

Zeidler, G. (2002d). Further-processing eggs and egg products. In: D.D. Bell and W.D. Weaver (editors). *Commercial Chicken Meat and Egg Production*, 5th ed. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, pp. 1163-1197.
<http://gatre.com.vn/forum/archive/index.php?thread-96.html>

PHẦN 2 THỰC HÀNH

Bài 1

TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH LÀM LẠNH THỰC PHẨM THEO TRUYỀN NHIỆT BẤT ỔN ĐỊNH

1.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Các loại rau quả cũng như nguyên liệu động vật, thủy sản đều dễ bị hư hỏng và biến đổi sau khi thu hoạch, giết mổ. Rau quả thường được bảo quản ở nhiệt độ thấp sau quá trình thu hái, sơ chế như một giải pháp giúp tăng tuổi thọ sau thu hoạch thông qua việc giảm cường độ hô hấp, giảm tính nhạy cảm với khí ethylen, và giảm sự mất nước, giúp làm chậm tốc độ khô héo là nguyên nhân gây tổn thất nghiêm trọng sau thu hoạch (Skedre, 1996; Cano, 1996). Trong khi đó, việc giữ lạnh thịt và thủy sản sau khi giết mổ được xem là yêu cầu bắt buộc giúp làm chậm quá trình tê cứng sau khi chết, cải thiện chất lượng nguyên liệu (Warriss, 2000). Tùy thuộc vào từng loại nguyên liệu, yêu cầu nhiệt độ cần đạt được cũng khác nhau. Chẳng hạn như thịt heo, bò cần đảm bảo đạt được 7°C sau 24 giờ trong khi nhiệt độ yêu cầu đối với gia cầm và thỏ là 4°C (Ranken, 2000).

Để nguyên liệu có thể đạt được nhiệt độ cần thiết trong một thời gian nhất định, quá trình làm lạnh cần được dự đoán và kiểm soát tốt. Về phương diện lý thuyết, việc làm lạnh, hạ thấp nhiệt độ của sản phẩm khi đặt chúng trong môi trường truyền nhiệt có nhiệt độ thấp hơn được xác định theo phương thức truyền nhiệt bất ổn định với 2 kiểu tác động nhiệt chủ yếu (1) đối lưu nhiệt đến bề mặt sản phẩm và (2) dẫn nhiệt bên trong thực phẩm.

Tốc độ làm lạnh nói riêng hay tốc độ truyền nhiệt bất ổn định phụ thuộc vào (i) môi trường truyền nhiệt, dẫn đến sự khác biệt về hệ số truyền nhiệt bề mặt; (ii) thành phần nguyên liệu, (iii) đặc tính hình dạng của nguyên liệu là yếu tố có sự chi phối lớn đến quá trình truyền nhiệt, cuối cùng (iv) sự cản trở dòng nhiệt do bao bì chứa thực phẩm cũng là yếu tố có tác động đến hiệu quả của quá trình làm lạnh.

Như đã đề cập ở chương 2 (phần cơ sở lý thuyết) cũng như trong các lý thuyết về truyền nhiệt bất ổn định, việc tính toán thời gian làm lạnh hiệu quả cũng như nhiệt độ tâm hay bề mặt của sản phẩm đạt được sau một thời

gian làm lạnh nhất định sẽ phụ thuộc vào hệ số truyền nhiệt và kích thước sản phẩm – tính toán dựa trên khoảng cách từ tâm sản phẩm đến bề mặt, quy về 3 hình dạng cơ bản: hình cầu, tấm phẳng và hình trụ. Để cụ thể hóa các yếu tố tác động này, 3 chuẩn số không thứ nguyên được đưa vào tính toán, bao gồm:

- Chỉ số Biot: $Bi = \frac{h_s L}{k}$
- Chuẩn số Fourier: $F_o = \frac{\alpha t}{L^2} = \frac{k}{c_p \rho} \frac{t}{L^2}$
- Hệ số nhiệt độ $\theta(x, t) = \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty}$

