

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ PHỐI TRỘN CARRAGEENAN, ĐẬU NÀNH, BỘT TẢO VÀ QUÁ TRÌNH HẤP ĐẾN CÁC ĐẶC TÍNH CỦA SẢN PHẨM GIÒ CHAY

• ĐÀO VĂN THANH

Khoa Nông nghiệp & Tài nguyên Thiên nhiên,
Trường Đại học An Giang, An Giang, Việt Nam
Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
Email: dvthanh@agu.edu.vn

TÓM TẮT:

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tối ưu hóa công thức và điều kiện chế biến giò chay bổ sung bột tảo. Kết quả nghiên cứu chỉ ra, tỷ lệ carrageenan:nước 1:30 tạo mạng lưới gel ổn định nhất. Bổ sung 1,5% bột tảo cải thiện đáng kể giá trị dinh dưỡng với hàm lượng protein 8,08 mg/g, carotenoid 6,29 µg/g và hoạt tính khử gốc tự do DPPH đạt 36,39%. Chế độ hấp ở 100°C trong 20 phút sản phẩm ổn định cấu trúc dai và kiểm soát tổng số vi sinh vật hiếu khí.

Từ khóa: giò chay, carrageenan, bột đậu nành, bột tảo, carotenoid, DPPH.

1. Đặt vấn đề

Đậu nành là nguồn nguyên liệu được sử dụng nhiều trong công nghiệp thực phẩm nhờ hàm lượng protein (40-50%) và lipid (18-25%) dồi dào. Các sản phẩm như bột đậu nành có tỷ lệ protein lên đến 44-48%, tích hợp nhiều acid amin thiết yếu và chất xơ, cho thấy tiềm năng lớn trong việc ứng dụng làm thực phẩm tăng cường dinh dưỡng (Innocent et al., 2019). Đồng thời, tảo xoắn (*Spirulina platensis*) được biết đến như một nguồn siêu thực phẩm với hàm lượng protein cao (52-71%), cùng sự đa dạng các vitamin, khoáng chất vi lượng và 18 loại acid amin. Việc đa dạng hóa và thương mại hóa các dòng sản phẩm ứng dụng tảo xoắn là một hướng đi triển vọng để thúc đẩy ngành nuôi trồng trong nước. Hiện nay, xu hướng tiêu dùng thực phẩm có nguồn gốc thực vật

đang tăng trưởng mạnh, điển hình là các sản phẩm giò chay được sử dụng phổ biến trong bữa ăn hàng ngày. Mặc dù thị trường đã có nhiều loại giò chay đi từ nấm, váng đậu hay lúa mì, sự kết hợp giữa bột đậu nành và bột tảo vẫn là một khoảng trống chưa được khai thác. Nghiên cứu hướng đến việc phát triển một sản phẩm thuần chay mới lạ, tối ưu hóa giá trị dinh dưỡng, đồng thời góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế cho chuỗi cung ứng đậu nành và tảo xoắn. Nghiên cứu quy trình sản xuất giò lụa chay từ protein đậu nành cho kết quả: tỷ lệ phối trộn protein đậu nành là 10g và thời gian hấp giò lụa là 20 phút (Fennema et al., 2017). Sử dụng bột tảo xoắn có thể bổ sung hoặc thay một phần protein đậu nành trong các sản phẩm dạng xúc xích, patties, chorizo, turkey burger (Selmo & Salas-Mellado, 2014; Ye et al., 2024). Bổ sung 1-3% làm tăng hàm lượng protein và chất

chống oxy hóa, tăng khả năng giữ nước, tuy nhiên mùi vị và màu sắc thay đổi rõ khi hàm lượng bột tăng (vị tanh, màu xanh đậm) và kết cấu có thể mềm hơn, giảm độ đàn hồi nếu dùng quá nhiều. Kết quả nghiên cứu xúc xích từ protein thực vật khi sử dụng κ -carrageenan ở nồng độ 0,3-0,6% w/w cải thiện khả năng giữ nước, giảm tổn thất khi nấu, tăng độ dai và giá trị cảm quan sản phẩm tốt, tuy nhiên, khi bổ sung ở hàm lượng 1,0-1,5% vẫn đáp ứng được các yêu cầu sản phẩm nhưng có thể làm thay đổi độ sáng và màu sản phẩm (Patel, 2014).

