

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM DA CÁ NGỪ CHIÊN GIÒN

RESEARCH ON SOME FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF CRISPY FRIED TUNA SKIN

**Đặng Trung Thành¹, Ngô Phạm Ý Uyên², Phan Thị Quỳnh Hương¹,
Trần Thị Hoàng Quyên³, Phan Vĩnh Thịnh³, Nguyễn Bé Quốc⁴**

1. Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang.

2. Khoa Du lịch, Trường Trung cấp Kinh tế Khánh Hoà

3. Khoa Kỹ thuật hoá học và môi trường, Trường Thủy sản và Khoa học sự sống, Trường Đại học Nha Trang

4. Công ty TNHH NN MTV Yên Sào, Khánh Hoà

Tác giả liên hệ: Đặng Trung Thành, Email: thanhdt@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 07/06/2026; Ngày phản biện thông qua: 23/09/2026 ; Ngày duyệt đăng: 23/09/2026

TÓM TẮT

Da cá ngừ là phụ phẩm từ ngành chế biến thủy sản được tận dụng để tạo ra sản phẩm mới (snack da cá). Nghiên cứu ảnh hưởng của nguyên liệu và điều kiện chiên đến chất lượng sản phẩm được thực hiện. Nguyên liệu được xử lý loại bỏ tạp chất và được làm khô với các độ ẩm khác nhau. Da cá được chiên với nhiệt độ 140 – 200 °C, thời gian từ 3 – 4,5 phút. Sản phẩm được bảo quản ở nhiệt độ thường trong 4 tuần. Kết quả cho thấy da cá ngừ ở độ ẩm 35,2%, nhiệt độ chiên 180°C trong thời gian 4 phút tạo ra sản phẩm có lực phá vỡ ($40,4 \pm 1,3$ N), độ giòn và điểm cảm quan tốt nhất (18,5 điểm). Sản phẩm bao gói chân không cho chất lượng tốt trong thời gian bảo quản với lực phá vỡ ($43,6 \pm 1,1$ N) và điểm cảm quan (16,1 điểm). Sản phẩm đảm bảo chất lượng sử dụng làm thực phẩm với chỉ số peroxit (PV): 2,5 meq/g; chỉ tiêu vi sinh (Tổng vi sinh vật hiếu khí, $< 2,5 \times 10^2$ (CFU/g), Coliform < 3 MPN/g, Salmonella (/25g) không phát hiện, Nấm men, nấm mốc < 10 CFU/g) nằm trong ngưỡng an toàn của sản phẩm thực phẩm dựa trên Quy chuẩn Việt Nam QCVN 8-3: 2012/BYT, Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6121:2018 (ISO 3960:2017).

Từ khoá: Da cá; Chiên ngập dầu; Lực phá vỡ; Độ cứng; Phụ phẩm thủy sản.

ABSTRACT:

Tuna skin is a by-product of the seafood processing industry that can be utilized to create a new product (fish skin snack). This study investigated the effects of raw material characteristics and frying conditions on product quality. The raw material was treated to remove impurities and dried to different moisture contents. The fish skin was fried at temperatures ranging from 140 to 200 °C for 3 to 4,5 minutes. The products were stored at room temperature for 4 weeks. The results showed that tuna skin with a moisture content of 35.2%, fried at 180 °C for 4 minutes, produced the best product quality, with a breaking force of $40,4 \pm 1,3$ N, desirable crispness, and the highest sensory score (18,5 points). Vacuum-packaged products maintained good quality during storage, with breaking force of $43,6 \pm 1,1$ N and a sensory score of 16,1 points. The product is assured to be of food-grade quality and suitable for use as food, with peroxide value (PV): 2,5 meq/g and microbiological parameters (Total aerobic microbial count $< 2,5 \times 10^2$ CFU/g; Coliforms < 3 MPN/g; Salmonella not detected in 25 g; Yeasts and molds < 10 CFU/g) falling within the safety limits established for food products, based on Vietnam Technical Regulation QCVN 8-3:2012/BYT and Vietnamese National Standard TCVN 6121:2018 (ISO 3960:2017).

Keywords: Fish skin; Deep frying; Breaking force; Hardness; Seafood by-products.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, ngành chế biến thủy sản Việt Nam phát triển mạnh mẽ và đóng

vai trò quan trọng trong cơ cấu kinh tế xuất khẩu. Trong đó, cá ngừ là một trong những mặt hàng thủy sản có giá trị thương mại cao,

được chế biến thành nhiều sản phẩm như fillet đông lạnh, đồ hộp, sashimi và các sản phẩm giá trị gia tăng khác [1, 2]. Tuy nhiên, quá trình chế biến cá ngừ cũng tạo ra một lượng lớn phụ phẩm như đầu, xương, nội tạng và đặc biệt là da cá. Phần lớn lượng phụ phẩm này hiện chưa được khai thác hiệu quả, chủ yếu được sử dụng làm thức ăn chăn nuôi hoặc thải bỏ, gây lãng phí nguồn tài nguyên và tạo áp lực lên môi trường [3, 4].

Trong xu hướng phát triển kinh tế tuần hoàn và chế biến thủy sản bền vững ngày càng được quan tâm, việc tận dụng phụ phẩm thủy sản để tạo ra các sản phẩm có giá trị gia tăng cao là hướng đi có ý nghĩa thực tiễn lớn. Da cá ngừ là nguồn nguyên liệu giàu collagen. Nếu được xử lý và chế biến phù hợp, phụ phẩm này có thể trở thành nguyên liệu tiềm năng để sản xuất các sản phẩm thực phẩm mới, đặc biệt là các dòng thực phẩm ăn nhanh (snack) đang được người tiêu dùng ưa chuộng [5, 6]. Hiện nay, thị trường snack đang phát triển mạnh với nhu cầu ngày càng cao đối với các sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên, giàu dinh dưỡng và ít gây hại cho sức khỏe [3, 6]. Bên cạnh các loại snack truyền thống từ tinh bột, người tiêu dùng có xu hướng quan tâm nhiều hơn đến các sản phẩm snack giàu protein, ít carbohydrate và được chế biến từ nguyên liệu tự nhiên. Trong xu thế đó, sản phẩm da cá ngừ chiên giòn có tiềm năng trở thành một dòng snack mới lạ, hấp dẫn nhờ hương vị đặc trưng, cấu trúc giòn xốp và giá trị dinh dưỡng cao. Đồng thời, sản phẩm còn góp phần đa dạng hóa các mặt hàng chế biến từ thủy sản, đáp ứng nhu cầu ngày càng phong phú của thị trường tiêu dùng hiện đại.

Bên cạnh giá trị dinh dưỡng và tiềm năng thương mại, việc nghiên cứu sản xuất sản phẩm da cá ngừ chiên giòn còn mang ý nghĩa kinh tế và môi trường quan trọng. Việc tận dụng da cá ngừ giúp nâng cao hiệu quả sử dụng nguyên liệu trong chế biến thủy sản, giảm chi phí xử lý

phụ phẩm và gia tăng giá trị kinh tế cho chuỗi sản xuất cá ngừ. Ngoài ra, nghiên cứu này còn góp phần giảm lượng chất thải hữu cơ phát sinh từ ngành chế biến thủy sản, hướng đến mô hình sản xuất sạch hơn và phát triển bền vững [3].