Trong đó:

h_s : hệ số truyền nhiệt bề mặt (chủ yếu là đối lưu nhiệt), $W/m^2 \cdot ^\circ C$

T_∞ : nhiệt độ môi trường (thường là nhiệt độ kho lạnh, tủ lạnh), $^\circ C$

T_i : nhiệt độ ban đầu của thực phẩm, $^\circ C$

T : nhiệt độ của thực phẩm sau thời gian làm lạnh t , $^\circ C$

t : thời gian làm lạnh (thời gian hạ nhiệt độ sản phẩm từ T_i đến T), s

α : hệ số khuếch tán nhiệt (m^2/s)

k : hệ số dẫn nhiệt, $W/m \cdot ^\circ C$

L : kích thước mẫu (khoảng cách từ tâm sản phẩm đến bề mặt), m

c_p : nhiệt dung riêng của sản phẩm ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)

ρ : khối lượng riêng của sản phẩm (kg/m^3)

Việc xác định thời gian làm lạnh t cần thiết để hạ thấp nhiệt độ sản phẩm từ T_i ban đầu đến nhiệt độ T (trong môi trường truyền nhiệt T_∞) sẽ dựa trên việc xác định chỉ số Biot và hệ số nhiệt độ. Ngược lại, việc xác định nhiệt độ T của sản phẩm sau thời gian làm lạnh t cũng dựa trên việc nội suy hệ số nhiệt độ khi đã tính được chỉ số Biot và chuẩn số Fourier. Phương pháp đơn giản nhất là sử dụng giản đồ tương quan giữa 3 chuẩn số không thứ nguyên: Biot, F_o và hệ số nhiệt độ (dựa trên đồ thị hình 2.1, chương 2 – trang 20). Cần chú ý là hình dạng sản phẩm thường được quy về 3 hình cơ bản: hình cầu, hình trụ hay tấm phẳng.

1.2 MỤC TIÊU

Hiệu và áp dụng được lý thuyết về tính toán quá trình truyền nhiệt bất ổn định ứng dụng trong làm lạnh nguyên liệu thực phẩm, sử dụng trên các đối tượng thực phẩm khác nhau.

- Đánh giá được ảnh hưởng của hai môi trường làm lạnh (tủ lạnh và nước đá) khác nhau đến thời gian làm lạnh
- Ảnh hưởng của cỡ nguyên liệu (kích thước và khối lượng nguyên liệu khác nhau) đến thời gian làm lạnh
- Ảnh hưởng của loại nguyên liệu và đặc tính hình dạng khác nhau đến hiệu quả làm lạnh.

1.3 PHƯƠNG TIỆN THÍ NGHIỆM

1.3.1 Nguyên vật liệu

- Nước đá
- Fillet cá với 3 cỡ khác nhau
- Xúc xích
- Táo

1.3.2 Dụng cụ

- + Tủ lạnh
- + Thùng xốp
- + Nhiệt kế: sử dụng để xác định nhiệt độ môi trường
- + Hệ thống cấp nhiệt điện sử dụng để theo dõi sự thay đổi nhiệt độ sản phẩm theo thời gian.

1.4 TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

1.4.1 Chuẩn bị nguyên liệu

- Fillet cá: ghi nhận khối lượng, đo chiều dày của thân thịt cá, xác định kích thước $L = \frac{1}{2}$ chiều dày thân thịt (chỗ dày nhất)
- Xúc xích: đo đường kính mẫu, $L = \frac{1}{2}$ đường kính

- Tạo xác định bán kính mẫu, $L = r$
- Chú ý chọn 3 mẫu táo, xúc xích và 1 cỡ cả có khối lượng tương đương nhau
- Ghi nhận các thông số cần thiết với từng loại sản phẩm dựa trên công thức xác định các chỉ số Bi, chuẩn số Fo, Tra bảng thành phần để xác định Cp, k và ρ của sản phẩm.

