



XỬ LÝ NHIỆT ĐỘ HỘP

1. Nguyên tắc của quá trình xử lý nhiệt

- Không nhằm mục đích tiêu diệt hết tất cả các loại vi sinh vật
- Các loại thực phẩm khác nhau sẽ có các loại vi sinh vật khác nhau và các enzyme khác nhau
- Bào tử của các loài vi sinh vật hiếu khí bắt buộc ít đề kháng nhiệt hơn bào tử của các vi sinh vật phát triển trong điều kiện kỵ khí.



Theo Fellows, 1988, để xác định chế độ xử lý nhiệt thích hợp cần có các thông số sau:

1. Loại và tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật, bào tử của chúng hoặc enzyme.
2. pH của sản phẩm
3. Điều kiện xử lý nhiệt
4. Đặc tính lý-nhiệt của thực phẩm, hình dạng và kích thước của hộp chứa
5. Điều kiện bảo quản sản phẩm sau quá trình xử lý nhiệt



Phân loại thực phẩm theo pH:

- Thực phẩm có độ acid cao ($\text{pH} < 3,7$)
- Thực phẩm có độ acid trung bình hoặc cao ($3,7 < \text{pH} < 4,5$)
- Thực phẩm có độ acid thấp ($\text{pH} > 4,5$)



2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật

- Theo Hansen, NH., và H.Riemann, có 12 yếu tố đến quá trình tiêu diệt vi sinh vật bằng nhiệt.

Ví dụ: một số lượng vi sinh vật bằng nhau được cho vào dung dịch nước muối và nước canh thịt có cùng pH, chúng không bị tiêu diệt như nhau bởi nhiệt.

Nước

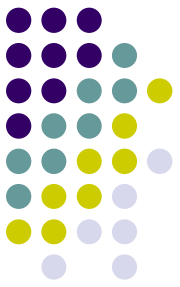
- Tính đề kháng nhiệt của tế bào vi sinh vật tăng tỉ lệ thuận với việc giảm ẩm độ, độ ẩm hoặc hoạt tính nước (a_w)

Bảng 1: Ảnh hưởng của nhiệt độ, a_w và pH đến giá trị D của bào tử vi khuẩn *Bacillus cereus*



$^{\circ}\text{C}$	a_w	D (phút)		
		6,5	5,5	4,5
95	1,00	2,386	1,040	0,511
95	0,95	5,010	2,848	1,409
95	0,86	13,842	14,513	7,776
85	1,00	63,398	13,085	5,042
85	0,86	68,909	91,540	33,910

Chất béo



- Tính đề kháng nhiệt của một vài vi sinh vật tăng lên khi có sự hiện diện của chất béo.
- Chất béo có tác dụng bảo vệ và làm tăng tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật.
- Sugiyama (1951) hiệu quả bảo vệ của acid béo mạch dài đến tính đề kháng nhiệt của *Clostridium botulinum* cao hơn so với mạch ngắn.

Bảng 2: Ảnh hưởng của môi trường đến nhiệt độ tử vong do nhiệt của *Escherichia coli*

Môi trường	Nhiệt độ tử vong do nhiệt ($^{\circ}\text{C}$)
Cream	73
Sữa tươi	69
Váng sữa	65
Whey sữa	63
Nước canh thịt	61

Nguồn: Carpenter, P.L, 1967. Microbiology, 2nd. Philadelphia: W.B. Saunders

Muối

- Tác động của tùy thuộc và loại muối, nồng độ muối và một số các yếu tố khác.
- Một vài loại muối có tác động bảo vệ vi sinh vật với nhiệt.
- Một vài loại muối có khuynh hướng làm tế bào VSV nhạy cảm với nhiệt.

Carbohydrates

- Sự hiện diện của đường trong huyền phù vi sinh vật làm tăng tính đề kháng nhiệt của chúng.
- Corry, 1974 đã thấy sucrose làm tăng tính đề kháng nhiệt của *Salmonella* Senftenberg 775W hơn 4 loại carbohydrate khác được thử nghiệm.
- Thứ tự giảm dần về tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật:

Sucrose > glucose > sorbitol > fructose > glycerol

pH

- Các vi sinh vật rất đề kháng với nhiệt ở pH tối thích của chúng, thông thường là khoảng 7,0.
- Giá trị pH cao hơn hoặc thấp hơn giá trị này cũng làm tăng tính nhạy cảm với nhiệt

Protein và các chất khác

- Protein trong sản phẩm được xử lý nhiệt có tác dụng bảo vệ vi sinh vật.
- Với cùng một số lượng vi sinh vật, thực phẩm nào có chứa nhiều phân tử chất keo hơn sẽ đề kháng với nhiệt nhiều hơn.

Số lượng vi sinh vật

- Số lượng vi sinh vật càng nhiều thì tính đề kháng nhiệt của chúng càng cao
- Cơ chế về tính đề kháng nhiệt của 1 số lượng lớn vi sinh vật là do sự tiết ra các chất có tác dụng bảo vệ của tế bào.
- Tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật với số lượng lớn cao hơn số lượng nhỏ vi sinh vật

Bảng 3 Ảnh hưởng của số lượng bào tử vi khuẩn *Clostridium botulinum* đến thời gian tử vong do nhiệt ở 100°C

Số lượng bào tử	Thời gian tử vong do nhiệt (phút)
72 000 000 000	240
1 640 000 000	125
32 000 000	110
650 000	85
16 400	50
328	40

Nguồn: Carpenter, P.L, 1967. Microbiology, 2nd. Philadelphia: W.B. Saunders

Tuổi của vi sinh vật

- Tế bào vi khuẩn có khuynh hướng đề kháng nhiệt trong phase phát triển (tế bào già) và ít đề kháng nhiệt hơn trong phase log.
- Bào tử của vi khuẩn già được ghi nhận là đề kháng nhiệt hơn bào tử non.

Nhiệt độ phát triển

✓ Tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật có khuynh hướng gia tăng khi nhiệt độ ủ tăng và điều này chỉ đúng với vi sinh vật có hình thành bào tử.

✓ *Samonella* Senftenberg phát triển ở 44⁰C có tính đề kháng nhiệt gấp 3 lần so với loài phát triển ở 35⁰C.

Các hợp chất ức chế

- ❖ Tính đề kháng nhiệt của hầu hết các vi sinh vật giảm khi có sự hiện diện của các chất kháng sinh, SO_2 và các chất ức chế vi sinh vật khác.
- ❖ Hiệu quả tiêu diệt vi sinh vật tăng cao khi sử dụng phối hợp

Nhiệt độ và thời gian

- Thời gian xử lý nhiệt càng dài thì hiệu quả tiêu diệt vi sinh vật bởi nhiệt càng lớn.
- Nhiệt độ càng cao thì khả năng tiêu diệt vi sinh vật bởi nhiệt càng lớn.
- Khi nhiệt độ tăng thì thời gian cần thiết để tiêu diệt vi sinh vật sao cho vẫn có cùng hiệu quả tiệt trùng sẽ giảm.

Bảng 4 Ảnh hưởng của nhiệt độ đến thời gian tử vong do nhiệt của bào tử

Nhiệt độ	<i>Clostridium botulinum</i> (60 tỉ huyền phù bào tử, pH=7,0)	Vi sinh vật chịu nhiệt (150 000 bào tử/ml nước bắp, pH = 6,1)
100 ⁰ C	260 phút	1 140 phút
105 ⁰ C	120 phút	
110 ⁰ C	36 phút	180 phút
115 ⁰ C	12 phút	60 phút
120 ⁰ C	5 phút	17 phút

Nguồn: Carpenter, P.L, 1967.

Sóng Siêu Âm

Tính đề kháng nhiệt của bào tử sẽ giảm khi chiếu sóng siêu âm trước hoặc trong quá trình xử lý nhiệt.



3 Tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật

- Sự đề kháng nhiệt của vi sinh vật có liên quan đến nhiệt độ phát triển tối thích của chúng.
- Vi khuẩn sinh bào tử đề kháng nhiệt hơn vi khuẩn không sinh bào tử.
- Vi khuẩn gram dương có khuynh hướng đề kháng nhiệt hơn vi khuẩn gram âm.
- Nhìn chung vi khuẩn dạng cầu đề kháng nhiệt hơn so với dạng que.

-
- Nấm men và nấm mốc khá nhạy cảm với nhiệt, nang bào tử nấm men ít đề kháng nhiệt hơn nấm men sinh dưỡng.
 - Bào tử vô tính của nấm mốc ít đề kháng nhiệt hơn nấm mốc dạng sợi.
-

Bảng 5 Giá trị D của một số vi sinh vật gây hư hỏng thực phẩm acid và acid cao.

Tên vi sinh vật	Cơ chất	°C	D (phút)	z
<i>Neosartorya fischeri</i>	PO ₄ buffer, pH=7,0	85	35,25	4,0
<i>Neosartorya fischeri</i>	PO ₄ buffer, pH=7,0	87	11,1	4,0
<i>Neosartorya fischeri</i>	PO ₄ buffer, pH=7,0	89	3,90	4,0
<i>Neosartorya fischeri</i>	Apple juice	87,8	1,4	5,6
<i>Neosartorya fischeri</i>	Blueberry fruit filling	91	<2,0	5,4 – 11
<i>Talaromyces flavus</i>	Blueberry fruit filling	91	2,5–5,4	9,7–16,6
<i>Talaromyces flavus</i>	Apple juice	90,6	2,2	5,2
<i>Alicyclobacillus</i>	Berry juice	91,1	3,8	–
<i>Alicyclobacillus</i>	Berry juice	95	1,0	–
<i>Alicyclobacillus</i>	Berry juice	87,8	11,0	–
<i>Alicyclobacillus</i>	Concord grape juice, 30 ⁰	85,0	76,0	6,6
<i>Alicyclobacillus</i>	Concord grape juice, 30 ⁰	90	18,0	6,6
<i>Alicyclobacillus</i>	Concord grape juice, 30 ⁰	95	2,3	6,6

Sự đề kháng nhiệt của bào tử

- Các nội bào bào tử (endospores) của vi khuẩn rất đề kháng với nhiệt có ảnh hưởng lớn đến quá trình bảo quản các thực phẩm đã qua xử lý nhiệt.
- Chưa xác định được chính xác nguyên nhân

Sự đề kháng nhiệt của bào tử

- Sự đề kháng nhiệt của bào tử có liên quan đến việc khử nước của thể nguyên sinh (protoplast), sự khoáng hoá và sự thích nghi với nhiệt.
- Nội bào tử của các loài vi sinh vật phát triển ở nhiệt độ cao có tính đề kháng nhiệt hơn những loài phát triển ở nhiệt độ thấp hơn.

4. Tỷ lệ vi sinh vật bị tiêu diệt

4.1 Ở nhiệt độ không đổi

Khi sản phẩm được xử lý ở 1 nhiệt độ nhất định cho trước thì số lượng vi sinh vật sẽ giảm theo thời gian.

$$\ln \frac{N}{N_0} = -kt \quad (1)$$

N là xác suất hư hỏng nếu $N < 1$ và ngược lại, nếu $N \geq 1$ có nghĩa chắc chắn có hộp bị hư hỏng

Phương trình (1) có thể viết ở dạng khác:

$$2.303 \times \log\left(\frac{N}{N_0}\right) = -kt$$

→ $\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = \frac{-kt}{2.303}$

Khi $\frac{N}{N_0} = 0.1$ thì $t = \frac{2.303}{k}$

Đặt $D = \frac{2.303}{k}$ → $k = \frac{2.303}{D}$ (2)

• Từ (1) và (2):

•
$$\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = \frac{-t}{D}$$

Hay
$$\frac{N}{N_0} = 10^{-\frac{t}{D}} \quad (3)$$

Từ phương trình (3), có thể định nghĩa:

Giá trị D (thời gian giảm thập phân) là khoảng thời gian cần thiết để số lượng vi sinh vật giảm đi 10 lần.

D đặc trưng cho tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật đang khảo sát ở nhiệt độ xử lý.

