

GIA NHIỆT OHMIC VÀ ỨNG DỤNG CỦA GIA NHIỆT OHMIC TRONG SẢN XUẤT SẢN PHẨM TỪ SURIMI

OHMIC HEATING AND ITS APPLICATIONS IN PRODUCING SURIMI-BASED PRODUCTS

Nguyễn Thị Vân, Trần Thị Mỹ Hạnh

Khoa Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Vân (Email: vannt@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 05/07/2022; Ngày phản biện thông qua: 02/03/2023; Ngày duyệt đăng: 28/03/2023

TÓM TẮT

Gia nhiệt ohmic là một quá trình gia nhiệt trong đó dòng điện xoay chiều đi qua các sản phẩm thực phẩm dẫn điện. Nhiệt được tạo ra bên trong do điện trở của vật liệu thực phẩm có tính dẫn điện. Vì lý do này, nhiệt được truyền dễ dàng trong mẫu, dẫn đến tốc độ gia nhiệt nhanh và phân bố nhiệt đồng đều. Đây là một điểm nổi bật so với các phương pháp gia nhiệt thông thường, trong đó nhiệt độ của sản phẩm tăng tương đối chậm do nhiệt xâm nhập vào mẫu từ ngoài vào trong.

Phương pháp gia nhiệt ohmic đã được ứng dụng trong sản xuất surimi khoảng 30 năm qua. Surimi là cơ thịt cá được xay nhỏ, rửa sạch. Cơ thịt cá bao gồm các myofibrillar protein hòa tan trong muối và có các đặc tính tạo gel độc đáo giúp nó trở thành chất nền protein để sản xuất các sản phẩm giả hải sản. Phương pháp gia nhiệt ohmic đã được sử dụng để đánh giá khả năng tạo gel của nhiều dạng surimi và sản phẩm giả hải sản từ surimi. Bài viết này sẽ tìm hiểu khả năng ứng dụng của phương pháp gia nhiệt ohmic trong sản xuất sản phẩm từ surimi.

Từ khóa: gia nhiệt ohmic, surimi, sự tạo gel, tính dẫn điện

ABSTRACT

Ohmic heating is a heating process in which alternating electric current passes through electrically conducting food products. Heat is internally generated due to the electrical resistance of the food materials and conducted within the samples. For this reason, heat is readily transferred within the sample, resulting in a rapid heating rate and uniform heat distribution. This is a striking contrast to conventional heating methods in which the temperature of the product increases relatively slowly because heat penetrates from the external heating medium.

Ohmic heating has been applied in surimi processing for the last 30 years. Surimi is washed minced fish muscle mixed with cryoprotectants such as sucrose and sorbitol. The fish muscle consists of salt soluble myofibrillar proteins and has unique gelling properties that make it useful as a food base in seafood analogs. The ohmic cooking method has been utilized to evaluate the gel-forming ability of various forms of surimi and surimi seafood. This paper will review various features of ohmic heating in surimi and surimi-based seafood products as affected by processing and quality parameters.

Keywords: ohmic heating, surimi, gelation, electrical conductivity

I. MỞ ĐẦU

Trong nhiều năm trước đây, hầu hết các sản phẩm nông nghiệp chưa qua chế biến được cung cấp cho người tiêu dùng để họ tự chế biến thành các sản phẩm thực phẩm tại nhà. Tuy nhiên, hiện nay, hầu hết các mặt hàng thực phẩm được người tiêu dùng chọn mua đều là thực phẩm chế biến sẵn. Mục tiêu chính của quá trình chế biến thực phẩm bằng nhiệt thông thường là đảm bảo an toàn vi sinh và kéo dài

thời hạn sử dụng của thực phẩm thông qua việc bất hoạt các enzym, tiêu diệt vi sinh vật có hại, loại bỏ độc tố,... Trong các phương pháp gia nhiệt thông thường, thời gian gia nhiệt dài có thể dẫn đến sự phá hủy các chất dinh dưỡng và giảm hương vị. Mặc dù việc bổ sung chất dinh dưỡng cho thực phẩm có thể khắc phục được sự suy giảm dinh dưỡng nhất định, các thuộc tính cảm quan như hương vị, mùi thơm, kết cấu và hình thức khó giữ được trong quá trình chế

biến nhiệt thông thường.

Các phương pháp gia nhiệt thực phẩm thông thường yêu cầu nhiệt năng được tạo ra bên ngoài và sau đó được truyền đến nguyên liệu thực phẩm bằng cách dẫn nhiệt, đối lưu nhiệt hoặc bức xạ nhiệt. Đối với các sản phẩm có kích thước lớn, các phương pháp gia nhiệt thông thường yêu cầu xử lý ở nhiệt độ cao hoặc thời gian kéo dài dẫn đến phá hủy phần bên ngoài của các sản phẩm này. Do đó, nhu cầu đối với các công nghệ có khả năng thực hiện gia nhiệt nhanh chóng, đồng đều dẫn đến khả năng tiêu diệt vi sinh vật mong muốn mà không làm thay đổi hoặc làm giảm chất lượng thực phẩm là rất đáng quan tâm.

Các công nghệ chế biến nhiệt và không nhiệt mới dựa trên các kỹ thuật vật lý để chế biến và bảo quản thực phẩm có tiềm năng đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng và cung cấp thực phẩm chế biến chất lượng cao với thời hạn sử dụng kéo dài ngày càng được chú ý. Các nghiên cứu và phát triển trong kỹ thuật chế biến không nhiệt hoặc “lạnh” chủ yếu nhằm mục đích làm bất hoạt các vi sinh vật không mong muốn, chất gây dị ứng và các enzym mà không ảnh hưởng đến các đặc tính dinh dưỡng và cảm quan thông thường do xử lý nhiệt.

