theo các thông số cho kết quả tốt nhất tại thí nghiệm 1 và 2. Sản phẩm được bảo quản ở nhiệt độ phòng (14 - 28°C). Thực hiện phân tích mẫu kiểm tra các chỉ tiêu vi sinh (Tổng Số Vi Sinh Vật Hiếu Khí - “TSVSVKH”, Coliforms, *E. coli*, Tổng Số Bào Tử Nấm Men Nấm Mốc - “TSBTNM-M”) theo thời gian bảo quản sản phẩm nấm tại 00 giờ, 06 tháng và 12 tháng.

3.5. Phương pháp đánh giá chỉ tiêu thí nghiệm

3.5.1. Phương pháp đánh giá cảm quan

Sử dụng hội đồng cảm quan là 10 “người đánh giá được lựa chọn” để xác định các kích thích cảm quan (05 đặc tính: hương vị, màu sắc, ngoại hình, cấu trúc và mùi) (TCVN 12389-2018) (Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, 2018) và xác định các đặc tính cảm quan trên thang điểm bậc 6 (0 - 6). Thiết kế bảng khảo sát cảm quan (tham khảo TCVN 3215-1979) (Ủy ban khoa học và kỹ thuật Nhà nước, 1979) có tổng hệ số quan trọng là 5.0 và tổng điểm sản phẩm là 25. Cụ thể, hệ số quan trọng được thiết lập như sau: 1.6 đối với hương vị, 1.3 đối với màu sắc, 1.0 đối với ngoại hình, 0.7 đối với cấu trúc và 0.4 đối với mùi. Cách biểu diễn kết quả, quy định chung, cách tính điểm trung bình, tính số điểm chung theo mục 4 và 5 của TCVN 3215-1979 (Ủy ban khoa học và kỹ thuật Nhà nước, 1979) (Bảng 3).

Bảng 3

Bảng Phân Hạng Chất Lượng của Nấm Bào Ngư sau khi Chiên Chân Không

Phân hạng	Điểm số	Điểm chỉ số quan trọng chưa trọng lượng (Ngoại hình, màu sắc, hương vị)
Xuất sắc	23.9 - 25	4.8
Tốt	18.9 - 23.8	3.8
Khá	13.9 - 18.8	2.8
Trung bình	8.9 - 13.8	1.8
Xấu	4.9 - 8.8	1.0
Rất xấu	0.0 - 4.8	0.0

Nguồn: Dữ liệu từ “TCVN 3215-1979: Sản phẩm thực phẩm, phân tích cảm quan, phương pháp cho điểm [Food products sensorial analysis Method by frowningmark]” bởi Ủy ban khoa học và kỹ thuật Nhà nước, 1979

3.5.2. Phương pháp đo độ giòn

Độ giòn được đo theo phương pháp sử dụng lực làm đứt gãy nấm (đơn vị Newton) bằng thiết bị phân tích cấu trúc thực phẩm TAXT Plus 2010 (hãng Microsystem). Mẫu của mỗi thí nghiệm thức được đo độ giòn là 12 mẫu/01 lần lặp lại thí nghiệm.

3.5.3. Phương pháp đo màu sắc

Màu sắc nấm được xác định bằng máy đo màu sắc CR-10 Plus theo hệ màu Hunter Lab. Trong đó L là độ sáng, a là cường độ màu đỏ ($a > 0$: đỏ, $a < 0$: xanh lá cây) và b là cường độ màu

vàng ($b > 0$: vàng, $b < 0$: xanh dương) (Tarzi & ctg., 2011). Mẫu của mỗi nghiệm thức được đo màu sắc của cuống và mũ nấm là 12 mẫu/01 lần lặp lại thí nghiệm (Theo Texture Technologies (2023) cần đo ít nhất 10 mẫu).

3.5.4. Phương pháp phân tích chỉ tiêu vi sinh vật

Các chỉ tiêu vi sinh vật được phân tích theo phương pháp truyền thống là định tính hoặc định lượng khuẩn lạc trên môi trường nuôi cấy. Cụ thể, phương pháp xác định TSVSVHK theo TCVN 4884:2005 (Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, 2005), coliforms theo TCVN 6848:2007 (Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, 2007), *E. coli* theo TCVN 7924-2:2008 (Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, 2008) và TSBTNM-M theo TCVN 8275-2:2010 (Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia, 2010).

