

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ SINH HÓA - THỰC PHẨM



HỌC PHẦN
KỸ THUẬT CHẾ BIẾN THỰC PHẨM
NHIỆT ĐỘ THẤP



GVGD: Trần Thị Thùy Linh

NỘI DUNG

Chương 1: Khái quát về vai trò của nhiệt độ thấp trong bảo quản và chế biến thực phẩm

Chương 2: Quá trình làm lạnh thực phẩm

Chương 3: Ứng dụng làm lạnh trong các kỹ thuật điều khiển khí quyển để bảo quản thực phẩm

Chương 4: Quá trình lạnh đông thực phẩm

Chương 5: Tính chất nhiệt động và sự phát triển tinh thể đá trong thực phẩm lạnh đông

Chương 6: Tác động của lạnh đông đến chất lượng thực phẩm

Chương 7: ƯD quá trình lạnh đông tách nước ra khỏi sản phẩm

Chương 8: Làm lạnh và lạnh đông một số sản phẩm

Học phần KỸ THUẬT CHẾ BIẾN THỰC PHẨM NHIỆT ĐỘ THẤP

- ❖ Số tín chỉ: 03 tín chỉ
- ❖ Số tiết học: **40 tiết lý thuyết + 10 tiết thực hành**
- ❖ **Đánh giá kết quả học tập SV:**
 - Giữa kỳ (40%):
 - + Thực hành: 20%
 - + Bài phúc trình nhóm: 20% (5% thường xuyên + 15% báo cáo)
 - Bài thi cuối kỳ: 60%
- ❖ **Hình thức thi: trắc nghiệm + tự luận**
- ❖ **Không sử dụng tài liệu**

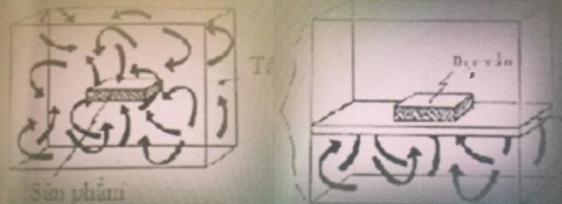
ĐỀ TÀI BÁO CÁO

1. Tìm hiểu về sấy thăng hoa
2. Tìm hiểu về kỹ thuật bao gói với khí quyển cải biến (MAP) trong bảo quản lạnh sản phẩm rau quả
3. Tìm hiểu về kỹ thuật bao gói với khí quyển cải biến (MAP) trong bảo quản lạnh sản phẩm động vật (dạng tươi, sản phẩm chế biến)
4. Tìm hiểu về lạnh đông thịt và sản phẩm thịt
5. Tìm hiểu về lạnh đông thủy sản và các sản phẩm
6. Tìm hiểu về lạnh đông rau củ/trái cây
7. Lạnh đông sản phẩm từ sữa
8. Lạnh đông sản phẩm từ trứng
9. Các sản phẩm tách nước (cô đặc)

Biên soạn: PGS. TS. NGUYỄN VĂN MƯỜI
TS. TRẦN THANH TRÚC

GIÁO TRÌNH

CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘ THẤP TRONG CHẾ BIẾN THỰC PHẨM



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC CẦN THƠ
2018



TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ SINH HÓA – THỰC PHẨM

HỌC PHẦN
KỸ THUẬT CHẾ BIẾN THỰC PHẨM
NHIỆT ĐỘ THẤP
Chương 1

**Khái niệm về vai trò của nhiệt độ thấp trong
bảo quản và chế biến thực phẩm**

GVGD: Trần Thị Thùy Linh

Chương 1: Các khái niệm cơ bản

1.1 Khái niệm chung

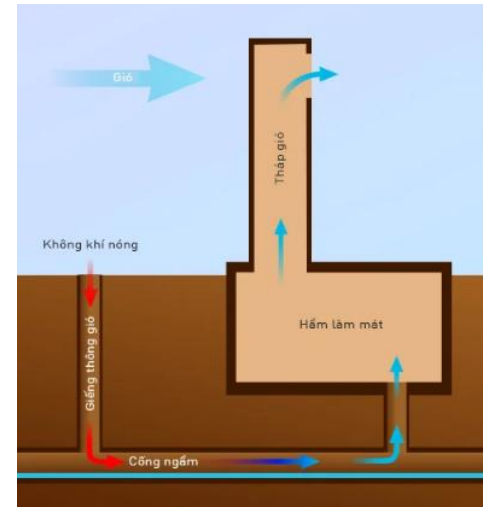
1.2 Các phương pháp bảo quản thực phẩm

1.3 Những thành tựu trong lĩnh vực nhiệt độ thấp

1.4 Giá trị dinh dưỡng của sản phẩm thực phẩm lạnh



Ngày xưa, việc chế biến và bảo quản thực phẩm được biết đến rất ít, và chưa được chú trọng.



Ngày nay, nhờ tri thức mà con người hiểu rằng thực phẩm bị hư hỏng là do những nguyên nhân:

- Điều kiện bên trong: hệ enzyme
- Điều kiện bên ngoài: vsv, các yếu tố môi trường, chất hóa học, kim loại

Các phương pháp bảo quản thực phẩm

Phương pháp sống (biosis):

Các sản phẩm thực phẩm được giữ ở **dạng tươi sống**, vì ở dạng sống có tính **miễn dịch tự nhiên**.

Phân biệt:

- Sống hoàn toàn
- Sống không hoàn toàn



Các phương pháp bảo quản thực phẩm

Phương pháp nửa sống (anabiosis):

- Phương pháp nhiệt độ thấp
- Phương pháp sấy khô
- Phương pháp thẩm thấu
- Phương pháp acid thực phẩm
- Dùng khí trơ
- Tạo điều kiện lên men có lợi

Các phương pháp trên được dùng để hạn chế sự sống

Các phương pháp bảo quản thực phẩm

Phương pháp tiêu diệt sự sống (abiosis)

- Mục đích: tiêu diệt enzyme và vsv gồm 2 quá trình **thanh trùng** và **tiệt trùng**
- Tùy thuộc vào loại thực phẩm mà quyết định thanh trùng hay tiệt trùng.