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Các nguyên liệu bột đậu nành được mua từ siêu thị tại Long Xuyên, An Giang. Nguyên liệu carrageenan và bột táo được mua từ các nhà cung cấp tại TP. Hồ Chí Minh.

2.2. Quy trình nghiên cứu

Các nguyên liệu bột đậu nành, carrageenan, bột táo và gia vị được chuẩn bị theo các tỷ lệ nghiên cứu để tiến hành phối trộn bằng thiết bị phối trộn với tốc độ 500 vòng/phút để tạo hỗn hợp đồng nhất. Hỗn hợp sau phối trộn được đổ vào khuôn inox có bao bì PE để tạo hình. Sau đó sản phẩm được hấp để làm chín, sản phẩm sau khi hấp chín được làm nguội ổn định để tiến hành phân tích các chỉ tiêu của sản phẩm.

2.3. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

- Đo cấu trúc sản phẩm (lực cắt, N): Thiết bị đo cấu trúc LFRA Texture Analyze

- Độ ẩm: Thiết bị cân phân tích hồng ngoại AND MS - 50

- Đánh giá cảm quan: Cho điểm theo thang điểm mô tả

- Độ hoạt động của nước (a_w): Thiết bị đo a_w (Aqualab 4tev)

- Carotenoid (mg/g): Hàm lượng carotenoid được xác định bằng cách đo mật độ quang của dịch trích thu được từ 5 mL mẫu bằng máy quang phổ (Spectrophotometer, U-2800 DV-VIS, Hitachi, Japan) ở bước sóng 450 nm. Hàm lượng carotenoid có trong mẫu được xác định bằng mg/g dựa trên phương trình đường cong của chất chuẩn carotene ở cùng bước sóng. Hàm lượng carotenoid được tính theo công thức sau:

$$\text{Carotenoid (mg/g)} = \frac{A \cdot 3,9424 \cdot 50}{5}$$

Trong đó A là độ hấp thu của carotenoid ở bước sóng 450nm

- DPPH: xác định khả năng xác định khử gốc tự do DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl).

3. Kết quả thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn giữa carrageenan so với nước đến sản phẩm

Qua kết quả ở Bảng 1 thể hiện sự ảnh hưởng tỷ lệ carrageenan:nước đến lực cắt và độ ẩm của sản phẩm có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. Giá trị lực cắt có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ phối trộn carrageenan:nước. Khi tăng tỷ lệ nước từ 1:10 đến 1:50, lực cắt giảm mạnh và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa ($P < 0,05$). Kết quả cho thấy, khi hàm lượng carrageenan bị pha loãng bởi nhiều nước hơn, mạng lưới liên kết gel trở nên lỏng lẻo, khiến sản phẩm mềm hơn và khả năng chịu lực kém đi. Đặc tính của carrageenan là làm đặc, tạo gel, ổn định và độ nhớt (Wang et al., 2018). Độ cứng của sản phẩm

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn carrageenan so với nước đến giá trị cấu trúc và độ ẩm của sản phẩm

Tỷ lệ phối trộn Carrageenan:nước	Chỉ tiêu vật lý (*)	
	Lực cắt (N)	Độ ẩm (%)
1:10	2866,11±112,78 ^e	44,87± 0,47 ^{a(**)}
1:20	2613,67±83,59 ^d	46,56± 0,19 ^b
1:30	2024,67±177,87 ^c	50,66± 0,45 ^c
1:40	1467,88±62,53 ^b	53,86± 0,23 ^d
1:50	1144,22±65,15 ^a	55,23± 0,16 ^e

Ghi chú: (*) Số liệu trung bình của ba lần lặp lại. Các số trong cùng một cột có cùng ký tự a, b, c, ... theo sau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) qua phép thử LSD. (**): Độ lệch chuẩn (SD).