1.4.2 Chuẩn bị hệ thống làm lạnh

- Bỏ sung 2% muối ăn vào nước đá, trộn đều để giữ nước đá ở gần 0°C .
- Tủ lạnh được điều chỉnh nhiệt độ về 0°C , hoạt động không tải đến nhiệt độ yêu cầu (0°C) trước khi cho mẫu vào.
- Đo và ghi nhận chính xác nhiệt độ môi trường (T_{m} và T_{m}).

1.4.2 Tiến hành

- Thực hiện lần lượt với 3 loại nguyên liệu, đại diện cho 3 đặc tính hình dạng: tâm phẳng (fillet cá), hình trụ (xúc xích), hình cầu (táo).
- Đối mỗi mẫu khảo sát (5 mẫu/3 loại nguyên liệu) đều tiến hành với 2 hệ thống làm lạnh (tủ lạnh và nước đá).
- Gắn nhiệt kế có kết nối với hệ thống cam biến vào tâm sản phẩm. Đặt mẫu đã chuẩn bị vào môi trường làm lạnh. Ghi nhận sự thay đổi nhiệt độ tâm sản phẩm theo thời gian đến khi đạt nhiệt độ sản phẩm mong muốn (dự kiến 4°C).

1.5 KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

- Lập bảng kết quả tương ứng theo các thí nghiệm khảo sát

Bảng 1.1 Sự thay đổi thời gian làm lạnh của fillet cá ở 3 kích cỡ khác nhau trong 2 môi trường làm lạnh

Cỡ cá	Khối lượng	Nhiệt độ ban đầu	Thời gian làm lạnh	
			Tủ lạnh (thời gian)	Nước đá (thời gian)
			(thời gian)	(thời gian)
			(thời gian)	(thời gian)

Bảng 1.2 Sự thay đổi thời gian làm lạnh của các loại nguyên liệu khác nhau trong 2 môi trường làm lạnh

Loại nguyên liệu	Kích thước L, m	Nhiệt độ ban đầu	Thời gian làm lạnh	
			Tủ lạnh (thời gian)	Nước đá (thời gian)
Fillet cá 1			(thời gian)	(thời gian)
Xúc xích			(thời gian)	(thời gian)
Táo			(thời gian)	(thời gian)

- Ghi nhận nhiệt độ môi trường, nhiệt độ ban đầu của nguyên liệu, nhiệt độ cuối của nguyên liệu (4°C)
- Dựa vào thành phần ban đầu của nguyên liệu $\rightarrow$ tính hệ số tỏa nhiệt h ($\text{W m}^{-2}\text{K}$), hệ số dẫn nhiệt k (W/mK)
- Tính toán thời gian làm lạnh sản phẩm từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ cuối (4°C) theo lý thuyết.
- So sánh sự khác biệt giữa thời gian làm lạnh lý thuyết và thời gian làm lạnh thực tế, giải thích.
- Dựa trên các kết quả thu được, hiệu chỉnh sai số và dự đoán thời gian cần thiết để sản phẩm hạ thấp từ nhiệt độ ban đầu đến các mức nhiệt độ khác nhau ($6, 8^{\circ}\text{C}$). Có thể kiểm tra lại bằng thực tế.
- Giải thích ảnh hưởng của loại nguyên liệu, kích cỡ và môi trường đến thời gian làm lạnh.

Bài 2

LẠNH ĐÔNG THỰC PHẨM BẰNG HỖN HỢP SINH HÀN

2.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trong nghiên cứu về quá trình lạnh đông, nhiều lý thuyết đã và đang được nêu ra với những giả định cho mỗi phương pháp tiếp cận đều rất khác với một phương pháp khác. Trong điều kiện không có hệ thống lạnh đông sẵn có (khi trên tàu đánh bắt, hay ở những vùng nguyên liệu...), việc sử dụng hỗn hợp muối và nước đá tạo hỗn hợp sinh hàn, có thể tạo môi trường có nhiệt độ thấp hơn 0°C . Hỗn hợp sinh lạnh tác dụng nhờ quá trình thu nhiệt khi hòa tan của một số muối và quá trình nóng chảy của tuyết hay nước đá để làm lạnh môi trường xung quanh.