Đặt $n = \log\left(\frac{N_0}{N}\right)$

Ta có: $\log\left(\frac{N}{N_0}\right) = -n = -\frac{t}{D}$

→ $t = n.D$ (4)

n : số đơn vị logarit thập phân cần phải giảm
(độ giảm thập phân)

Ở nhiệt độ không đổi, giá trị n và giá trị F có thể chuyển đổi với nhau trong phương trình (4), với giá trị F thay thế cho giá trị t .

Ta có:

$$n = \frac{F_T}{D_T}$$

Trong đó: F_T : giá trị tiệt trùng ở nhiệt độ T
 D_T : thời gian giảm thập phân ở
nhiệt độ T

Thông thường giá trị F được biểu diễn ở nhiệt độ chuẩn (*121.1°C cho quá trình tiệt trùng và 82.2°C cho quá trình quá trình thanh trùng*).

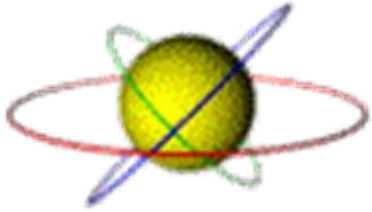
4.2 Xác định giá trị logarit thập phân cần giảm (n)

- ✓ Đồ hộp thực phẩm được xử lý để đạt được giá trị tiệt trùng thương mại.
- ✓ Giá trị tiệt trùng thương mại là phải đảm bảo tiêu diệt các vi sinh vật đến mức thấp nhất sao cho không gây nguy hại đến sức khỏe của người tiêu dùng.
- ✓ Sự hư hỏng do vi sinh vật gây ra ảnh hưởng đến sức khỏe của người tiêu dùng được gọi là hư hỏng thương mại.

- Bảng 6 Giá trị N và N_0 thường được sử dụng trong quá trình tính toán giá trị tiệt trùng thương mại của đồ hộp thực phẩm.

Yếu tố	N	N_0
Sức khỏe cộng đồng	10^{-9}	Các sản phẩm nói chung: 10 Thịt các loại: 10^2 Nấm rơm: 10^4 Đồ hộp: 10^{-5}
Hư hỏng do vi sinh vật ưa ấm	10^{-6}	Các sản phẩm nói chung: 10 Thịt các loại: 10^3
Hư hỏng do vi sinh vật chịu nhiệt	10^{-2}	Các sản phẩm nói chung: 10

Nguồn: Pflug, I.V., J Food Protect.



BÀI TẬP

Bài tập 1: Giá trị tiệt trùng F ở 121.1°C để tiêu diệt 99.999% vi khuẩn *Clostridium botulinum* là 1.2 phút. Tính giá trị D_0 của vi khuẩn này?

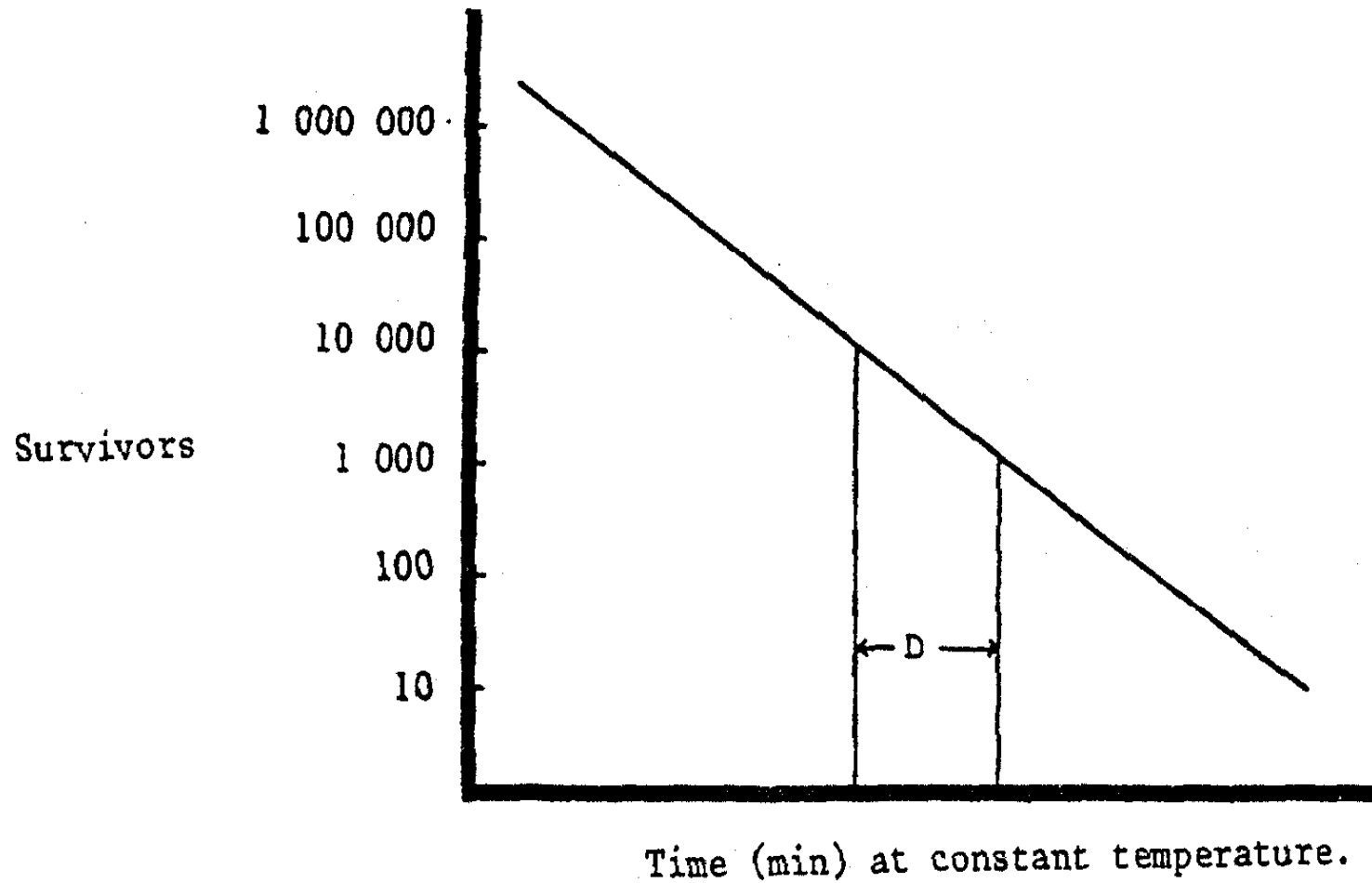
Bài tập 2: Tính giá trị F_0 dựa vào khái niệm $12D$, sử dụng giá trị D_0 của vi khuẩn *Clostridium botulinum* trong bài tập 1 và số lượng bào tử ban đầu của sản phẩm là 100.

Bài tập 3: Giá trị tiệt trùng của 1 quá trình xử lý nhiệt F_0 là 2.88 phút. Nếu mỗi hộp chứa 10 bào tử và có $D_0=1.5$ phút thì xác suất hư hỏng từ vi sinh vật này là bao nhiêu? Biết rằng trong quá trình tính toán giá trị F_0 đã sử dụng giá trị z của vi khuẩn này.

Bài tập 4: Số lượng bào tử trong đồ hộp thực phẩm là 100 và giá trị $D_0=1.5$ phút. Tính giá trị tiệt trùng cần phải đạt F_0 cho 1 quá trình xử lý sao cho xác suất hư hỏng là 1 trong 100 000 hộp. Nếu cùng một điều kiện như nhau, vi khuẩn *C. botulinum* type B có giá trị D là 0.2 phút thì giá trị F_0 cần phải đạt là bao nhiêu để thoả mãn với quá trình xử lý $12D$ cho vi khuẩn này?. Biết rằng số lượng bào tử vi khuẩn *C. botulinum* ban đầu là 1/ hộp.

4.3 Đường thẳng số lượng vi sinh vật sống sót và giá trị D

- Theo Stumbo và Ctv, 1950 và Schmidt, 1950 có thể xác định giá trị D nếu có các số liệu vi sinh vật còn sống sót ở hai thời gian xử lý nhiệt.
- Về mặt hình học, giá trị D là thời gian mà đường thẳng vi sinh vật sống sót đi qua 1 chu kì log và nghịch đảo giá trị này là độ dốc của đường thẳng.



Hình 1 Đồ thị đường cong sống sót của vi sinh vật

Về mặt toán học, ta có:

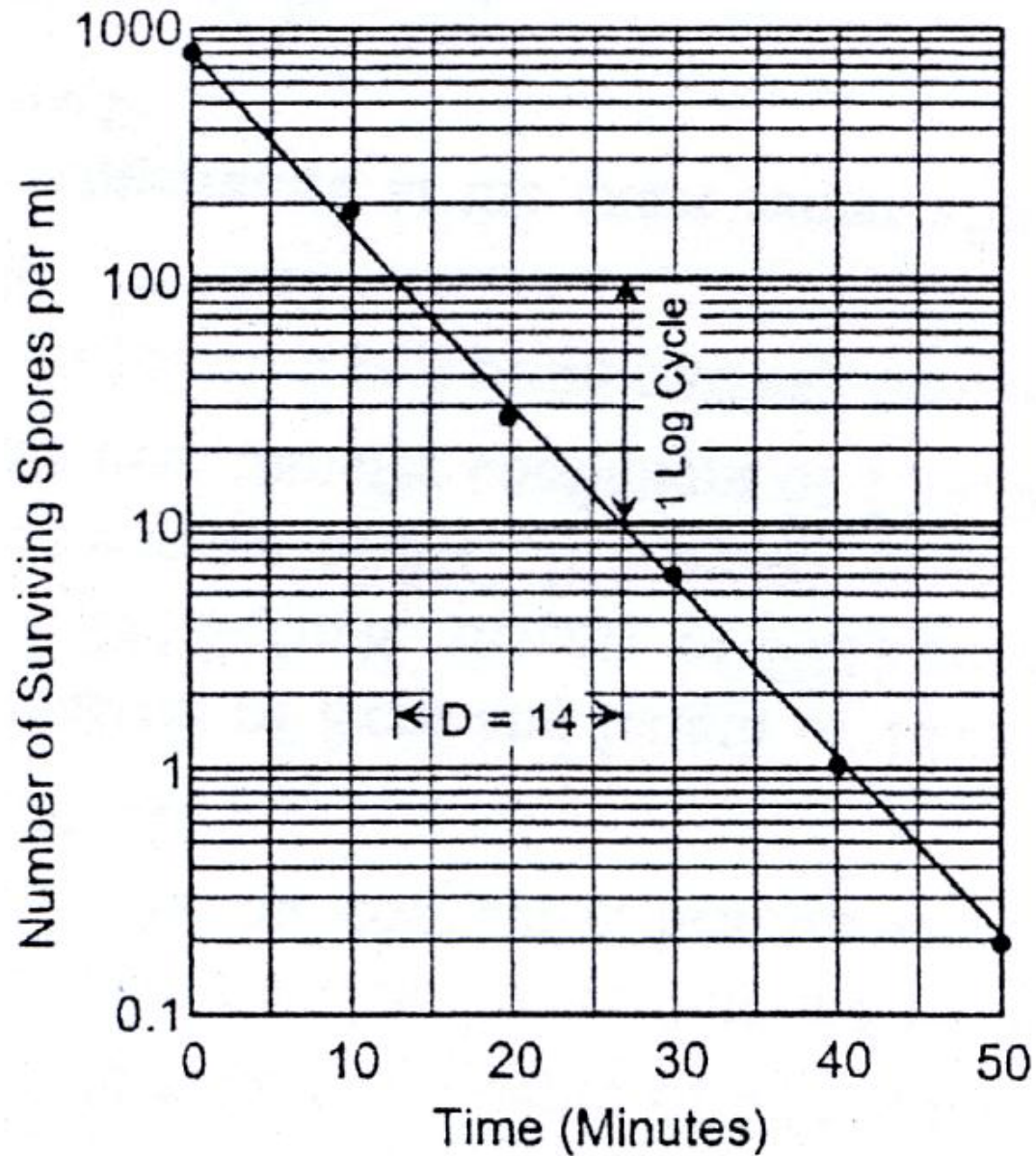
$$D = \frac{t_2 - t_1}{\log(N_1) - \log(N_2)} \quad (6)$$

Trong đó, N_1 và N_2 lần lượt là số lượng vi sinh vật còn sống sót sau thời gian xử lý nhiệt t_1 và t_2 .

