

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC THAY THẾ MỘT PHẦN NaCl BẰNG CaCl_2 /KCl ĐẾN TÍNH CHẤT CẤU TRÚC VÀ CẢM QUAN CỦA XÚC XÍCH THANH TRÙNG

Nguyễn Thị Hiền^{1,2,*}, Phạm Hữu Thịnh^{1,2}, Nguyễn Thị Cẩm Quỳnh^{1,2}

¹ Khoa Kỹ thuật Hoá học, Trường Đại học Bách khoa,

Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

² Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

*Email: nthien@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT

Việc tiêu thụ thực phẩm nhiều muối ăn (NaCl) làm tăng nồng độ ion Na^+ trong cơ thể, từ đó làm gia tăng nguy cơ mắc các bệnh lý như: Tim mạch, tăng huyết áp, suy thận, ung thư đại tràng và đột quỵ. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy lợi ích sức khỏe của việc giảm Na^+ bằng cách thay thế một phần NaCl bằng các muối clorua khác, tuy nhiên ảnh hưởng của việc thay thế này đến chất lượng sản phẩm chưa được quan tâm và phân tích đầy đủ. Do đó, nghiên cứu này khảo sát tính chất cấu trúc và cảm quan của các mẫu xúc xích thanh trùng đã thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 hoặc KCl có bổ sung 2% dịch chiết nấm men. Tính chất cấu trúc được phân tích theo phương pháp phân tích cấu trúc (Texture Profile Analysis); tính chất cảm quan được đánh giá thông qua phương pháp mô tả định lượng với hội đồng 10 chuyên gia. Kết quả cho thấy, CaCl_2 gây ra một số hương vị không mong muốn như tanh, chua và đắng, đồng thời cũng ảnh hưởng tiêu cực đến tính chất cấu trúc. Ngược lại, KCl có khả năng giữ nước tốt, giúp duy trì cấu trúc của sản phẩm tốt hơn CaCl_2 . Nồng độ thay thế NaCl khuyến nghị cho sản phẩm xúc xích thanh trùng là 20% NaCl bằng CaCl_2 hoặc 30% bằng hỗn hợp KCl bổ sung 2% chiết xuất nấm men. Nghiên cứu này đã cung cấp cơ sở công nghệ để giảm Na^+ trong xúc xích thanh trùng, giúp cân bằng mục tiêu sức khỏe với chất lượng cấu trúc và cảm quan.

Từ khóa: Giảm muối, tính chất cấu trúc, tính chất cảm quan, xúc xích.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Muối ăn (NaCl) thực hiện nhiều chức năng thiết yếu trong thực phẩm. Nó không chỉ tăng cường hương vị mà còn hoạt động như một chất bảo quản, đồng thời góp phần tạo kết cấu và màu sắc bằng cách ức chế hoạt động của enzyme và vi sinh vật. Ngoài ra, muối ăn còn giúp che giấu vị đắng, thúc đẩy quá trình liên kết protein, từ đó tạo ra kết cấu mong muốn trong nhiều loại thực phẩm. Từ chế biến thịt, mì ống đến bảo quản dưa chua và sản xuất phô mai, muối đóng vai trò then chốt trong công nghiệp thực phẩm.

Tuy nhiên, việc tiêu thụ muối ăn quá mức có liên quan đến nhiều vấn đề sức khỏe nghiêm trọng, bao gồm các bệnh: Tim mạch, phì đại cơ tim (phì đại thất), tổn thương thận và ảnh hưởng đến

các cơ quan khác. Đáng chú ý, khoảng 75% lượng muối ăn tiêu thụ đến từ thực phẩm chế biến sẵn, vốn được tiêu dùng rất nhiều hiện nay. Các vấn đề về sức khỏe do muối ăn thường đến từ sự dư thừa ion Na^+ , dẫn đến chênh lệch áp suất thẩm thấu tế bào [1]. Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) đặt mục tiêu giảm 35% hàm lượng Na^+ trong các nhóm thực phẩm trọng điểm vào năm 2025, do lượng natri tiêu thụ thường vượt quá mức khuyến cáo [2].