3.6. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được thu thập bởi phần mềm Microsoft Excel phiên bản 16.0. Dữ liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SAS 9.4 ($P < 0.05$). Trong đó, phân tích phương sai một yếu tố và hai yếu tố (ANOVA) và kiểm định Duncan được sử dụng để so sánh sự sai khác có ý nghĩa thống kê (Mean \pm SE) giữa các nghiệm thức trong cùng một thí nghiệm đối với từng chỉ tiêu nghiên cứu.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Ảnh hưởng của các phương pháp tiền xử lý nấm Bào Ngư đến chất lượng nấm chiên chân không

Các yếu tố khác nấm ngoài quy trình chiên chân không (ví dụ: quá trình xử lý nguyên liệu) có ảnh hưởng đến hiện tượng truyền nhiệt, từ đó ảnh hưởng đặc tính cảm quan của sản phẩm (Moreira, 2012).

Kết quả đánh giá cảm quan nấm Bào ngư cho thấy, điểm sản phẩm sau khi chiên với các phương pháp xử lý nấm trước khi chiên chân không khác nhau có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Bảng 4). Duy nhất phương pháp cấp đông sau khi chiên được đánh giá là loại tốt (theo phân loại nấm). Nghiệm thức này có điểm trung bình có trọng lượng cao nhất và điểm hương vị, ngoại hình, cấu trúc có khác biệt rõ ràng với 03 nghiệm thức còn lại. Phương pháp sấy có tổng điểm trung bình có trọng lượng không có sự sai khác so với phương pháp chiên và ướp. Nhưng nấm ở nghiệm thức sấy được đánh giá điểm ngoại hình thấp nhất (nấm bị gãy, biến dạng dưới 25%). Vì vậy, nấm của phương pháp sấy chỉ đạt loại trung bình. Như vậy, đặc tính cảm quan của nấm tốt hơn nếu cấp đông nấm trước khi chiên chân không.

Bảng 4

Giá Trị Cảm Quan Nấm Bào Ngư qua các Phương Pháp Xử Lý Nấm Khác Nhau

Phương pháp xử lý nấm	Điểm trung bình có trọng lượng						Phân loại
	Ngoại hình	Màu sắc	Cấu trúc	Mùi	Hương vị	Tổng	
Chiên	4.00 \pm 0.21 ^{AB}	4.16 \pm 0.32 ^B	2.31 \pm 0.14 ^B	1.36 \pm 0.06	5.76 \pm 0.26 ^B	17.59 \pm 0.44 ^B	Khá
Ướp	3.60 \pm 0.16 ^B	4.94 \pm 0.32 ^{AB}	2.45 \pm 0.15 ^B	1.44 \pm 0.08	6.40 \pm 0.41 ^{AB}	18.83 \pm 0.55 ^B	Khá
Cấp đông	4.40 \pm 0.16 ^A	4.94 \pm 0.32 ^{AB}	3.22 \pm 0.11 ^A	1.52 \pm 0.08	7.04 \pm 0.26 ^A	21.12 \pm 0.53 ^A	Tốt
Sấy	2.70 \pm 0.21 ^C	5.46 \pm 0.26 ^A	2.03 \pm 0.19 ^B	1.32 \pm 0.08	5.76 \pm 0.26 ^B	17.27 \pm 0.66 ^B	Trung bình

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số liệu mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$)

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Kết quả Bảng 5 cho thấy, màu sắc nấm Bào ngư được tiền xử lý trước khi chiên bằng các phương pháp khác nhau là khác nhau. Phương pháp xử lý nấm bằng cách sấy có a cuống nấm (15.77) và a mũ nấm (12.21) là cao nhất (a càng cao màu sắc sẽ nghiêng về màu đỏ), và có hiện tượng cháy xém. Nấm của nghiệm thức chiên, tức không thực hiện phương pháp tiền xử lý nấm trước khi chiên chân không có giá trị a, b của mũ nấm (a: 6.00, b: 23.27) và cuống nấm (a: 8.78, b: 33.27) là thấp nhất. Mặc dù nấm Bào ngư của nghiệm thức ướp và cấp đông có màu sắc cuống và mũ gần giống nhau (L và a không khác biệt) nhưng màu Bào ngư cấp đông tươi hơn bào ngư ướp (chỉ số b khác nhau). Nói cách khác, màu sắc nấm chiên khi xử lý nấm bằng cách cấp đông sẽ nghiêng về vàng nâu cánh gián hơn so với nấm chỉ được ướp trước khi chiên.