Giá trị D càng nhỏ thì tốc độ tiêu diệt vi sinh vật càng nhanh.

- Ví dụ: các đồ hộp thực phẩm chứa 800 bào tử/ml được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 245°C ở các khoảng thời gian khác nhau. Số lượng bào tử sống sót/ml được trình bày qua bảng và đồ thị dưới đây.

Thời gian (phút)	Bào tử/ml
0	800
10	190
20	27
30	6
40	1
50	0.2



Hình 2 Đồ thị semilog về sự sống sót của vi sinh vật

Dựa vào đồ thị nhận thấy giá trị $D=14$ vì qua 1 chu kì log có sự giảm 10 lần số lượng bào tử.

Độ dốc của đường thẳng là: $1/14 = 0.0714$

Phương trình đường thẳng là:

$$\log(N) = \log(800) - 0.0714t$$

Chuyển sang dạng mũ có dạng:

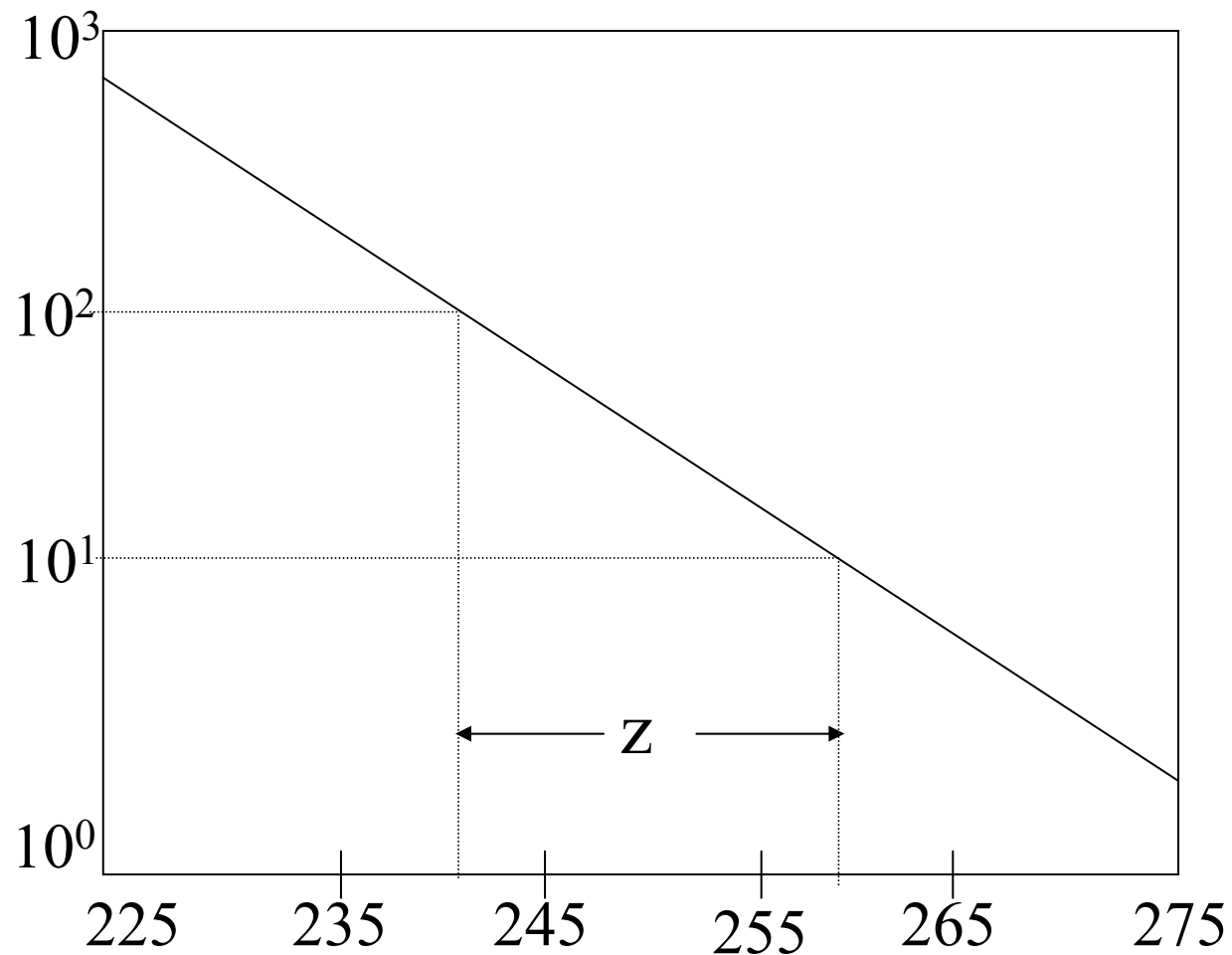
$$N = 800(10)^{-0.0714t}$$

Bảng 7 Mối liên hệ về các tính chất nhiệt giữa các thành phần cảm quan và dinh dưỡng của thực phẩm và tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật và enzyme

Thành phần	Nguồn	pH	z (°C)	D (phút)	Khoảng nhiệt độ (°C)
Thiamin	Purée cà rốt	5,9	25	158	109-149
Thiamin	Purée đậu hà lan	tn	27	247	121-138
Thiamin	Thịt cừu nghiền	6,2	25	120	109-149
Lysine	Bột đậu nành	–	21	786	100-127
Chlorophyll a	Rau bina	6,5	51	13,0	127-149
Chlorophyll a	Rau bina	tn	45	34,1	100-130
Chlorophyll b	Rau bina	5,5	79	14,7	127-149
Chlorophyll b	Rau bina	tn	59	48	100-130
Anthocyanin	Nước nho	tn	23,2	17,8*	20-121
Betanin	Nước củ cải đường	5,0	58,9	46,6*	50-100
Carotenoids	Ốt bột	tn	18,9	0,038*	52-65
Peroxydase	Đậu hà lan	tn	37,2	3,0	110-138
Peroxydase	Các loại	–	28-44	–	–
Bào tử <i>Clostridium botulinum</i> type A và B	Các loại	>4,5	5,5-10	0,1-0,3	104
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	Các loại	>4,5	7-10	4,0-5,0	110+

4.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý và giá trị z

- Giá trị z là khoảng nhiệt độ sao cho giá trị D tăng hoặc giảm 10 lần hoặc trên đồ thị semilog giá trị z là khoảng nhiệt độ sao cho đường cong giá trị D đi qua 1 chu kì log.



Hình 3 đường thẳng về tính đề kháng nhiệt của vi sinh vật

- Về mặt toán học:
-

$$z = \frac{T_2 - T_1}{\log(D_1) - \log(D_2)} \quad (7)$$

Trong đó giá trị D_1 và D_2 là các giá trị ở nhiệt độ T_1 và T_2 .

Đường thẳng về tính đề kháng nhiệt của VSV có phương trình:

$$\log(D) = \log(D_0) - \frac{1}{z} (T - T_0)$$

Hay

$$\frac{D}{D_0} = 10^{\frac{T_0 - T}{z}} \quad (8)$$

Trong đó T_0 là nhiệt độ chuẩn ($T_0 = 121,1^\circ\text{C}$)

D_0 là giá trị D ở nhiệt độ T_0

4.5 Ở nhiệt độ thay đổi

- Dựa vào mối quan hệ giữa thời gian và nhiệt độ và đặt L_T là giá trị diệt khuẩn sinh học, là khả năng tiêu diệt vi sinh vật trong 1 phút ở nhiệt độ T , ta có phương trình:

$$L_T = \frac{1}{t} = \frac{1}{\frac{T_9 - T}{10^z}} = 10^{\frac{T - T_0}{z}} \quad (9)$$

Như vậy, thời gian cần thiết để tiêu diệt vi sinh vật sẽ là:

$$F_T = L_T \cdot t$$

Đối với các quá trình xử lý nhiệt đồ hộp với nhiệt độ thay đổi, giá trị tiệt trùng F bằng tổng các giá trị diệt khuẩn sinh học ở các khoảng thời gian khác nhau và nhiệt độ trung bình ở các khoảng thời gian đó:

$$F = \Delta L_T \cdot \Delta t \quad (10)$$

4.6 Giá trị tiệt trùng cần phải đạt F_0

- Để so sánh 2 chế độ xử lý nhiệt có nhiệt độ và thời gian khác nhau, người ta quy chúng về cùng 1 nhiệt độ giống nhau là $121,1^{\circ}\text{C}$ (250°F), ta có khái niệm F_0 và được biểu diễn qua phương trình như sau:

$$\log(F_0) = \log(F_T) + \frac{T - 250}{z} \quad (11)$$

Hay

$$\log(F_0) = \log(F_T) + \frac{T - 121,1}{z}$$

5. Tính quá trình xử lý nhiệt đồ hộp thực phẩm

Có rất nhiều phương pháp để tính giá trị tiệt trùng cho quá trình xử lý nhiệt đồ hộp.

Phương pháp cổ điển, phương pháp cải tiến từ phương pháp cổ điển, phương pháp công thức Stumbo, phương pháp Pham, phương pháp công thức Ball, phương pháp đếm diện tích, phương pháp cắt và cân khối lượng v.v...

Kiểm tra sự thâm nhập nhiệt và tính chế độ xử lý nhiệt bằng phương pháp công thức Ball

- Cần khảo sát các yếu tố sau:
 - Hiệu quả tiệt trùng của sản phẩm
 - Hiệu quả kinh tế
 - Chất lượng của sản phẩm
 - Tính đồng đều của sản phẩm

5.1 Đánh giá một quá trình xử lý nhiệt dựa vào 2 thông số như sau:

1. Xác định động học tiêu diệt vi sinh vật

Giá trị D:

Giá trị z:

Tỉ lệ tử vong, L: thời gian xử lý nhiệt thực tế ở nhiệt độ cho trước được biến đổi thành thời gian của xử lý ở nhiệt độ 121.1°C sao cho đạt cùng hiệu quả tiêu diệt vi khuẩn *C. botulinum*.

Giá trị tiệt trùng, F_0 :

5.2. Các thông số mô tả quá trình truyền nhiệt

- **Nhiệt độ tương ứng với thông số f_h và f_c :** các thông số này cho biết tỉ lệ truyền nhiệt vào trong hộp và các cấu phần trong suốt quá trình xử lý nhiệt và làm lạnh.
- **Yếu tố trễ pha, j_h và j_c :** các thông số này cho biết thời gian trễ trước khi tỉ lệ truyền nhiệt đạt f_h và f_c .

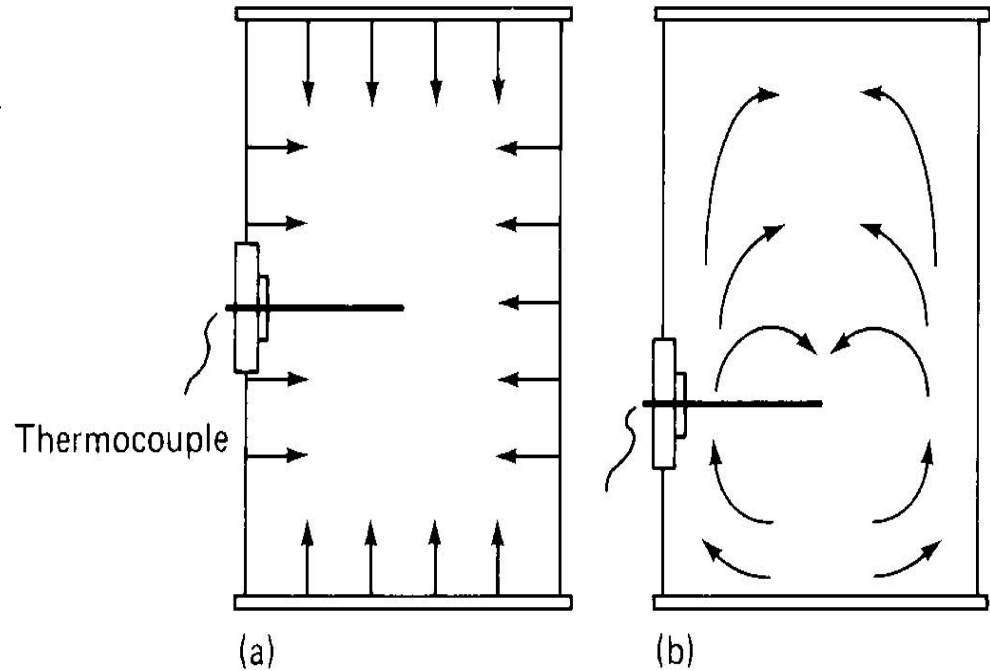
Hiệu quả tử vong là hàm số của thời gian, nhiệt độ và số lượng vi khuẩn ban đầu.