Các phương pháp bảo quản thực phẩm

Phương pháp tiêu diệt sự sống (abiosis)

- Mục đích: tiêu diệt enzyme và vsv gồm 2 quá trình **thanh trùng** và **tiệt trùng**
- Tùy thuộc vào loại thực phẩm mà quyết định thanh trùng hay tiệt trùng.

Những thành tựu đầu tiên trong lĩnh vực nhiệt độ thấp

- Việc sử dụng nhiệt độ thấp khởi đầu → nước đá tự nhiên
- Năm 1834, Perkins phát minh ra hệ thống máy lạnh
- Năm 1871. Charles Tellier chế tạo máy lạnh làm việc với methyl ether
- Năm 1873, kỹ thuật lạnh **thực phẩm** bắt đầu phát triển rộng rãi
- Đối tượng áp dụng: nguyên liệu có nguồn gốc từ động vật, thực vật vừa được giết mổ hay thu hoạch, bán thành phẩm đã qua sơ chế

Giá trị dinh dưỡng và giá trị kinh tế của việc làm lạnh đông thực phẩm

❖ Giá trị dinh dưỡng

- Đối với protein và các acid amin, khi làm lạnh đông không thay đổi đáng kể tính chất mà còn có khả năng giữ ẩm sau tan giá.
- Các chất béo bảo quản lạnh hoặc lạnh đông lâu làm cho chất lượng trở nên xấu đi.
- Các vitamin có tồn thất 1 lượng ít, nhưng đáng kể nhất là những vitamin tan trong nước.

1.4 Giá trị dinh dưỡng và giá trị kinh tế của việc làm lạnh đông thực phẩm

❖ Giá trị kinh tế

- Đảm bảo cung cấp cho người tiêu dùng những sản phẩm mang tính chất thời vụ.
- Giảm thời gian chuẩn bị bữa ăn cho gia đình, tăng năng suất lao động.
- Giảm thể tích vận chuyển so với vận chuyển con vật sống (2/3 thể tích).

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ SINH HÓA – THỰC PHẨM

HỌC PHẦN
**KỸ THUẬT CHẾ BIẾN THỰC PHẨM
NHIỆT ĐỘ THẤP**

Chương 2

Quá trình làm lạnh thực phẩm

GVGD: Trần Thị Thùy Linh

Chương 2: Quá trình làm lạnh thực phẩm

1. Khái niệm
2. Các phương pháp làm lạnh
3. Hệ thống thiết bị làm lạnh
4. Cách tính thời gian làm lạnh
5. Tồn trữ hay bảo quản lạnh thực phẩm
6. Các tổn thương lạnh xảy ra trong quá trình bảo quản hay tồn trữ lạnh

1. Phương pháp làm lạnh thực phẩm

- **Làm lạnh (chilling):** là một quá trình mà trong đó **nhiệt độ của thực phẩm** được làm giảm đến giữa **-1°C và 8°C**, nhằm để hạ thấp tốc độ **biến đổi sinh hóa** và **vi sinh**.
- Thường được **sử dụng kết hợp** với các quá trình khác: lên men, thanh trùng,...
- Kết hợp **làm lạnh** với **kiểm soát thành phần không khí bảo quản** => hiệu quả bảo quản đáng kể

1.1 Giới thiệu



1. Phương pháp làm lạnh thực phẩm

1.1 Giới thiệu

Dựa vào khoảng nhiệt độ bảo quản, thực phẩm được chia làm 3 nhóm.

$-1 \div +1^{\circ}\text{C}$

→ cá tươi, thịt
sausages, thịt xông khói

$0 \div +5^{\circ}\text{C}$

-
- thịt hộp, sữa, kem, sữa chua, rau trộn
 - sandwich, mì tươi, bánh ngọt

$0 \div +8^{\circ}\text{C}$

-
- Thịt và cá nấu chín, thịt muối, bơ, phomai
 - nước ép trái cây, các loại trái cây nhỏ

1. Phương pháp làm lạnh thực phẩm

1.1 Giới thiệu

- Tuy nhiên, không phải tất cả các thực phẩm đều được làm lạnh.

Trái cây nhiệt đới, cận nhiệt đới, và một số trái cây ôn đới bị **tổn thương lạnh** ở nhiệt độ **3÷10°C trên điểm đóng băng** của chúng



1.2 Lý thuyết làm lạnh

Thực phẩm tươi

- **Tốc độ các biến đổi sinh hóa** gây ra do hệ vi sinh vật hoặc enzyme biến đổi theo **hàm logarit với nhiệt độ**.
- Yếu tố **kiểm soát thời gian** bảo quản **rau quả tươi** trong bảo quản lạnh:
 - + Loại thực phẩm và giống
 - + Phần của cây được lựa chọn
 - + Tình trạng của thực phẩm trước thu hoạch
 - + Nhiệt độ thu hoạch, bảo quản, phân phối
 - + Độ ẩm tương đối của không khí bảo quản



Cây lấy củ



Cây lấy lá



Cây lấy thân



Cây lấy hoa



Cây lấy quả



Cây lấy rễ

Cây có phần phát triển nhanh nhất → tốc độ trao đổi chất nhanh →
thời gian tồn trữ ngắn

1.2 Lý thuyết làm lạnh

Thực phẩm tươi

Bảng 2.1: Chức năng sinh học liên quan đến tốc độ hô hấp và thời gian bảo quản một số thực phẩm

Thực phẩm	Tốc độ hô hấp tương đối	Chức năng sinh học	Thời gian bảo quản (tuần lễ) ở 2°C
Măng tây	40	Phát triển từ mầm	0,2 – 0,5
Nấm rơm	21		
Artichoke	17		
Rau bi-na	13	Phần tiếp xúc với không khí của thực vật	1 – 2
Rau diếp	11		
Bắp cải	6		
Cà rốt	5	Phần rễ	5 – 20
Củ cải trắng	4		
Củ cải đường	3		
Khoai tây	2	Bộ phận đặc biệt	25 - 50
Tỏi	2		
Củ hành	1		