Bảng 5

Màu Sắc Nấm Bào Ngư qua các Phương Pháp Xử Lý Nấm Khác Nhau

Phương pháp xử lý nấm	Cuống			Mũ		
	L	a	b	L	a	b
Chiên	55.59 ± 1.35 ^B	8.78 ± 0.3 ^C	33.27 ± 0.94 ^C	47.87 ± 1.36 ^B	6.00 ± 0.26 ^C	23.27 ± 0.61 ^D
Ướp	61.06 ± 0.75 ^A	12.06 ± 0.52 ^B	40.75 ± 0.88 ^{AB}	54.00 ± 0.70 ^A	7.95 ± 0.29 ^B	27.93 ± 0.54 ^C
Cấp đông	59.98 ± 0.77 ^A	13.21 ± 0.36 ^B	41.20 ± 0.69 ^A	53.11 ± 0.64 ^{AB}	8.75 ± 0.37 ^B	31.52 ± 0.76 ^B
Sấy	51.6 ± 0.88 ^C	15.77 ± 0.71 ^A	38.69 ± 0.88 ^B	51.65 ± 0.73 ^A	12.21 ± 0.53 ^A	35.73 ± 0.48 ^A

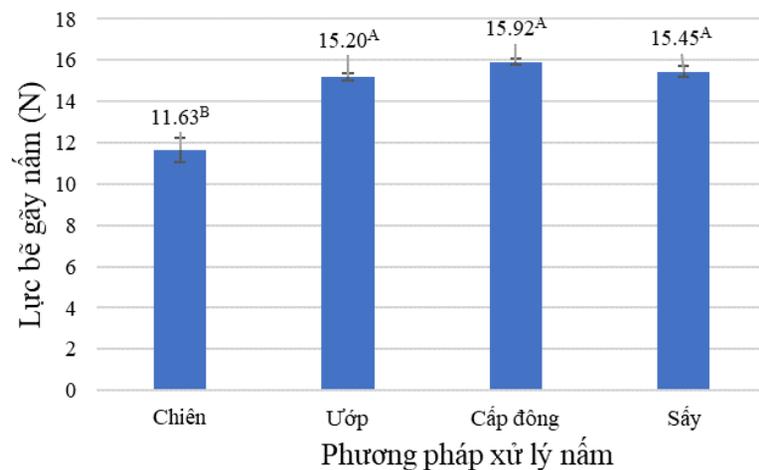
Ghi chú: Trong cùng một cột, các số liệu mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$)

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Cuối cùng, độ giòn của nấm Bào ngư có sự khác biệt phụ thuộc phương pháp xử lý nấm (Hình 1). Lực bẻ gãy sản phẩm càng lớn nghĩa là độ giòn sản phẩm càng nhỏ. Nghiệm thức nấm được xử lý bằng phương pháp chiên có lực bẻ gãy nấm bé nhất ($11.63 \pm 0.58\text{N}$), sau đó là các nghiệm thức khác (lực bẻ gãy nấm không có sự sai khác giữa 03 phương pháp xử lý nấm còn lại).

Hình 1

Độ Giòn Nấm Bào Ngư qua các Phương Pháp Xử Lý Nấm Khác Nhau



Ghi chú: Trong hình, các số liệu mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$)

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Ren và cộng sự (2018) đã nghiên cứu về phương pháp chiên chân không để chế biến snack nấm hương, đồng thời đánh giá ảnh hưởng của bốn phương pháp tiền xử lý nấm khác nhau đến chất lượng sản phẩm, đó là: (1) chần nấm, (2) chần, ly tâm, ướp nấm trong dung dịch

maltodextrin (MD) 50% w/v ở 25°C trong 60 phút, (3) chần, ly tâm, phủ carboxymethyl cellulose (CMC) 0.5% w/v cho nấm ở 25°C trong 15 phút, (4) chần, ly tâm, cấp đông nấm ở -20°C trong 12 giờ. Sau đó, nấm hương chiên chân không ở nhiệt độ $90 \pm 02^\circ\text{C}$ trong thời gian 30 phút. Kết quả cho thấy, độ ẩm của nấm được xử lý theo nghiệm thức (4) chần, ly tâm, cấp đông nấm là thấp nhất, vì khi cấp đông có thể làm tăng khả năng bốc hơi nước xuyên qua màng tế bào của nấm và giúp cho nước dễ bay hơi hơn. Như vậy, kết quả của nghiên cứu này phù hợp với kết quả của Ren và cộng sự (2018), Charoen và cộng sự (2015) đều nhận định cấp đông nấm trước khi chiên chân không giúp nâng cao chất lượng nấm ăn liền.