Để đánh giá được tiềm năng của nguồn phụ phẩm trên, cần nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình chế biến như xử lý nguyên liệu, tẩm ướp gia vị, điều kiện chiên, độ giòn, màu sắc, hương vị và khả năng bảo quản sản phẩm. Việc nghiên cứu tối ưu quy trình sản xuất không chỉ giúp nâng cao chất lượng cảm quan mà còn đảm bảo giá trị dinh dưỡng và an toàn thực phẩm cho sản phẩm cuối cùng.

Hiện tại, không có nhiều nghiên cứu trong nước đề cập hoặc nghiên cứu chi tiết về độ giòn của sản phẩm thực phẩm nói chung và da cá chiên nói riêng đặc biệt là nghiên cứu về tính chất lưu biến của sản phẩm. Một số tác giả nước ngoài nghiên cứu về sản phẩm thực phẩm chiên có đề cập đến các giá trị bao gồm: Lực phá vỡ (breaking force); độ giòn (brittleness, crispiness, crunchy); độ cứng (hardness); độ chắc (stiffness); độ dai (chewiness, toughness) [6- 9]. Lực phá vỡ là giá trị lực tại thời điểm mẫu bị nứt hoặc gãy. Độ cứng liên quan mật thiết đến lực phá vỡ. Độ cứng của sản phẩm cao thể hiện bằng lực phá vỡ lớn và ngược lại [6-12]. Tuy nhiên, lực phá vỡ và độ giòn của sản phẩm không liên quan chặt chẽ với nhau (Ví dụ: có sản phẩm cứng (lực phá vỡ lớn) nhưng không giòn – các hạt ngũ cốc rang hoặc chiên; hoặc giòn nhưng không cứng – các loại snack từ rau, củ, quả). Phân tích và đánh giá độ giòn sản phẩm phức tạp hơn. Độ giòn của sản phẩm là khả năng tạo nhiều vết nứt gãy nhỏ liên tiếp khi tác động lực. Khi đó, trên thiết bị đo sẽ xuất hiện nhiều đỉnh lực (force peaks) tương ứng với các đỉnh âm thanh (sound peaks). Số lượng, khoảng cách các đỉnh có liên quan tuyến tính đến độ giòn của sản phẩm theo phương pháp đo âm và cơ học (acoustic-

mechanical measurements) cùng với giá trị lực phá vỡ ở mức vừa phải (tuỳ sản phẩm) quyết định đến độ giòn của sản phẩm [6]. Ví dụ: khi tác động lực nhẹ hoặc cắn, nhai sản phẩm nghe “rôm rộp”, tức là có nhiều đứt gãy, vỡ nứt trên sản phẩm khi tác động lực. Sản phẩm được cảm nhận có độ giòn. Do nghiên cứu sử dụng giá trị lực phá vỡ trong khi các thí nghiệm chỉ đánh giá được độ cứng của sản phẩm, vì vậy, kết hợp giá trị lực phá vỡ và đánh giá cảm quan (tiêu chí “trạng thái”) để đánh giá “mức độ giòn” của sản phẩm sẽ làm tăng độ tin cậy trong đánh giá trạng thái sản phẩm, và chất lượng sản phẩm sẽ được đánh giá cảm quan theo phương pháp cho điểm tham chiếu từ TCVN 3215-79 [13].

Từ những lý do trên, “Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm da cá Ngừ chiên giòn” được thực hiện nhằm tận dụng hiệu quả nguồn phụ phẩm thủy sản, tạo ra sản phẩm mới có giá trị dinh dưỡng và giá trị kinh tế cao, đồng thời góp phần thúc đẩy xu hướng phát triển bền vững trong ngành chế

biến thủy sản Việt Nam.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu

1.1. Vật liệu chính

Da cá Ngừ vây vàng được mua từ công ty TNHH Hải Vương, Nha Trang. Nguyên liệu được cấp đông, đóng kín trong thùng xốp và vận chuyển về phòng thí nghiệm, Đại học Nha Trang.

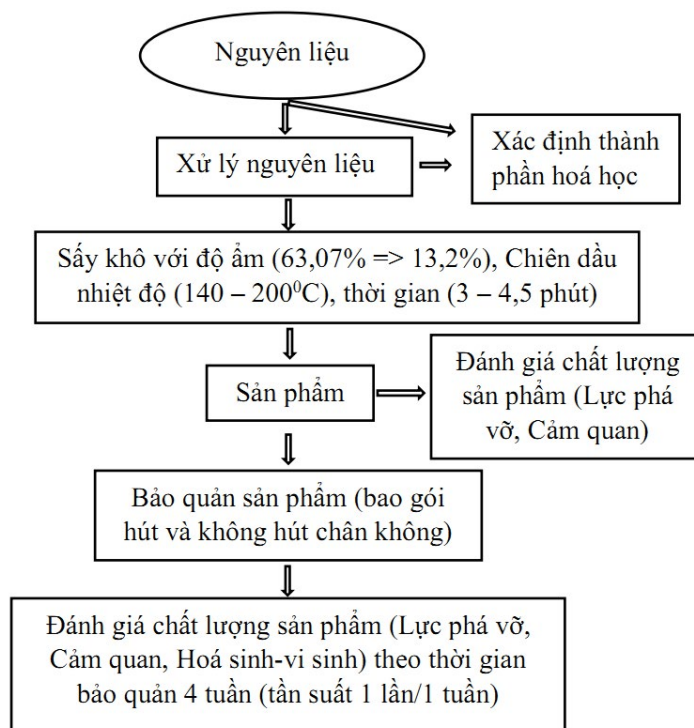
1.2. Vật liệu phụ

Dầu sử dụng chiên là dầu thực vật (thương hiệu Koki). Các loại vật liệu khác bao gồm: muối ăn; giấm gạo được sử dụng để làm sạch tạp chất và khử mùi tanh của da cá.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được bố trí để đánh giá ảnh hưởng của nguyên liệu (độ ẩm), quá trình chiên (nhiệt độ và thời gian chiên) đến tính chất của sản phẩm (lực phá vỡ, điểm cảm quan).



Thuyết minh quy trình: Da cá ở dạng đông lạnh sẽ được rã đông, rửa và xử lý cơ học nhằm tách triệt để lớp mỡ ở mặt trong của da. Mặt ngoài của da là lớp vảy và sác tố sẽ được cạo sạch. Quá trình xử lý và định hình miếng da tạo kích thước đồng đều (dày x dài x rộng: 0,2x5x2 (cm). Nghiên cứu sử dụng giấm gạo và muối để khử tanh nguyên liệu, không sử dụng gia vị để tẩm ướp nguyên liệu. Trước khi chiên, da cá được sấy ở nhiệt độ 70 °C với thời gian khác nhau (1h, 2h, 3h, 4h và 7h) để tạo ra da cá có các độ ẩm khác nhau (mẫu tươi độ ẩm 63,07% và các mẫu khô với các độ ẩm lần lượt 35,2%; 25,4%; 20,34%; 16,13% và 13,2% tương ứng với thời gian sấy ở trên). Nhiệt độ chiên được chọn nghiên cứu từ 140 °C đến 200 °C, thời gian chiên (3 – 4,5 phút). Quá trình chiên được thực hiện trên thiết bị chiên (Sunny, Malaysia. - dung tích bể chứa dầu 6 lít) với hệ thống cấp nhiệt nằm dưới đáy bể và có thể điều chỉnh được nhiệt độ quá trình chiên (60 °C – 250 °C). Nhiệt độ chiên của thiết bị được xác thực lại độ chính xác bằng nhiệt kế điện tử. Mẫu sau chiên được làm ráo dầu, làm nguội và được đóng gói trong túi PA (100 g/mẫu). Mẫu bao gói chân không được loại bỏ không khí với độ chân không 200 mbar trên thiết bị Quocqi (Trung Quốc). Các mẫu sản phẩm (bao gói hút chân không (CK) và không hút chân không (T)) được bảo quản ở nhiệt độ phòng với thời gian

bảo quản 4 tuần (Tần suất đánh giá chất lượng sản phẩm 1 tuần/lần). Sản phẩm sau khi chiên và sản phẩm qua bảo quản được đánh giá chất lượng (Lực phá vỡ, điểm cảm quan và chỉ tiêu hoá sinh - vi sinh).