Trong đó, phương pháp gia nhiệt ohmic là một trong những cách xử lý nhiệt thay thế các phương pháp truyền thống. Kỹ thuật gia nhiệt ohmic xuất hiện trong khoảng 30 năm qua. Phương pháp này còn được gọi là phương pháp gia nhiệt Joule, gia nhiệt điện trở hoặc gia nhiệt dẫn điện. Bài viết này sẽ (1) xem xét các khía cạnh công nghệ chính và các ứng dụng hiện tại của phương pháp gia nhiệt ohmic trong công

nghệ thực phẩm (2) đánh giá ứng dụng phương pháp gia nhiệt ohmic trong chế biến các sản phẩm từ surimi.

II. Nội dung

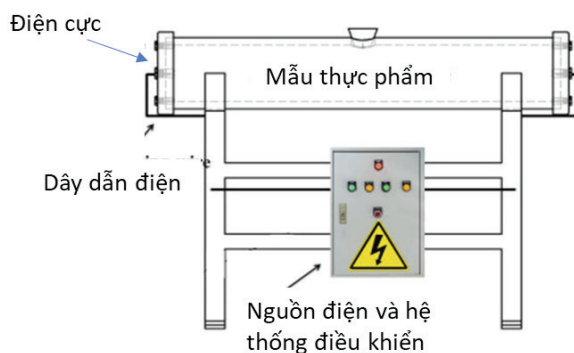
1. Giới thiệu về phương pháp gia nhiệt ohmic

1.1 Khái niệm

Gia nhiệt Ohmic, còn được gọi là gia nhiệt Joule, gia nhiệt điện trở hoặc gia nhiệt dẫn điện, là một quá trình trong đó vật liệu được làm nóng bằng cách cho dòng điện xoay chiều đi qua (Shiba, 1992). Nhiệt được tạo ra trực tiếp và phân tán đồng đều trong môi trường với hiệu suất cao (> 90%) bằng hiệu ứng Joule, nên không có sự chênh lệch nhiệt độ giữa các lớp, không cần thêm thời gian để dẫn nhiệt, đối lưu, bức xạ nhiệt từ nơi có nhiệt độ cao đến nơi có nhiệt độ thấp (Vicente và cộng sự, 2006). Kết quả là quá trình gia nhiệt diễn ra nhanh và đồng đều (phân bố nhiệt đồng nhất). Phương pháp gia nhiệt ohmic được chứng minh là có nhiều ưu điểm vì nó làm nóng vật liệu thông qua quá trình sinh nhiệt bên trong, cả pha rắn và lỏng sẽ được gia nhiệt cùng lúc, chất lượng thực phẩm được duy trì tốt hơn so với phương pháp gia nhiệt truyền thống.

1.2 Nguyên lý

Gia nhiệt ohmic còn được gọi là gia nhiệt Joule là một thiết bị gia nhiệt bằng điện sử dụng điện trở của vật liệu để sinh ra nhiệt. Nhiệt được sinh ra trực tiếp bên trong vật liệu bằng cách cho dòng điện xoay chiều (I) đi qua vật liệu dẫn điện có điện trở (R), với kết quả là tạo ra năng lượng làm tăng nhiệt độ (Zell và cộng sự, 2009). Hình 1.1 minh họa các nguyên lý của gia nhiệt ohmic.

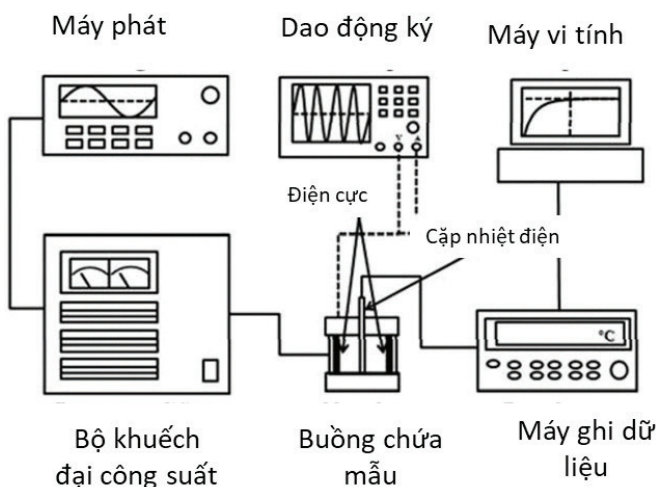


Hình 1.1 Nguyên lý của phương pháp gia nhiệt ohmic (Gavahian và các cộng sự, 2019).

1.3 Hệ thống gia nhiệt ohmic

Một hệ thống gia nhiệt ohmic cơ bản chứa một buồng hình trụ có chiều dài và đường kính khác nhau với hai điện cực được lắp ở hai đầu, bộ cấp nguồn, nhiệt kế, bộ ghi dữ liệu và máy tính (Hình 1.2). Bộ cấp nguồn cung cấp điện để gia nhiệt cho mẫu. Điện áp, nhiệt độ mong muốn hoặc thời gian giữ nhiệt có

thể được điều chỉnh bởi bộ điều khiển. Nguồn điện từ máy gia nhiệt ohmic kết nối với các điện cực gắn với buồng chứa vật liệu cần gia nhiệt. Khoảng cách giữa hai điện cực có thể điều chỉnh được để từ đó điều chỉnh thời gian gia nhiệt. Mẫu được đặt giữa các điện cực và được gắn với nhiệt kế để điều chỉnh chế độ gia nhiệt.



Hình 1.2 Thiết bị của hệ thống gia nhiệt ohmic (Park và Kang, 2013).