Tóm lại, kết hợp các kết quả của cảm quan, màu sắc và độ giòn thì phương pháp cấp đông nấm trước khi chiên chân không tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt hơn, thích hợp để nghiên cứu thí nghiệm tiếp theo.

4.2. Ảnh hưởng của kích thước nguyên liệu và thời gian chiên chân không đến chất lượng nấm chiên chân không

Kết quả Bảng 6 cho thấy, kích thước nấm và thời gian chiên chân không có ảnh hưởng đến chất lượng nấm Bào ngư. Theo phân loại chất lượng sản phẩm, 07/09 nghiệm thức cho chất lượng sản phẩm tốt (ngoại trừ nấm có kích thước 2.5cm được chiên trong 60 phút và nấm có kích thước 3.0cm được chiên trong 40 phút). Nấm có kích thước 3.0cm được chiên trong 40 phút cùng là nghiệm thức có tổng điểm trung bình có trọng lượng thấp nhất trong 09 nghiệm thức. Bởi vì nghiệm thức này có điểm hương vị và điểm màu sắc thấp nhất. Điểm hương vị thấp cũng được ghi nhận tại nghiệm thức nấm có kích thước 2.5cm được chiên trong 60 phút. Khi tăng thời gian chiên đối với nấm 3.0cm thì điểm ngoại hình của nấm chiên càng thấp (nấm bị gãy vỡ mũ nấm). Nấm có kích thước 2.0cm chiên trong thời gian 50 phút cho kết quả cảm quan tốt nhất. Do nghiệm thức này có điểm trung bình có trọng lượng là cao nhất (22.9đ) cũng như điểm số về màu sắc, cấu trúc, mùi và hương vị cao nhất. Nghiệm thức nấm 2.5cm chiên trong 50 phút là nghiệm thức tốt hơn các nghiệm thức khác (sau nghiệm thức nói trên).

Bảng 6

Giá Trị Cảm Quan Nấm Bào Ngư với Kích Thước Nấm và Thời Gian Chiên Khác Nhau

Kích thước nấm (cm)	Thời gian chiên (phút)	Điểm trung bình có trọng lượng ($X \pm SE$)						Phân loại
		Ngoại hình	Màu sắc	Cấu trúc	Mùi	Hương vị	Tổng	
2.0	40	4.30 ± 0.15^{BCD}	5.59 ± 0.20^B	2.10 ± 0.18^C	1.56 ± 0.09^{BCD}	6.56 ± 0.29^{BC}	20.11 ± 0.35^D	Tốt
	50	4.50 ± 0.22^{BC}	5.85 ± 0.22^{AB}	2.87 ± 0.13^A	1.84 ± 0.09^A	7.84 ± 0.16^A	22.9 ± 0.42^A	Tốt
	60	4.30 ± 0.21^{BCD}	5.98 ± 0.29^{AB}	2.8 ± 0.18^A	1.72 ± 0.09^{AB}	6.72 ± 0.32^{BC}	21.52 ± 0.59^{BC}	Tốt
2.5	40	5.00 ± 0^A	5.85 ± 0.22^{AB}	2.52 ± 0.21^{AB}	1.40 ± 0.07^{DE}	6.08 ± 0.40^C	20.85 ± 0.51^{CD}	Tốt
	50	5.00 ± 0^A	5.98 ± 0.21^{AB}	2.87 ± 0.07^A	1.48 ± 0.09^{CD}	7.04 ± 0.26^B	22.37 ± 0.47^{AB}	Tốt
	60	4.70 ± 0.15^{AB}	6.37 ± 0.13^A	2.73 ± 0.07^{AB}	1.24 ± 0.07^E	5.12 ± 0.4^D	20.16 ± 0.48^D	Khá
3.0	40	4.60 ± 0.16^{ABC}	5.33 ± 0.13^B	2.31 ± 0.15^{BC}	1.36 ± 0.07^{DE}	4.80 ± 0^D	18.40 ± 0.27^E	Khá
	50	4.20 ± 0.13^{CD}	5.98 ± 0.21^{AB}	2.66 ± 0.09^{AB}	1.64 ± 0.04^{ABC}	6.40 ± 0^{BC}	20.88 ± 0.33^{CD}	Tốt
	60	3.90 ± 0.18^D	5.85 ± 0.22^{AB}	2.80 ± 0.10^A	1.40 ± 0.07^{DE}	6.08 ± 0.21^C	20.03 ± 0.45^D	Tốt