2.2. Phương pháp phân tích

2.2.1. Xác định thành phần hóa học cơ bản

Thành phần hóa học cơ bản của nguyên liệu trước và sau khi xử lý được xác định dựa trên các phương pháp xác định Độ ẩm (TCVN 3700:1990) [14], Protein (TCVN 3705:1990) [15], Lipid (TCVN 3703:2009) [16], và Khoáng (TCVN 5105:2009) [17].

2.2.2. Đánh giá chất lượng cảm quan

Sản phẩm da cá được đánh giá chất lượng cảm quan theo phương pháp cho điểm (TCVN 3215-79) [13] dựa trên bảng mô tả cảm quan, trong khi tiêu chí và mô tả trong bảng được xây dựng dựa trên hướng dẫn trong TCVN 12387: 2018 [18]. Hội đồng đánh giá tự thành lập gồm 5 thành viên là giáo viên thuộc Khoa Công nghệ Thực phẩm (Trường Đại học Nha Trang) có chuyên môn và được huấn luyện về đánh giá cảm quan. Hệ số quan trọng trong bảng mô tả: Màu sắc, mùi, vị và trạng thái (cấu trúc/khi nhai) lần lượt là 1; 0,8; 1 và 1,2. Chỉ tiêu trạng thái là quan trọng nhất, điểm cao nhất cho mỗi chỉ tiêu là 5 điểm và điểm cao nhất cho mỗi mẫu là 20 điểm (Bảng 1).

Bảng 1: Bảng mô tả cảm quan sản phẩm da cá Ngừ chiên giòn

Thang điểm	Chỉ tiêu				
	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	
				Cấu trúc	Khi nhai
5	Màu vàng nâu đồng đều, đặc trưng của sản phẩm chiên giòn, hấp dẫn	Mùi thơm đặc trưng của da cá chiên, không có mùi lạ	Vị hài hòa, đặc trưng, hậu vị ngọt, béo ngậy.	Xốp, bông đồng đều	Miếng da cá khô ráo, có độ giòn đồng đều, có độ cứng vừa phải.
4	Màu vàng nâu khá đồng đều, có vài vị trí đậm hoặc nhạt màu nhẹ	Mùi thơm khá rõ, có mùi lạ rất nhẹ nhưng không ảnh hưởng nhiều	Vị khá hài hòa, hậu vị ít ngọt và béo ngậy.	Xốp, bông nhưng không đồng đều	Giòn khá tốt, hơi cứng hoặc hơi dai ở một vài vị trí

Thang điểm	Chỉ tiêu				
	Màu sắc	Mùi	Vị	Trạng thái	
				Cấu trúc	Khi nhai
3	Màu vàng chưa đồng đều, xuất hiện một số vùng sẫm màu	Mùi đặc trưng giảm, xuất hiện mùi lạ nhẹ, mùi cháy	Vị đặc trưng giảm, hơi nhạt hoặc không còn vị ngọt, béo ngậy	Phồng, xốp không nhiều	Độ giòn trung bình, có một số phần dai
2	Màu không đồng đều rõ rệt, có nhiều điểm cháy hoặc quá nhạt	Mùi đặc trưng yếu, có mùi dầu ôi mùi cháy hoặc mùi lạ tương đối rõ	Vị mất cân đối rõ rệt, xuất hiện vị cháy, vị lạ	Phồng, xốp ít, có cảm giác cứng, hoặc hơi mềm	Giòn kém, dai hoặc mềm nhiều
1	Màu bất thường, thâm đen hoặc quá nhạt, kém hấp dẫn	Mùi ôi khét, cháy hoặc mùi lạ mạnh, không chấp nhận được	Vị khó chịu, đắng, cháy hoặc vị lạ rõ rệt	Phồng, xốp rất ít, có cảm giác cứng, hoặc hơi mềm	Mềm iu, hoặc quá cứng, mất độ giòn, cấu trúc không đạt

2.2.3. Đánh giá lực phá vỡ của sản phẩm

Lực phá vỡ của sản phẩm được đánh giá bởi thiết bị đo lưu biến (CR 500DXS; SunSientific - Japan) với đầu trục đo số 5 (thích hợp để đo độ cứng của sản phẩm) sử dụng đơn vị đo N (Newton). Các mẫu da cá được chiên giòn, làm ráo dầu và làm nguội sẽ được đưa đi xác định lực phá vỡ.

2.2.4. Phân tích các chỉ tiêu hoá sinh - vi sinh

Các chỉ tiêu hoá sinh - vi sinh của sản phẩm da cá được đánh giá theo các phương pháp sau: Tổng số vi sinh vật hiếu khí [19]; *Coliform* [20]; *Salmonella* spp. [21] và nấm mốc, nấm men [22]; Chỉ số Peroxit (TCVN 6121: 2018;

ISO3960:2007) [23].

2. Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của các lần đo (lặp lại ít nhất 3 lần). Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS (Version 20.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) và thể hiện bằng đồ thị MS- Excel, với phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA) và kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định thành phần hoá học cơ bản của da cá Ngừ

Kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 2.

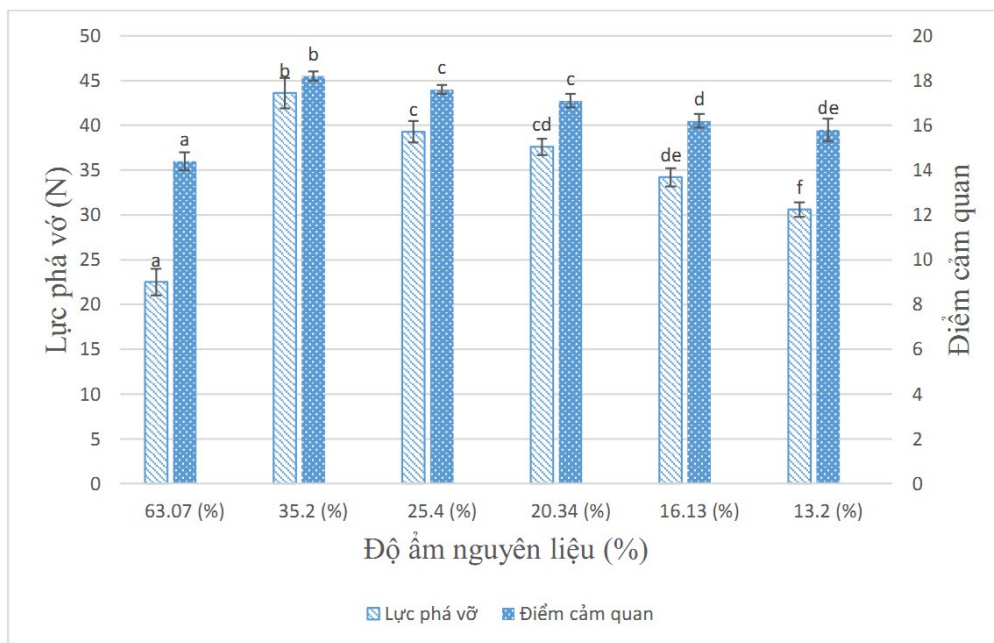
Bảng 2: Thành phần hóa học của da cá Ngừ