1.4 Độ dẫn điện

Độ dẫn điện là khả năng vận chuyển điện tích của một vật liệu như thực phẩm. Bằng cách tạo ra sự chênh lệch điện áp trên vật liệu dẫn điện, các điện tích có thể di chuyển sẽ chạy qua vật dẫn tạo ra dòng điện (chủ yếu là xoay chiều). Sự tồn tại của thành phần điện phân như muối và axit trong vật liệu thực phẩm, cho phép dòng điện đi qua chúng. Dòng điện đi qua các hệ thống thực phẩm là cơ sở của kỹ thuật gia nhiệt Ohmic, tạo ra nhiệt bên trong thực phẩm ở cả pha lỏng và pha rắn. Lượng nhiệt được tạo ra tỷ lệ thuận với dòng điện được tạo ra bởi gradient điện áp và độ dẫn điện của thực phẩm (Sastry và Li, 1996; Icier và Ilicali, 2004). Do đó, trong quy trình gia nhiệt ohmic, độ dẫn điện có thể được coi là thông số quan trọng nhất, như đã được chỉ ra bởi nhiều nhà nghiên cứu (de Alwis và cộng sự, 1989; Palaniappan và Sastry, 1991a; de Alwis và Fryer, 1992; Tulsian và cộng sự, 2008). Vật liệu có thể gia nhiệt bởi kỹ thuật ohmic hay không hoàn toàn phụ thuộc vào độ dẫn điện của chúng. Độ dẫn

điện có thể được coi là một đặc tính cơ bản của tất cả các vật liệu, độ dẫn điện phụ thuộc vào các tính chất của vật liệu như thành phần, tỷ lệ muối hòa tan, độ linh động của chất điện phân và nhiệt độ (de Alwis và Fryer, 1992; Ayadi et al., 2004).

Độ dẫn điện là lượng năng lượng điện được truyền qua một đơn vị diện tích, trên một đơn vị gradient thế năng và trên một đơn vị thời gian. Độ dẫn điện của các mẫu được tính toán bằng công thức sau:

$$\delta = \frac{L}{A} \times \frac{I}{V}$$

Trong đó,

δ = độ dẫn điện, [S/cm].

L = khoảng cách giữa các điện cực, [cm].

A = diện tích của bề mặt điện cực, [cm²].

I = dòng điện xoay chiều đi qua mẫu, [A].

V = điện áp trên mẫu, [V]

1.5 Ứng dụng của phương pháp gia nhiệt ohmic trong công nghệ thực phẩm

Công nghệ gia nhiệt ohmic đang tạo dựng một chỗ đứng vững chắc trong ngành công

nghiệp thực phẩm, trong thời đại mà sự cạnh tranh từ các công nghệ phi nhiệt (non-thermal technologies) đã đạt được những thành công và trở nên nổi bật. Hai công nghệ phi nhiệt nổi bật, xử lý áp suất cao (high-pressure processing) và xung điện trường (pulsed electric fields) đã thu hút được nhiều sự chú ý trong những năm gần đây. Tuy nhiên, về bản chất, các phương pháp phi nhiệt (nonthermal) kể trên không làm mất hoạt tính của cả bào tử vi khuẩn và enzyme. Trong khi đó, công nghệ gia nhiệt ohmic lại không có những hạn chế này vì đây là công nghệ gia nhiệt điện trở, có thể đạt nhiệt độ rất cao để xử lý nhiệt UHT (Ultra High Temperature) mà không gây ra hiện tượng cháy bề mặt sản phẩm do quá nhiệt trong quá trình gia nhiệt. Ngoài ra, đây là phương pháp xử lý nhiệt nhanh và đồng đều cho các sản phẩm thực phẩm dạng rắn và lỏng, sản phẩm ít bị hư hỏng do nhiệt, ít mất chất dinh dưỡng và ít bị biến đổi màu sắc. Nhiệt độ của hệ thống có thể được tăng lên rất nhanh, hệ thống được ngừng ngay lập và không có truyền nhiệt bổ sung sau khi ngắt dòng điện, và hệ thống máy móc vận hành trong phương pháp gia nhiệt này rất đơn giản, vì vậy nó tiết kiệm chi phí bảo trì của hệ thống (Sensoy và Sastry, 2004; Duygu và Umit, 2015; Leizeron và Shimoni, 2005; Zareifard và cộng sự, 2014). Vì vậy, phương pháp này rất hữu ích trong chế biến thực phẩm. Với những ưu điểm này, gần đây phương pháp gia nhiệt ohmic đã được ứng dụng khá rộng rãi trong công nghệ thực phẩm như làm khô, hấp, chần thực phẩm, tách chiết các thành phần trong thực phẩm, lên men, thanh trùng, tiệt trùng cho thực phẩm và rã đông các sản phẩm đông lạnh.

Một số nghiên cứu đã khảo sát tiềm năng của việc áp dụng phương pháp gia nhiệt ohmic trong ngành công nghiệp thực phẩm, ví dụ, khả năng làm tăng sự khuếch tán chất màu trong củ cải đường (Halden và các cộng sự, 1990), chiết xuất nước trái cây (Lima và Sastry 1999a, b; Wang và Sastry, 2000) và tăng cường quy trình sấy khoai lang (Zhong và Lima, 2003). Lakkakula và các cộng sự (2004) đã nghiên cứu khả năng chiết xuất dầu từ cám gạo bằng phương pháp gia nhiệt ohmic. Kết quả cho

thấy, gia nhiệt Ohmic làm tăng lượng dầu chiết xuất từ cám gạo lên tới 92 %, trong khi chỉ có 53% dầu được chiết xuất từ các mẫu đối chứng. Nước trái cây có thể được xử lý bằng ohmic để khử hoạt tính của các enzyme mà không ảnh hưởng đến hương vị (Icier và các cộng sự, 2008). Một nghiên cứu đã được thực hiện để điều tra tác động của quá trình gia nhiệt ohmic đối với hoạt động của lipase, để đánh giá tác động của phương pháp gia nhiệt ohmic lên các chất phytochemical và hoạt tính chống oxy hóa của cám gạo thu được từ các điều kiện gia nhiệt ohmic khác nhau (Loypimai và các cộng sự, 2009).