Ngành công nghiệp thực phẩm đang tích cực tìm kiếm các giải pháp nhằm giảm hàm lượng Na^+ trong sản phẩm. Nghiên cứu của Charlton và cs (2007) [3] cho thấy việc giảm 32% lượng Na^+ trong bánh mì, thay thế bằng kali (K), magie (Mg) và canxi (Ca) không làm ảnh hưởng đến chất lượng bánh. Một nghiên cứu khác trên xúc xích cho

thấy, có thể thay thế 25% NaCl bằng CaCl_2 , KCl hoặc MgCl_2 mà hương vị không thay đổi [4]. Tuy nhiên, việc thay thế NaCl bằng các muối clorua khác cũng có một số nhược điểm đáng chú ý. Một số nghiên cứu trên xúc xích lên men cho thấy, KCl không nên sử dụng quá 40% trong sản phẩm thịt để tránh gây vị đắng [5, 6]. Việc thay thế NaCl bằng CaCl_2 trong sản phẩm thịt muối cũng gây ảnh hưởng tiêu cực đến màu sắc và độ ổn định vi sinh của sản phẩm [7].

Trong số các muối có thể thay thế NaCl trong thực phẩm, KCl và CaCl_2 được đánh giá là tiềm năng nhất nhờ có vị mặn tương đối giống NaCl, nhưng cả hai đều có những hạn chế riêng. Tuy nhiên, các thông tin về ảnh hưởng của việc thay thế muối đến cấu trúc và tính chất cảm quan của sản phẩm chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu. Từ thực tế đó, nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế một phần NaCl bằng KCl/ CaCl_2 đến tính chất cấu trúc và cảm quan của xúc xích thanh trùng. Mục tiêu của nghiên cứu là tìm ra sự cân bằng giữa việc thay thế NaCl và việc duy

trì các đặc tính cảm quan mong muốn của sản phẩm xúc xích thanh trùng.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Nguyên liệu và quy trình tạo mẫu

Thành phần các nguyên liệu để chuẩn bị mẫu xúc xích được trình bày trong bảng 1 và 2. Mẫu xúc xích được chuẩn bị dựa theo quy trình của Nguyễn Tiến Lực (2016) [8] với các bước như sau: Đầu tiên, mỡ và thịt đông lạnh được rã đông ở nhiệt độ từ -4 đến -2°C . Mỡ sau khi rã đông được xay nhuyễn và cân. Thịt sau khi rã đông sẽ được chặt nhỏ, cân, rồi xay thô (kích thước 3 – 5 mm) và tiếp tục xay nhuyễn ở nhiệt độ dưới 12°C . Sau đó, mỡ, thịt cùng các loại gia vị, phụ gia được phối trộn đều, nhồi định lượng ở nhiệt độ $12 - 14^\circ\text{C}$. Tiếp theo, xúc xích được sấy khô ở nhiệt độ $70 - 80^\circ\text{C}$ trong 1 giờ, hấp thanh trùng ở 75°C trong 35 phút để đảm bảo chất lượng và an toàn. Sau công đoạn làm nguội, xúc xích được đóng gói, hút chân không và bảo quản ở nhiệt độ $0 - 4^\circ\text{C}$ trong vòng 2 ngày trước khi thực hiện các thí nghiệm.

Bảng 1. Tỷ lệ các nguyên liệu chính cho mẫu xúc xích thanh trùng

STT	Nguyên liệu chính	Tỷ lệ (% w/w)
1	Thịt gà	58,47
2	Mỡ heo	22,28
3	Thịt nạc heo	19,25

Bảng 2. Thành phần các nguyên liệu phụ, tính theo % trên hỗn hợp nguyên liệu chính, cho mẫu xúc xích thanh trùng

STT	Nguyên liệu phụ	Lượng (% w/w trên hỗn hợp nguyên liệu chính)
1	Nước đá	23,16
2	Protein đậu nành	2,28
3	Tinh bột khoai tây	10,99
4	Polyphosphat (Tari K7)	0,34
5	Natri nitrite	0,04
6	Tỏi	0,15
7	Tiêu	0,34
8	Umami	0,28
9	Nhục đậu khấu	0,09
10	Gừng	0,07
11	Cochineal	0,04
12	Natri dehydroacetat	0,13

Mẫu được chuẩn bị tại bộ phận Savory Food của Công ty ASIA SHINE (số 404 Huỳnh Văn Bánh, phường Phú Nhuận, thành phố Hồ Chí Minh) và các thí nghiệm phân tích được thực hiện tại Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Bố trí thí nghiệm

2.2.1. Xác định hàm lượng NaCl tối ưu theo thị hiếu người tiêu dùng

Thí nghiệm này được thực hiện nhằm xác định hàm lượng NaCl được người tiêu dùng ưa thích nhất trong sản phẩm xúc xích thanh trùng. Đây là bước tiền đề làm cơ sở cho các thí nghiệm thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2/KCl . Hàm lượng NaCl của các mẫu trong thí nghiệm được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Hàm lượng NaCl của các mẫu xúc xích trong thí nghiệm khảo sát mức độ ưa thích