STT	Chỉ tiêu	Kết quả (%)	
		NL chưa xử lý	NL đã xử lý
1	Hàm lượng Protein	28,56 ± 1,8	34.76 ± 1,1
2	Hàm lượng Lipid	11.83 ± 0,61	2.05 ± 0,17
3	Hàm lượng Khoáng	1.91 ± 0,20	0.52 ± 0,04
4	Độ ẩm	57.70 ± 2,3	63.07 ± 1,5

Nghiên cứu cho thấy da cá Ngừ tươi đã xử lý cơ học có hàm lượng protein cao (34,76 %) trong khi đó hàm lượng protein trong nguyên liệu chưa xử lý thấp hơn đáng kể (28,56 %). Hàm lượng protein tăng do phần lớn lipid được tách ra dẫn đến lượng protein trong khối nguyên liệu tăng, tỉ lệ protein tăng. Ngược lại, hàm lượng lipid giảm hơn 5 lần từ 11,83% xuống còn 2,05%. Sự thay đổi trên có thể giải thích là do nguyên liệu ban đầu có lớp mỡ dày được tách ra phần lớn trong quá trình xử lý. Đồng thời một lớp vảy mỏng trên bề mặt ngoài của da cũng được tách triệt để. Vì vậy, hàm lượng protein và lipit biến động mạnh trước và sau quá trình xử lý. Hàm lượng khoáng cũng giảm rất lớn từ 1,91% xuống 0,52% vì khoáng tồn tại chủ yếu trên lớp vảy dày của da, do đó khoáng được tách ra cùng lớp vảy trong quá trình xử lý. Quá trình tách lớp mỡ, vảy và tạp chất ra khỏi da cá ít ảnh hưởng đến độ ẩm của nguyên liệu trước và sau xử lý (57,70% so với 63,07%).

Quá trình xử lý nguyên liệu rất quan trọng và ảnh hưởng lớn đến chất lượng sản phẩm. Trước hết, việc tách toàn bộ lớp vảy cứng ra khỏi da cá làm quá trình chiên dễ dàng hơn do khả năng truyền nhiệt từ dầu chiên vào sản phẩm nhanh hơn, sản phẩm da cá dễ phồng hơn (thường gọi là “làm bóng bì” với các loại da động vật). Bên cạnh đó, quá trình cạo vảy cá cũng tách phần lớn sắc tố đen trên da cá làm sản phẩm có màu sáng hơn, nâng cao giá trị cảm quan. Nguyên liệu da cá ban đầu có một lớp mỡ dày ở mặt trong của da cá, việc loại bỏ lớp mỡ này giúp da cá tiếp xúc trực tiếp với dầu chiên nên da cá chiên nhanh hơn. Hơn nữa, loại bỏ lớp vảy, lớp mỡ và chỉnh hình cũng giúp các miếng da mỏng hơn, độ dày đồng đều làm cho sản phẩm chiên phồng lên đều hơn, cấu trúc xốp đều và quá trình chiên nhanh hơn.

3.2. Ảnh hưởng độ ẩm nguyên liệu đến chất lượng sản phẩm



Hình 1: Ảnh hưởng của độ ẩm nguyên liệu đến chất lượng sản phẩm (Ký tự trên đồ thị giữa các cột lực phá vỡ; các cột điểm cảm quan khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$).

Độ ẩm nguyên liệu là yếu tố quan trọng quyết định cấu trúc xốp giòn, độ cứng và chất lượng cảm quan của sản phẩm. Từ hình 1 cho thấy: Độ

ẩm nguyên liệu là 35,2% (sấy trong 1h) tạo ra sản phẩm có lực phá vỡ cao nhất ($43,6 \pm 1,2$ N) và điểm cảm quan cao nhất (18,2 điểm). Trong

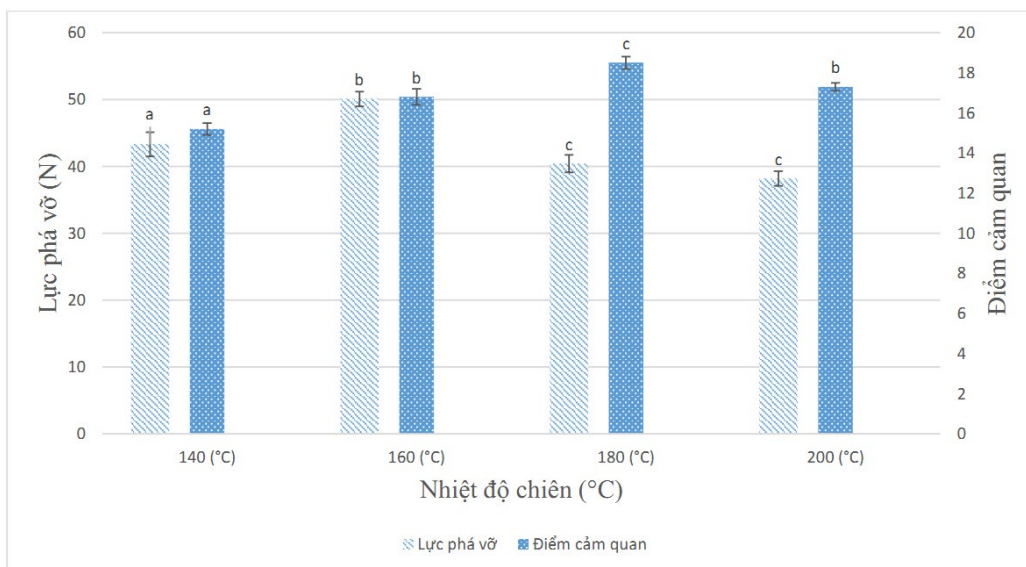
khí đó, nguyên liệu tươi và nguyên liệu có độ ẩm thấp cho ra sản phẩm có lực phá vỡ, điểm cảm quan thấp. Có thể giải thích kết quả như sau: Với nguyên liệu tươi có độ ẩm cao (63,07%) nên thời gian chiên giòn sẽ dài hơn. Bên ngoài miếng da, nước sẽ bay hơi nhanh hơn, làm cho sản phẩm có thể nhanh giòn. Tuy nhiên ở bên trong miếng da, một phần nước chưa bay hơi, sẽ làm sản phẩm sau khi chiên mềm và dai. Bên cạnh đó, bên trong da nguyên liệu tươi có nhiều nước và nhiệt cao khi chiên làm collagen có thể chuyển hoá một phần thành gelatin qua đó cũng làm giảm độ giòn sản phẩm da cá. Hàm lượng nước trong nguyên liệu cao cũng không tạo được cấu trúc rỗng xốp của sản phẩm. Vì vậy, với nguyên liệu tươi, kết quả cho giá trị lực phá vỡ và điểm cảm quan thấp ($22,5 \pm 2,3\text{N}$, 14,4 điểm). Nghiên cứu cho thấy, nguyên liệu da cá Ngừ tươi không phù hợp để tạo ra sản phẩm da cá chiên giòn.