giò chạy có thể giảm khi thêm các thành phần điều chỉnh kết cấu như protein đậu nành, tinh bột và muối (Choi et al., 2015). Ngoài ra, độ ẩm của sản phẩm có xu hướng tăng tỷ lệ thuận với lượng nước phối trộn và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa ($P < 0,05$). Tại tỷ lệ 1:10, độ ẩm ở mức thấp nhất là 44,87%, khi tăng tỷ lệ nước từ 1:10 lên tỷ lệ 1:50, độ ẩm đã tăng lên đến 55,23%. Do đó, độ ẩm của sản phẩm sẽ tăng khi thêm các loại chất kết dính, bổ sung nước sẽ làm sản phẩm mềm và có độ ẩm cao hơn (Boon et al., 2010).

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối chế giữa bột đậu nành và bột tảo ảnh hưởng đến cấu trúc và cảm quan của sản phẩm

3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối chế giữa bột đậu nành và bột tảo ảnh hưởng đến tính chất vật lý của sản phẩm

Kết quả thống kê ở Bảng 2 cho thấy, tỷ lệ bột đậu

nành so với bột tảo có ảnh hưởng đến tính chất vật lý (lực cắt, độ ẩm và hoạt độ nước) trong sản phẩm ở mức ý nghĩa 5%. Khi tăng từ 0,5% đến 2,5% tảo thì lực cắt, độ ẩm và hoạt độ nước giảm, giá trị đạt thấp nhất lần lượt là 1498,44N, độ ẩm 49,17% và hoạt độ của nước 0,957.

3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối chế giữa bột đậu nành và bột tảo ảnh hưởng đến chỉ tiêu hóa học của sản phẩm

Kết quả thống kê ở Bảng 11 cho thấy, tỷ lệ bột đậu nành so với bột tảo có ảnh hưởng đến chỉ tiêu hóa học (protein tổng, carotenoid và DPPH) trong sản phẩm ở mức ý nghĩa 5%. Khi tăng lượng bột tảo từ 0,5 đến 2,5% hàm lượng protein tăng, giá trị cao nhất là 9,81. Ở tỷ lệ 0,5% và 1%, hàm lượng protein tổng gần như nhau và không có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Do đậu nành là nguồn cung cấp protein thực vật dồi dào. Khi tăng tỷ lệ bột đậu nành

Bảng 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn bột đậu nành với bột tảo đến cấu trúc, độ ẩm và hoạt độ nước của sản phẩm

Tỷ lệ phối chế bột đậu nành:bột tảo (%)	Tính chất vật lý (*)		
	Lực cắt (N)	Độ ẩm (%)	Hoạt độ nước (a_w)
0,5	2180,89±65,09 ^a	50,38±0,05 ^e	0,958±0,0005 ^c
1	1981,33±26,15 ^b	50,00±0,06 ^d	0,957±0,0006 ^b
1,5	1853,33±28,59 ^c	49,85±0,06 ^c	0,957±0,0005 ^{ab}
2	1599,0±56,00 ^d	49,74±0,01 ^b	0,957±0,0008 ^a
2,5	1498,44±74,67 ^e	49,17±0,08 ^a	0,957±0,0007 ^{bc}

Ghi chú: (*) Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các số trong cùng một cột có cùng ký tự a, b, c, ... theo sau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) qua phép thử LSD. (**): Độ lệch chuẩn (SD).

Bảng 3. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối chế bột đậu nành với bột tảo đến protein tổng, carotenoid và DPPH của sản phẩm

Tỷ lệ phối chế bột đậu nành:bột tảo (%)	Chỉ tiêu hóa học (*)		
	Protein tổng (mg/g)	Carotenoid (μ g/g)	DPPH(%)
0,5	7,02±0,28 ^a	2,87±0,09 ^a	16,59±1,59 ^a
1	7,09±0,40 ^a	3,19±0,12 ^b	23,32±8,26 ^b
1,5	8,08±0,19 ^b	6,29±0,02 ^e	36,39±4,96 ^c
2	8,41±0,31 ^c	4,23±0,08 ^d	20,32±6,15 ^{ab}
2,5	9,81±0,38 ^d	3,78±0,09 ^c	19,19±4,16 ^{ab}