Mẫu	Lượng NaCl (% w/w trên hỗn hợp nguyên liệu chính)
S1	4,8
S2	6,4
S3	8,0
S4	9,6
S5	11,2

Sau khi lấy ra khỏi tủ lạnh, các mẫu xúc xích được làm ấm tự nhiên trong 30 phút, sau đó được chần trong nước sôi ở 100°C trong 5 phút, rồi để nguội ở nhiệt độ phòng trong 10 phút. Mỗi mẫu sau đó được cắt thành từng lát hình trụ, chiều cao 2 cm và đường kính 2 cm. Các lát được đặt riêng trong hộp nhựa có nắp đậy, được mã hóa bằng mã số ngẫu nhiên gồm ba chữ số để đảm bảo tính khách quan.

Thí nghiệm được tiến hành với 150 người tham gia đánh giá. Trước khi nếm mẫu đầu tiên và giữa các lần thử mẫu, người tham gia đánh giá được yêu cầu dùng nước thanh vị để làm sạch khoang miệng, loại bỏ dư vị. Quá trình đánh giá thị hiếu sử dụng thang điểm 9 mức, trong đó mức 1 tương ứng “cực kỳ không thích” và mức 9 là “cực kỳ thích”. Mẫu có điểm yêu thích trung bình cao

nhất sẽ được sử dụng làm chuẩn trong các thí nghiệm thay thế một phần NaCl bằng KCl/CaCl_2 .

2.2.2. Ảnh hưởng của việc thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 hoặc hỗn hợp KCl bổ sung 2% chiết xuất nấm men đến cấu trúc và tính chất cảm quan của xúc xích thanh trùng

Dựa trên hàm lượng NaCl tối ưu xác định từ thí nghiệm 2.2.1 (mẫu M00), thí nghiệm được tiến hành với hai chuỗi thí nghiệm song song nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc thay thế một phần NaCl bằng hai loại muối khác nhau:

- Chuỗi thí nghiệm 1: Một phần NaCl được thay thế bằng CaCl_2 ở các mức 10% (Ca10), 20% (Ca20), 30% (Ca30) và 40% (Ca40) tính theo khối lượng NaCl ban đầu của mẫu tối ưu.

- Chuỗi thí nghiệm 2: Một phần NaCl được thay thế bằng KCl ở các mức 10% (K10), 20% (K20), 30% (K30) và 40% (K40) tính theo khối lượng NaCl của mẫu tối ưu, đồng thời bổ sung 2% dịch chiết nấm men (tính theo khối lượng NaCl ban đầu) nhằm giảm vị đắng đặc trưng của KCl [9]. CaCl_2 ảnh hưởng mạnh đến cấu trúc của sản phẩm xúc xích và ít ảnh hưởng đến vị, nên dịch chiết nấm men không được bổ sung trong chuỗi thí nghiệm với CaCl_2 [10].

Phương pháp đánh giá các chỉ tiêu về tính chất cấu trúc cơ lý và cảm quan của mẫu được trình bày trong phần 2.3.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Tính chất cấu trúc cơ lý

Thiết bị Brookfield CT3 được sử dụng để phân tích đặc tính kết cấu. Mẫu xúc xích được chuẩn bị với chiều cao 20 mm và đường kính 25 mm, sử dụng thiết bị đâm thủng. Độ cứng (gf), độ dẻo (gumminess) và độ kết dính (cohesiveness) được tính toán theo phương pháp của Bourne (2002) [11].

Phương pháp phân tích cấu trúc (Texture Profile Analysis – TPA) được thực hiện dựa trên nguyên lý nén mẫu xúc xích hai lần và ghi nhận lực tác động trong suốt quá trình. Các thông số thu được từ phép đo bao gồm: Độ cứng, độ cố kết, độ đàn hồi và độ dai. Trước khi đo, xúc xích được chuẩn bị theo nghiên cứu của Herrero và cs (2007) [12]: Mẫu được chần trong nước sôi ở 100°C trong

5 phút, để nguội đến nhiệt độ phòng, sau đó cắt bỏ hai đầu (mỗi đầu 2 cm) và chia thành các lát hình trụ chiều cao 2 cm, đường kính 2 cm. Các mẫu được bảo quản trong hộp nhựa có nắp đậy và mã hóa trước khi đo.

Quá trình đo được tiến hành trên thiết bị Brookfield CT3 với các thông số cài đặt như sau: Thời gian giữ lực (hold time) 5 giây; lực kích hoạt (trigger) 50 N (tương đương khoảng 0,5% tải trọng cực đại của thiết bị), quãng đường dịch chuyển sau khi đạt lực kích hoạt là 10 mm; tốc độ nén (speed) 5 mm/s và thời gian nghỉ giữa hai lần nén là 2s.