Cho đến nay, gia nhiệt ohmic đã được sử dụng trong hệ thống lò phản ứng và được coi là một loại xử lý vô trùng. Gia nhiệt ohmic là một quá trình tiệt trùng trong thời gian ngắn ở nhiệt độ cao (HTST-High Temperature Short Time) liên tục. Gia nhiệt ohmic liên tục là một giải pháp kỹ thuật hữu ích để mở rộng khái niệm xử lý ở nhiệt độ cao trong thời gian ngắn để khử trùng bằng nhiệt các hỗn hợp chất lỏng rắn dạng hạt có nồng độ cao như các miếng trái cây trong xi-rô; kết hợp xử lý nhiệt ohmic với chiết rót vô trùng là một giải pháp công nghiệp đơn giản để đơn giản hóa dây chuyền chế biến trong bảo quản trái cây, do không cần xử lý nhiệt thêm đối với sản phẩm sau khi đóng gói.

2. Ứng dụng của phương pháp gia nhiệt ohmic trong sản xuất sản phẩm từ surimi

Phương pháp gia nhiệt ohmic đã được áp dụng để chế biến các sản phẩm làm từ surimi trong vài thập kỷ. Phương pháp gia nhiệt này đã được sử dụng để đánh giá khả năng tạo gel của các dạng surimi và các sản phẩm giả hải sản từ các loại surimi khác nhau (Shiba và cộng sự, 1993; Shiba, 1992a, 1993). Park và các cộng sự của ông đã nghiên cứu ảnh hưởng của gia nhiệt ohmic lên các dạng khác nhau của protein từ cá để gián tiếp đo sự biến đổi của protein và protein myofibrillar (Yongsawatdigul và Park, 1996; Park và cộng sự, 1999) và xác định tính chất dẫn điện của surimi và surimi/tinh bột (Yongsawatdigul và cộng sự, 1995b).

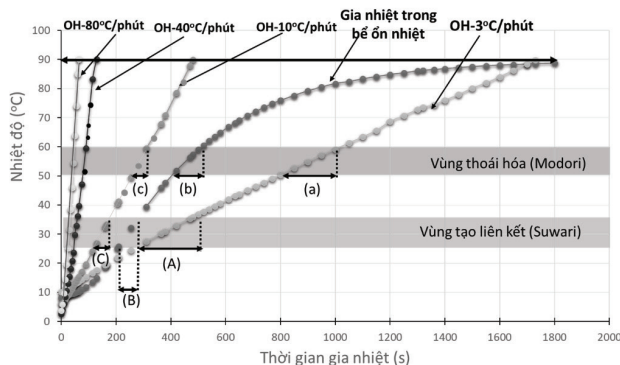
2.1 Ảnh hưởng của phương pháp gia nhiệt ohmic đến gel hóa protein

Gel hóa protein là bước quan trọng nhất trong việc hình thành kết cấu mong muốn của các sản phẩm làm từ surimi. Các myofibrillar protein (protein sợi cơ), đặc biệt khi được hòa tan bởi dung dịch muối và đuổi mạch qua quá trình nhào trộn, có phản ứng bề mặt cao. Đây là lý do tại sao chúng tạo thành gel mạnh khi được gia nhiệt. Các phản ứng bề mặt tiếp xúc với các phân tử protein lân cận tương tác với nhau để tạo thành liên kết ion. Khi các liên kết được hình thành đủ, một mạng lưới ba chiều có thể được thiết lập, tạo thành gel (Lanier và các cộng sự, 2005).

Cho dù hỗn hợp surimi được gia nhiệt theo cách thông thường (hấp cách thủy hoặc chung cách thủy) hay theo phương pháp ohmic thì quá trình tạo gel nói chung là giống nhau. Tuy nhiên, các đặc tính gel hóa có thể khác nhau đáng kể tùy thuộc vào tốc độ gia nhiệt được áp dụng. Không giống như phương pháp gia nhiệt thông thường, gia nhiệt ohmic có thể tạo ra các mô hình gia nhiệt tuyến tính vì nhiệt được dẫn truyền đồng nhất do điện trở nội sinh. Gia nhiệt ohmic có thể là công cụ gia nhiệt đặc biệt vì có thể gia nhiệt đồng đều ở mọi tốc độ gia nhiệt. Yongsawatdigul và Park (1996) đã chứng minh rằng surimi có thể được gia nhiệt tuyến tính với tốc độ nhanh hoặc chậm. Ảnh hưởng của các tốc độ gia nhiệt tuyến tính khác nhau đến quá trình gel hóa surimi lần đầu tiên được báo cáo bởi Yongsawatdigul và Park (1996) và sau đó được xác nhận trong nghiên cứu của Vân và các cộng sự (2020). Surimi từ cá minh thái Alaska được gel hóa bằng phương pháp gia nhiệt ohmic ở bốn tốc độ gia nhiệt khác nhau

(3, 10, 40, 80 °C/phút) (Hình 2.1); ở tốc độ gia nhiệt càng thấp, gel surimi sẽ có độ bền đứt và độ bền kéo cao hơn. Với cùng thời gian gia nhiệt là 30 phút, phương pháp gia nhiệt ohmic (tốc độ gia nhiệt 3°C/phút) tạo ra gel có độ bền đứt và độ bền kéo cao hơn gấp 2 và 1,3 lần so với gel được gia nhiệt trong bể ổn nhiệt (Vân và các cộng sự, 2020). Các phát hiện trên cho thấy chất lượng của các gel được gia nhiệt trong bể ổn nhiệt và bằng phương pháp ohmic có thể khác nhau do sự khác biệt tuyến tính và phi tuyến tính trong quá trình tăng nhiệt của hai phương pháp mặc dù thời gian gia nhiệt được thực hiện để đạt đến nhiệt độ cuối cùng là tương tự nhau (Hình 2.1). Với phương pháp gia nhiệt truyền thống (hấp, chần, luộc,...) sự truyền nhiệt cho sản phẩm theo biên dạng phi tuyến tính, nên không thể xác nhận ảnh hưởng của tốc độ gia nhiệt như vậy đối với quá trình tạo gel.