Nguồn: Nguyễn Văn Mười và Trần Thanh Trúc, 2016

1.2 Lý thuyết làm lạnh

Thực phẩm tươi

Bảng 2.2: Nhiệt sinh ra do hô hấp của một số thực phẩm

Thực phẩm	Nhiệt (W/t) hô hấp của một số thực phẩm		
	0 ⁰ C	10 ⁰ C	15,5 ⁰ C
Táo	10 – 12	41 – 61	58 – 87
Chuối	-	65 – 116	-
Đậu	73 – 82	-	440 – 580
Cà rốt	46	93	-
Cần tây	21	58 – 81	-
Cam	9 – 12	35 – 40	68
Rau diếp	150	-	620
Lê	8 – 20	23 – 63	-
Khoai tây	-	20 – 30	-
Dầu tây	36 – 52	145 – 280	510
Cà chua	57 - 75	-	78

Nguồn: Nguyễn Văn Mười và Trần Thanh Trúc, 2016

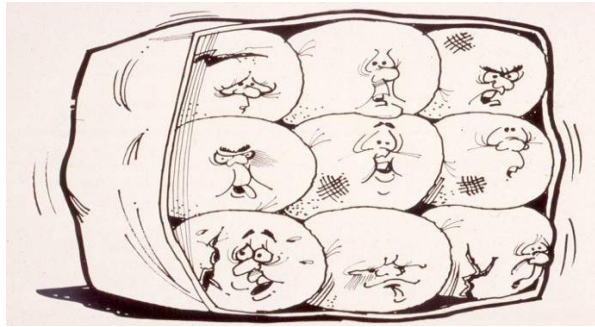
Bảng 2.3. Điều kiện bảo quản tối ưu một số loại rau quả

Thực phẩm	Nhiệt độ (°C)	RH (%)	Thời gian BQ (ngày)
Chuối	11 – 15,5	85 – 95	7 – 10
Dưa hấu	4 – 10	80 – 90	14 – 20
Dâu tây	-0,5 ÷ 0	90 – 95	5 – 7
Cà chua	4 – 10	85 – 90	4 – 7
Cà tím	7 – 10	90 – 95	7 – 10
Khoai tây	3 – 10	90 – 95	150 – 240
Bông cải	0	95	10 – 14
Nấm rơm	0	90	3- 4
Rau diếp	0 - 1	95 - 100	14 - 20

Nguồn: Nguyễn Văn Mười và Trần Thanh Trúc, 2016



Các yếu tố trước thu hoạch có ảnh hưởng đến phẩm chất tươi của rau quả



Quá trình đóng gói, vận chuyển và phân phối không hợp lý

1.2 Lý thuyết làm lạnh

Thực phẩm tươi

- Các thay đổi không mong muốn khi hạ thấp nhiệt độ xuống dưới ngưỡng tối ưu cho từng loại trái cây, điều này gọi là sự tổn thương lạnh (**chilling injury**).
- Ở tế bào động vật sự hô hấp hiếu khí giảm nhanh chóng khi con thú bị giết:
 - + Sự hô hấp yếm khí xảy ra
 - + Glycogen bị phân hủy thành acid lactic → pH thịt giảm và bắt đầu giai đoạn tê cứng (rigor mortis) làm cho cơ thịt trở nên cứng và co rút lại.
 - + Làm lạnh khi hô hấp yếm khí xảy ra là cần thiết nhằm đem lại cấu trúc và màu sắc mong muốn cho thịt, giảm lây nhiễm vi khuẩn.²⁸

1.2 Lý thuyết làm lạnh

Thực phẩm chế biến

-Theo Walker và Betts (2000), vsv được chia làm 4 nhóm theo giới hạn nhiệt độ:

- + Nhóm ưa nhiệt (thermophilic): $t_{\min}=30\div40^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{opt}}=55\div65^{\circ}\text{C}$
- + Nhóm ưa ấm (mesophilic): $t_{\min}= 5\div10^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{opt}}= 30\div40^{\circ}\text{C}$
- + Nhóm ưa mát (psychrotrophic): $t_{\min}= 0\div 5^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{opt}}= 20\div30^{\circ}\text{C}$
- + Nhóm ưa lạnh (psychrophilic): $t_{\min}= 0\div5^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{opt}}= 12\div18^{\circ}\text{C}$

1.2 Lý thuyết làm lạnh

Thực phẩm chế biến

- Việc **làm lạnh** thực phẩm ngăn ngừa sự phát triển của nhóm vsv **ưa nhiệt** và **ưa ấm**.
- Nếu việc làm lạnh không được đảm bảo mật số vsv sẽ gia tăng đáng kể và gây độc đối với thực phẩm.
- Thời hạn bảo quản lạnh các sản phẩm đã được chế biến do các yếu tố:
 - + Loại thực phẩm
 - + Mức độ tiêu diệt vsv hoặc tiêu diệt enzyme trước khi chế biến và đóng gói
 - + Đặc tính bảo vệ của bao bì
 - + Nhiệt độ chế biến, phân phối và tồn trữ

1.3 Hệ thống làm lạnh

1.3.1 Máy lạnh

- Gồm 4 bộ phận cơ bản: thiết bị bốc hơi, máy nén, thiết bị ngưng tụ và van giãn nở

+ **Máy nén**: hút hơi tạo thành trong quá trình bay hơi và nén hơi ở áp suất cao để có thể hóa lỏng.