2.3.2. Tính chất cảm quan

Tính chất cảm quan được đánh giá dựa trên phương pháp phân tích mô tả định lượng (Quantitative Descriptive Analysis - QDA) [13], sử dụng hội đồng 10 thành viên đã được huấn luyện để xác định và đo lường cường độ các tính chất cảm quan chính của sản phẩm theo thang đo cường độ 0 - 10 (0 biểu thị không cảm nhận được, 10 biểu thị mức cảm nhận rất mạnh).

Quy trình chuẩn bị mẫu được tiến hành tương tự như thí nghiệm ở phần 2.2.1. Các tính chất cảm quan, phản ánh sự khác biệt giữa các mẫu, bao gồm:

- Nhóm tính chất mùi: Mùi thuốc tây, mùi tanh, mùi thịt, mùi thảo mộc.

- Nhóm tính chất vị và cảm giác trong miệng: Vị mặn, vị đắng, vị umami, vị chua, cảm giác béo, cảm giác chất.

- Nhóm tính chất về cấu trúc: Độ mọng nước, độ dai, độ đàn hồi, độ chắc, cảm giác bột.

2.4. Xử lý số liệu

Dữ liệu thị hiếu và dữ liệu tính chất cấu trúc được phân tích bằng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) một yếu tố. Nếu có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), tiến hành so sánh hậu nghiệm bằng phép kiểm Tukey để đối chiếu từng cặp mẫu.

Đối với dữ liệu tính chất cảm quan, thực hiện phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis - PCA) nhằm trực quan hóa mối quan hệ giữa mẫu và tính chất cảm quan, cũng như nhận diện các nhóm mẫu có đặc điểm cảm quan tương đồng.

Toàn bộ phân tích thống kê được thực hiện trên phần mềm R phiên bản 4.3.1, sử dụng các gói (package) tidyverse và FactoMineR.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định hàm lượng NaCl tối ưu theo thị hiếu người tiêu dùng

Bảng 4. Điểm ưa thích trung bình và độ lệch chuẩn của các mẫu xúc xích với hàm lượng NaCl khác nhau

Mẫu	Lượng NaCl (% w/w trên hỗn hợp nguyên liệu chính)	Điểm ưa thích trung bình
S1	4,8	$6,06 \pm 0,15^a$
S2	6,4	$6,75 \pm 0,13^c$
S3	8,0	$6,23 \pm 0,16^{ab}$
S4	9,6	$6,29 \pm 0,16^b$
S5	11,2	$6,19 \pm 0,15^{ab}$

Ghi chú: Các giá trị có cùng ký tự thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Kết quả ANOVA cho thấy, tồn tại sự khác biệt ý nghĩa thống kê về điểm ưa thích giữa các mẫu. Cụ thể, khi tăng hàm lượng NaCl từ 4,8% lên 6,4% (trên tổng nguyên liệu chính), điểm ưa thích tăng mạnh, cho thấy người tiêu dùng có ngưỡng chấp nhận vị mặn tương đối cao. Tuy nhiên, khi tiếp tục tăng hàm lượng NaCl từ 6,4% lên 11,2%, mức ưa thích giảm rõ rệt, chứng tỏ giảm muối dưới một

ngưỡng nhất định sẽ tác động tiêu cực tới cảm nhận vị mặn và thị hiếu. Các mẫu có hàm lượng NaCl 8,0%, 9,6% và 11,2% có điểm trung bình xấp xỉ nhau và không khác biệt thống kê, phản ánh mức chấp nhận ổn định trong khoảng hàm lượng này.

Tóm lại, mẫu 6,4% có điểm ưa thích cao nhất, nên công thức này được chọn làm cơ sở cho các thí nghiệm thay thế muối ở các giai đoạn sau.

3.2. Ảnh hưởng của việc thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 hoặc hỗn hợp KCl bổ sung 2% chiết xuất nấm men đến cấu trúc và tính chất cảm quan của xúc xích thanh trùng

3.2.1. Tính chất cấu trúc

Kết quả phân tích cấu trúc ở bảng 5 cho thấy, việc thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 và KCl gây ra những thay đổi đáng kể đối với các đặc tính cơ học của sản phẩm xúc xích. Việc thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 cho thấy xu hướng làm giảm đáng kể độ cứng của xúc xích so với mẫu đối chứng M00 ($21,36 \pm 3,00$ N). Mẫu Ca10 có độ cứng cao nhất trong nhóm bổ sung CaCl_2 ($17,96 \pm 2,31$ N), sau đó giảm khi hàm lượng CaCl_2 thay thế tăng dần. Hiện tượng giảm độ cứng này có thể liên quan đến đặc tính của ion Ca^{2+} có thể gây kết tủa protein quá mức, dẫn đến mạng gel kém bền vững [10]. Về độ cố kết, các mẫu chứa CaCl_2 duy trì mức tương tự nhau (0,92), cho thấy khả năng duy trì cấu trúc gel cơ bản vẫn được bảo toàn. Độ dẻo

giảm tương ứng với độ cứng, từ $16,55 \pm 1,98$ N ở Ca10 xuống thấp nhất $9,06 \pm 1,48$ N tại Ca30.