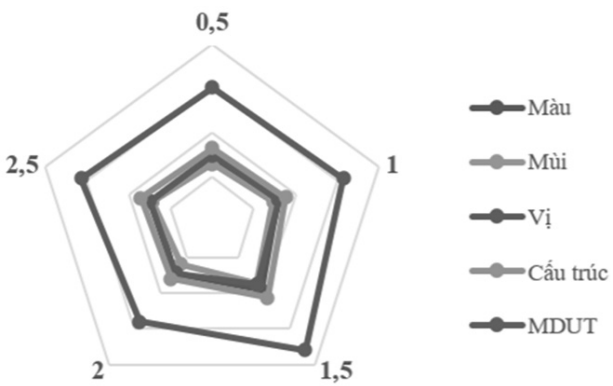
Ghi chú: (*) Số liệu trung bình của ba lần lặp lại. Các số trong cùng một cột có cùng ký tự a, b, c, ... theo sau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) qua phép thử LSD. (**): Độ lệch chuẩn (SD).

trong công thức phối trộn, tổng lượng nitơ hữu cơ tăng lên, dẫn đến chỉ số protein tổng tăng tuyến tính. Hàm lượng carotenoid chủ yếu có trong bột tảo, phối trộn tỷ lệ 0,5 đến 1,5%, hàm lượng carotenoid tăng và giảm dần khi tăng thêm tỷ lệ bột tảo và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa $P<0,05$. Carotenoid là những hợp chất có chứa hệ thống các nối đôi liên hợp không bền vững, rất nhạy cảm với ánh sáng, oxy và đặc biệt là nhiệt độ trong quá trình chế biến. Sự ổn định của carotenoid phụ thuộc lớn vào sự hiện diện của các chất chống oxy hóa khác và cấu trúc protein bao quanh. Khi thêm bột tảo quá nhiều dẫn đến sự mất cân bằng trong việc bảo vệ các hạt sắc tố khỏi quá trình oxy hóa chất béo (Osei et al., 2024). Ngoài ra, khả năng khử gốc tự do DPPH cũng có sự thay đổi khi thêm tăng tỷ lệ bột tảo. Ở tỷ lệ 2 và 2,5% bột tảo, khả năng khử gốc tự do DPPH giảm dần nhưng không có sự khác biệt thống kê ($P<0,05$). Ở tỷ lệ 0,5 đến 1,5% khả năng khử gốc tự do DPPH tăng và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa $P<0,05$.

3.2.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối chế giữa bột đậu nành và bột tảo ảnh hưởng đến giá trị cảm quan của sản phẩm

Kết quả phân tích đánh giá cảm quan được thể hiện rõ qua Hình 2. Kết quả cho thấy, tỷ lệ bột đậu nành và bột tảo có ảnh hưởng đến cảm quan màu sắc, mùi, vị, cấu trúc và mức độ ưa thích của sản phẩm.

Hình 2: Biểu đồ điểm đánh giá cảm quan sản phẩm theo tỷ lệ bột đậu nành và bột tảo



Về màu sắc, khi tăng tỷ lệ bột tảo thì điểm cảm quan về màu sắc của sản phẩm có xu hướng tăng và đạt giá trị cảm quan cao nhất ở tỷ lệ 1,5% và có sự khác biệt thống kê so với các mẫu còn lại. Ở tỷ lệ phối trộn 0,5%, 1, 2% và 2,5% chưa có sự khác biệt thống kê với nhau ở mức ý nghĩa 5%, do tỷ lệ bổ sung bột tảo ít hoặc nhiều dẫn đến màu sắc nhạt

hoặc sậm. Về mùi và vị, cấu trúc và mức độ ưa thích (MDUT), tỷ lệ phối trộn bột tảo 1,5% được đánh giá cao nhất và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa $P<0,05$ so với các tỷ lệ còn lại. Qua kết quả đánh giá cảm quan cho thấy, tỷ lệ phối trộn 1,5% bột tảo, sản phẩm được đánh giá về mặt cảm quan cao nhất.