Để thiết kế hoặc đánh giá một quá trình xử lý nhiệt, phải xác định:

- Khoảng truyền nhiệt chậm nhất của hộp, gọi là vùng lạnh.
- Số lượng vi sinh vật nhắm tới tồn tại và tính đề kháng nhiệt của chúng.

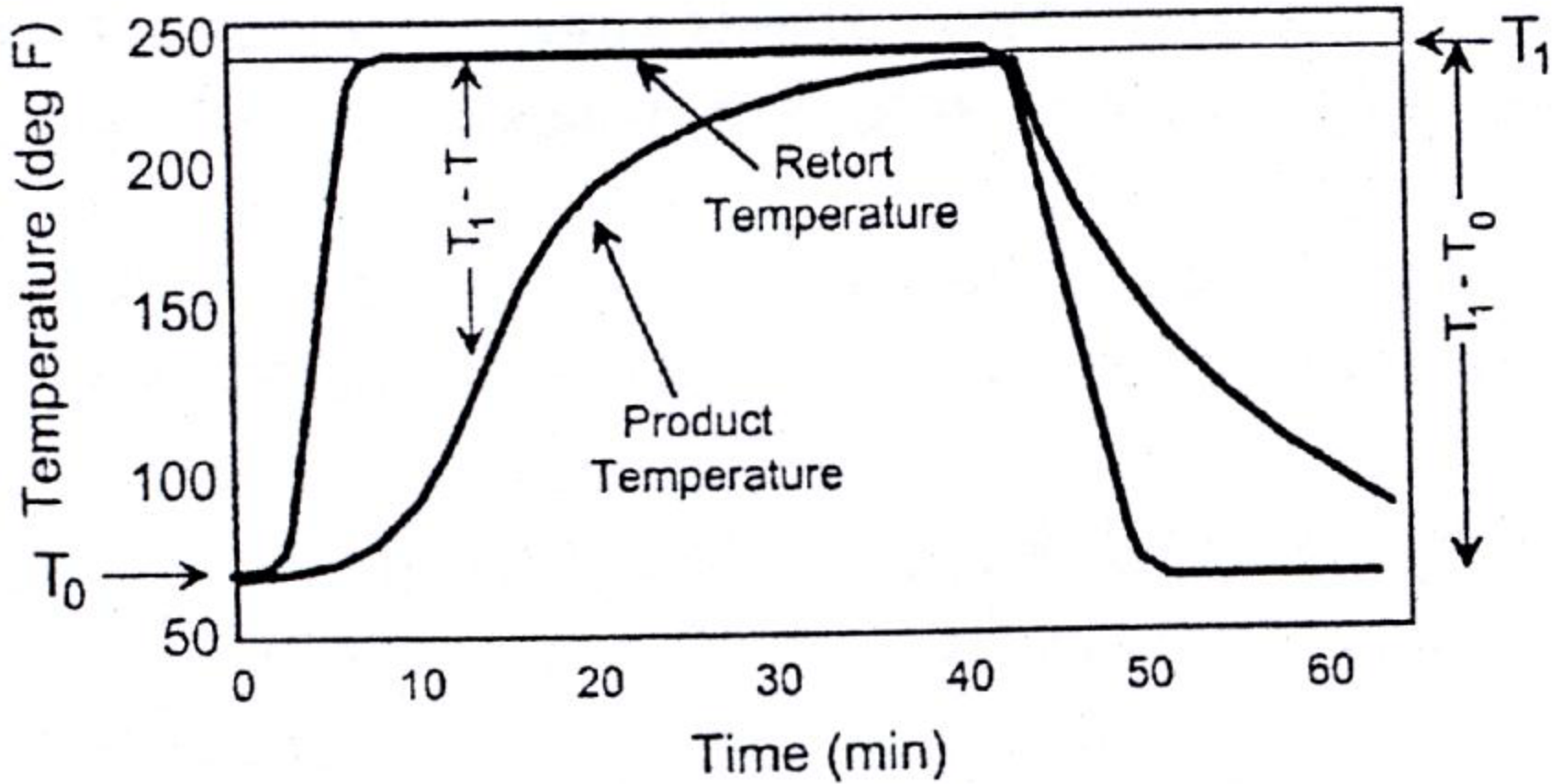
5.3 Sự truyền nhiệt

- Để kiểm tra sự truyền nhiệt vào trong tâm của hộp, thường sử dụng nhiệt kế (thermocouple) đặt vào bên trong hộp để đo nhiệt độ tại vùng truyền nhiệt chậm nhất



Sự khác nhau giữa nhiệt độ tâm của sản phẩm và nhiệt độ nồi cho biết hiệu quả truyền nhiệt của sản phẩm.

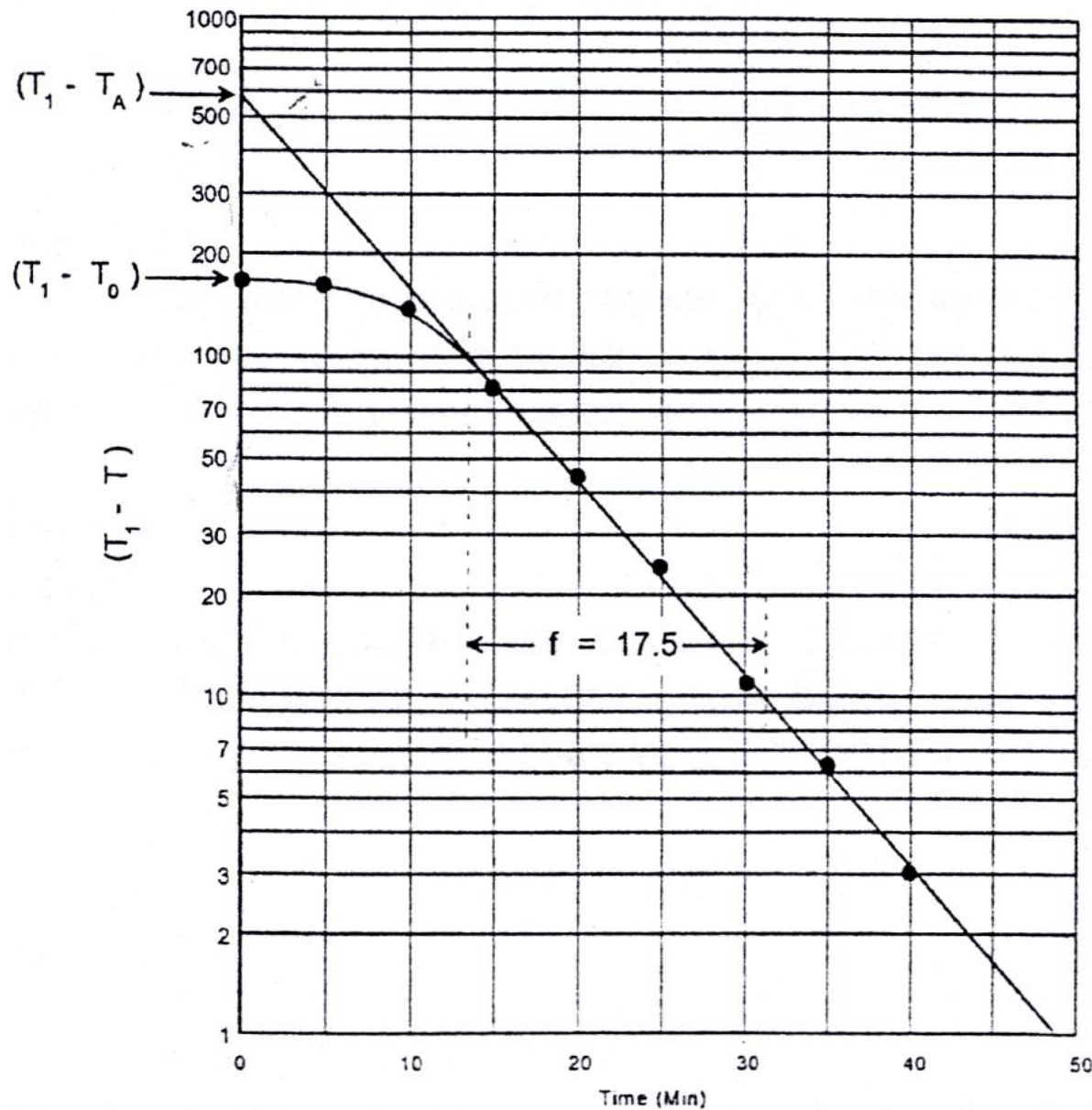
Hay nói cách khác, khi nhiệt độ của sản phẩm đạt đến nhiệt độ của nồi thì tỉ lệ nhiệt giảm theo hàm số mũ, được trình bày qua bảng 8.



Hình 4: Diễn tiến của nhiệt độ của nồi nấu và tâm sản phẩm trong quá trình xử lý nhiệt

Bảng 8: Các số liệu được ghi nhận từ đầu dò nhiệt độ

Thời gian (phút) t	Nhiệt độ nồi nấu T_R	Nhiệt độ của sản phẩm T	Sự khác nhau $T_R - T$
0	71	70=T_0	170
5	152	75	165
10	240=T_R	94	146
15	240	154	86
20	240	194	46
25	240	215	25
30	240	229	11
35	240	234	6
40	240	237=T_B	3
45	158	195	
50	70	145	
55	68=T_2	118	
60	68	100	



Sự khác nhau của phần bị chặn thực tế và phần bị chặn biểu kiến là:

$$\text{Sự khác nhau} = \log(T_R - T_A) - \log(T_R - T_0)$$

Hình 5: đường cong truyền nhiệt

Đường thẳng có phương trình

$$\log(T_R - T) = \log(T_R - T_A) - \frac{t}{f_h} \quad (12)$$

t : thời gian xử lý (phút)

T : nhiệt độ tâm của sản phẩm tại thời gian t

T_R : nhiệt độ của nồi tiệt trùng

T_0 : nhiệt độ ban đầu biểu kiến của đường thẳng

f_h : thời gian cần thiết để đường thẳng đi qua 1 chu kì log

Nếu gọi sự khác nhau này là $\log(j_h)$ thì phương trình (*) trở thành:

$$\begin{aligned}\log(j_h) &= \log(T_R - T_A) - \log(T_R - T_0) \\ \log(T_R - T_A) &= \log(j_h) + \log(T_R - T_0)\end{aligned}$$