Đối với việc thay thế một phần NaCl bằng KCl thêm dịch chiết nấm men, độ cứng cũng có xu hướng tăng dần khi tăng nồng độ từ K10 ($13,13 \pm 3,16$ N) đến K20 ($16,75 \pm 4,03$ N) và K40 ($16,95 \pm 3,16$ N), nhưng vẫn thấp hơn mẫu đối chứng M00. Đáng chú ý, K30 thể hiện giá trị độ cứng thấp nhất ($10,42 \pm 0,88$ N), có thể do mất cân bằng ion làm giảm hiệu quả trích xuất protein cơ, từ đó ảnh hưởng đến quá trình gel hóa. Kết quả nghiên cứu của Nachtigall và cs (2019) [7] cũng chỉ ra rằng, việc sử dụng KCl thay NaCl có thể làm thay đổi tính hòa tan và trích xuất protein cơ, dẫn tới ảnh hưởng tiêu cực đến cấu trúc sản phẩm. Độ dẻo biến động theo xu hướng tương đồng với độ cứng, với K20 ($15,55 \pm 3,71$ N) và K40 ($15,74 \pm 2,82$ N) cao hơn so với K10 ($12,18 \pm 2,87$ N) và thấp nhất tại K30 ($9,61 \pm 0,79$ N).

Bảng 5. Tính chất cấu trúc của các mẫu xúc xích thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 /KCl

Mẫu	Độ cứng (N)	Độ cố kết	Độ đàn hồi	Độ dẻo (N)
M00*	$21,36 \pm 3,00^a$	$0,93 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$19,80 \pm 2,60^a$
Ca10	$17,96 \pm 2,31^{ab}$	$0,92 \pm 0,01^a$	$0,97 \pm 0,01^a$	$16,55 \pm 1,98^{ab}$
Ca20	$12,54 \pm 0,66^{bc}$	$0,92 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,02^a$	$11,58 \pm 0,57^{bcd}$
Ca30	$9,82 \pm 1,56^c$	$0,92 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$9,06 \pm 1,48^{cd}$
Ca40	$12,50 \pm 2,32^{bc}$	$0,92 \pm 0,01^a$	$0,97 \pm 0,02^a$	$11,47 \pm 2,07^{bcd}$
K10	$13,13 \pm 3,16^{bc}$	$0,93 \pm 0,01^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$12,18 \pm 2,87^{bcd}$
K20	$16,75 \pm 4,03^{abc}$	$0,93 \pm 0,02^a$	$0,97 \pm 0,02^a$	$15,55 \pm 3,71^{bcd}$
K30	$10,42 \pm 0,88^c$	$0,92 \pm 0,02^a$	$0,98 \pm 0,01^a$	$9,61 \pm 0,79^{cd}$
K40	$16,95 \pm 3,16^{abc}$	$0,93 \pm 0,01^a$	$0,97 \pm 0,01^a$	$15,74 \pm 2,82^{abc}$

Ghi chú: Mẫu M00 là đối chứng, chưa thay thế NaCl. Các giá trị trong cùng một cột mà có cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($\alpha = 0,05$).