3.3. Ảnh hưởng của quá trình hấp đến chất lượng sản phẩm

3.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến tính chất vật lý của sản phẩm

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến cấu trúc và độ ẩm của sản phẩm

Nhiệt độ (°C)	Tính chất vật lý (*)	
	Lực cắt (N)	Hoạt độ nước
80	1722,63 ^a	0,90 ^a
90	1854,93 ^b	0,90 ^a
100	1768,07 ^a	0,91 ^b
P	0,0000	0,0000
Thời gian (phút)	Tính chất vật lý (*)	
	Lực cắt (N)	Hoạt độ nước
20	1658,07 ^a	0,91 ^b
30	1787,85 ^b	0,91 ^a
40	1899,7 ^c	0,91 ^c
P	0,0000	0,0000

Ghi chú: *Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các số trong cùng một cột có cùng ký tự a, b, c,... theo sau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5% ($p<0,05$) qua phép thử LSD.

Kết quả thống kê ở Bảng 4 cho thấy, nhiệt độ và thời gian hấp có ảnh hưởng rõ rệt đến tính chất vật lý của sản phẩm. Cụ thể, lực cắt có xu hướng tăng khi tăng nhiệt độ từ 80°C đến 90°C, đạt giá trị cực đại tại 90°C (1854,93 N), sau đó giảm nhẹ ở 100°C và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Tương tự, lực cắt có xu hướng tăng khi thời gian gia nhiệt tăng từ 20 đến 40 phút và đạt giá trị cao nhất ở thời gian 40 phút (1877,70 N). Điều này giải thích bởi quá trình biến tính protein và sự hình thành mạng lưới liên kết gel khi gia nhiệt, giúp cấu trúc sản phẩm trở nên săn chắc hơn. Sự gia tăng lực cắt khi tăng nhiệt độ và thời gian có liên quan đến quá trình gel hóa protein. Nguyên nhân khi nhiệt độ tăng, các protein cơ thịt

(như myosin) bị bung xoắn và tương tác với nhau tạo thành mạng lưới 3 chiều vững chắc, làm tăng độ cứng và lực cắt của sản phẩm. Về hoạt độ nước (a_w) có xu hướng tăng nhẹ khi tăng nhiệt độ từ 80°C đến 100°C và đạt giá trị cực đại tại 100°C (0,91) và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% so với các mẫu còn lại. Quá trình gia nhiệt làm thay đổi cấu trúc bậc cao của protein, làm lộ ra các nhóm ưa nước hoặc tạo ra các lỗ hổng trong mạng lưới gel để giữ các phân tử nước tự do.

3.3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian hấp đến tính chất dinh dưỡng của sản phẩm

Qua kết quả Bảng 5 cho thấy, nhiệt độ và thời gian hấp có ảnh hưởng đến hàm lượng các chất hóa học. Cụ thể, hàm lượng protein tổng giảm dần khi tăng nhiệt độ từ 80°C (8,40 mg/g) xuống 90°C (7,45 mg/g). Điều này do nhiệt độ cao gây ra sự biến tính nhiệt của protein, làm phá vỡ các cấu trúc bậc cao, làm giảm hàm lượng protein hòa tan có thể định lượng được. Tuy nhiên, khi tăng thời gian hấp từ 20 phút đến 40 phút, protein ít bị ảnh hưởng hơn giảm dần và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Trong khoảng nhiệt độ từ 40°C đến 90°C, protein myosin và actin lần lượt bị biến tính, gây ra sự co rút mạng lưới protein và đẩy dịch bào ra ngoài, làm thay đổi hàm lượng protein tổng đo được trong cấu trúc mẫu rắn. Hàm lượng carotenoid tăng nhiệt độ 80°C

và 90°C, carotenoid có xu hướng tăng giảm ở nhiệt độ hấp 100°C, giá trị cao nhất 90°C trong thời gian 30 phút và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa ($P<0,05$) với các nhiệt độ hấp 80 và 100°C ở 20 và 40 phút.