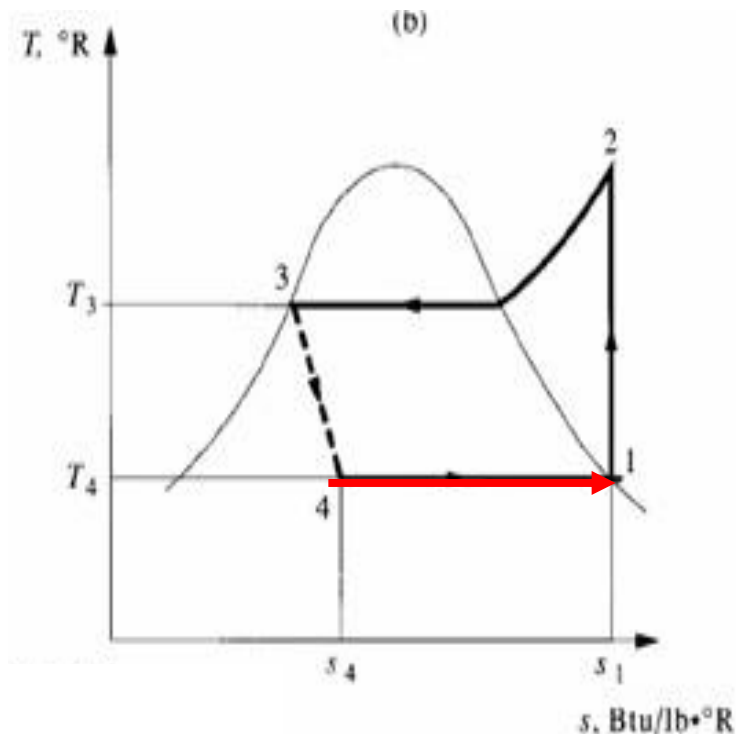
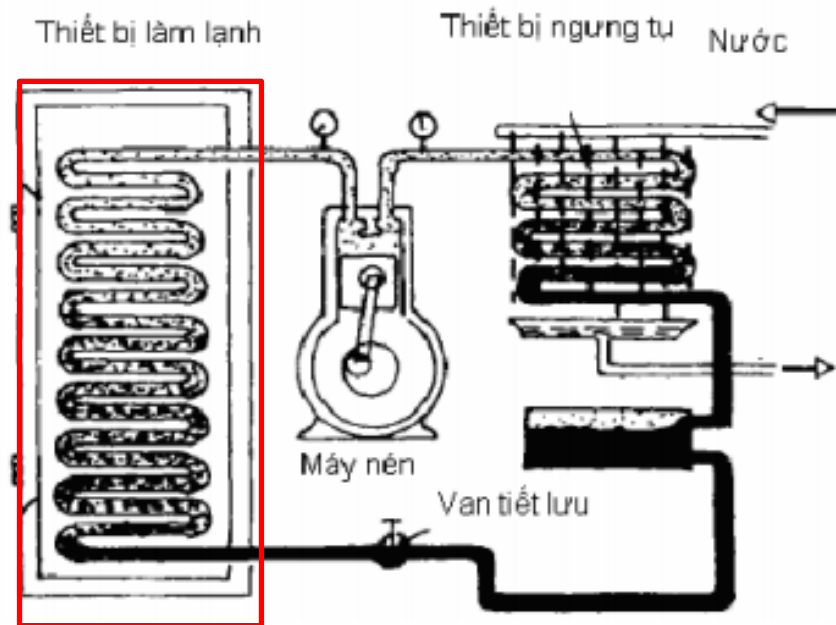
+ **Thiết bị ngưng tụ**: ngưng tụ môi chất lạnh thành dạng lỏng.

+ **Van giãn nở (tiết lưu)**: giảm áp suất của môi chất lạnh từ cao xuống thấp để môi chất lạnh có thể bay hơi.

+ **Thiết bị bốc hơi** (dàn lạnh): bay hơi môi chất lạnh

1.3 Hệ thống làm lạnh

1.3.1 Máy lạnh



Sơ đồ nguyên lý làm lạnh của máy lạnh 1 cấp

1.3 Hệ thống làm lạnh

1.3.1 Máy lạnh

Môi chất lạnh (tác nhân lạnh)

Là **chất môi giới** sử dụng trong chu trình nhiệt động ngược chiều, **đề thu nhiệt của môi trường** có nhiệt độ thấp và **thải nhiệt ra môi trường** có nhiệt độ cao hơn.

- Môi chất lạnh tuần hoàn trong hệ thống lạnh nhờ máy nén.
- Môi chất lạnh là các freon, ký hiệu thường bắt đầu bằng chữ R (Refrigerant) sau đó là 3 chữ số

- Môi chất lạnh là các chất vô cơ: ký hiệu đơn giản hơn:
 - + Chữ cái đầu R
 - + Sau đó đến số 7
 - + Sau số 7 là 2 số ghi trọng lượng phân tử làm tròn của chất vô cơ đó

Ví dụ:

R717	là	NH_3
R729	là	không khí
R744	là	CO_2

- Các yêu cầu cơ bản của 1 tác nhân lạnh:
 - + Nhiệt độ sôi thấp và ẩn nhiệt bốc hơi cao
 - + Ít độc hại, không dễ cháy
 - + Ít trộn lẫn với dầu trong máy nén
 - + Chi phí thấp

Bảng 2. Tính chất của các tác nhân lạnh

Tác nhân lạnh	Công thức phân tử	$T_{\text{sôi}} \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ ở } 100 \text{ kPa}$	Ẩn nhiệt (kJ/kg)	Độc hại	Khả năng cháy	KLR của hơi (kg/m ³)	Hòa tan dầu
R11	CCl_3F	-23,8	194,2	Thấp	Thấp	1,31	Tốt
R12	CCl_2F_2	-29,8	163,5	Thấp	Thấp	10,97	Tốt
R21	CHCl_2F	-10,5	254,2	Thấp	Thấp	1,76	Tốt
R22	CH_2ClF	-40,8	240,5	Thấp	Thấp	12,81	1 phần
R717	NH_3	-33,3	1368,5	Cao	Cao	1,96	<1%
R744	CO_2	-78,5	352	Thấp	Thấp	60,23	<1%

Được sử dụng phổ biến trong các thiết bị lạnh hiện nay

1.3 Hệ thống làm lạnh

1.3.2 Làm lạnh bằng tác nhân lạnh sôi (cryogenic)

Một hỗn hợp sinh hàn (cryogen) là một tác nhân lạnh được chuyển pha bằng cách hấp thu **ẩn nhiệt** từ việc làm lạnh thực phẩm.

Sự làm lạnh cryogen sử dụng CO_2 rắn, CO_2 lỏng hoặc N_2 lỏng.

Những ưu điểm của CO_2 gồm:

- Điểm sôi và điểm thăng hoa cao hơn N_2 $\Rightarrow$ ít ảnh hưởng xấu đến thực phẩm
- Phần lớn enthalpy phát sinh do việc chuyển pha rắn hoặc lỏng sang hơi.