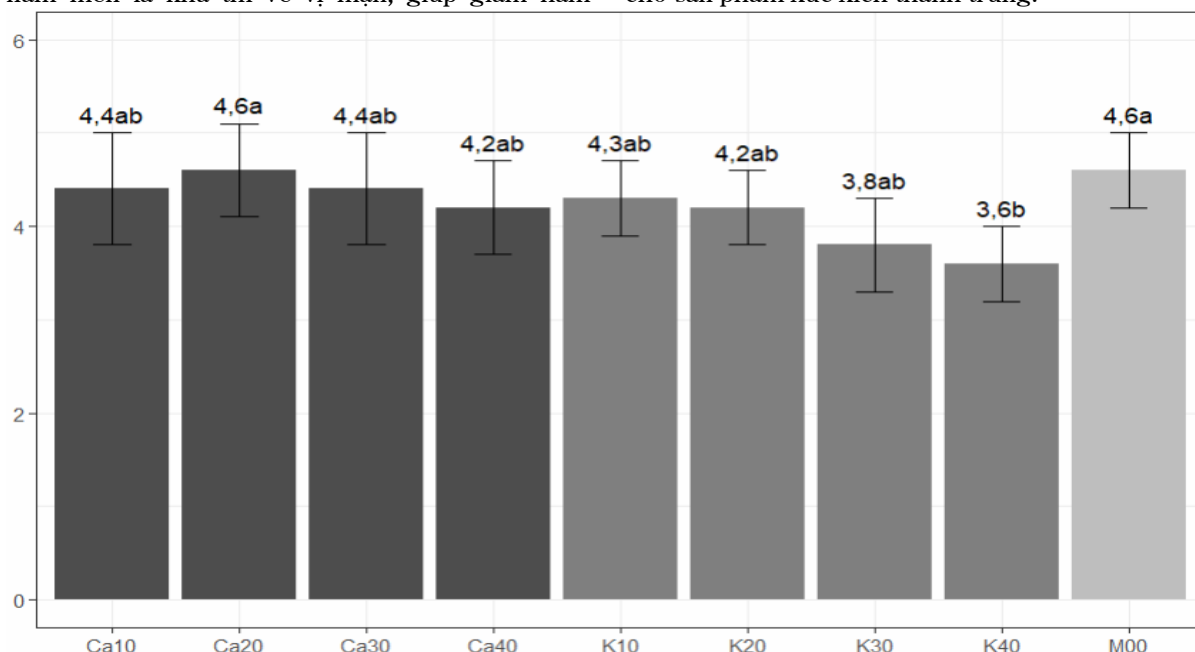
3.2.2. Đánh giá cảm quan mô tả

Phần đánh giá cảm quan vị mặn được trình bày riêng biệt do đây là đặc tính cảm quan quan trọng nhất liên quan trực tiếp đến việc thay thế NaCl trong sản phẩm xúc xích. Các tính chất cảm quan khác sẽ được phân tích thông qua PCA nhằm đánh giá toàn diện hơn về ảnh hưởng của quá trình thay thế muối.

Kết quả đánh giá vị mặn ở hình 1 cho thấy, khi tăng tỷ lệ thay thế NaCl bằng CaCl_2 hoặc KCl có

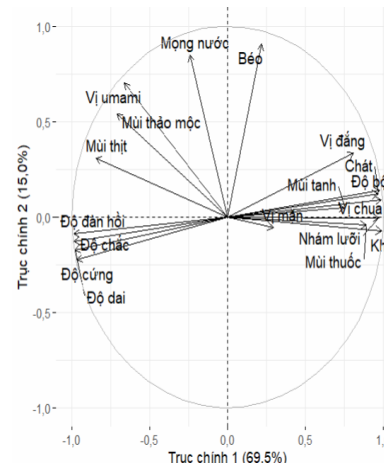
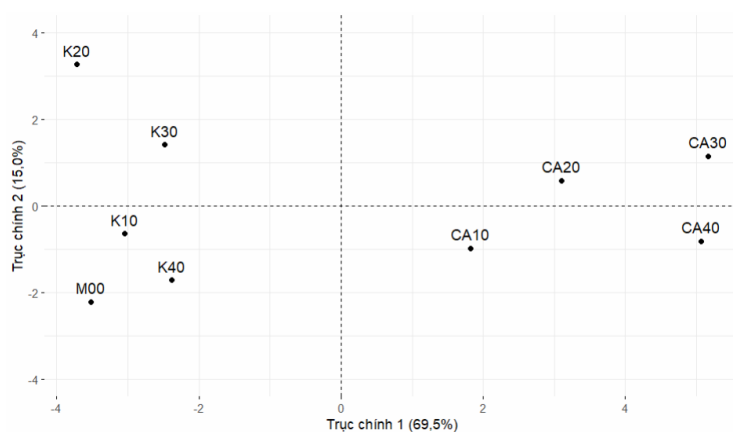
bổ sung dịch chiết nấm men, vị mặn có xu hướng giảm nhẹ so với mẫu đối chứng M00, nhưng sự giảm này không có ý nghĩa thống kê. Cụ thể, nhóm mẫu thay thế bằng CaCl_2 giữ được mức vị mặn khá ổn định ở các mức thay thế 10 - 40%, với điểm vị mặn tương đương mẫu M00. Đối với nhóm mẫu thay thế KCl và dịch chiết nấm men, vị mặn có xu hướng giảm nhẹ khi tăng liều lượng, đặc biệt ở mức 30 và 40%, tuy nhiên chỉ chênh lệch khoảng 1 điểm cường độ. Như vậy, việc thay thế một phần

NaCl bằng CaCl_2 hoặc KCl phối hợp dịch chiết lượng Na^+ mà vẫn duy trì được vị mặn cần thiết nấm men là khả thi về vị mặn, giúp giảm hàm cho sản phẩm xúc xích thanh trùng.