Trong kỹ thuật ướp lạnh thực phẩm, người ta thường dùng hỗn hợp sinh lạnh: muối ăn (NaCl) và nước đá. Quá trình nóng chảy của nước đá và quá trình hòa tan của muối ăn có thể đạt được nhiệt độ hỗn hợp đến trên $-21,2^{\circ}\text{C}$.

Ưu điểm của phương pháp này là không cần máy móc thiết bị công kênh, kỹ thuật đơn giản.

2.2 MỤC TIÊU

Xác định vai trò của nước đá và muối ăn trong việc tạo hỗn hợp sinh hàn cũng như xác định khả năng ứng dụng trong việc làm lạnh đông thực phẩm (cá thu và tôm).

2.3 PHƯƠNG TIỆN THÍ NGHIỆM

2.3.1 Nguyên vật liệu và hóa chất

- Muối ăn (mịn và khô)
- Nước đá với các kích thước khác nhau
- Cá thu nguyên con
- Tôm sú (size lớn, cỡ 8/12)

2.3.2 Dụng cụ

- + Chậu thủy tinh Φ 300mm: dùng để chứa mẫu thí nghiệm.
- + Dũa thủy tinh Φ 6-8 mm.
- + Nhiệt kế: sử dụng để xác định nhiệt độ của hỗn hợp sinh hàn và nhiệt độ tâm sản phẩm.
- + Đồng hồ bấm giây.

2.4 TIỀN HÀNH THÍ NGHIỆM

2.4.1 Chuẩn bị hỗn hợp lạnh

- Tạo hỗn hợp sinh lạnh với các tỷ lệ muối/đá lần lượt là 15%, 25% và 30%
- Sử dụng 3 loại đá nghiền với tỷ lệ:
 - + 50% lượng đá vụn tới cỡ $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}$
 - + 25% lượng đá vụn tới cỡ $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}$
 - + 25% lượng đá vụn tới cỡ $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$

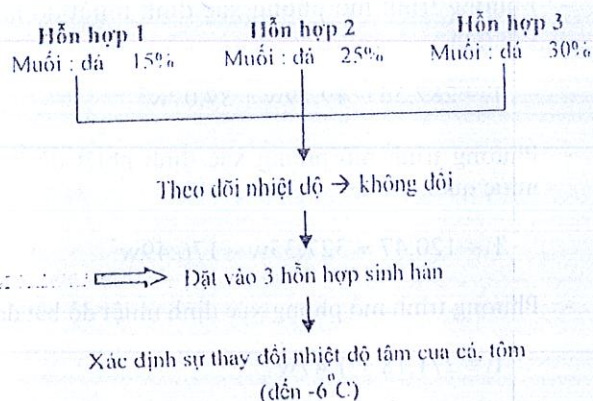
2.4.2 Tiến hành

Trộn đều hỗn hợp muối và đá, liên tục theo dõi nhiệt độ của hỗn hợp trong chậu thủy tinh. Khi nhiệt độ hỗn hợp ổn định (không hạ xuống nữa), tiến hành nhúng cá (nguyên con) và tôm (có cắm nhiệt kế từ mõm vào giữa bụng cá và ngay phần ức vào giữa thân tôm) cho ngập hoàn toàn vào hỗn hợp trong chậu thủy tinh.

Theo dõi nhiệt độ trung tâm của cá, tôm và nhiệt độ hỗn hợp sinh lạnh. Khi nhiệt độ trung tâm cá đạt từ $-6 \div -8^{\circ}\text{C}$ và nhiệt độ tâm của tôm là -10°C thì ngừng quá trình lạnh đông.

Sơ đồ thí nghiệm khảo sát sự biến đổi nhiệt độ tâm của nguyên liệu khi lạnh đông bằng hỗn hợp sinh hàn được trình bày ở hình 2.1.