Ghi chú: Trong cùng một cột, các số liệu mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$)

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Kết quả Bảng 7 cho thấy, khi kích thước nấm tăng dần thì chỉ số a và b của cuống và mũ nấm tăng dần (gam màu từ nâu nhẹ chuyển sang nâu đỏ). Khi thời gian chiên nấm tăng dần: đối với nấm kích thước 2.0cm thì màu sắc không thay đổi (không khác biệt chỉ số a và b); đối với nấm kích thước 2.5cm thì màu sắc ít thay đổi (chỉ số L và b của mũ có sự sai khác); đối với nấm kích thước 3.0cm thì sự thay đổi màu sắc rõ ràng hơn (trừ mũ nấm chiên ở 50 hoặc 60 phút có màu ít khác biệt). Như vậy, thời gian chiên chân không ảnh hưởng đến màu sắc của nấm 2.0cm (ngoại trừ thay đổi độ sáng L). Nấm cùng kích thước là 2.5cm với thời gian chiên là 40 phút có b mũ thấp hơn rõ rệt so với chiên trong 60 phút nên màu sắc mũ của nấm 2.5cm chiên trong 60 phút bắt đầu có sự đổi màu nâu đỏ nhạt (b cao). Ở kích thước 3.0cm, khi tăng nhiệt độ thì màu sắc mũ và cuống nấm càng ngả về màu nâu đỏ (với a mũ, b mũ và a cuống, b cuống đều cao hơn so với nấm 2.0cm và 2.5cm). Màu sắc của nấm Bào ngư có kích thước 2.0cm, được chiên trong 40 hoặc 50 phút có màu cánh gián đẹp hơn các nghiệm thức còn lại. Như vậy, nấm Bào ngư được cắt thành lát 2.0cm sẽ mang lại cảm quan màu sắc sản phẩm tốt.

Bảng 7

Màu Sắc Nấm Bào Ngư với Kích Thước Nấm và Thời Gian Chiên Khác Nhau

Kích thước nấm (cm)	Thời gian chiên (phút)	Cuống			Mũ		
		L	a	b	L	a	b
2.0	40	53.16±1.09 ^A	7.50±0.18 ^E	26.01±0.46 ^D	45.23±1.41 ^{BC}	6.72±0.13 ^D	20.18±0.37 ^E
	50	47.57±1.41 ^{BC}	7.33±0.17 ^E	25.00±0.49 ^D	45.37±1.26 ^{BC}	6.86±0.15 ^D	20.69±0.55 ^E
	60	43.34±1.22 ^D	7.42±0.16 ^E	23.68±0.4 ^D	40.62±1.26 ^D	6.84±0.14 ^D	20.26±0.48 ^E
2.5	40	56.96±1.01 ^A	10.00±0.26 ^{DE}	34.86±0.53 ^C	44.10±1.18 ^{BCD}	8.29±0.25 ^{CD}	23.93±0.63 ^{DE}
	50	56.32±0.84 ^A	9.88±0.18 ^{DE}	33.30±0.44 ^C	45.79±1.12 ^B	9.35±0.27 ^C	26.66±0.63 ^{CD}
	60	56.26±0.86 ^A	10.80±0.24 ^D	34.19±0.45 ^C	49.64±0.9 ^A	9.95±0.30 ^C	28.66±0.53 ^C
3.0	40	44.72±2.33 ^{CD}	21.72±2.25 ^C	53.49±3.50 ^B	41.47±1.56 ^{CD}	20.71±1.85 ^B	52.21±3.84 ^B
	50	46.33±1.55 ^{BCD}	34.21±0.84 ^B	70.62±0.34 ^A	42.61±1.18 ^{BCD}	30.76±0.8 ^A	69.59±0.28 ^A
	60	48.87±1.29 ^B	36.80±0.81 ^A	70.10±0.35 ^A	42.31±1.27 ^{BCD}	31.59±0.86 ^A	68.63±0.43 ^A