Độ ẩm nguyên liệu (35,2%) được xác định là thích hợp nhất để tạo ra sản phẩm có chất lượng tốt nhất vì bề mặt nguyên liệu khô giúp nhiệt truyền nhanh hơn vào sản phẩm, nước bên trong cấu trúc chuyển thành dạng hơi nhanh, đột ngột khi chiên giúp nguyên liệu phồng lên nhanh, mạnh tạo cấu trúc xốp rỗng từ đó làm sản phẩm phồng đều và

giòn hơn. Ngược lại, khi độ ẩm nguyên liệu giảm từ 35,2% trở xuống, khả năng tạo cấu trúc xốp rỗng càng giảm dần và dẫn đến sản phẩm giảm lực phá vỡ và điểm cảm quan. Có thể giải thích từ thực tế như sau: da cá ngừ dày cùng với hàm lượng nước thấp làm lớp bề mặt da nhanh phồng, tuy nhiên bên trong mất nước nhiều hơn sẽ cứng hơn (sau khi sấy) và khó phồng lên lúc chiên. Sau khi chiên, sản phẩm lại có xu hướng hút ẩm, hút dầu nhiều hơn, cấu trúc chuyển sang mềm và dai hơn. Vì vậy, có thể thấy trên đồ thị, độ ẩm nguyên liệu giảm dần từ 35,2% trở xuống, lực phá vỡ giảm dần tương ứng sản phẩm bị mềm, dai, độ xốp kém từ đó làm chất lượng cảm quan sản phẩm cũng giảm.

Kết quả nghiên cứu tương tự với báo cáo từ Fang và cs. (2021) [24] cho thấy độ ẩm da cá rô phi cao hoặc thấp dưới 10% đều dẫn đến lực phá vỡ của sản phẩm giảm. Truong và cs. (2014) [25] cũng cho thấy độ ẩm nguyên liệu, phương pháp chiên (ngập dầu, lò vi sóng), xử lý nguyên liệu bằng muối ăn ảnh hưởng rất lớn đến độ phồng, độ cứng và chất lượng cảm quan của da heo chiên giòn.

3.3. Ảnh hưởng nhiệt độ chiên đến chất lượng sản phẩm

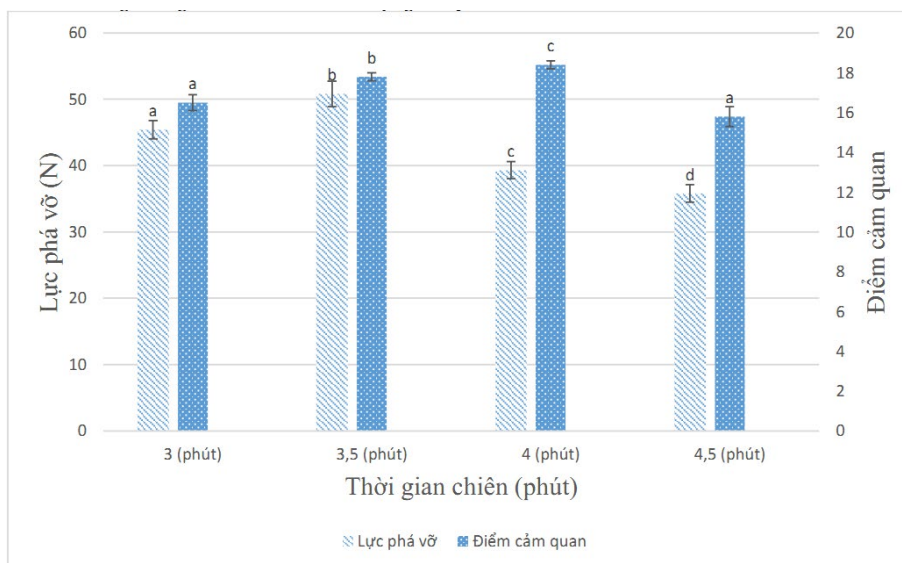


Hình 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ chiên đến chất lượng sản phẩm (Ký tự trên đồ thị giữa các cột lực phá vỡ; các cột điểm cảm quan khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$).

Nhiệt độ chiên ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng sản phẩm. Kết quả (Hình 2) chỉ ra rằng nhiệt độ chiên 140 °C cho sản phẩm có lực phá vỡ ($43,3 \pm 1,4$ N), trạng thái của sản phẩm khi nhai ít giòn và điểm cảm quan thấp nhất (15,2 điểm). Điều thú vị từ kết quả cho thấy: Khi nhiệt độ chiên tăng lên 160 °C, lực phá vỡ của sản phẩm đạt giá trị cao nhất ($50,1 \pm 1,1$ N) nhưng độ giòn và giá trị cảm quan tăng không nhiều (16,8 điểm). Khi đạt đến nhiệt độ chiên 180 °C, lực phá vỡ giảm mạnh ($40,4 \pm 1,3$ N) trong khi điểm cảm quan cao nhất (18,5 điểm). Kết quả trên có thể giải thích như sau: Đối với các sản phẩm snacks từ nguyên liệu thực vật thì nhiệt độ chiên thấp (khoảng 120 °C) trong khi nguyên liệu từ động vật, đặc biệt da cá ngừ dày và cứng khi độ ẩm thấp thì nhiệt độ chiên 140 – 160 °C được cho là thấp và không tạo ra cấu trúc xốp, rỗng nhiều. Với nhiệt độ 180 °C, độ rỗng xốp được tạo ra nhiều hơn, độ cứng giảm về giá trị phù hợp với sản phẩm snacks da cá (đa phần lực phá vỡ của các sản phẩm snacks từ rau, củ, quả có giá trị lực phá vỡ thích hợp từ 20 – 30 N [26]. Lực phá vỡ của da cá ngừ cao hơn so với các loại snacks từ nguyên liệu thực vật là do độ dày của da cá ngừ lớn (2 cm) và cấu trúc đặc của nguyên liệu da cá (hàm lượng nước thấp, collagen cao khi so sánh với hàm lượng nước cao, lượng tinh bột thấp

trong nguyên liệu rau, củ, quả). Mặc dù lực phá vỡ cao, nhưng đánh giá về chỉ tiêu trạng thái (cấu trúc/khi nhai) cho thấy sản phẩm được cảm nhận có độ giòn cao, cấu trúc xốp, và cảm quan của sản phẩm có giá trị cao nhất. Tiếp tục tăng nhiệt độ lên 200 °C, lực phá vỡ giảm không đáng kể nhưng độ giòn tăng lên. Không có sự khác biệt ý nghĩa về giá trị lực phá vỡ ở nhiệt độ 180 °C so với 200 °C ($p < 0,05$). Về đánh giá cảm quan cho thấy sản phẩm có mức độ giòn cao hơn ở nhiệt độ 200 °C, nhưng nhược điểm là ở nhiệt độ cao, sau quá trình phòng lên, tạo mức độ rỗng xốp cao, sản phẩm rất dễ bị cháy, hoặc có mùi cháy nên khó kiểm soát chất lượng, dẫn đến chất lượng cảm quan giảm. Kết quả nghiên cứu cũng tương đồng với Lin và cs (2021) [7] cho rằng độ dày nguyên liệu lớn ($> 2\text{mm}$) sẽ cần nhiệt độ chiên trên 180 °C, độ dày lớn làm khả năng phòng kém. Sử dụng ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy sản phẩm chiên ít lỗ rỗng, cấu trúc vi mô (microstructure) không đều, có nhiều vết nứt hơn so với nguyên liệu mỏng hơn. Nghiên cứu cũng được ủng hộ bởi Li và cs (2025) [27] cho thấy nhiệt độ chiên ảnh hưởng đến biến đổi cấu trúc sản phẩm trong suốt quá trình chiên.