1.3 Hệ thống làm lạnh

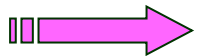
1.3.2 Làm lạnh bằng tác nhân lạnh sôi (cryogenic)



1.4 Thời gian làm lạnh

- Nhiệt độ và thời gian xử lý thực phẩm lạnh sẽ *xác định thời gian bảo quản thực phẩm.*
- Phụ thuộc vào quá trình truyền nhiệt: chủ yếu là truyền nhiệt không ổn định
 - + Đối lưu nhiệt đến bề mặt thực phẩm
 - + Dẫn nhiệt bên trong thực phẩm

- Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ làm lạnh:
 - + Hệ số truyền nhiệt bề mặt
 - + Sự cản trở dòng nhiệt do bao bì chứa thực phẩm
 - + Phương trình dẫn nhiệt trạng thái ko ổn định phù hợp
- Ảnh hưởng của hình dạng: quy về dạng tấm phẳng, hình cầu và hình trụ



Bài tập áp dụng tính toán thời gian làm lạnh

Hệ số nhiệt độ

$$\theta(a, \tau) = \frac{T - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}}$$

Hình 2.1 : Truyền nhiệt không ổn định (transient heat transfer charts)

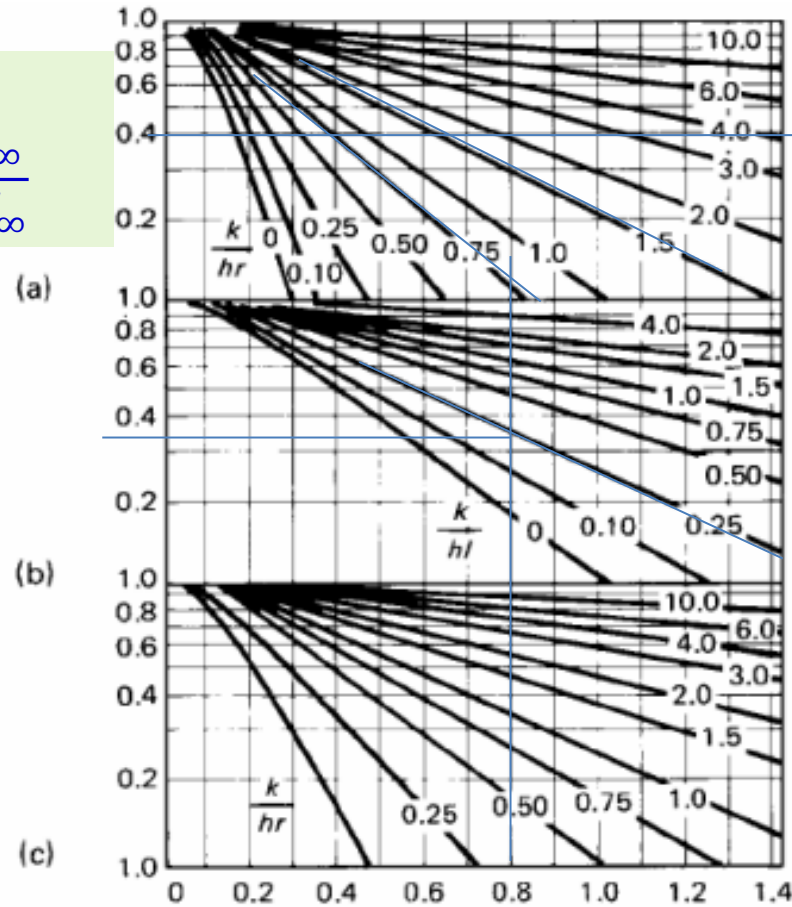
Với $k/\rho.C_p$ là hệ số khuếch tán nhiệt

Chuẩn số Bi= $h.a/k$

$1/Bi = k/h.a$

Với h : hệ số truyền nhiệt bề mặt
($J/m^2.s.^{\circ}C$)

a : kích thước hình học (m): tính từ tâm của nguyên liệu



Hình cầu

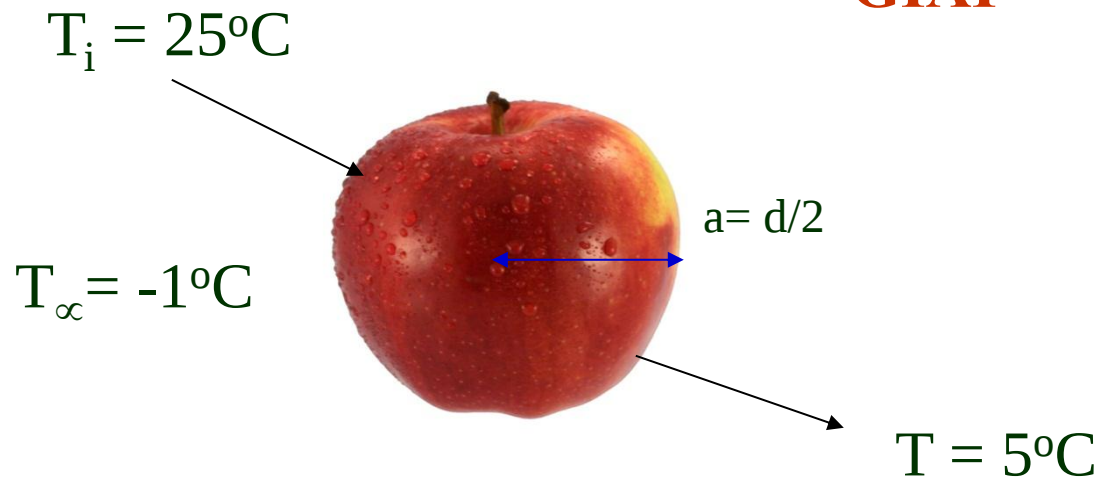
Tấm phẳng

Hình trụ

Chuẩn số Fourier $F_o = \frac{k.\tau}{\rho.C_p.a^2}$

Ví dụ 1: Táo có nhiệt độ ban đầu 25°C , dạng hình cầu với đường kính 7 cm và làm lạnh được thực hiện bằng không khí lạnh -1°C . Hệ số truyền nhiệt bề mặt $30 \text{ J/m}^2.\text{s}^{\circ}\text{C}$. Tính thời gian cần thiết để làm lạnh táo đến nhiệt độ tâm là 5°C . Biết: hệ số dẫn nhiệt táo $k=0,5 \text{ J/m.s}^{\circ}\text{C}$, $\rho=930 \text{ kg/m}^3$, $C_p=3,6 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$.