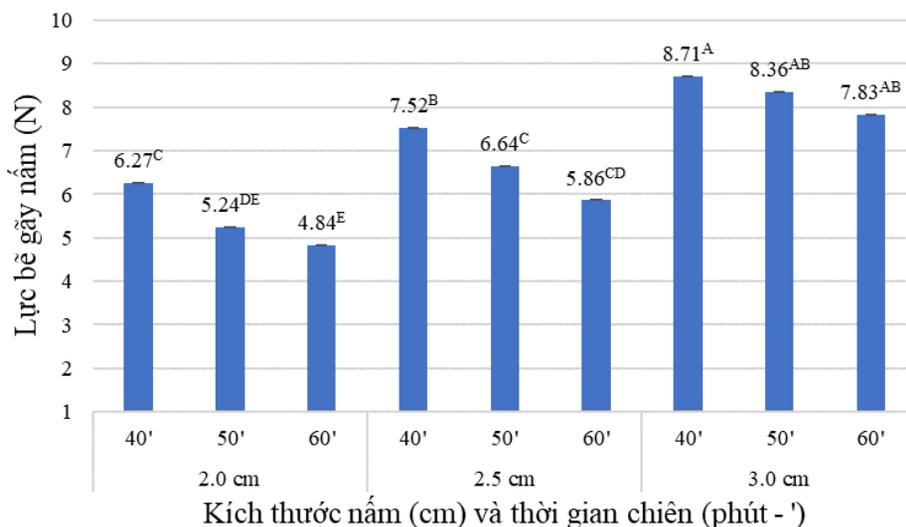
Ghi chú: Trong cùng một cột, các số liệu mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$)

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Theo Moreira (2012), hiện tượng mất nước không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, thời gian chiên mà còn phụ thuộc vào kích thước, hình dạng và độ dày nguyên liệu. Ngoài ra, Andrés-Bello và cộng sự (2011) cho biết, carotenoid phản ứng phân hủy và hóa nâu không có enzyme (phản ứng Maillard, phản ứng caramen hóa) phụ thuộc vào hàm lượng đường khử và acid amin hoặc protein trên bề mặt nguyên liệu cũng như nhiệt độ và thời gian chiên chân không. Hơn nữa, carotenoid được tìm thấy trong tất cả các nhóm nấm (Sandmann & Misawa, 2002). Vì vậy, giả thuyết cho màu nâu đỏ của các nghiệm thức nấm 3.0cm có thể là: khi độ ẩm được rút ra từ trong lõi chậm do kích thước nấm lớn, dẫn đến chất hoà tan (trong đó có đường) được rút ra và bám dính trên bề mặt vỏ nấm nhiều hơn. Các phản ứng hoá học diễn ra tạo màu mới hoặc suy giảm sắc tố (Dueik & Bouchon, 2011) làm cho màu của nấm thay đổi.

Hình 2

Độ Giòn Nấm Bào Ngu với Kích Thước Nấm và Thời Gian Chiên Khác Nhau



Ghi chú: Trong hình, các số liệu mang chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$)

Nguồn: Kết quả phân tích dữ liệu của nhóm nghiên cứu

Kết quả Hình 2 cho thấy, lực bẻ gãy nấm Bào ngu giảm rõ ràng có ý nghĩa thống kê khi tăng thời gian chiên hoặc kích thước nấm tăng dần. Cụ thể, nấm Bào ngu khi cắt ở cùng một kích thước, thời gian chiên càng tăng thì độ giòn của nấm càng cao (lực bẻ gãy nấm càng nhỏ). Nấm được chiên chân không ở cùng một thời gian chiên, kích thước nấm càng lớn thì lực bẻ gãy nấm càng lớn (độ giòn càng thấp). Nấm được chiên trong 60 phút có lực bẻ gãy nấm cao hơn nấm được chiên trong 50 phút và cao hơn so với nấm được chiên trong 40 phút. Lực bẻ gãy nấm 3.0cm cao hơn so với nấm 2.0cm và nấm 2.5cm. Lực bẻ gãy nấm thấp nhất ở nghiệm thức nấm 2.0cm chiên ở 50 phút (5.24 ± 0.29^{DE}) và 60 phút (4.84 ± 0.26^E). Vì vậy, độ giòn của 02 nghiệm thức này là cao nhất (nấm 2.0cm chiên trong 50 và 60 phút).

Độ giòn của thực phẩm có thể liên quan thuận với độ ẩm. Độ giòn thấp nếu độ ẩm của nấm thấp. Khi thời gian chiên đủ lâu giúp nước từ lõi nấm bốc hơi từ từ ra ngoài vỏ nấm. Khi vỏ nấm tiếp xúc trực tiếp với dầu chiên ở nhiệt độ cao hơn nhiều so với nhiệt độ bão hoà thì độ ẩm được giải phóng. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Shyu và Hwang (2001), Charoen và cộng sự (2015). Tương tự, kích thước của nấm có thể ảnh hưởng tới quãng đường di chuyển của nước từ lõi ra vỏ nấm. Kích thước nấm lớn thì ẩm độ bay hơi ít hơn. Do đó, kích thước nấm ảnh hưởng tới độ giòn.