Thế vào phương trình (12) ta có:

$$\log(T_R - T) = \log[j_h (T_R - T_0)] - \frac{t}{f_h} \quad (13)$$

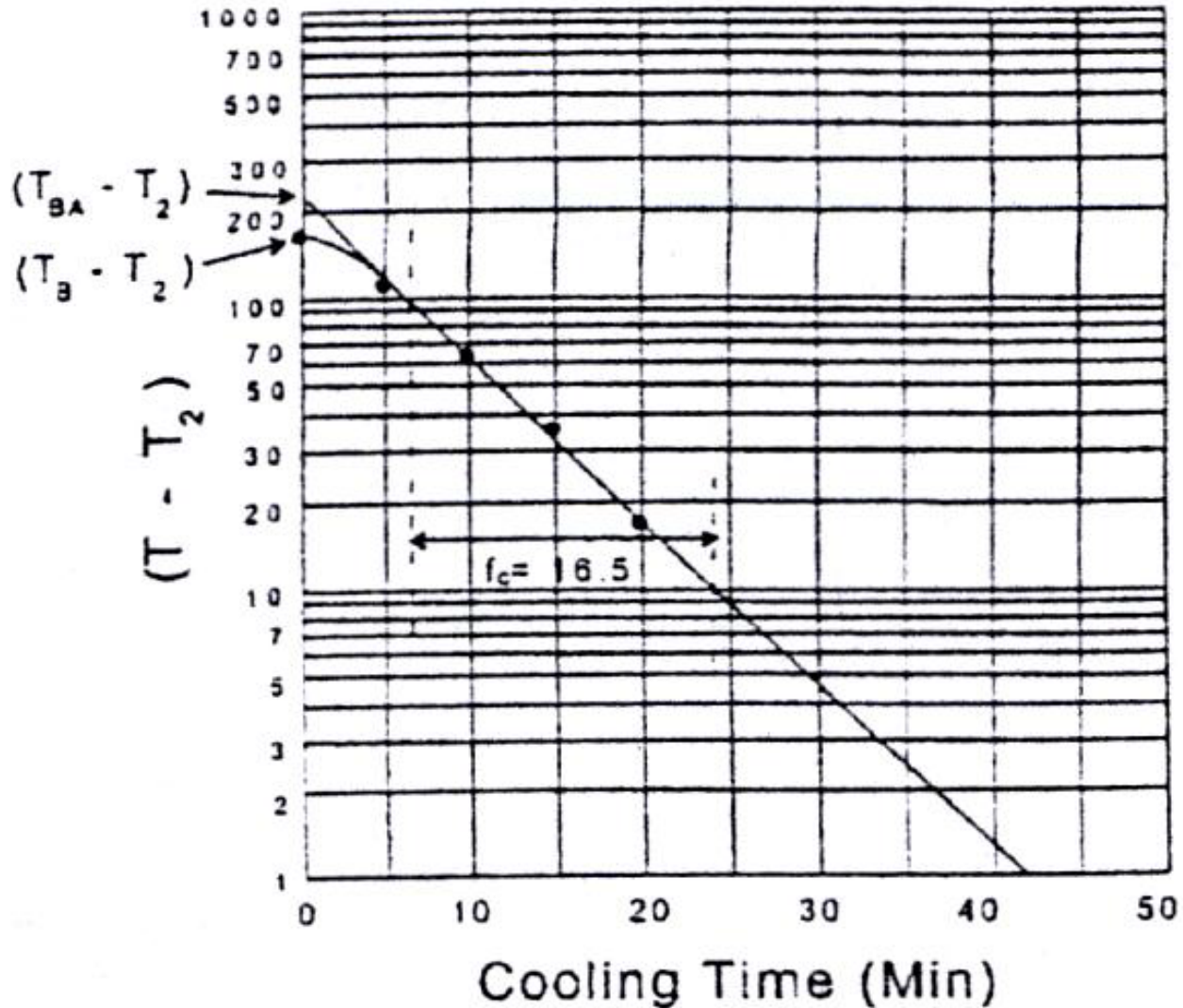
Dựa vào phương trình này có thể dự đoán nhiệt độ của sản phẩm tại bất kì thời gian nào.

- Cách xác định phân bị chấn:
- Cách 1:

$$j_h = \frac{T_R - T_A}{T_R - T_o}$$

- Cách 2: Sự khác nhau này có thể tính trực tiếp từ đồ thị semilog. Chúng ta xác định f_h và j_h cho các cấu phần thực phẩm và hộp chứa từ các số liệu thực tế, sau đó sử dụng chúng để dự đoán tỉ lệ nhiệt cho các sản phẩm và hộp chứa tương tự với các giá trị T_o và T_R khác nhau.

Đường cong làm lạnh

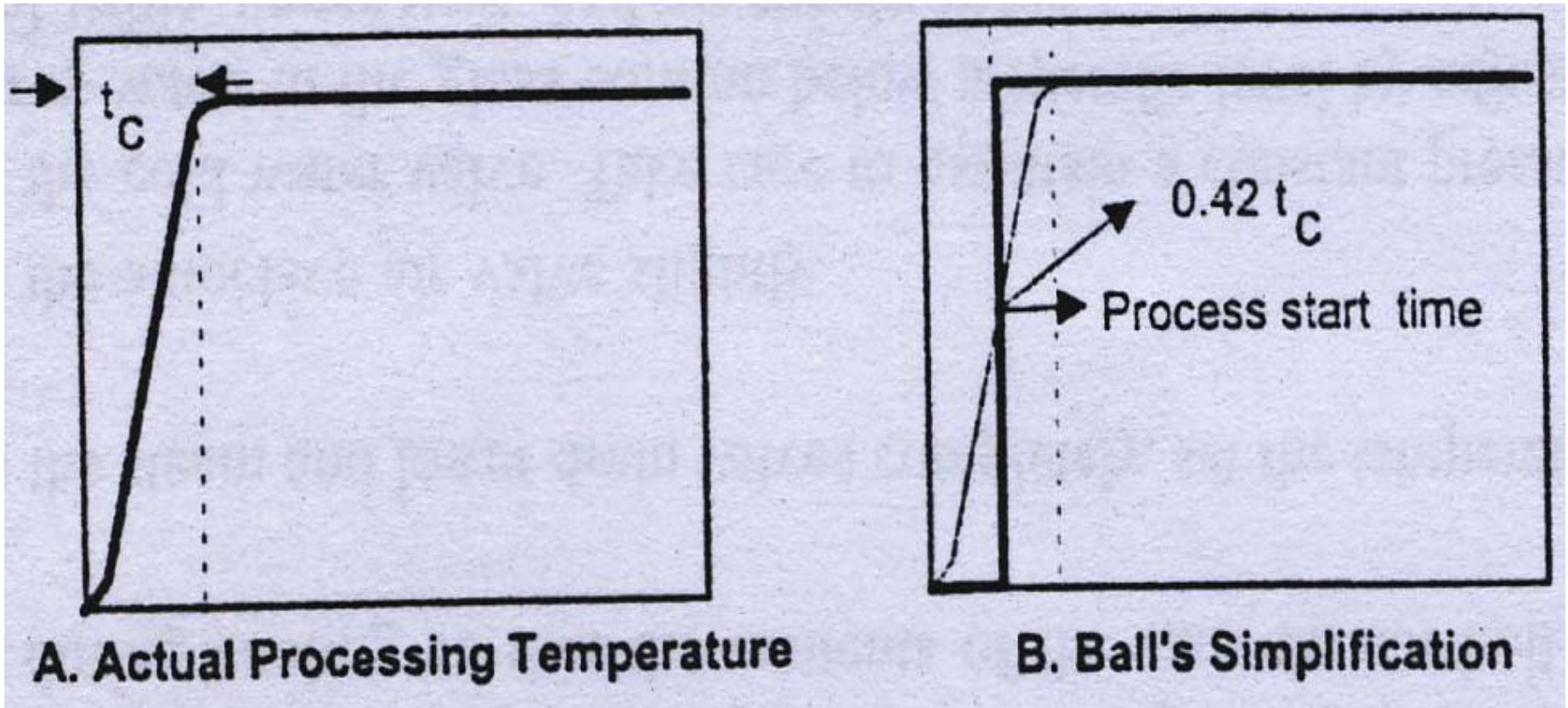


6. Phương pháp công thức Ball

- ❖ Sử dụng các thông số của quá trình thâm nhập nhiệt.
- ❖ Thiết kế quá trình xử lý nhiệt là việc xác định thời gian cần thiết để đạt được giá trị tiệt trùng nhất định, F_0 .
- ❖ Đánh giá quá trình xử lý nhiệt là việc xác định sự đạt được giá trị tiệt trùng (hiệu quả tiệt trùng) qua quá trình xử lý.

❖ Ball đưa ra công thức tính giá trị tiết trùng cho các tình huống mới bằng cách sử dụng các giá trị f và j được lấy từ thí nghiệm thực tế của các sản phẩm khác nhau.

❖ Trong suốt thời gian nâng nhiệt t_c , tỉ lệ tử vong luôn luôn thay đổi. Ball đề nghị thay thế điều này với một đường cong duy trì tại nhiệt độ bắt đầu của thời gian nâng nhiệt là 58%.



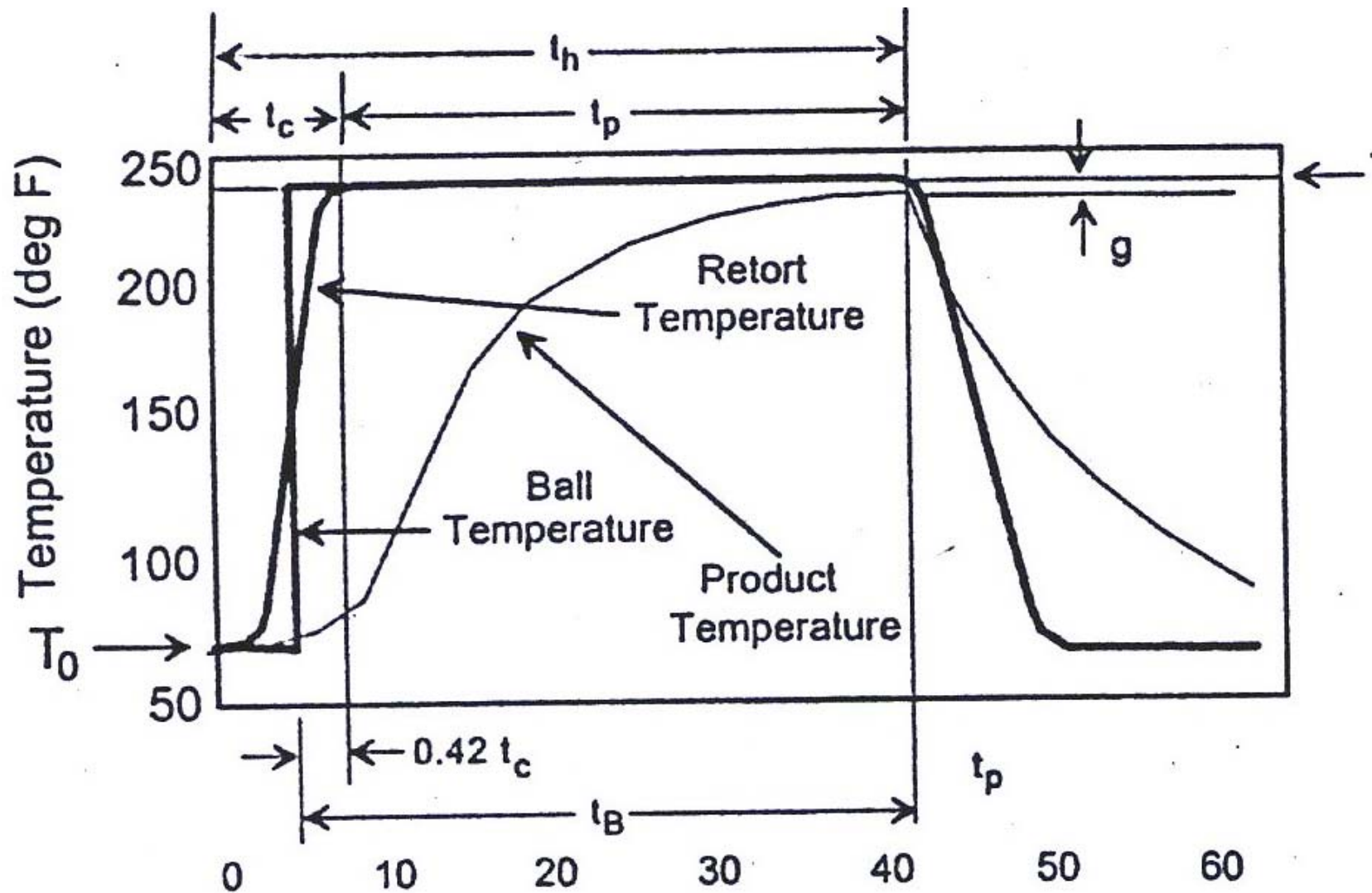
Hình 6: thời gian nâng nhiệt và thời gian bắt đầu quá trình xử lý

Các thuật ngữ:

t_c là thời gian nâng nhiệt: là thời gian cần thiết để nhiệt độ của nồi tiệt trùng đạt đến nhiệt độ chế biến.

t_p là thời gian giữ nhiệt: là toàn bộ thời gian mà nhiệt độ chế biến của nồi nấu được duy trì.

t_h : là tổng thời gian xử lý nhiệt $= t_c + t_p \cdot t_B =$ thời gian xử lý Ball $= 0.42t_c + t_p$.