Ở giai đoạn đầu, nhiệt độ giúp làm mềm cấu trúc mô thực vật và phá hủy các phức hợp protein-carotenoid, từ đó tạo điều kiện thuận lợi để giải phóng các phân tử carotenoid ra khỏi mạng lưới tế bào. Do đó, việc kiểm soát tối ưu nhiệt độ và thời gian hấp là yếu tố quyết định để duy trì hàm lượng hoạt chất sinh học này. Khả năng khử gốc tự do DPPH có xu hướng giảm dần ở nhiệt độ 90°C và tăng lên ở nhiệt độ 100°C và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa ($P<0,05$). Tương tự, khi thời gian tăng từ 20 phút đến 40 phút, khả năng khử gốc tự do DPPH cũng có xu hướng giảm dần ở nhiệt độ 90°C và tăng lên ở nhiệt độ 100°C có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Qua kết quả Bảng 5 cho thấy, khả năng khử gốc tự do DPPH đạt giá trị thấp nhất tại 90°C và 30 phút.

3.3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian hấp đến chỉ tiêu vi sinh của sản phẩm

Kết quả phân tích ở Bảng 6 cho thấy, số lượng tổng số vi sinh vật hiếu khí giảm dần theo nhiệt độ và thời gian hấp. Ở 80°C và thời gian hấp 20 phút, tổng số vi sinh vật hiếu khí cao hơn ở các nhiệt độ và thời gian khác (3,88 log CFU/g và 3,29 log CFU/g)

Bảng 5. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian hấp đến protein tổng, carotenoid và DPPH của sản phẩm

		Chỉ tiêu hóa học (*)		
		Pro tein tổng (mg/g)	Carotenoid (µg/g)	DPPH (%)
Nhiệt độ (°C)	80	8,40 ^b	3,09 ^a	28,72 ^b
	90	7,45 ^a	3,90 ^c	21,16 ^a
	100	7,48 ^a	3,63 ^b	30,36 ^c
	P	0,0000	0,0000	0,0000
Thời gian (phút)	20	7,89 ^a	3,81 ^b	26,04 ^b
	30	7,69 ^a	4,09 ^c	24,25 ^a
	40	7,74 ^a	2,73 ^a	29,93 ^c
	P	0,3001	0,0000	0,0000

Ghi chú: *Số liệu trung bình của 3 lần lặp lại. Các số trong cùng một cột có cùng ký tự a, b, c, ... theo sau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5% ($p<0,05$) qua phép thử LSD.

Bảng 6. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian hấp đến tổng số vi sinh vật hiếu khí của sản phẩm

Chỉ tiêu		Tổng số vi sinh hiếu khí (Log CFU/g)
Nhiệt độ (°C)	80	3,88 ^c
	90	2,96 ^b
	100	2,46 ^a
	P	0,0000
Thời gian (phút)	20	3,29 ^c
	30	3,08 ^b
	40	2,94 ^a
	P	0,0000

Ghi chú: *Số liệu trung bình của ba lần lặp lại. Các số trong cùng một cột có cùng ký tự a, b, c,... theo sau thì không có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 5% ($p < 0,05$) qua phép thử LSD.

và có sự khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5% so với các mẫu còn lại. Tuy nhiên, số lượng vi sinh vật hiếu khí ở các mẫu vẫn thấp hơn nhiều so với ngưỡng

cho phép (10^6 CFU/g) của TCVN 7049:2020. Khi tăng nhiệt độ và thời gian hấp, kết quả cho thấy, tổng số vi sinh vật hiếu khí giảm dần. Nhiệt độ cao gây ra sự biến tính không thể đảo ngược của protein và enzyme trong tế bào vi khuẩn. Như vậy, tất cả các mẫu đều nằm trong ngưỡng an toàn vệ sinh thực phẩm, cho thấy quy trình hấp đã kiểm soát tốt mật độ vi sinh vật.