Kết cấu của gel được coi là thông số quan trọng nhất trong việc xác định chất lượng của surimi. Chất lượng kết cấu gel càng cao, thường được xác định bằng độ cứng của gel và độ kết dính của gel, thì chất lượng surimi càng cao. Đối với phép đo chất lượng gel surimi, phương pháp phổ biến nhất là surimi paste được gia nhiệt trong ống nhựa (đường kính 3,0 cm) trong nồi cách thủy ở 90°C trong 30–40 phút. Kết cấu gel của surimi, tùy thuộc vào loài cá được dùng để sản xuất surimi và hạng chất lượng surimi, cũng bị ảnh hưởng đáng kể bởi tốc độ gia nhiệt (Yongsawatdigul và Park, 1996). Có sự khác biệt rõ ràng về các giá trị kết cấu gel thu được từ hai kiểu gia nhiệt khác nhau.



Hình 2.1 Đường biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ của surimi paste khi gia nhiệt bằng bể ổn nhiệt (WB) và ohmic (OH) (Vân và các cộng sự, 2020).

2.2 Ảnh hưởng của tính dẫn điện của surimi khi gia nhiệt bằng phương pháp ohmic

Độ dẫn điện của thực phẩm trong quá trình gia nhiệt ohmic cần được xác định để đạt được quá trình gia nhiệt ohmic tối ưu. Độ dẫn điện là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến tốc độ sinh nhiệt (Palaniappan và Sastry, 1991; de Alwis và Fryer, 1992). Thông thường, độ dẫn điện của các loại thực phẩm được đo bởi dòng điện xoay chiều có tần số thấp (50 hoặc 60 Hz) (Palaniappan and Sastry, 1991; Yongsawatdigul và các cộng sự 1995b). Các kết quả nghiên cứu của Wu và cộng sự (1998) thể hiện rằng, trở kháng của mẫu surimi làm từ cá tuyết Thái Bình Dương (Pacific whiting) giảm theo tần số áp dụng trong quá trình gia nhiệt; độ dẫn điện của mẫu cũng tăng theo nhiệt độ và nồng độ muối. Pongviratchai và Park (2007), đã nghiên cứu quá trình gia nhiệt ohmic của surimi cá minh thái Alaska trộn với tinh bột khoai tây biến tính và bột khoai tây nghiền sẵn ở các nồng độ khác nhau (0%, 3% và 9%) để tìm ra độ dẫn điện ở các độ ẩm khác nhau (75% và 81%). Surimi đã được gia nhiệt lên đến 80 °C ở tần số từ 55 Hz đến 20 kHz và ở dòng điện xoay chiều có gradient điện áp 4,3 và 15,5 V/cm. Độ dẫn điện tăng khi độ ẩm, tần số và hiệu điện thế tăng nhưng giảm khi nồng độ tinh bột tăng. Độ dẫn điện tương quan tuyến tính với nhiệt độ. Ở nồng độ tinh bột cao, khi nhiệt độ thay đổi sau 55°C, tính chất dẫn điện thay đổi. Sự hồ hóa của tinh bột cũng ảnh hưởng đến độ dẫn điện. Các đặc tính về độ trắng và kết cấu giảm khi tăng nồng độ tinh bột và giảm độ ẩm

Theo Yongsawatdigul và cộng sự (1995b), độ dẫn điện phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và hàm lượng muối thêm vào và phụ thuộc một chút vào độ ẩm của khối surimi sau khi nghiền trộn. Dòng điện tăng do các ion (Na⁺ và Cl⁻) là nguyên nhân làm tăng độ dẫn điện. Độ dẫn điện tăng lên ở độ ẩm cao là do tính linh động của ion tăng lên thông qua khả năng giải phóng ion tốt hơn. Độ dẫn điện tương quan tuyến tính với nhiệt độ. Trong khi được gia nhiệt, độ dẫn điện của surimi không bị ảnh hưởng bởi gradient điện áp. Tuy nhiên, sự thay đổi của độ dẫn điện với gradient điện áp đã được quan sát

thấy trong surimi chứa 3–4% muối, cho thấy khả năng xảy ra các quá trình điện hóa ở bề mặt điện cực ở nồng độ muối cao.

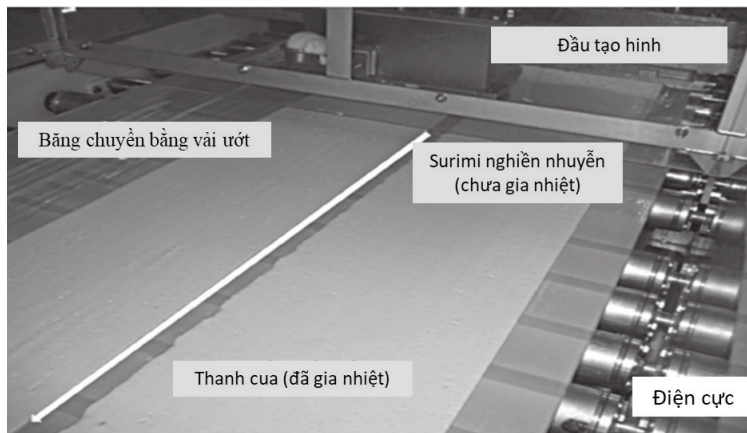
2.3 Các ứng dụng tiềm năng của phương pháp gia nhiệt ohmic cho các sản phẩm thương mại làm từ surimi