Hình 1. Cường độ vị mặn trung bình của các mẫu xúc xích

Ghi chú: Các giá trị cường độ mà có cùng ký tự thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($\alpha = 0,05$).



Hình 2. Phân bố các mẫu xúc xích trên không gian PCA (bên trái) và tương quan giữa các tính chất cảm quan và không gian PCA (bên phải)

Kết quả PCA ở hình 2 cho thấy, trục chính 1 thể hiện 69,5% phương sai và có liên hệ chặt chẽ với nhóm thuộc tính vị đắng, vị chua, độ bột và độ nhảm trên lưỡi ở phía dương; các đặc tính này có mối tương quan nghịch với độ dai, độ đàn hồi, độ cứng và độ chắc ở phía âm. Trục chính 2 chỉ thể hiện 15% phương sai, có tương quan với độ béo và

độ mọng nước. Dựa trên sự phân bố của các mẫu, có thể thấy việc thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 hoặc KCl kết hợp với 2% chiết xuất nấm men (theo % khối lượng so với M00) ảnh hưởng rõ rệt đến cấu trúc và hương vị xúc xích. Các mẫu chứa CaCl_2 xuất hiện nhiều mùi, vị lạ như: Vị đắng, vị chua, cảm giác chất. Kết quả nghiên cứu của

Barros và cs (2019) [10] cũng cho thấy, thay thế NaCl bằng CaCl_2 dễ làm xuất hiện vị đắng và các đặc tính cảm quan không mong muốn do ion Ca^{2+} tương tác với protein cơ, đặc biệt là protein sợi cơ, làm thay đổi độ hòa tan và hồ sơ hương vị. Kết quả nghiên cứu của Simsek và cs (2023) [14] cho thấy, Ca^{2+} còn ảnh hưởng đến quá trình oxy hóa lipid trong thực phẩm, vốn là một quá trình sinh ra các hợp chất mùi gây cảm giác khó chịu như mùi thuốc trong các loại thực phẩm có hàm lượng chất béo cao.

Các mẫu thay thế NaCl bằng KCl (K10, K20, K30, K40) phân bố ở nửa trái đồ thị. K20 và K30 nằm ở góc phần tư thứ hai và được đánh giá cao về độ mọng nước, vị umami và mùi thảo mộc. K10 và K40 ở góc phần tư thứ ba có độ cứng, độ dai, độ chắc và độ đàn hồi cao; đáng chú ý, K40 nằm gần mẫu đối chứng M00, cho thấy tính chất cảm quan của hai mẫu này khá tương đồng. Các mẫu thay thế một phần NaCl bằng KCl có vị đắng yếu, cho thấy việc bổ sung dịch trích nấm men có tác dụng giảm đáng kể vị đắng của KCl. Ngoài ra, các mẫu chứa hàm lượng KCl cao thể hiện đặc tính cấu trúc nổi bật, cho thấy việc thay thế NaCl bằng KCl có tiềm năng cải thiện chất lượng và độ ổn định của sản phẩm xúc xích.