4. Kết luận

Chất lượng giò chay phụ thuộc chặt chẽ vào sự tương tác giữa cấu trúc mạng lưới gel và thông số gia nhiệt. Tỷ lệ phối trộn carrageenan:nước ở mức 1:30 tạo ra sự cân bằng tối ưu giữa khả năng ngậm nước và độ đàn hồi cơ học, phản ánh qua điểm thị hiếu cao nhất từ hội đồng đánh giá. Thay thế 1,5% bột đậu nành bằng bột tảo là phương án phối chế hiệu quả nhất, không chỉ củng cố cấu trúc dai mà trong sản phẩm có hàm lượng carotenoid 6,29 $\mu\text{g/g}$ và 36,39% khả năng khử gốc tự do DPPH. Ngoài ra, để giữ được cấu trúc protein, hương vị đặc trưng và các hoạt chất dinh dưỡng, quá trình hấp phải được kiểm soát nghiêm ngặt ở 100°C trong 20 phút, chế độ hấp này đồng thời ức chế hiệu quả hệ vi sinh vật hiếu khí, đáp ứng các tiêu chuẩn về an toàn vệ sinh thực phẩm■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Boon, C. S., McClements, D. J., Weiss, J., & Decker, E. A. (2010). Factors influencing the chemical stability of carotenoids in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(6), 515-532. <https://doi.org/10.1080/10408390802565889>

Choi, Y. S., Ku, S. K., Park, J. D., Kim, H. J., Jang, A., & Kim, Y. B. (2015). Effects of drying condition and binding agent on the quality characteristics of ground dried-pork meat products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(5), 597-603. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.5.597>

Fennema, O. R., Damodaran, S., & Parkin, K. L. (2017). Introduction to food chemistry. In S. Damodaran, K. L. Parkin, & O. R. Fennema (Eds.), *Fennema's food chemistry* (5th ed., pp. 1–16). CRC Press.

Innocent, O. N., Lucy, E. N., Joel, N., & Anthony, U. N. (2019). Quality characteristics of soy-akamu powder formulated from sorghum and sprouted soybean flour blends for complementary feeding. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 3(4), 48-57. <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20190304.12>

Osei, E. D., Pokuah, A. A., Atuna, R. A., Faisal, S. E., Amotoe Bondzie, A., Yussif, A. M., & Amagloh, F. K. (2024). Characterization of soy curd residue and full-fat soy flour as protein-based food ingredients. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 1-12. <https://doi.org/10.5219/1950>

Patel, A. (2014). *The five different forms of carrageenan and its significance in industrial applications*. Ultrafine Gums.

Selmo, M., & Salas-Mellado, M. M. (2014). Technological quality of bread from rice flour with Spirulina. *International Food Research Journal*, 21(4), 1523-1528. [http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20\(04\)%202014/36%20IFRJ%2021%20\(04\)%202014%20Selmo%20718.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/21%20(04)%202014/36%20IFRJ%2021%20(04)%202014%20Selmo%20718.pdf)

Wang, S., Tan, C. P., & McClements, D. J. (2018). Protein-polyphenol linkages: Effects on physical and chemical properties of food systems. *Food Research International*, 108, 50-62. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.054>

Ye, Y., Chen, F., Shi, M., Wang, Y., Xiao, X., & Wu, C. (2024). Gel properties and protein structures of minced pork prepared with κ -carrageenan and non-meat proteins. *Gels*, 10(5), Article 305. <https://doi.org/10.3390/gels10050305>

Ngày nhận bài: 14/4/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 27/4/2026

Ngày chấp nhận đăng bài: 14/5/2026

EFFECTS OF CARRAGEENAN, SOYBEAN, ALGAL POWDER RATIOS AND STEAMING PROCESS ON THE CHARACTERISTICS OF VEGETARIAN SAUSAGE

● DAO VAN THANH

Faculty of Agriculture and Natural Resources,

An Giang University, An Giang, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: dvthanh@agu.edu.vn

ABSTRACT:

This study aims to optimize formulation and processing conditions for vegetarian sausage supplemented with algal powder. Results indicate that a carrageenan-to-water ratio of 1:30 produces the most stable gel network. The addition of 1.5% algal powder significantly improves nutritional value, including protein content (8.08 mg/g), carotenoid content (6.29 μ g/g), and DPPH radical scavenging activity (36.39%). Steaming at 100°C for 20 minutes ensures structural stability and controls microbial load.

Keywords: vegetarian sausage, carrageenan, soybean powder, algal powder, carotenoid, DPPH.