50% đá vụn 1x1x1 cm
25% đá vụn 3x3x3 cm
25% đá vụn 5x5x5 cm



Hình 2.1 Sơ đồ thí nghiệm khảo sát sự thay đổi nhiệt độ tâm của thực phẩm khi lạnh đông bằng hỗn hợp sinh hàn

2.5 KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

2.5.1 Báo cáo kết quả

- Nhiệt độ đạt được của các hỗn hợp sinh hàn theo các tỷ lệ và cỡ đá khác nhau.
- Thời gian làm lạnh đông cá, tôm và biểu đồ nhiệt độ tương ứng.
- Nhận xét cảm quan sản phẩm.
- Đánh giá kết quả thí nghiệm.

2.5.2 Bảng số liệu

Bảng 2.1 Sự thay đổi nhiệt độ của cá (tôm) và môi trường theo thời gian khi lạnh đông bằng hỗn hợp sinh hàn (cho từng loại hỗn hợp)

Thời gian (phút)	Nhiệt độ tâm của mẫu (°C)	Nhiệt độ hỗn hợp (°C)	Ghi chú
0			
1			
2			
3			
4			

Vẽ biểu đồ nhiệt độ theo thời gian làm lạnh đông nguyên liệu, từ đó rút ra kết luận.

Bài 3

XÁC ĐỊNH ĐIỂM ĐÓNG BĂNG VÀ ĐIỂM QUÁ LẠNH CỦA THỰC PHẨM

3.1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Lạnh đông là một trong các quá trình cơ bản trong bao quản và chế biến thực phẩm. Thông qua quá trình này, nhiệt độ của thực phẩm được làm giảm đến dưới điểm đóng băng, dẫn đến một phần nước (ở dạng lỏng) trong thực phẩm sẽ chuyển thành tinh thể đá. Khi đó, nước trong thực phẩm được giữ cố định ở dạng rắn, làm tăng nồng độ của chất hoà tan trong phần nước không đóng băng, giúp giá trị hoạt độ nước a_w của thực phẩm giảm thấp hơn ban đầu. Bên cạnh đó, sự gia tăng nồng độ chất tan làm thay đổi áp suất thẩm thấu cũng như pH dịch bào, nhờ đó ngăn cản sự phát triển của vi sinh vật và các hư hỏng do biến đổi hóa học và sinh hóa. Việc lạnh đông và trữ đông thực phẩm dùng phương pháp giúp sản phẩm có thể tồn trữ trong thời gian dài với sự thay đổi giá trị dinh dưỡng cũng như cảm quan rất nhỏ. Tuy nhiên, chất lượng của sản phẩm lạnh đông phụ thuộc rất lớn vào kích thước tinh thể đá và tác động đến cấu trúc tế bào; hay chịu sự chi phối của quá trình lạnh đông. Lạnh đông nhanh là nguyên nhân giúp số lượng tinh thể đá hình thành nhiều và nhỏ, làm giảm sự phá vỡ cấu trúc tế bào.

Độ quá lạnh (chênh lệch giữa nhiệt độ đóng băng và nhiệt độ quá lạnh) lớn là một trong những yếu tố quan trọng nhất quyết định sự lạnh đông nhanh. Thông số này phụ thuộc vào loại thực phẩm và tốc độ thoát nhiệt ra khỏi thực phẩm. Chính vì thế, việc xác định nhiệt độ bắt đầu đóng băng và điểm quá lạnh của thực phẩm trong quá trình lạnh đông ở môi trường nhất định là điều cần thiết.

Do trong thực phẩm có chứa các thành phần chất tan nên điểm đóng băng của nước trong thực phẩm luôn luôn nhỏ hơn 0°C (nhiệt độ đóng băng của nước tinh khiết). Nhiệt độ bắt đầu đóng băng của nước trong thực phẩm thường dao động trong khoảng $-0,5^\circ\text{C}$ đến khoảng -3°C tùy thuộc vào tính chất của thực phẩm và hàm lượng nước trong nguyên liệu. Thông số này có thể được xác định dựa trên mối quan hệ giữa thành phần thực phẩm và nhiệt