GIẢI



$$h = 30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$k = 0,5 \text{ W/mK}$$

$$d = 7.10^{-2}\text{m} \Rightarrow a = 0,035 \text{ m}$$

$$C_p = 3,6 \text{ kJ/kg K}$$

$$\rho = 930 \text{ kg/m}^3$$

Sử dụng khi xét dòng nhiệt mang trạng thái không ổn định:

Chuẩn số Biot: $Bi = h.a/k = (30.0,035)/0,5 = 2,1 \Rightarrow 1/Bi = 0,48$

Do vật thể hình cầu nên x có thể lấy là bán kính quả táo

- Hệ số nhiệt độ: $TR = (T - T_{\infty})/(T_i - T_{\infty}) = (5 - (-1))/(25 - (-1)) = 0,23$

$TR = 0,23$ và $1/Bi = 0,48$ tra *giản đồ hình 2.1* cho trường hợp thực phẩm dạng hình cầu

Hệ số nhiệt độ

$$TR = \frac{T - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}}$$

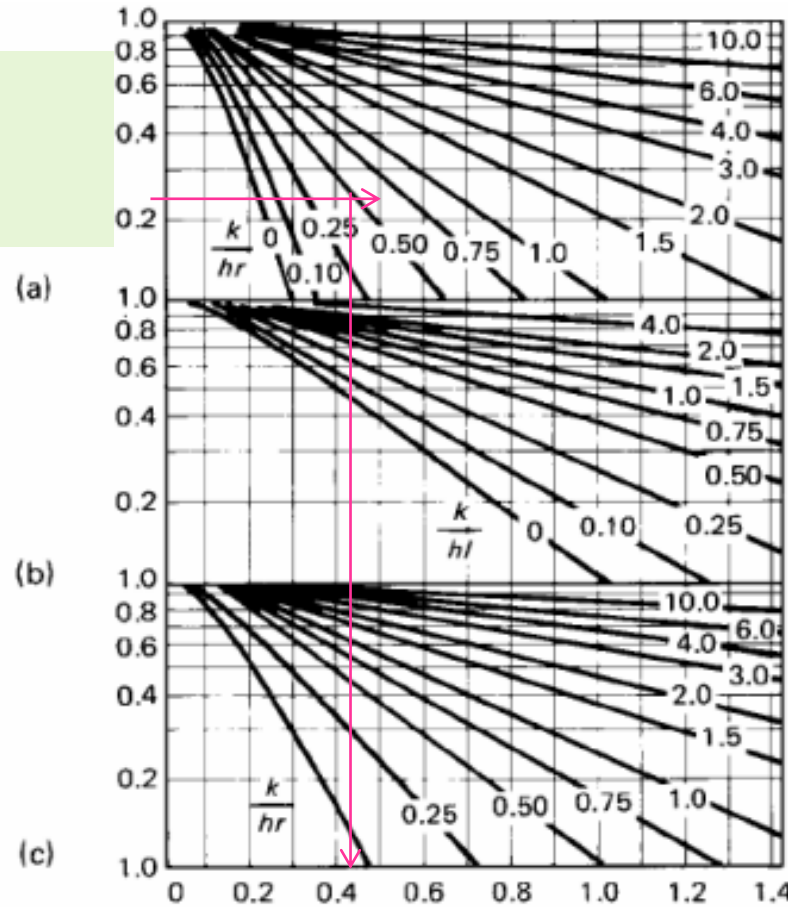
$$\Rightarrow F_o = \frac{k \cdot \tau}{\rho \cdot C_p \cdot a^2} = 0,46$$

Thời gian cần làm lạnh tảo:

$$\tau = F_o \cdot \rho \cdot C_p \cdot a^2 / k$$

$$= 0,46 \cdot 930 \cdot 3600 \cdot 0,035^2 / 0,5$$

$$3773 \text{ giây} = 1,05 \text{ giờ}$$



Chuẩn số Fourier $F_o = \frac{k \cdot \tau}{\rho \cdot C_p \cdot a^2}$

Bài tập 1: Tính toán thời gian để hạ nhiệt độ tâm của táo xuống 8°C từ nhiệt độ ban đầu là 20°C bằng nước lạnh ở 5°C . *Biết:* hệ số truyền nhiệt bề mặt của táo là $10 \text{ W/m}^2.\text{K}$, đường kính táo 8 cm. Hệ số dẫn nhiệt của táo $0,4 \text{ W/m.K}$, nhiệt dung riêng $3,8 \text{ kJ/kg K}$, khối lượng riêng 960 kg/m^3 .

Bài tập 2: Berry thu hoạch tươi với đường kính 2 cm được làm lạnh từ 18°C xuống 7°C trong một tủ lạnh có nhiệt độ 2°C và hệ số truyền nhiệt $16 \text{ W/m}^2.\text{K}$. *Biết:* Hệ số dẫn nhiệt của berry $0,127 \text{ W/m.K}$, nhiệt dung riêng 3778 J/kg K , khối lượng riêng 1050 kg/m^3 . Tính toán thời gian để hạ nhiệt độ tâm berry?

Bài tập 3: Một miếng thịt dày 2 cm (tấm phẳng dài vô hạn) có nhiệt độ ban đầu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ được làm lạnh bằng không khí có nhiệt độ $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- tính nhiệt độ tâm sản phẩm sau 10 phút làm lạnh
- Bao lâu nhiệt độ tâm sản phẩm đạt $7\text{ }^{\circ}\text{C}$

Cho: hệ số dẫn nhiệt của thịt $k = 0,5\text{ W/m }^{\circ}\text{C}$

nhiệt dung riêng của thịt $C_p = 3,35\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C}$

khối lượng riêng của thịt $\rho = 1050\text{ kg/m}^3$

giả sử hệ số truyền nhiệt bề mặt của thịt $h = 200\text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

- **Khái niệm**

Bảo quản thực phẩm ở nhiệt độ trên **điểm đóng băng** và **dưới 15 °C**.