4. KẾT LUẬN

Việc thay thế một phần NaCl bằng CaCl_2 /KCl trong sản xuất xúc xích thanh trùng ảnh hưởng rõ rệt đến các tính chất cấu trúc và cảm quan của sản phẩm. CaCl_2 gây ra các hương vị không mong muốn như đắng, chua và mùi thuốc. KCl là chất thay thế tiềm năng hơn, do có khả năng cải thiện đặc tính cấu trúc, độ dai và độ mọng nước của sản phẩm, đặc biệt ở mức thay thế vừa phải. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, đối với xúc xích thanh trùng, việc thay thế 20% NaCl bằng CaCl_2 và 30% NaCl bằng KCl là mức tối ưu để duy trì các đặc tính cấu trúc và cảm quan tốt nhất của sản phẩm.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia, thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này. Nhóm nghiên cứu cũng cảm ơn Công ty ASIA SHINE đã hỗ trợ cung cấp hóa chất và thiết bị phục vụ quá trình chuẩn bị mẫu trong nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. L. -G. Qin, X. -A. Li, Y. -X. Huang, Y. -J. Li and Q. Chen (2023). Flavour profile of traditional dry sausage prepared with partial substitution of NaCl with KCl. *Foods*, 12(2): 388 - 404.
2. U. Toft *et al.* (2020). The effects of two intervention strategies to reduce the intake of salt and the sodium-to-potassium ratio on cardiovascular risk factors a 4-month randomised controlled study among healthy families. *Nutrients*, 12(5): 1484 - 1501.
3. K. E. Charlton, E. Macgregor, N. H. Vorster, N. S. Levitt and K. Steyn (2007). Partial replacement of NaCl can be achieved with potassium, magnesium and calcium salts in brown bread. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(7): 508 - 521.
4. M. Guàrdia, L. Guerrero, J. Gelabert, P. Gou and J. Arnau (2006). Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*, 73(3): 484 - 490.
5. J. Gelabert, P. Gou, L. Guerrero and J. Arnau (2003). Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat science*, 65(2): 833 - 839.
6. P. Gou, L. Guerrero, J. Gelabert and J. Arnau (1996). Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42(1): 37 - 48.
7. F. M. Nachtigall, V. A. Vidal, R. D. Pyarasani, R. Domínguez, J. M. Lorenzo, M. A. Pollonio and L. S. Santos (2019). Substitution effects of NaCl by KCl and CaCl_2 on lipolysis of salted meat. *Foods*, 8(12): 595 - 615.
8. Nguyễn Tiến Lực (2016). *Công nghệ chế biến thịt và thủy sản*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
9. M. Mohammadzadeh, E. Berizi and S. S. Shekarforoush (2021). Influence of limited replacement of NaCl with KCl and yeast extract on microbiological, chemical, sensory, and textural properties of emulsion type chicken sausages. *Food science & nutrition*, 9(4): 2308 - 2315.

10. J. C. Barros, T. S. Gois, M. A. Pires, I. Rodrigues and M. A. Trindade (2019). Sodium reduction in enrobed restructured chicken nuggets through replacement of NaCl with CaCl₂. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8): 3587 - 3596.
11. M. Bourne (2002). Food texture and viscosity: Concept and measurement. Elsevier.
12. A. M. Herrero, J. A. Ordóñez, R. de Avila, B. Herranz, L. de la Hoz and M. I. Cambero (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77(3): 331 - 338.
13. C. M. L. Cardoso, R. Mendes and M. L. Nunes (2009). Instrumental texture and sensory characteristics of cod frankfurter sausages. *International Journal of Food Properties*, 12(3): 625 - 643.
14. D. Şimşek, Z. F. Yılmaz Oral, R. Jaber, M. Kaya and G. Kaban (2023). Partial replacement of NaCl by KCl, MgCl₂ and CaCl₂ chloride salts in the production of sucuk: Effects on volatile compounds, lipid oxidation, microbiological and sensory properties. *Foods*, 12(19): 3525 - 3539.

EFFECT OF PARTIAL SUBSTITUTION OF NaCl WITH CaCl₂/KCl ON THE TEXTURAL AND SENSORY PROPERTIES OF STERILIZED SAUSAGE

Nguyen Thi Hien^{1,2}, Pham Huu Thinh^{1,2}, Nguyen Thi Cam Quynh^{1,2}

¹ Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh city University of Technology,

Vietnam National University Ho Chi Minh city

² Vietnam National University Ho Chi Minh city

Abstract

Consumption of foods with high amounts of table salt (NaCl) increases the concentration of Na⁺ ions in the body, thereby elevating the risks of cardiovascular diseases, hypertension, kidney failure, colorectal cancer and stroke. Numerous studies have demonstrated the health benefits of reducing Na⁺ intake by partially replacing NaCl with other chloride salts. However, the effects of such replacements on product quality have not been thoroughly studied and analyzed. Therefore, this study investigated the textural and sensory properties of sterilized sausage samples in which part of the NaCl was substituted with CaCl₂ or KCl blended with 2% yeast extract. Textural properties were evaluated by Texture Profile Analysis, whereas sensory properties were assessed through quantitative descriptive analysis by a panel of 10 experts. The results showed that CaCl₂ caused some undesirable flavors such as fishy, sour and bitter notes, and also negatively affected product texture. On the opposite, KCl exhibited good water-holding capacity, contributing to better structural maintenance compared to CaCl₂. The recommended NaCl replacement for sterilized sausage products is 20% with CaCl₂ or 30% with KCl blended with 2% yeast extract. This research provided a technological basis for sodium reduction in sterilized sausages, supporting the balance between health objectives and the textural and sensory qualities.

Keywords: Salt reduction, texture properties, sensory properties, sausages.

Ngày nhận bài: 19/8/2025

Ngày chuyển phản biện: 25/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 24/9/2025

Ngày duyệt đăng: 10/10/2025