Hình 7: Diễn tiến của quá trình xử lý nhiệt theo phương pháp Ball

Nếu chúng ta sử dụng thời gian xử lý Ball, phương trình đường cong xử lý nhiệt trở thành:

$$\log(T_R - T_B) = \log[j_h (T_R - T_o)] - \frac{t_B}{f_h} \quad (14)$$

Đặt $g = T_R - T_B$ là sự khác nhau giữa nhiệt độ tối đa của sản phẩm và nhiệt độ môi trường xử lý nhiệt thì phương trình (14):

$$\log(g) = \log[j_h (T_R - T_o)] - \frac{t_B}{f_h} \quad (15)$$

- Vậy thời gian xử lý nhiệt Ball cần thiết:

$$t_B = f_h \log \left[\frac{j_h (T_1 - T_0)}{g} \right]$$

Vinters, 1975 đã đưa ra phương pháp tính giá trị g theo R (f_h/U) hoặc ngược lại theo phương trình như sau:

➤ **Tính R (f_h/U):**

Đặt $x = \log g$

Nếu $x \leq -0.9542$ thì: $f_h/U = 1/(0.71 - x)$

Nếu $x > -0.9542$ thì: $\log (f_h/U) = 0.072468.x^5 + 0.06064.x^4 + 0.071368.x^3 + 0.23426.x^2 + 0.51548.x + 0.12384$

Tính log g

Đặt $R = \log (f_h/U)$

Nếu $f_h/U \leq 0.6$ thì:

$$\log g = (0.71 \cdot f_h/U - 1)/(f_h/U)$$

Nếu $f_h/U > 0.6$ thì:

$$\log g = 0.042808 \cdot R^5 - 0.35709 \cdot R^4 + 1.1929 \cdot R^3 - 2.1296 \cdot R^2 + 2.4847 \cdot R - 0.28274.$$

f_h/U	$\log g$	f_h/U	$\log g$
0,350	-2,147	4,000	0,655
0,400	-1,790	4,500	0,702
0,450	-1,512	5,000	0,742
0,500	-1,290	5,500	0,776
0,550	-1,108	6,000	0,805
0,600	-0,949	7,000	0,854
0,650	-0,843	8,000	0,894
0,700	-0,736	9,000	0,927
0,750	-0,635	10,00	0,955
0,800	-0,544	15,00	1,052
0,850	-0,463	20,00	1,112
0,900	-0,392	25,00	1,155
0,950	-0,328	30,00	1,187
1,000	-0,273	35,00	1,214
1,100	-0,173	40,00	1,235
1,200	-0,090	45,00	1,254
1,300	-0,019	50,00	1,270
1,400	0,042	60,00	1,296
1,500	0,097	70,00	1,318
1,600	0,146	80,00	1,336
1,700	0,183	90,00	1,352
1,800	0,229	100,00	1,365
1,900	0,265	120,00	1,388
2,000	0,298	140,00	1,406
2,500	0,430	160,00	1,422
3,000	0,525	180,00	1,435
3,500	0,598	200,0	1,447

Xác định thời gian tiệt trùng bằng phương pháp Ball

Phương pháp công thức Ball đã đưa ra các giả định như sau:

- $f_{h-} = f_c$, vì đường cong xử lý nhiệt và đường cong làm lạnh có cùng độ dốc
- $j_c = 1.41$
- sự di chuyển từ quá trình xử lý nhiệt đến quá trình làm lạnh là một phần của parabol trên đồ thị semilog.
- Nhiệt độ môi trường làm lạnh là 180°F thấp hơn nhiệt độ môi trường xử lý nhiệt.

Sử dụng phương pháp Ball để tính thời gian xử lý
Ball cần thiết cho quá trình xử lý nhiệt, phải có
những thông tin như sau:

- ✓ T_0 : nhiệt độ ban đầu của sản phẩm
- ✓ T_R : nhiệt độ nổi tiệt trùng
- ✓ F_0 : giá trị tiệt trùng cần phải đạt

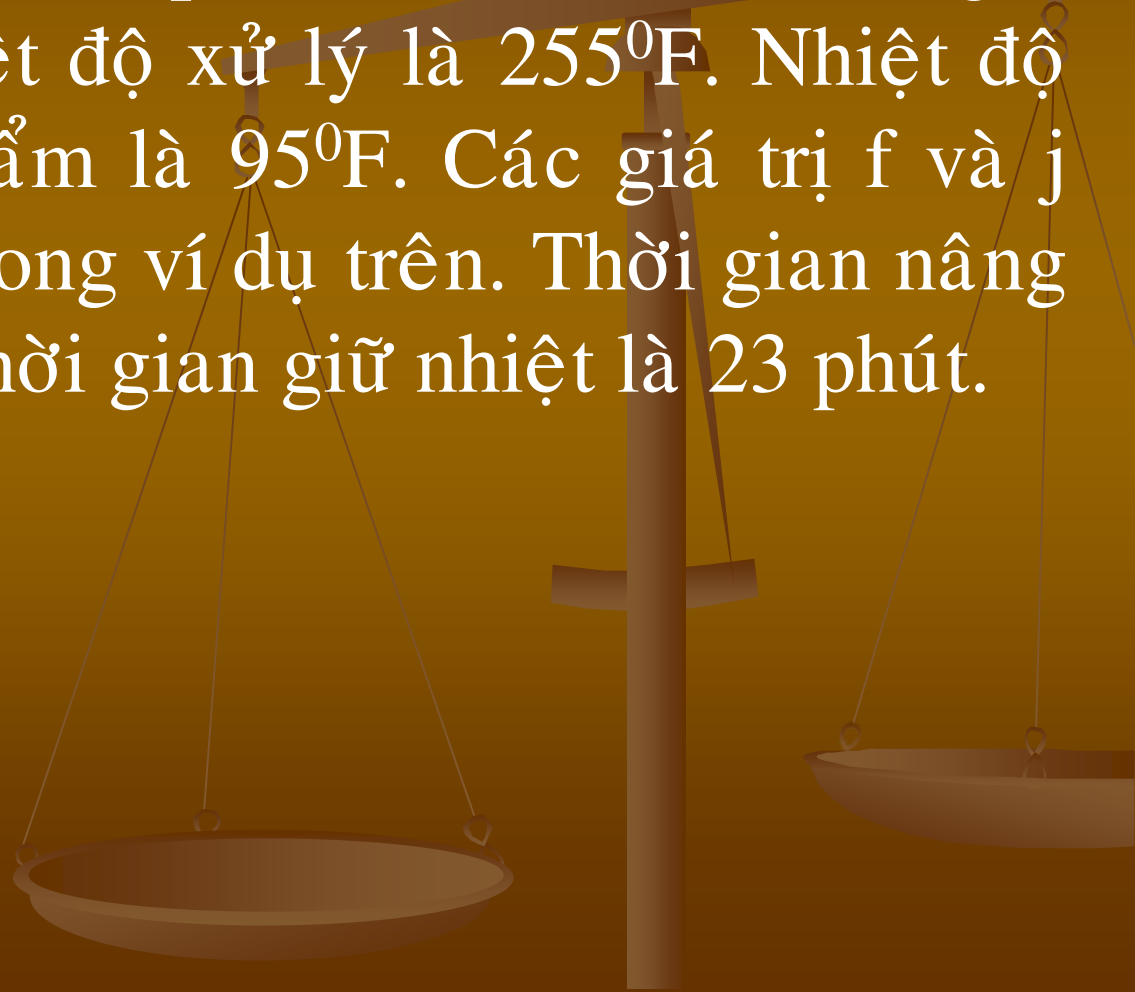
Ví dụ: Một quá trình tiệt trùng được thiết kế để đạt giá trị $F_0=7$ phút. Nói cách khác, chúng ta muốn một quá trình tương đương nhằm tiêu diệt *C. botulinum* là 7 phút ở 250°F . Các thông số được xác định từ thực tế: $f_h=17,5$ và $j_h=1,94$. Thời gian ban đầu của sản phẩm là 170°F và nhiệt độ xử lý là 240°F . Vậy thời gian xử lý Ball là bao nhiêu?

Giải: chúng ta chấp nhận các giá trị chuẩn như sau: $f_c=f_h=17,5$ phút, $j_c=1,41$ và $T_2=T_1-180^{\circ}$. Các tính toán được trình bày trong bảng 9 cho thấy thời gian xử lý Ball là 57 phút.

Bảng 9: tính toán thời gian tiệt trùng cho giá trị tiệt trùng F_0

Stt	Các biến số	Giá trị
1	F_0 (phút)	7,0 phút
2	f_h (phút)	17,5 phút
3	j_h	1.94
4	T_0 ($^{\circ}$ F)	70 $^{\circ}$ F
5	T_R ($^{\circ}$ F)	240 $^{\circ}$ F
6	$L = 10^{[(T_1-250)/18]}$	$L=10^{[(240-250)/18]}=0,278$
7	T_R-T_0	240-70=170
8	$j_h(T_R-T_0)$	1,94(170)=330
9	$\log(j_h(T_R-T_0))$	$\log(330)=2.519$
10	$R = \frac{f_h \times L}{F_0}$	$R = \frac{17,5 \times 0,278}{7} = 0,695$
Sử dụng bảng hoặc đồ thị để tính $\log(g)$ cho giá trị $R(f_h/U)$:		
11	$\log(g)$	- 0,75
12	$\log[j_h(T_R-T_0)]-\log(g)$	2,519 - (-0,756)=3,265
13	$t_B=f_h\{\log[j_h(T_1-T_0)]-\log(g)\}$	17,5(3,265)=57,1 phút

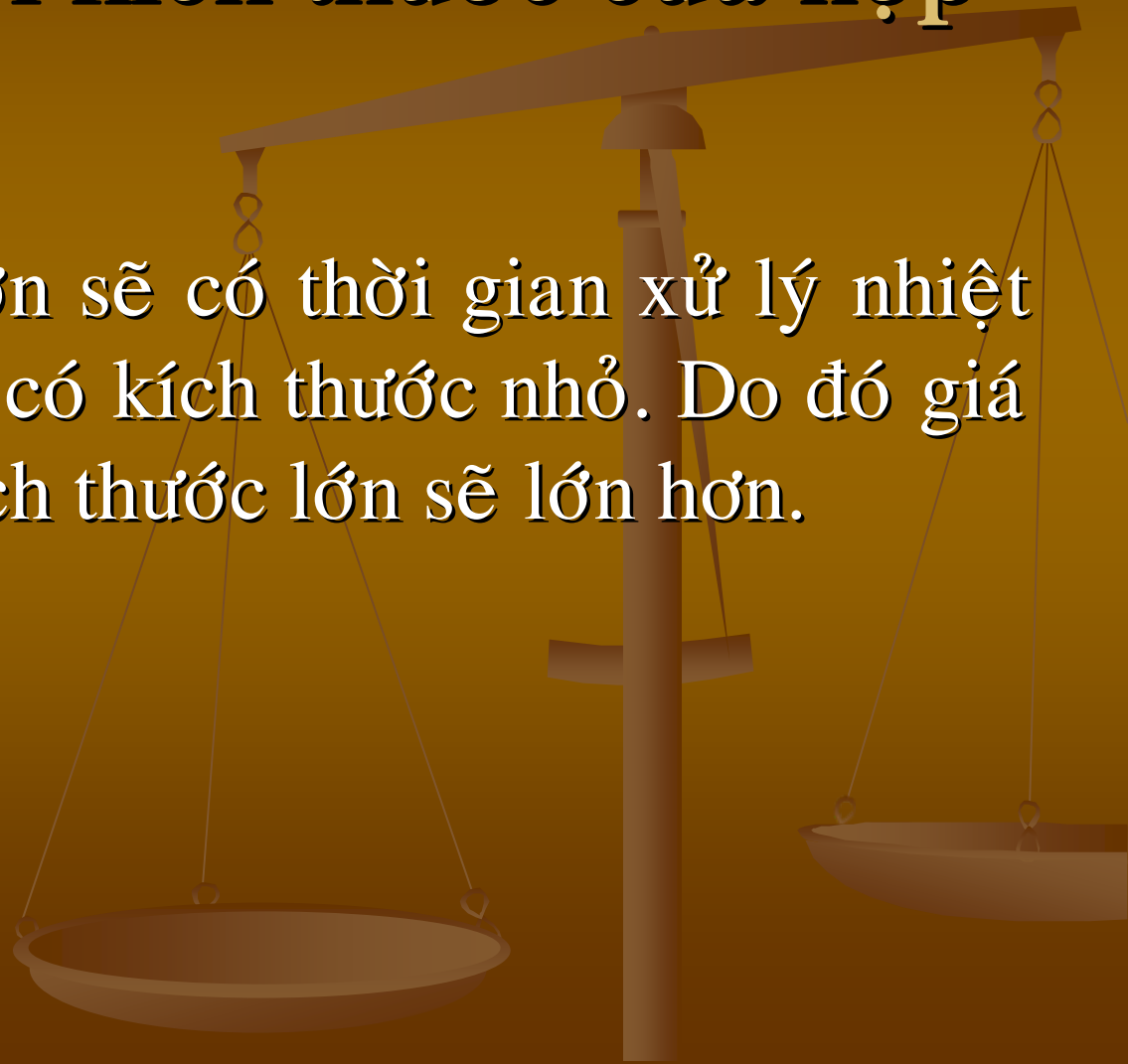
Ví dụ: Đánh giá một quá trình và xác định giá trị F_0 . Biết rằng nhiệt độ xử lý là 255°F . Nhiệt độ ban đầu của sản phẩm là 95°F . Các giá trị f và j được xác định như trong ví dụ trên. Thời gian nâng nhiệt là 12 phút và thời gian giữ nhiệt là 23 phút.