Có ít nghiên cứu về gia nhiệt bằng ohmic đối với các sản phẩm thủy sản và surimi hơn so với thịt và các sản phẩm từ thịt, mặc dù có thể lập luận rằng nhiều phát hiện đối với thịt và các sản phẩm thịt từ thịt sẽ mang lại kết quả tương tự như đối với hải sản. Theo báo cáo, vẫn còn một số khó khăn khi áp dụng hệ thống gia nhiệt ohmic cho nhiều sản phẩm thủy sản do hình dạng và trọng lượng không đều. Một số công trình đã công bố về các nghiên cứu ở thủy sản đã đánh giá phương pháp gia nhiệt bằng ohmic như là một phương pháp gia nhiệt tiềm năng cho thủy sản và các sản phẩm từ thủy sản. Matsubara và cộng sự (2007) đã đề xuất phương pháp gia nhiệt ohmic như một phương pháp để cải thiện chất lượng của cá hồi khô muối, hải sâm khô, trứng cá hồi đông lạnh và cá ngừ luộc. Trong các công trình của họ, phương pháp gia nhiệt ohmic đã được đưa vào quy trình làm khô và ướp muối truyền thống. Khi thực hiện theo phương pháp này người ta nhận thấy rằng việc gia nhiệt cá hồi đến 45°C trong 5 phút trước khi ướp muối có tác động làm giảm đáng kể kết cấu qua sự đánh giá bằng phân tích kết cấu — độ cứng và độ kết dính — có tác dụng làm cho hải sản khô và hải sản ướp muối giòn hơn. Phương pháp gia nhiệt ohmic cũng tạo ra sự giảm lượng protein hòa tan trong muối mà không thay đổi protein hòa tan trong nước làm tăng đáng kể khả năng chấp nhận của sản phẩm.

Mặt khác, surimi và các sản phẩm được sản xuất từ nguyên liệu surimi, có tính lưu động, có tính dẫn điện vì trong thành phần có chứa muối, và có hình dạng và trọng lượng không đổi, là sản phẩm thích hợp nhất cho phép ứng dụng phương pháp gia nhiệt ohmic. Surimi là sản phẩm ứng dụng thương mại hóa đầu tiên của phương pháp gia nhiệt ohmic vào những năm 1990. Hiện tại, hai nhà sản xuất Nhật Bản đã giới thiệu thiết bị ohmic quy mô thương mại để

sản xuất thanh cua, một dạng thủy sản từ surimi phổ biến nhất ở phương Tây (Park, 2005). Để sản xuất thanh cua kiểu sợi, surimi dạng tấm mỏng được trượt liên tục trên băng chuyền vải ướt nằm phía trên các điện cực ohmic (Hình 2.2). Nhiều điện cực bằng thép không gỉ, bao gồm cực dương và cực âm được đặt nối tiếp nhau ở khoảng cách 10–20 mm, quay vòng để di chuyển dây đai như một con lăn. Dòng điện được dẫn truyền từ cực âm này đến cực dương tiếp theo qua đai vải ướt và nhiệt được tạo ra

giữa các điện cực (Park, 2005). Tấm surimi bản mỏng, dẫn nhiệt rất hiệu quả, với độ ẩm và hàm lượng muối tăng lên (Yongsawatdigul và các cộng sự, 1995b), được gia nhiệt để tạo thành tấm gel đàn hồi. Vì nhiệt được dẫn trong surimi paste trong quá trình gia nhiệt ohmic, nên việc loại bỏ các bong bóng khí trong tấm là rất quan trọng để tạo ra nhiệt đồng đều. Do đó, việc sử dụng máy nghiền trộn chân không được khuyến khích trong quá trình sản xuất surimi (Park, 2005).

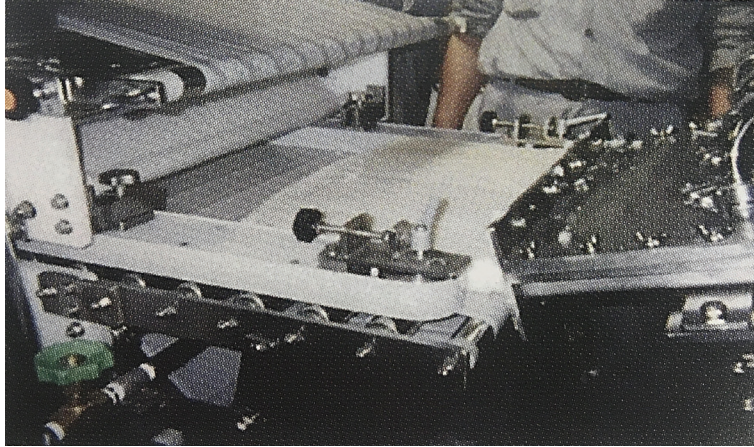


Hình 2.2 Sản xuất thanh cua bằng thiết bị gia nhiệt ohmic (Courtesy of BIBUN, Tokyo, Japan).

Không giống như thanh cua được gia nhiệt dưới dạng tấm mỏng, bánh cá Nhật Bản (kamaboko) được làm chín bằng hơi nước hình bán nguyệt trên một tấm gỗ. Có một sự khác biệt rõ ràng về sự xâm nhập nhiệt giữa các phương pháp gia nhiệt cho hai sản phẩm. Phương pháp gia nhiệt chậm (dùng hơi nước) không thể sử dụng với sản phẩm từ surimi có chất lượng thấp đến trung bình vì những loại này thường chứa một lượng enzyme phân giải protein cao. Tuy nhiên, bằng cách kết hợp gia nhiệt bằng hơi nước thông thường với gia nhiệt ohmic, giúp cải thiện đáng kể khả năng thâm nhập nhiệt, thời gian gia nhiệt rất nhanh nên hạn chế tối đa sự phân giải protein do enzyme nên các sản phẩm từ surimi có chất lượng thấp đến trung bình đã được sử dụng để sản xuất kamaboko.