- **Tồn trữ lạnh được sử dụng rộng rãi là nhờ làm chậm:**

- Sự phát triển của hệ VSV;
- Các hoạt động trao đổi chất sau thu hoạch của **mô thực vật** và của **mô động vật** sau giết mổ
- Các phản ứng hóa học có hại:
 - + Sự hóa nâu do enzyme
 - + Sự oxy hóa chất béo
 - + Thay đổi hóa học gắn với sự giảm màu sắc, sự phân hủy thực phẩm

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

- **Mục đích phi bảo quản:**
 - Làm chín rượu, bia, phomai.
 - Hỗ trợ các quá trình phụ: tách hạt điều, xắt lát bánh phòng tôm,...

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

2.1 Kiểm soát các điều kiện tồn trữ

- Nhiệt độ: quan trọng nhất
- Độ ẩm tương đối của không khí (bảo quản thực phẩm tươi).
- Kiểm soát thành phần khí quyển tồn trữ

=> Duy trì sự đối lưu của không khí



2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

2.2 Tác động của quá trình tồn trữ lạnh đối với thực phẩm

- Ít hoặc không biến đổi chất lượng ăn và đặc điểm dinh dưỡng của thực phẩm.
- Tác động chủ yếu đến tính chất cảm quan của thực phẩm chế biến:
 - + Sự cứng chắc do sự đông đặc của dầu và mỡ
 - + Sự hao hụt khối lượng dẫn đến bề mặt sản phẩm không trơn láng.
 - + Màu sắc thay đổi do sự oxy hóa các sắc tố
 - + Tạo mùi vị xấu do sự ôi hóa và oxy hóa các chất béo

Bảng 2.5: Tổn thất vitamin trong bảo quản lạnh của một số thực phẩm

Thực phẩm	Tổn thất, %/ngày				
	Ascorbic Acid ¹	Thiamin ²	Riboflavin ²	Pyridoxine ²	Carotene ³
<i>Quả và rau</i>					
Táo	0,1-0,5				
Cải Brussel (nấu chín)	4,6	0,3			
Bắp cải trắng	0,1-0,2				
Cà rốt	0-0,6	0	0	1,6	0,2-0,8
Súp lơ	0,1-0,2				
Đậu Pháp	1,9-10,0*	0	0	1,8	1,8-2,2
Rau diếp	4,8-9,7*	4,7	5,4	2,9	
Cam	26,0				
Ngò tây	2,2-4,5*	8,2	3,9	1,8	1,0-3,0
Đậu Hà Lan	1,0-2,0				
Khóm	18,0				
Khoai tây luộc	10,7	1,3			
Dâu tây	0				
Rau bi-na	6,4				
Cà chua					41
<i>Thịt</i>					
Gan heo (chiên)	10,3	0,7	0,7	0	
Heo quay		0,1			

¹ Bảo quản ở 0-2°C và độ ẩm tương đối 76-98%, thời gian bảo quản : 2-21 ngày² Bảo quản ở 1°C và độ ẩm tương đối 50±10%, thời gian bảo quản : 3-14 ngày³ Bảo quản ở 7°C và độ ẩm tương đối 60-80%, thời gian bảo quản : 2-21 ngày

* Héo nhanh ở độ ẩm bảo quản thấp

Nguồn Ezell and Wilcox (1959 and 1962), Adisa (1986) and Bognar (1980).

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

2.3 Hoạt động của thực phẩm tồn trữ ở nhiệt độ thấp

- Ảnh hưởng của nhiệt độ lên vận tốc phản ứng được mô tả bởi hệ số nhiệt độ Q_{10} .

Q_{10} = vận tốc phản ứng ở $T+10$ °C / vận tốc phản ứng ở nhiệt độ T

- Ví dụ: Đối với các phản ứng do enzyme xúc tác

$Q_{10} = 2$, nghĩa là tốc độ phản ứng ở 30 °C gấp đôi tốc độ phản ứng ở 20 °C.

- Nếu $Q_{10} < 1$: tốc độ hô hấp giảm khi nhiệt độ tăng

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

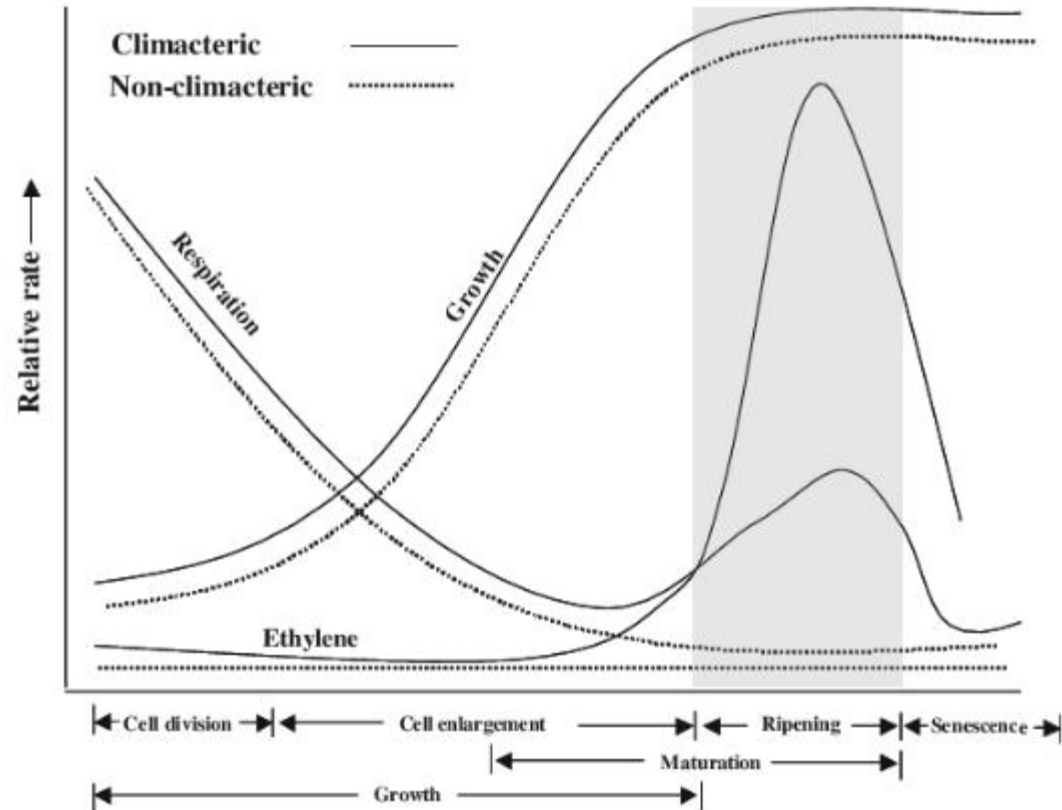
2.3 1 Mô thực vật

Để thời hạn bảo quản các mô thực vật cực đại, điều cần thiết:

- Hô hấp **hiếu khí ở tốc độ thấp** để duy trì các quá trình sống và các màng bảo vệ tự nhiên ngăn cản sự xâm nhập của vi sinh vật.
- Nhiệt độ thấp để các phản ứng gây hư hỏng chủ yếu được chậm lại đến mức có thể được: **chậm quá trình già, chín tới và thối rữa** của mô

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

2.3 1 Mô thực vật



Bảng 2.6. Tốc độ hô hấp của rau quả dựa vào sự thoát nhiệt ^a

Nhanh (>11600 kJ)	Nhanh trung bình (5800-11600 kJ)	Chậm trung bình (2300-5800 kJ)	Chậm (<2300 kJ)
Măng tây	Chanh	Táo	Bắp cải
Đậu (bean)	Rau diếp (lá)	Củ cải đường	Bưởi
Bông cải xanh	Rau bina	Cà rốt	Nho
Bắp ngọt	Dâu tây	Súp lơ	Củ hành
Mướp tây (okra)		Cần tây	Cam
		Rau diếp (thân)	Đào
		Khoai lang	Mận
		Củ cải tía	Khoai tây
			Cà chua

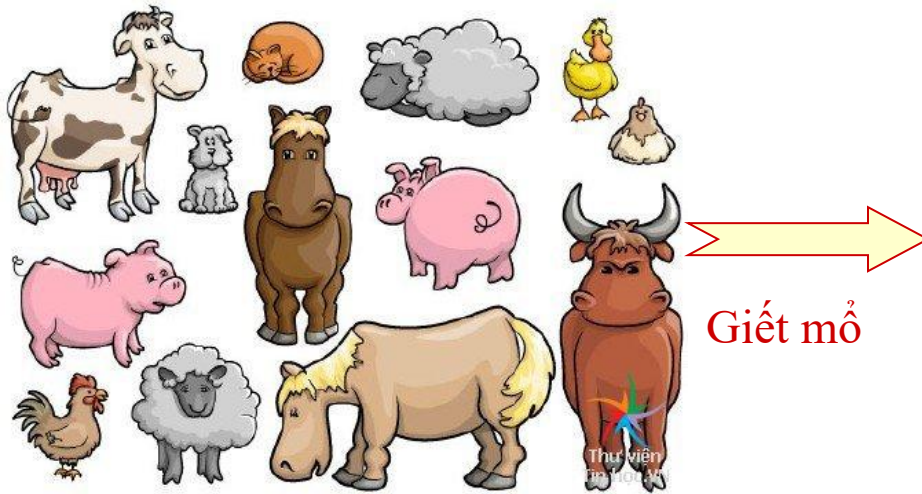
^a từ 1 tấn sản phẩm trong 24 giờ ở 4,5°C

Hô hấp mạnh → tốc độ hô hấp lớn → thời gian bảo quản ngắn → mức độ hư hỏng cao



Bảo quản lạnh đúng phương pháp sẽ duy trì chất lượng và kéo dài được thời gian sử dụng rau quả tươi

2.3.2 Đối với mô động vật



Phá vỡ màng bảo vệ tự nhiên →
các mô không có quá trình sống,
mất sự hô hấp hiếu khí bình thường

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

2.3.2 Đối với mô động vật

- Việc ngưng cung cấp oxy $\rightarrow$ hô hấp yếm khí sẽ diễn ra:
glycogen $\rightarrow$ glucose $\rightarrow$ acid lactic + Q

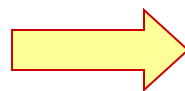


pH từ giá trị > 7 giảm đến giá trị cuối cùng pH = 5,1 – 6,5

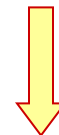
- Để đạt được chất lượng thịt tốt (cơ thịt mềm mại, giữ nước, màu đẹp) $\rightarrow$ thịt gia súc phải được làm lạnh ngay sau khi giết mổ

2. TỒN TRỮ LẠNH THỰC PHẨM

2.3.3 Đối với các thực phẩm không mô



Không hoạt động sinh lý



Tốc độ hư hỏng rất nhanh cần chế biến trong điều kiện vệ sinh và bảo quản ở nhiệt độ gần điểm đóng băng

2.4 Nguyên nhân gây tổn thất chất lượng

- Hoạt động của vi sinh vật:

- Sự giết mổ phá hủy khả năng chống đỡ VSV của cơ
- Việc cắt thịt làm phá vỡ màng bảo vệ và làm bắn các mô vô trùng
- Cơ thịt là môi trường dinh dưỡng và **rất phù hợp** cho sự phát triển của VSV, mô thực vật nhạy cảm **trung bình**.

2.4 Nguyên nhân gây tổn thất chất lượng

- Các hoạt động sinh lý và hóa học:

- ✓ Hô hấp, hiện tượng già hóa tự nhiên của rau, quả
- ✓ Tổn thương lạnh, rối loạn sinh lý
- ✓ Sự tự phân -> hư hỏng sản phẩm thịt và thủy sản
- ✓ Phản ứng hóa học, sinh học: oxy hóa chất béo, biến tính protein, tạo mùi lạ, mất vitamin
- Tác động của phụ gia, hóa chất môi trường → tổn hại thực phẩm

2.4 Nguyên nhân gây tổn thất chất lượng

➤ Tổn thất do tác nhân vật lý:

- ✓ Tổn thương cơ học (bầm dập)
- ✓ Độ ẩm tương đối giảm → hiện tượng khô quá mức → tổn hại sản phẩm