Stt	Các biến số	Giá trị
1	t_B (phút)	$23+0,42(12)=28,0$ phút
2	f_h (phút)	17,5 phút
3	j_h	1,94
4	T_0 ($^{\circ}\text{F}$)	95
5	T_R ($^{\circ}\text{F}$)	255
6	$L = 10^{[(T_1-250)/18]}$	$L = 10^{[(255-250)/18]} = 1,89$
7	T_R-T_0	$255-95=160$
8	$j_h(T_R-T_0)$	$1,94(160)=310$
9	$\log(j_h(T_R-T_0))$	$\log(310)=2,49$
10	t_B/f_h	$28,0/17,5=1,60$
11	$\log(g)=\log[j_h(T_R-T_0)-t_B/f_h]$	$2,49-1,60=0,89$
Sử dụng bảng hoặc đồ thị để tính $R(f_h/U)$ với $\log(g)$ cho trước		
12	R	7,8886
13	$F_0 = \frac{f_h \times L}{R}$	$\frac{17,5 \times 1,896}{7,8886} = 4,21$

7. Sự thay đổi kích thước của hộp

Hộp có kích thước lớn sẽ có thời gian xử lý nhiệt lâu hơn so với hộp có kích thước nhỏ. Do đó giá trị f_h của hộp có kích thước lớn sẽ lớn hơn.



7.1 Thực phẩm truyền nhiệt theo phương thức dẫn truyền

Mối quan hệ giữa đường kính và kích thước của hộp được thể hiện qua phương trình

$$\text{Hệ số của hộp} = 4\alpha f_h = \frac{0.933.d^2}{2.34 + (d/L)^2}$$

Trong đó:

d: đường kính của hộp – $\frac{1}{4}$ in

L: chiều dài của hộp – $\frac{1}{8}$ in

\square : hệ số khuếch tán nhiệt của thực phẩm.

Tỉ số giữa các giá trị f của hai hộp có kích thước khác nhau bằng với các hệ số của các hộp đó:

$$\frac{f_a}{f_b} = \frac{(\text{he so hop})_a}{(\text{he so hop})_b}$$



Bài tập 1:

Ví dụ: Quá trình kiểm tra thẩm thấu nhiệt của thực phẩm chứa trong hộp 307×509 xác định được $f_h = 27$ phút. Vậy giá trị f_h của hộp 202×308 là bao nhiêu nếu thực phẩm truyền nhiệt theo phương thức dẫn truyền?

7.2 Thực phẩm dẫn truyền bằng phương thức đối lưu

$$\text{hệ số hộp} = \left(\frac{r.L}{r + L} \right)$$

Trong đó:

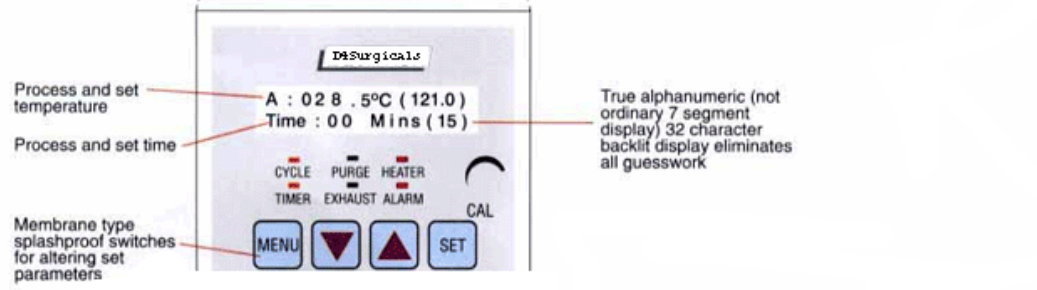
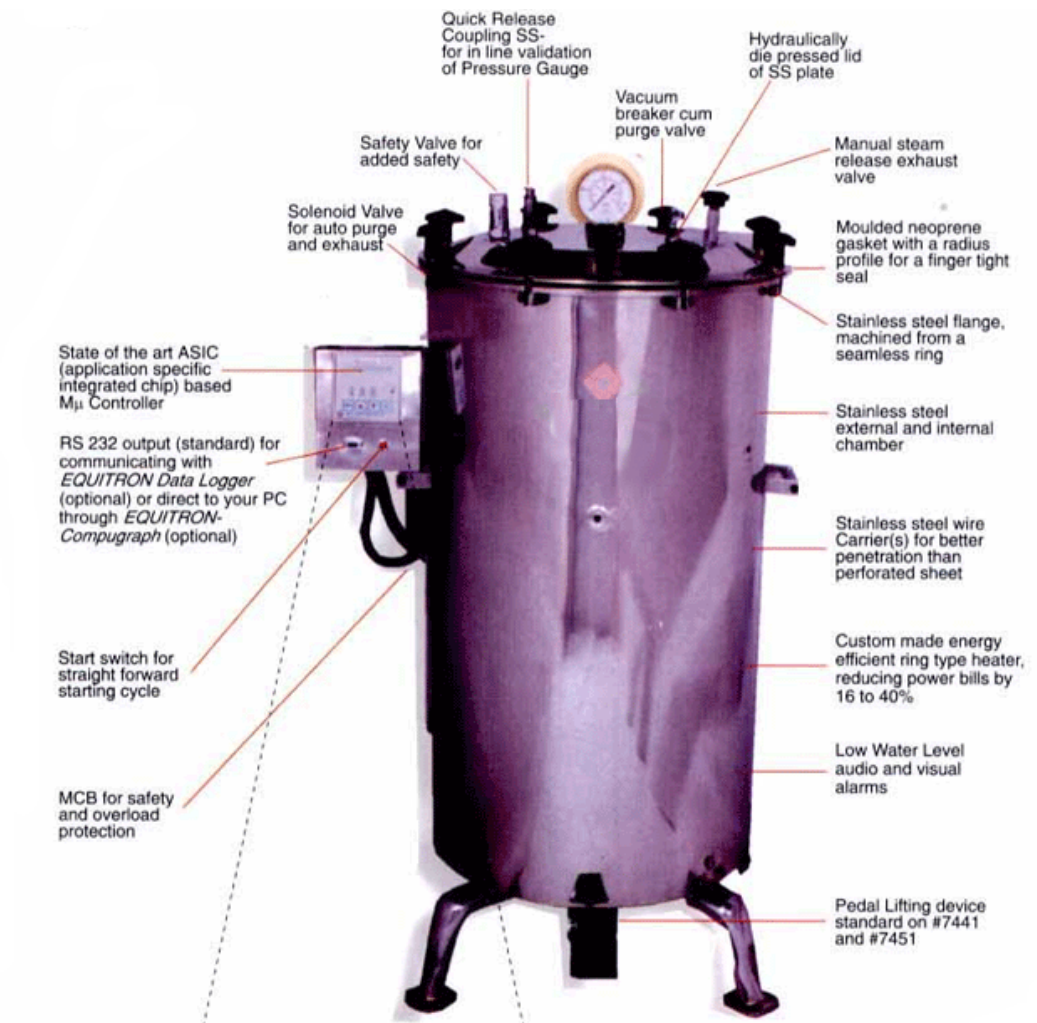
r: bán kính của hộp $-\frac{1}{16}in$

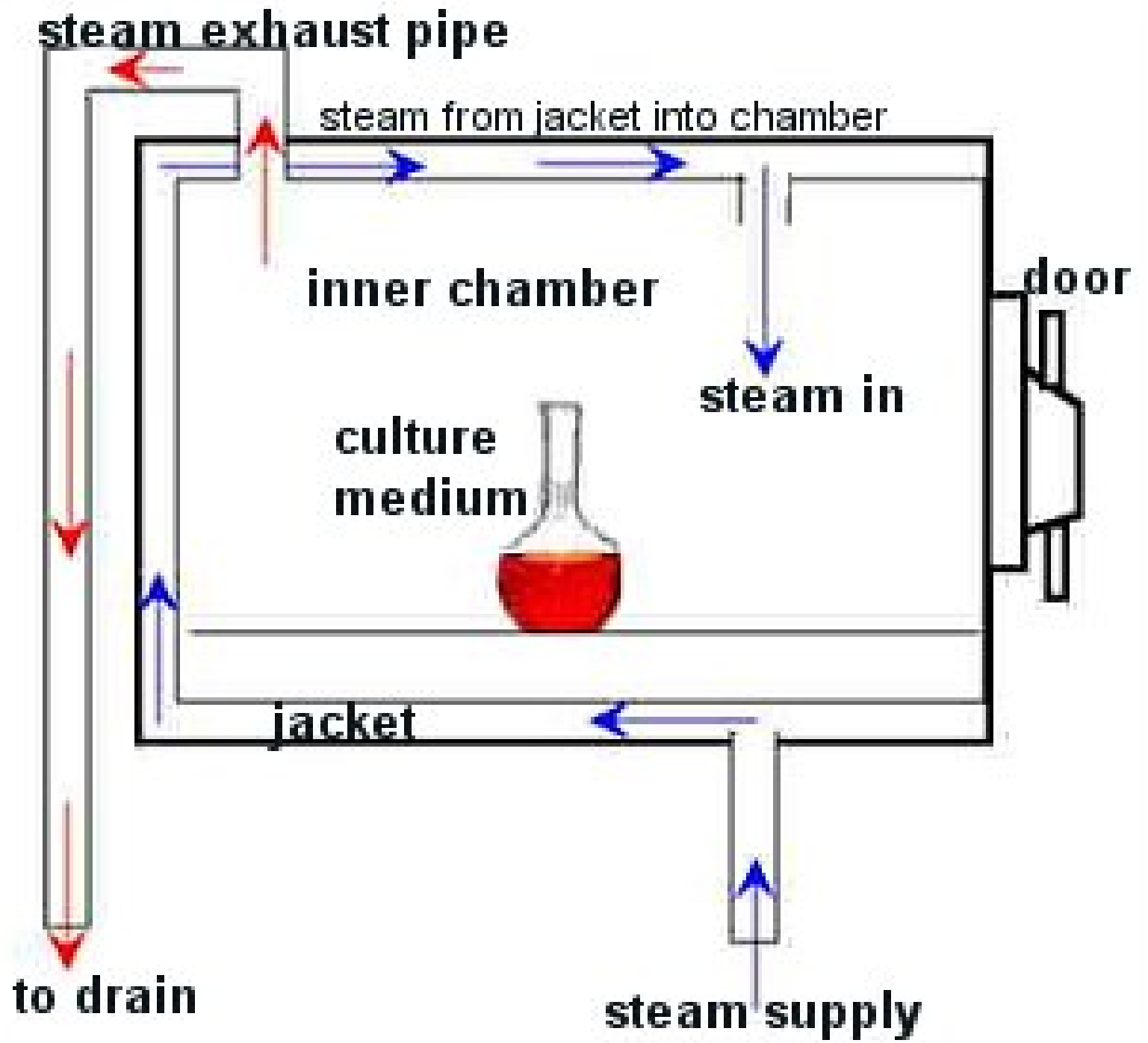
L: chiều dài của hộp $-\frac{1}{4}in$

- Bài tập 2: giá trị f_h trong ví dụ trên là bao nhiêu nếu thực phẩm truyền nhiệt theo phương thức đối lưu.