3.4. Ảnh hưởng thời gian chiên đến chất lượng sản phẩm



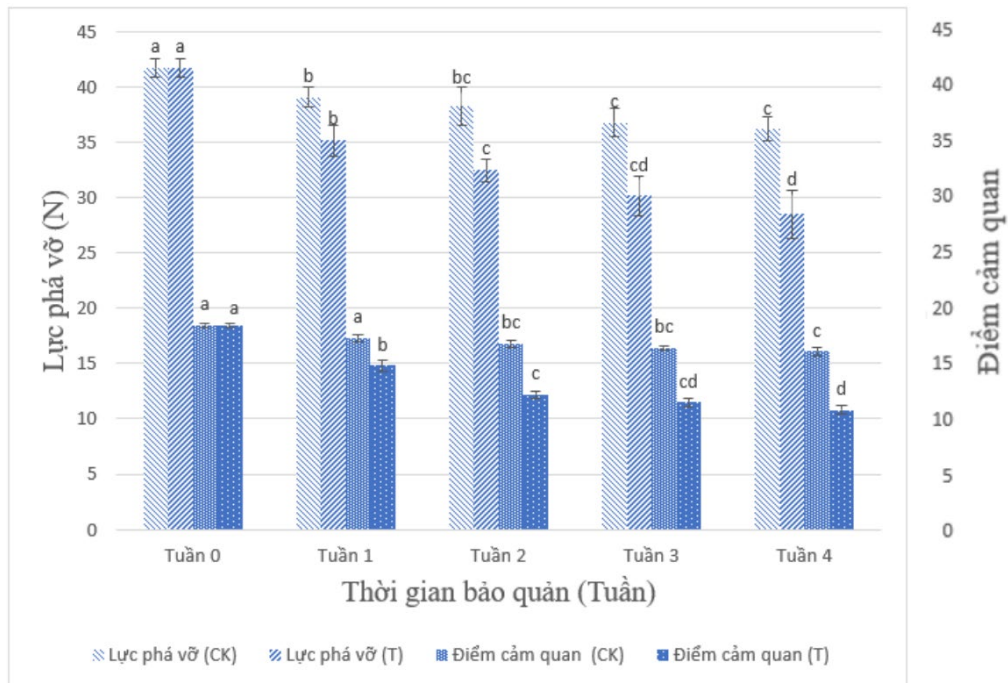
Hình 3: Ảnh hưởng của thời gian chiên chất lượng sản phẩm (Ký tự trên đồ thị giữa các cột lực phá vỡ; các cột điểm cảm quan khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$).

Thời gian chiên là yếu tố phụ thuộc. Nó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như loại nguyên liệu, nhiệt độ chiên, độ ẩm nguyên liệu, kích thước, độ dày vv... Kết quả nghiên cứu cho thấy, với nhiệt độ chiên 180 °C, độ dày da cá được xử lý đồng đều 2 mm, độ ẩm 35,2% sẽ cho sản phẩm có trạng thái giòn khi nhai cao nhất (Lực phá vỡ: $39,3 \pm 1,3$ N) và điểm cảm quan cao nhất (18,4 điểm) với thời gian chiên 4 phút. Lực phá vỡ cao nhất ($50,8 \pm 1,9$ N) khi chiên với thời gian 3,5 phút, nhưng sản phẩm có điểm cảm quan thấp hơn (17,8 điểm).

So sánh kết quả nghiên cứu của Fang và cs (2021) [24] trên da cá rô phi cho thấy có sự khác biệt lớn về thời gian chiên với nhiệt độ 120 °C, thời gian 4 – 24 phút (môi trường chiên chân

không) và 180 °C, thời gian 2 – 12 phút (nồi chiên không dầu). Có thể thấy đa số các loài cá nhỏ có lớp da mỏng hoặc sử dụng thiết bị chiên chân không có thể chiên ở nhiệt độ thấp. Tuy nhiên, da cá ngừ chiên ở nhiệt thấp, thời gian chiên sẽ kéo dài và sẽ không tạo được sự phồng rộp mạnh do nước hoá hơi không mạnh và/hoặc bên trong của da bị quá cứng (độ ẩm ban đầu nguyên liệu thấp) hoặc mềm (độ ẩm ban đầu nguyên liệu cao). Vì vậy, chiên ngáp dầu ở nhiệt độ cao 180 °C và thời gian 4 phút là thích hợp đối với sản phẩm da cá ngừ để tạo ra trạng thái và chất lượng sản phẩm tốt.

3.5. Ảnh hưởng điều kiện bảo quản đến chất lượng sản phẩm và chỉ tiêu hoá sinh-vi sinh



Hình 4: Ảnh hưởng của điều kiện bảo quản đến chất lượng sản phẩm theo thời gian (Ký tự trên đồ thị giữa các cột lực phá vỡ; các cột điểm cảm quan khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$).

Sản phẩm da cá chiên giòn cần có điều kiện bảo quản thích hợp để đảm bảo sau thời gian bảo quản chất lượng của sản phẩm được giữ ở mức tốt nhất có thể so với ban đầu. Kết quả nghiên cứu trên Hình 4 cho thấy: Giá trị cảm quan sản phẩm sau thời gian bảo quản 4 tuần vẫn giữ được

ở mức chấp nhận được so với sản phẩm ban đầu với điều kiện sản phẩm được bao gói hút chân không. Các chỉ tiêu sinh hoá – vi sinh đảm bảo nằm trong giới hạn cho phép của sản phẩm ăn liền dựa trên Quy chuẩn Việt Nam QCVN 8-3: 2012/BYT [28], Tiêu chuẩn quốc gia TCVN

6121:2018 (ISO 3960:2017) [23].

Sản phẩm sau khi chiên (tuần 0) có giá trị lực phá vỡ, và điểm cảm quan lần lượt $41,72 \pm 0,8$ (N); $18,5 \pm 0,2$ điểm. Các giá trị lực phá vỡ và điểm cảm quan của mẫu CK (chân không) và mẫu T (thường) đều giảm sau 4 tuần bảo quản. Cụ thể, sau tuần đầu bảo quản, giá trị lực phá vỡ của mẫu T ($35,2 \pm 1,4$ N) giảm mạnh hơn mẫu CK ($39,1 \pm 0,9$ N). Các tuần tiếp theo các giá trị trên đều giảm, nhưng mức độ giảm ít hơn. Lực phá vỡ sau 4 tuần bảo quản với mẫu CK và mẫu T tương ứng $36,2 \pm 1,1$ N và $28,5 \pm 2,2$ N. Có thể thấy rằng, giá trị lực phá vỡ giảm là do sản phẩm bị mềm trở lại. Mẫu bị mềm có thể do mẫu hút ẩm từ môi trường xung quanh hoặc ẩm có sẵn trong sản phẩm. Như vậy, với mẫu CK, phần lớn ẩm từ không khí được loại ra, chỉ còn một phần ẩm trong sản phẩm. Vì vậy, giá trị lực phá vỡ giảm nhiều (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê) sau tuần đầu bảo quản. Mức độ giảm từ tuần 2 đến tuần 4 rất ít (sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; giá trị lực phá vỡ: $36,2 \pm 1,1$ N tại tuần 4). Ngược lại, với mẫu T, sự mềm trở lại của mẫu nhiều hơn sau tuần 1 và tuần 2 do không được hút chân không (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê), sản phẩm mềm và dai sau 4 tuần bảo quản với giá trị lực phá vỡ thấp: $28,5 \pm 2,2$ N.