Phương pháp gia nhiệt ohmic cũng đã được áp dụng để chiên kamaboko. Theo Fukushima và Fukuda (2013), trong dây chuyền sản xuất kamaboko chiên truyền

thống, surimi paste được gia nhiệt từ từ đến tâm bằng nồi chiên ở nhiệt độ thấp (khoảng 130°C) và sau đó được làm nóng đến nhiệt độ cao (khoảng 180°C) cho đến khi bề mặt có màu. Mặt khác, trong trường hợp dây chuyền sản xuất sử dụng thiết bị gia nhiệt ohmic, surimi paste ngay sau khi đóng khuôn được gia nhiệt từ 40°C đến 80°C (trong thời gian 30-60 giây), cho đến khi bề mặt có màu. Dây chuyền sản xuất đã được giảm bớt quy mô bằng cách sử dụng thiết bị gia nhiệt bằng điện thay vì dùng nồi chiên sơ cấp. Tại thời điểm gia nhiệt bằng điện, vì surimi paste đã được tạo gel hoàn toàn, nên sản phẩm ít bị mất các thành phần và có thể ngăn chặn sự biến đổi do ảnh hưởng của dầu chiên. Trong cấu trúc của thiết bị gia nhiệt ohmic dùng để gia nhiệt kamaboko (Hình 2.3), các điện cực được cố định lên xuống, và surimi paste di chuyển cùng với đai vải và được làm nóng và tạo gel. Nước được phun liên tục vào đai vải để đảm bảo dòng điện ổn định.



Hình 2.3 Thiết bị gia nhiệt ohmic cho sản phẩm kamaboko chiên (Frontier Engineering, Tokyo, Japan).

Sử dụng phương pháp gia nhiệt ohmic là một công nghệ mới với khả năng ứng dụng thực tế rất cao do phương pháp gia nhiệt ohmic được biết là giúp giảm thời gian gia nhiệt, chất lượng sản phẩm cao hơn so với những sản phẩm được xử lý bằng phương pháp gia nhiệt thông thường. Sự thành công của phương pháp gia nhiệt ohmic phụ thuộc vào tốc độ sinh nhiệt trong hệ thống, độ dẫn điện của chất cần gia nhiệt, cường độ dẫn điện, thời gian giữ nhiệt, và tần số điện áp dụng. Phương pháp gia nhiệt ohmic đã được áp dụng để chế biến các sản phẩm làm từ surimi trong vài thập kỷ. Phương pháp gia nhiệt sáng tạo này đã được sử dụng để đánh giá khả năng tạo gel của các dạng surimi và surimi hải sản; để nghiên cứu ảnh hưởng của việc gia nhiệt ohmic lên các dạng khác nhau của protein cá để đo gián tiếp sự phân hủy protein của myofibrillar, và xác định tính chất điện của surimi và surimi/tinh bột. Tuy nhiên, các điều kiện thích hợp của quá trình gia nhiệt ohmic là khác nhau tùy thuộc vào các loại và chất lượng surimi khác nhau, hoặc việc bổ sung các thành phần khác trong sản xuất các sản phẩm dựa trên surimi vẫn chưa rõ ràng cho phân khúc công nghiệp. Do đó, cần phải thực hiện nhiều nghiên cứu để hiểu được tất cả các tác động của phương pháp gia nhiệt.