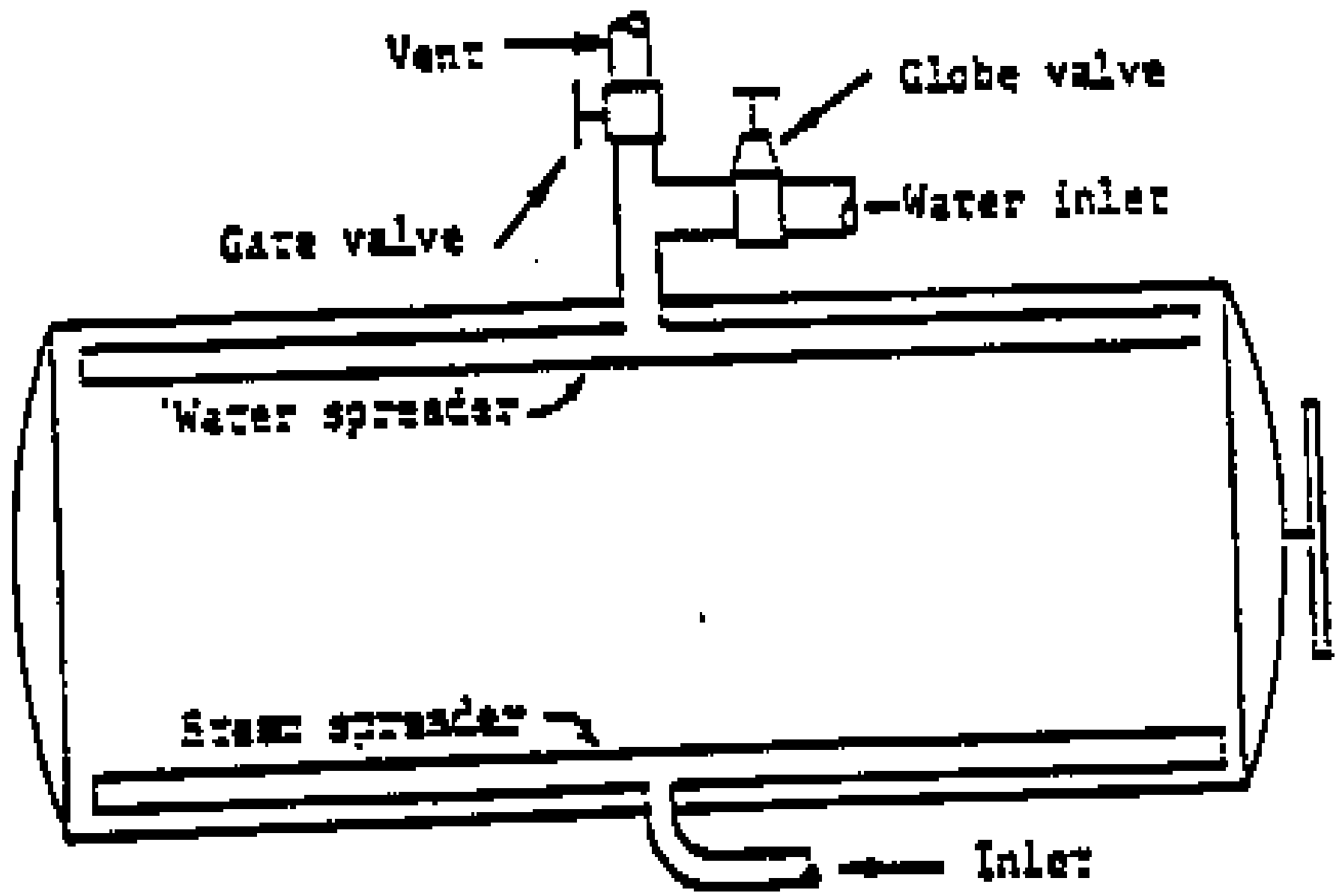
Các dạng nồi tiệt trùng

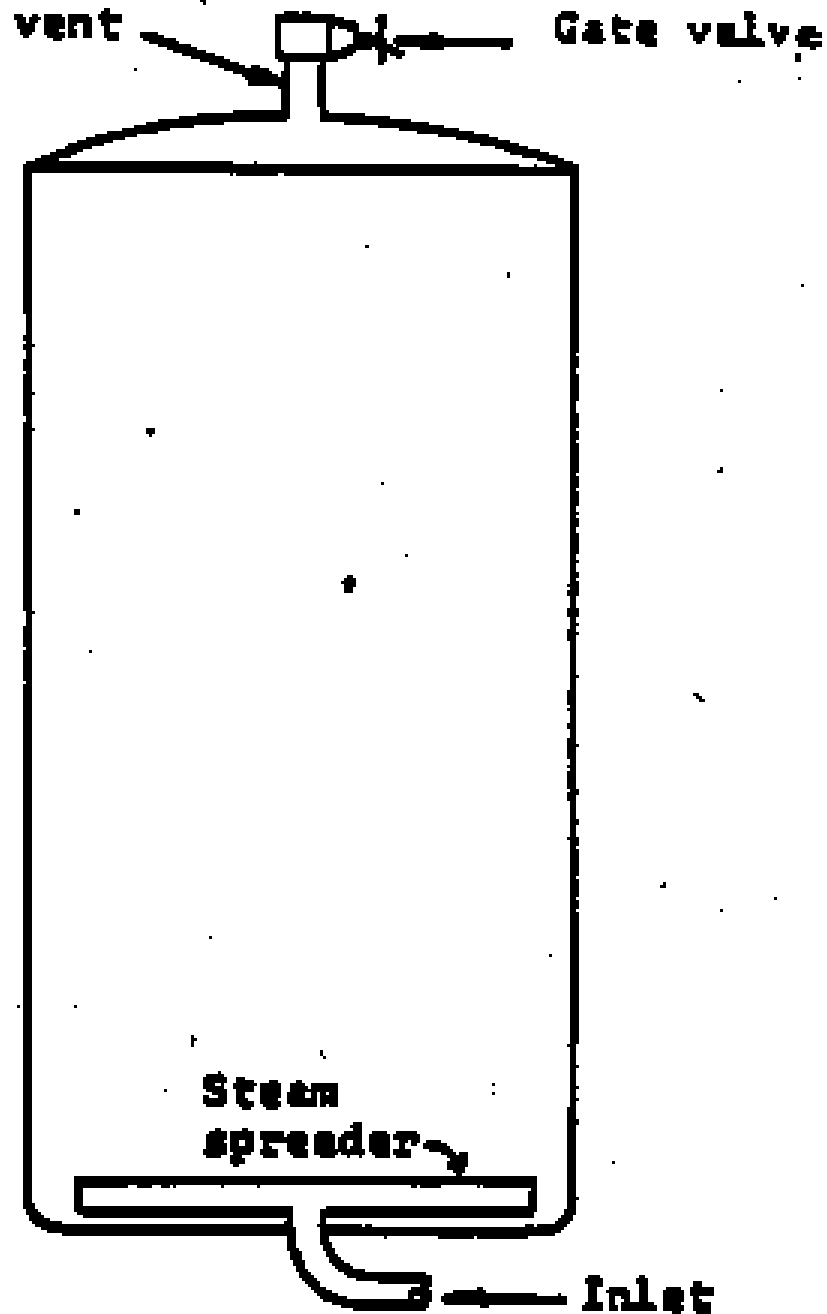


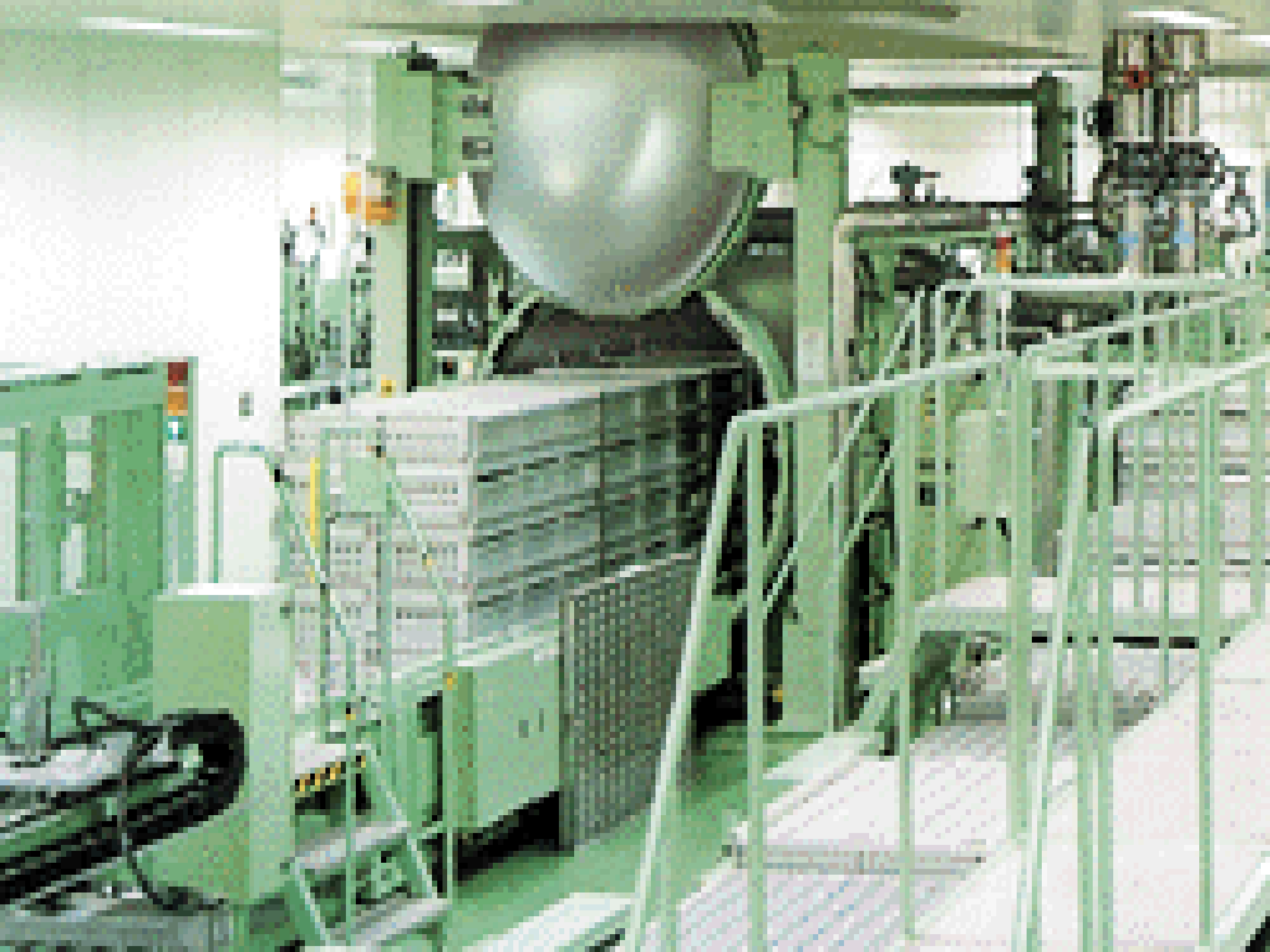


















Stariflow

BARRIQUAND

ROANNE - FRANCE