Giá trị cảm quan cũng giảm tương ứng với giá

trị lực phá vỡ của sản phẩm. Rõ ràng, sản phẩm bị mềm theo thời gian bảo quản sẽ dẫn đến giá trị cảm quan giảm mạnh theo (vì chỉ chiều trạng thái là chỉ tiêu quan trọng nhất của sản phẩm). Với mẫu CK, sau tuần đầu bảo quản, điểm cảm quan giảm xuống $17,3 \pm 0,3$ (điểm) (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê). Kết quả cho thấy mặc dù mẫu đã được bao gói hút chân không nhưng có thể còn một lượng ẩm trong nguyên liệu làm sản phẩm mềm hơn so với ban đầu. Tuy vậy, từ tuần thứ 2 đến tuần 4, mức độ giảm không nhiều (sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê). Sản phẩm vẫn giữ được độ giòn khi điểm cảm quan ở mức $16,1 \pm 0,4$ tại tuần thứ 4. Trong khi đó, với mẫu T, do không được hút chân không, điểm cảm quan giảm mạnh trong 3 tuần bảo quản (sự khác biệt có ý nghĩa thống kê) và giá trị cảm quan còn rất thấp $10,8 \pm 0,4$ khi kết thúc bảo quản. Từ thực nghiệm cho thấy, để giữ được chất lượng sản phẩm, quá trình bao gói và hút chân không rất cần thiết. Bao gói với độ chân không cao sẽ ngăn hầu hết được không khí và hơi ẩm với sản phẩm, từ đó duy trì được độ giòn sản phẩm sau thời gian dài bảo quản. Ngược lại, với mẫu không hút chân không, sản phẩm sẽ hút ẩm từ không khí trong bao bì, làm sản phẩm bị mềm và dai ngay tuần đầu đầu và chất lượng sản phẩm giảm đều theo thời gian bảo quản.

Bảng 3: Chỉ tiêu hoá sinh - vi sinh của mẫu so với Tiêu chuẩn

Tên chỉ tiêu	Tuần 0	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tiêu chuẩn giới hạn[28,30]
Mẫu thường (T)						
Peroxit (meg/g)	$2,3 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,4$	
TS VSV hiệu khí	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$< 10^5$ (CFU/g)
Coliform (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	< 10 MPN/g
Salmonella spp	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH
Nấm men, nấm mốc	<10	<10	<10	<10	<10	$< 10^2$ CFU/g
Mẫu hút CK						
Peroxit (meg/g)	$2,3 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	
TS VSV hiệu khí	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$< 10^5$ (CFU/g)
Coliform (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	< 10 MPN/g
Salmonella spp	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH
Nấm men, nấm mốc	<10	<10	<10	<10	<10	$< 10^2$ CFU/g

Ghi chú: KPH: Không phát hiện.

Về chỉ tiêu sinh hoá, cả hai mẫu CK và mẫu T không hút chân không đều có sự biến đổi không nhiều về chỉ số peroxit (PV) trong quá trình bảo quản: giá trị ban đầu của sản phẩm: $PV = 2,3 \pm 0,1$ (meg/g); sau mỗi tuần, sản phẩm được đánh giá và kết quả gần như không có sự biến đổi về chỉ số $PV = 2,5 \pm 0,2$ (meg/g) với cả 2 mẫu CK và mẫu T (ngoại trừ mẫu T ở tuần thứ 4 với giá trị $PV = 3,0 \pm 0,4$ (meg/g)). Báo cáo từ Fang và cs (2023) [29] cho thấy chiên ngập dầu sẽ có hàm lượng dầu ngấm trong sản phẩm cao hơn so với các phương pháp chiên chân không hoặc chiên không dầu, từ đó dẫn đến nguy cơ dầu bị oxy hoá làm giảm chất lượng sản phẩm. Kết quả cho thấy không có sự biến đổi về chỉ số PV trên mẫu. Điều này có thể giải thích là do chất lượng dầu sử dụng chiên tốt, thời gian chiên ngắn nên ít ảnh hưởng chất lượng dầu còn lại trên sản phẩm. Đồng thời, thời gian đánh giá có thể chưa đủ dài (ngay cả đối với sản phẩm bao gói không hút chân không cũng không ghi nhận sự biến đổi của chỉ số này trên sản phẩm).

Đối với chỉ tiêu vi sinh, kết quả cho thấy: Tất cả các mẫu đều đạt yêu cầu về vệ sinh an toàn thực phẩm sau 4 tuần bảo quản. Cụ thể: Sau khi chiên xong, làm ráo dầu và làm nguội, sản phẩm được đánh giá và kết quả thể hiện như sau: Tổng số vi sinh vật hiếu khí $< 2,5 \times 10^2$ (CFU/g); Chỉ tiêu *Coliform* < 3 MPN/g; Chỉ tiêu *Salmonella* spp. (/25g): không phát hiện; Chỉ tiêu Nấm men, nấm mốc < 10 (CFU/g). Sau 4 tuần bảo quản, các chỉ tiêu trên không có sự thay đổi. Theo TCVN 5649: 2006 [30] Thủy sản khô – yêu cầu vi sinh và QCVN 8-3: 2012/BYT [28] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm quy định giới hạn tối đa về vi sinh vật đối với thủy sản khô. Tổng số vi sinh vật hiếu khí $< 10^5$ (CFU/g); Chỉ tiêu *Coliform* $< 10 - 10^2$ MPN/g; Chỉ tiêu *Salmonella* spp. (trong 25g mẫu): không phát hiện; Chỉ tiêu Nấm men, nấm mốc $< 10^2$ CFU/g (hoặc không được phép có hiện

tượng nấm mốc nhìn thấy) (Bảng 3). Khi so sánh với tiêu chuẩn, kết quả kiểm tra vi sinh với mẫu da cá Ngừ chiên giòn cho thấy: Tất cả các chỉ tiêu vi sinh của sản phẩm đạt mức rất thấp so với tiêu chuẩn hoặc ở ngưỡng không phát hiện cho thấy sản phẩm được sản xuất và bảo quản trong 4 tuần với điều kiện bao gói hút chân không và không hút chân không đều đảm bảo an toàn thực phẩm, không tồn tại hoặc phát sinh các chất độc hại hoặc nguy cơ sinh độc tố, đảm bảo an toàn cho người sử dụng.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

1. Kết luận:

Sản phẩm da cá ngừ chiên giòn được tạo ra có giá trị cảm quan ở mức chấp nhận được, có tiềm năng cạnh tranh được với các sản phẩm snack từ da các loài cá khác đang có mặt trên thị trường. Sản phẩm đạt tiêu chuẩn về an toàn vệ sinh thực phẩm, thích hợp là sản phẩm thực phẩm cho người tiêu dùng. Điều kiện chế biến thích hợp đã được xác định để tạo ra sản phẩm đạt chất lượng là nhiệt độ chiên 180°C trong thời gian 4 phút với nguyên liệu có kích cỡ 2×5 cm, độ dày 2 mm và độ ẩm nguyên liệu trước khi chiên là 35,2%.