Tóm lại, dựa trên kết quả của các chỉ tiêu nghiên cứu thì nấm Bào ngu cắt 2.0cm và chiên chân không 50 phút cho chất lượng nấm Bào ngu tốt nhất.

4.3. Ảnh hưởng của thời gian bảo quản đến chất lượng sản phẩm

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nấm Bào ngu không nhiễm coliform, *E. coli*, TSBTNM-M trong 12 tháng bảo quản (trừ nhiễm TSVSVHK). Đối với TSVSVHK, chỉ tiêu này ở phạm vi đảm bảo an toàn thực phẩm: 1×10^2 CFU/g (00 tháng và 06 tháng); 2.7×10^3 CFU/g (12 tháng). Theo QĐ 46/2007/BYT (Bộ Y tế, 2007), quy định giới hạn cho phép của TSVSVHK, Coliforms, *E. coli* và TSBTNM-M trong sản phẩm rau quả khô lần lượt là 10^4 , 10, 00 và 10^2 CFU/g. Như vậy, sản phẩm là an toàn cho người sử dụng tới 12 tháng. Tuy nhiên, nấm ăn liền cần được kiểm tra thêm các vi sinh vật gây ngộ độc thực phẩm.

5. Kết luận

Chất lượng nấm Bào ngư tốt khi (1) kích thước lát cắt nấm nguyên liệu là 2.0cm; (2) nấm được xử lý trước khi chiên chân không bằng cách: tẩm ướp (0.5 %/w đường, 0.2 %/w muối) 15 phút, và cấp đông nấm (-15°C, qua đêm), (3) chiên nấm trong 50 phút khi cài đặt nhiệt độ chiên chân không là 90°C; (4) sản phẩm được bảo quản ở nhiệt độ thường 12 tháng. Đây là cơ sở để chuyển giao công nghệ cho các đơn vị sản xuất nấm chiên chân không. Nấm Bào Ngư chiên chân không này là sản phẩm hữu cơ phù hợp cho người có xu hướng ăn chay và người quan tâm thực dưỡng nhằm chăm sóc sức khỏe.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ mã số CT 2022.02.TDL.05 đã cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- Adedeji, A. A., & Ngadi, M. (2018). Impact of freezing method, frying and storage on fat absorption kinetics and structural changes of parfried potato. *Journal of Food Engineering*, 218, 24-32.
- Afjeh, F. A., Bassiri, A., & Nafchi, A. M. (2015). Evaluation of the effects of osmotic dehydration pretreatment at low pressure on texture, colour and oil absorption of vacuum fried kiwi slices. *Food Technology & Nutrition*, 12, 5-12.
- Andrés-Bello, A., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2011). Vacuum frying: An alternative to obtain high-quality dried products. *Food Engineering Reviews*, 3(2), 63-78.
- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2005). *TCVN 4884:2005: Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng vi sinh vật trên đĩa thạch - Kỹ thuật đếm khuẩn lạc ở 30°C* [Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony count technique at 30°C]. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2007). *TCVN 6848:2007: Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng Coliform - Kỹ thuật đếm khuẩn lạc* [Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of Coliforms – Colony-count technique]. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2008). *TCVN 7924-2:2008: Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng Escherichia coli dương tính beta-glucuronidaza - Phần 2: Kỹ thuật đếm khuẩn lạc ở 44°C sử dụng 5-bromo-4-clo-3-indolyl beta-D-glucuronid* [Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase-positive Escherichia coli - Part 2: Colony-count technique at 44°C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucuronide]. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2010). *TCVN 8275-2:2010: Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp định lượng nấm men và nấm mốc - Phần 2 - Kỹ thuật đếm khuẩn lạc trong các sản phẩm có hoạt độ nước nhỏ hơn hoặc bằng 0.95* [Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds – Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0.95]. Bộ Khoa học và Công nghệ.

- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2016). *TCVN 6404:2016: vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - yêu cầu chung và hướng dẫn kiểm tra vi sinh vật* [Microbiology of food and animal feeding stuffs - General requirements and guidance for microbiological examinations]. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia. (2018). *TCVN 12389-2018: Phân tích cảm quan - hướng dẫn chung để lựa chọn, huấn luyện, giám sát người đánh giá lựa chọn và chuyên gia đánh giá cảm quan* [Sensory analysis - General guidelines for the selection, training and monitoring of selected and expert sensory assessors]. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- Bộ Y tế. (2007). *Quyết định số: 46/2007/QĐ-BYT ngày 19 tháng 12 năm 2007 về việc ban hành “quy định giới hạn tối đa ô nhiễm sinh học và hóa học trong thực phẩm”* [Decision No. 46/2007/QĐ-BYT dated December 19, 2007, on the issuance of the “regulations on maximum limits for biological and chemical contaminants in food”]. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/The-thao-Y-te/Quyết-dinh-46-2007-QĐ-BYT-Quy-dinh-gioi-han-toi-da-o-nhiem-sinh-hoc-hoa-hoc-thuc-pham-65493.aspx>
- Charoen, R., Lakerd, S., & Kornpetch, C. (2015). Development of seasoned gray oyster mushroom chips using vacuum frying process. *Food and Applied Bioscience Journal*, 3(2), 100-108.
- Da Silva, P. F., & Moreira, R. G. (2008). Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT-Food Science and Technology*, 41(10), 1758-1767.
- Diamante, L. M., Shi, S., Hellmann, A., & Busch, J. (2015). Vacuum frying foods: Products, process and optimization. *International Food Research Journal*, 22(1), Article 15.
- Dueik, V., & Bouchon, P. (2011). Vacuum frying as a route to produce novel snacks with desired quality attributes according to new health trends. *Journal of Food Science*, 76(2), 1-8.
- Dueik, V., Robert, P., & Bouchon, P. (2010). Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. *Food Chemistry*, 119(3), 1143-1149.
- Fan, L. P., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2006). Effect of various pretreatments on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Drying Technology*, 24(11), 1481-1486.
- Granda, C., Moreira, R. G., & Tichy, S. E. (2004). Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of Food Science*, 69(8), E405-E411.
- Hilapad, M. R., Esguerra, E. B., & Castillo-Israel, K. A. T. (2020). Optimization of processing parameters for vacuum and Technology fried oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacquin) P. kummer). *Food Research*, 4(4), 1371-1382.
- Li, P., Zhang, X., Hu, H., Sun, Y., Wang, Y., & Zhao, Y. (2013). High carbon dioxide and low oxygen storage effects on reactive oxygen species metabolism in *Pleurotus eryngii*. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 141-146.
- Moreira, R. G. (2012). Vacuum frying of fruits applications in fruit processing. In S. Rodrigues & F. A. N. Fernandes (Eds.), *Advances in fruit processing technologies* (pp. 331-344). CRC Press.
- Niksic, M., Klaus, A., & Argyropoulos, D. (2016). Safety of foods based on mushrooms. In V. Prakash, O. Martín-Belloso, L. Keener, S. Astley, S. Braun, H. McMahon, & H. Lelieveld (Eds.), *Regulating safety of traditional and ethnic foods* (pp. 421-439). Academic Press.

- Pedreschi, F., & Moyano, P. (2005). Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips. *LWT-Food Science and Technology*, 38(6),599-604.
- Ren, A., Pan, S., Li, W., Chen, G., & Duan, X. (2018). Effect of various pretreatments on quality attributes of vacuum-fried shiitake mushroom chips. *Journal of Food Quality*, 2018(1), 1-7.
- Sandmann G., & Misawa N. (2002). Fungal carotenoids. In H. D. Osiewacz (Ed.), *The mycota X. industrial applications* (pp. 247-262). Springer.
- Shyu, S. L., & Hwang, L. S. (2001). Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Research International*, 34(2/3),133-142.
- Tarzi, B. G., Bassiri, A., Ghavami, M., & Bamenimoghadam, M. (2011). Process optimization in vacuum frying of mushroom using response surface methodology. *World Applied Sciences Journal*, 14(7), 960-966.
- Texture Technologies. (2023). *TA.XTPlus Application study: How to break a heart*. <https://texturetechnologies.com/resources/articles>
- Ủy ban khoa học và kỹ thuật Nhà nước. (1979). *TCVN 3215-1979: Sản phẩm thực phẩm, phân tích cảm quan, phương pháp cho điểm* [Food products sensorial analysis Method by frontingmark]. Ủy ban khoa học và kỹ thuật Nhà nước.