III. KẾT LUẬN

Hệ thống gia nhiệt ohmic đặc biệt thuận

lợi trong chế biến thực phẩm dạng hạt, bán rắn. Nó đã được chứng minh lợi thế so với xử lý nhiệt thông thường và các công nghệ thay thế nhiệt mới như gia nhiệt bằng vi sóng, gia nhiệt bằng tần số vô tuyến và gia nhiệt cảm ứng. Chất lượng sản phẩm tốt hơn, thời gian gia nhiệt ít hơn, chi phí vốn thấp hơn, hiệu quả năng lượng tốt hơn và quy trình thân thiện với môi trường là những lợi thế chính. Nó cũng đòi hỏi chi phí vốn thấp hơn so với các phương pháp gia nhiệt bằng điện khác. Các ứng dụng chính của công nghệ này là để khử trùng các nguyên liệu có hàm lượng protein cao, chế biến thủy sản, tiền xử lý để loại bỏ nước, rã đông, hồ hóa tinh bột và tăng cường năng suất chiết xuất. Sự thành công của hệ thống gia nhiệt bằng ohmic phụ thuộc vào tốc độ sinh nhiệt trong hệ thống, độ dẫn điện của chất làm nóng, cường độ dẫn điện, thời gian giữ nhiệt, và tần số điện áp dụng. Hệ thống gia nhiệt ohmic đã được áp dụng để chế biến các sản phẩm làm từ surimi trong vài thập kỷ. Phương pháp gia nhiệt tiên tiến này đã được sử dụng để đánh giá khả năng tạo gel của các dạng surimi và các sản phẩm dựa trên surimi. Các điều kiện thích hợp của quá trình gia nhiệt ohmic là khác nhau tùy thuộc vào các loại và hạng chất lượng surimi khác nhau, hoặc việc bổ sung các thành phần khác trong sản xuất các sản phẩm dựa trên surimi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. de Alwis, A.A.P. and Fryer, P.J. (1992). Operability of the Ohmic heating process: Electrical conductivity effects. *Journal of Food Engineering*, 15(1):21–48.
2. Duygu B. and Umit G. (2015). Application of Ohmic heating system in meat thawing. *Procedia-Social and behavioural Sciences*. 195, 2822-2828.
3. Fukushima, H. and Fukuda, Y., (2013). Gelling of fish meat by electric heating. In Technical innovation for heating and sterilization of seafood using ohmic heating, Okazaki, E. (Ed.), JSFS, TUMSAT, Tokyo, pp. 16-30.
4. Gavahian, M., Tiwari, B. K., Chu, Y. H., Ting, Y. W., & Farahnaky, A. (2019). Food texture as affected by ohmic heating: Mechanisms involved, recent findings, benefits, and limitations. *Trends in Food Science & Technology*, 328-339.
5. Halden K., de Alwis A. A. P., Fryer P. J. (1990) Changes in electrical conductivity of foods during ohmic heating. *International Journal of Food Science and Technology*, 25:9–25
6. Icier, F., Yildiz, H., & Baysal, T., (2008). "Polyphenoloxidase deactivation kinetics during ohmic heating of grape juice". *Journal of Food Engineering*, 85:410-417.
7. Lakkakula N, Lima M, Walker T (2004) Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. *Journal of Biores Technology*, 92:157–161
8. Lanier, T.C., Carvajal, P., and Yongsawatdigul, J. (2005). Surimi gelation chemistry. In: *Surimi and Surimi Seafood*, ed. J.W. Park, 2nd ed. (pp. 435–489). Boca Raton, FL: CRC Press.
9. Leizeron, S. & Shimoni, E. (2005). Effect of Ultrahigh-Temperature Continuous Ohmic Heating Treatment on Fresh Orange Juice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53, 3519-3524.
10. Lima M, Sastry SK (1999a) The effects of ohmic heating frequency on hot-air drying rate and juice yield. *Journal of Food Science*, 41:115–119
11. Lima M, Sastry SK (1999b) The effects of ohmic heating frequency on hot-air drying and juice yield. *Journal of Food Engineering*, 41:115–119
12. Loypimai P., Moongarm A., Chottano P. (2009) Effects of ohmic heating on lipase activity, bioactive compounds and antioxidant activity of rice bran. *Journal of Basic Application Science*, 3(4):3642–3652
13. Matsubara, H., Tanaka, J., Narita, S., & Seki, N. (2007). Application of ohmic heating for improving the quality of salted-dried salmon. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 470-477.
14. Palaniappan, S. and Sastry, S.K. (1991). Electrical conductivities of selected solid foods during Ohmic heating. *Journal of Food Processing and Engineering* 14(3):221–236.
15. Park, J.W. (2005). Surimi seafood: Products, market, and manufacturing. In: *Surimi and Surimi Seafood*, ed. J.W. Park (pp. 375–433). Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
16. Park, J.W. and Yongsawatdigul, J. (1999). Gelation properties of fish proteins under Ohmic heating. In: *Quality Attributes of Muscle Foods*, eds. Y. Xiong, F. Shahidi, & C.-T. Ho (pp. 421–429). New York, NY: Plenum Press.
17. Park, I-K. and Kang, D-H., (2013). Effect of Electropemabilization by Ohmic heating for Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* in Buffered Peptone Water and Apple Juice. *Applied and Environment Microbiology*, 79, 7122-7129.
18. Piette, G., Buteau, M. L., De Halleux, D., Chiu, L., Raymond, Y., Ramaswamy, H. S., & Dostie, M. (2004). Ohmic cooking of processed meats and its effects on product quality. *Journal of food science*, 69(2),

fep71-fep78.

19. Sensoy, I. and Sastry, S. K. (2004). Extraction using Moderate Electric Fields. *Food Sci*, 69, 7-13.
20. Shiba, M. (1992a). Properties of kamaboko gels prepared by using a new heating apparatus. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58(5):895–901.
21. Shiba, M. (1993). Quality of kamaboko from vacuum-treated salt ground meat from several fish by applying joule heat. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59(6):1007–1011.
22. Shiba, M., Numakura, T., and Arai, K.I. (1993). Quality of setting-heating gel from salt-ground meat of walleye pollack by Joule heat. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59:697–703.
23. Van-T Nguyen, N. Liqiong, N. Nakazawa, K. Osako, and E. Okazaki, 2020. Textural Properties of Heat-induced Gels Prepared Using Different Grades of Alaska Pollock Surimi under Ohmic Heating. *Journal of Food Science and Technology Research*, 26(2), 202-214.
24. Vicente, A. A., Castro, I., & Teixeira, J. A. (2006). Innovations in thermal food processes. In Da-Wen Sun (Ed.), *Thermal food processing: New technologies and quality issues* (pp. 424-468). Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Taylor & Francis Group
25. Wang W, Sastry S (2000) Effects of thermal and electrothermal pretreatments on hot air drying rate of vegetable tissue. *Journal of Food Processing Engineering*, 23(4):299–319
26. Wu, H., Kolbe, E., Flugstad, B., Park, J.W., and Yongsawatdigul, J. (1998). Electrical properties of fish mince during multi-frequency OH. *Journal of Food Science*, 63(6):1028–1032.
27. Yongsawatdigul, J. and Park, J.W. (1996). Linear heating rate affects gel formation of Alaska pollock and Pacific whiting *Journal of Food Science*, 61(1):149–153.
28. Yongsawatdigul, J., Park, J.W., Kolbe, E., Dagga, Y.A., and Morrissey, M.T. (1995a). Ohmic heating maximizes gel functionality of Pacific whiting surimi. *Journal of Food Science*, 60(1):10–14.
29. Yongsawatdigul, J., Park, J.W., and Kolbe, E. (1995b). Electrical conductivity of Pacific whiting surimi paste during Ohmic heating. *Journal of Food Science*, 60(5):922.
30. Zareifard, M.R., Marcotte, M., Ramaswamy, H.S., and Karimi, Y., (2014). Electrical Conductivity – Importance and Methods of Measurement. In *Ohmic heating in Food processing*, Ed by Hosahallis S. Ramaswamy, Boca Raton: CRC Press, pp. 17-37.
31. Zell, M., Lyng, J. G., Cronin, D. A., & Morgan, D. J. (2009). Ohmic heating of meats: Electrical conductivities of whole meats and processed meat ingredients. *Meat science*, 83(3), 563-570.
32. Zhong T, Lima M (2003) The effect of ohmic heating on vacuum drying rate of sweet potato tissue. *Bioresources Technology*, 87:215–220