2. Đề xuất:

Kết quả nghiên cứu cho thấy, mặc dù sản phẩm có chất lượng đạt yêu cầu về cảm quan nhưng cần có những thay đổi để đảm bảo sản phẩm có chất lượng tốt hơn so với hiện tại, so với các sản phẩm snack da cá trên thị trường và đáp ứng thị hiếu người tiêu dùng tốt hơn. Trước hết, độ dày nguyên liệu cao, dẫn đến rất khó làm phồng hoàn toàn miếng da cá, da cá phồng nhiều ở bên ngoài trong khi lớp bên trong phồng ít dẫn đến sản phẩm quá cứng lúc chiên xong và chuyển sang mềm, dai sau thời gian bảo quản. So với sản phẩm snack trên thị trường phần lớn có lực phá vỡ dưới 30 N thì sản phẩm trên là hơi cứng cho đến quá cứng. Giải pháp có thể làm mỏng da cá hoặc có cách xử lý khác theo như kinh nghiệm dân gian: ngâm

da trong giấm, luộc hoặc chần sơ qua rồi làm lạnh nhanh, xăm kim đều miếng da vv... để cải thiện khả năng phòng xốp cấu trúc khi chiên. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Về cơ bản sản phẩm rất có tiềm năng cải thiện để tạo ra sản phẩm chất lượng tốt dựa trên các thông số đã nghiên cứu. Vì vậy, cần có những nghiên cứu bổ sung, tiếp tục cải thiện dựa trên các nhược điểm đã phát hiện cũng như các giải pháp đề xuất ở trên để sản phẩm có thể bước đầu thử

nh nghiệm đưa ra thị trường tiêu dùng. Ngoài ra, nghiên cứu cũng chưa xác định hàm lượng dầu và nước còn lại trong sản phẩm – là yếu tố ảnh hưởng nhiều nếu thời gian bảo quản kéo dài hơn.

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Nha Trang đã tài trợ kinh phí đề tài nghiên cứu khoa học cho Phan Thị Quỳnh Hương (Mã số đề tài: SV2025-13-17).

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nga, M. T. T., & Vũ, L. Đ. (2020). Thành phần hoá học cơ bản và một số tính chất vật lý của cá ngừ đại dương đánh bắt tại Việt Nam. *Tạp chí Khoa học-Công nghệ Thủy Sản, Trường Đại học Nha Trang*, (02), 059-067.
- [2]. Cao, L. Q, Nguyễn T. H., Trịnh Q. T, Phan P. T, Cao T. Đ. (2018). Phân tích chuỗi giá trị cá Ngừ vằn tại các tỉnh ven biển miền Trung. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 16(9), 791-798.
- [3]. Shahidi, F., Varatharajan, V., Peng, H., and Senadheera, R. (2019). Utilization of marine by-products for the recovery of value-added products. *J. Food Bioact.* 6: 10–61.
- [4]. Gamarro, E. G., Orawattanamateekul, W., Sentina, J., & Gopal, T. S. (2013). By-products of tuna processing. *GLOBEFISH Research Programme*, 112(12), 1-48.
- [5]. Kiên, T. T., Thi, H. T. D., Nguyễn, H. T., Lê, H. T., Trần, H. T., & Nguyễn, T. T. P. (2024). Đo lường hiệu suất tuần hoàn dựa trên chỉ số tuần hoàn vật liệu nhằm hướng tới nền kinh tế tuần hoàn trong nhà máy chế biến thủy sản. *Tạp chí Khoa học Trái Đất và Môi trường – Đại học Quốc gia TP.HCM*, 8(2), 923–933.
- [6]. Aussanasuwannakul, A., & Kantrong, H. (2026). Texture Phenotypes of Fiber-Enriched Extruded Snacks Revealed by Mechanical–Acoustic Analysis, Tribology, and Sensory Mapping. *Foods*, 15(4), 758.
- [7]. Lin, H. T. V., Hou, P. H., & Sung, W. C. (2021). Kinetics of oil absorption and moisture loss during deep-frying of pork skin with different thickness. *Foods*, 10(12), 3029.
- [8]. Miranda, M. L., & Aguilera, J. M. (2006). Structure and texture properties of fried potato products. *Food Reviews International*, 22(2), 173-201.
- [9]. Peleg, M. (2015). Crunchiness loss and moisture toughening in puffed cereals and snacks. *Journal of food science*, 80(9), E1988-E1996.
- [10]. Vincent, J. F. (2004). Application of fracture mechanics to the texture of food. *Engineering Failure Analysis*, 11(5), 695-704.
- [11]. George, C., & Ravishankar, C. (2022). Effect of Extrusion Processing Parameters on Physical and Nutritional Properties of Fish Based Snack—A Review. *Fishery Technology*, 59, 225-237.
- [12]. Peñarubia, O., Toppe, J., Ahern, M., Ward, A., & Griffin, M. (2023). How value addition by utilization of tilapia processing by-products can improve human nutrition and livelihood. *Reviews in Aquaculture*, 15, 32-40.
- [13]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3215-79. Sản phẩm thực phẩm phân tích cảm quan - phương pháp cho điểm.
- [14]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3700:1990 về thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nước.
- [15]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3705:1990 về thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ tổng số và protein thô.

- [16]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3703: 2009 về thủy sản và sản phẩm thủy sản – xác định hàm lượng chất béo.
- [17]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5105:2009 về thủy sản và sản phẩm thủy sản - xác định hàm lượng tro.
- [18]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12387:2018 (ISO 6658:2017) về Phân tích cảm quan - Phương pháp luận - Hướng dẫn chung.
- [19]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4884-1:2015 (ISO 4833-1:2013). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - phương pháp định lượng vi sinh vật - Phần 1: Đếm khuẩn lạc ở 30 độ C bằng kỹ thuật đồ đĩa.
- [20]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6848: 2007 (ISO 4832:2007). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi – phương pháp định lượng Coliform – Kỹ thuật đếm khuẩn lạc.
- [21]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - phương pháp phát hiện, định lượng và xác định typ huyết thanh của *Salmonella*.
- [22]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8275-2:2010 (ISO 21527-2:2008), 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.
- [23]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6121:2018 (ISO 661). Dầu mỡ động vật và thực vật – xác định chỉ số Peroxit – Phương pháp xác định điểm kết thúc chuẩn độ Iot (quan sát bằng mắt thường).
- [24]. Fang, M., Huang, G. J., & Sung, W. C. (2021). Mass transfer and texture characteristics of fish skin during deep-fat frying, electrostatic frying, air frying and vacuum frying. *Food Science and Technology*, 137, 110494.
- [25]. Truong, K. T. P., Le, T. Q., Songsermpong, S., & Le, T. T. (2014). Comparison between traditional deep-oil and microwave puffing for physical and eating qualities of puffed pork rind. *Agriculture and Natural Resources*, 48(5), 799-814.
- [26]. Roudaut, G., Dacremont, C., Pàmies, B. V., Colas, B., & Le Meste, M. (2002). Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. *Trends in food science & technology*, 13(6-7), 217-227.
- [27]. Li, Y., Xia, X., & Yu, G. (2025). The Effect of frying conditions on the physical and chemical quality attributes of clearhead icefish (*Protosalanx hyalocranius*) during deep frying and air frying. *Foods*, 14(6), 920.
- [28]. Quy chuẩn Việt Nam QCVN 8-3: 2012/BYT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm.
- [29]. Fang, M. C., Chin, P. S. Y., Sung, W. C., & Chen, T. Y. (2023). Physicochemical and volatile flavor properties of fish skin under conventional frying, air frying and vacuum frying. *Molecules*, 28(11), 4376.
- [30]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5649: 2006: Thủy sản khô – Yêu cầu vệ sinh