

# 食品工學計算法

卜 裕 亮

<延世大 工大 食品工學科 教授>

## 4-3-3 公式法

### (1) 열침투 곡선

가열살균 시간을 數式的으로 계산하기 위해서는 가열살균, 냉각하는 동안 식품의 시간에 따른 온도변화를 數式으로 나타낼 필요가 있다. 초기온도  $T_i$ 인 식품을 일정한 주위온도  $T_R$ 에서 가열할 때 임의시간  $t$ 에서의 식품의 온도를  $T$ 라 하고  $\log(T_R - T)$ 를  $t$ 에 대하여 그리면 그림 4-9와 같은 곡선이 얻어진다.

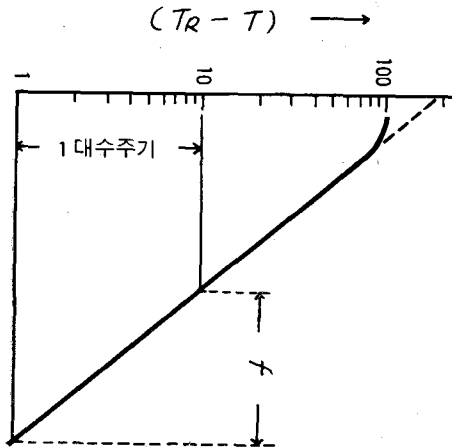


그림 4-9. 열침투곡선

이를 열침투곡선(heat penetration curve)이라 하며, 이 곡선을 보면 가열 초기를 제외하

고는 직선이 얻어졌다. 이와 같은 대수함수적 온도변화는 식품공업에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 간접가열, 냉각 공정에서 널리 볼 수 있다. 열침투곡이 1 log cycle 지나는데 필요한 시간은  $f$ , 직선 부분을  $t=0$ 까지 연장 하였을 때 축과 만나는 점을  $(T_R - T_{pi})$ 라 하면, 이 직선의 식은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\log(T_R - T) = -t/f + \log(T_R - T_{pi}) \quad (4-23)$$

$$t = f \log \frac{T_R - T_{pi}}{T_R - T} \quad (4-24)$$

여기서  $T_{pi}$ 는 가상의 초기온도(pseudo-initial temperature)이며,  $T_{pi}$ 를 제거하기 위하여 지연계수(lag factor)  $j = (T_R - T_i) / (T_R - T_{pi})$ 라 정의하면 식(4-24)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$t = f \log \frac{j(T_R - T_i)}{T_R - T} \quad (4-25)$$

이 식이 열침투곡선을 나타내는 식이다. 열침투곡선을 측정하는 목적은 열전달 parameter  $f$ 와  $j$ 값을 구하기 위해서이다.

### (2) 가열곡선

통조림 식품을 레토르트에 넣고 가열살균할 때의 가열곡선(heating curve)도 그림 4-9와 같이 얻어진다. 그러나 감각적으로 생각할 때 가열한다면 곡선이 상승하도록 나타내는 것이 좋으므로 log 좌표의 눈금을 뒤집어서 그림 4-10과 같이 병점의 온도  $T$ (즉,  $T_R - \Delta T$ )를 바로 나타낸다. 가열곡선에서  $f$ 를  $f_h$ ,  $j$ 를  $j_h$ 라 하면 가열곡선의 식은 식(4-25)와 똑같은 식이 된다. 그러나 여기서 문제되는 것은 가열 개시시간을 어디로 볼 것인가 하는 점이다. 통조림을 레토르트 내에서 수증기로 살균할 때, 일반적으로 살균시간은 레토르트가 살균 온도에 도달하는 시간부터 잡는다. 그러나 실제로는 레토르트가 살균 온도에 도달하는 동안에도 통조림은 가열되므로 이를 고려해 주어야 한다. 실험적으로 레토르트가 살균 온도에 도달하는데 걸리는 시간(CUT) 중에서 42%가 살균시간으로 계산되어야 하는 것으로 알려

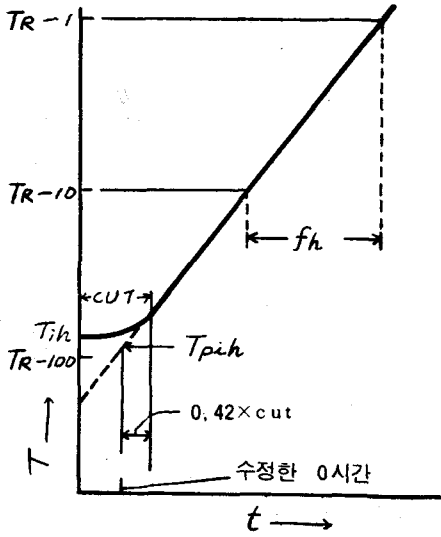


그림 4-10 가열곡선

져 있다. 즉 레포트트가 일정한 온도(살균온도)에 도달하는 시간에서 수직선을 그리고 이 시간의 42%에 해당하는 앞의 시간부터가 실질적인 살균시작시간이다. 이 점을 수정한 0시간이라 한다. 따라서 가열곡선에서 가상의 초기온도  $T_{pih}$ 는 가열곡선의 직선부분의 연장선과 중축과의 교점에서 구하는 것이 아니라 그림 4-10과 같이 수정한 0시간에서 올린 수직선과의 교점의 좌표로부터 구한다. 따라서 통조림의 실제 초기온도를  $T_{ih}$ , 가상의 초기온도를  $T_{pih}$ 라 하면 가열곡선의 식은 다음과 같이 주어진다.

$$t = f_h \log \frac{(T_R - T_{pih})}{T_R - T} \quad (4-26)$$

식 (4-26)에서  $T_{pih}$ 를 제거하기 위하여 자연계수  $j_h$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$j_h = (T_R - T_{pih}) / (T_R - T_{ih}) \quad (4-27)$$

식 (4-27)을 식 (4-26)에 대입하면

$$t = f_h \log \frac{j_h (T_R - T_{ih})}{T_R - T} \quad (4-28)$$

식 (4-28)은 가열시간에 따른 통조림 冷點의 온도변화를 나타낸 식으로 열침투 곡선으로부터 전열 parameter  $f_h$ 와  $j_h$ 만 구하면 가열시간에 따른 온도 변화의 계산이 가능하다.

[예제 4-24] 前회의 표 4-3에 나타낸 참치 보일드 통조림의 가열 data로 부터 가열곡선을 그리고  $f_h$ 와  $j_h$ 를 구하라.

[풀이] ① 가열곡선의 작도법: 반대수좌표를 뒤집는다. 살균온도가  $114^\circ\text{C}$ 이므로 중축에  $114 - \Delta T$ 를, 횡축에 가열시간  $t$ 를 잡는다. 다음에 각  $t$ 에 대응하는  $T$ 를 plot한 다음 각 점을 통과하는 직선을 그린다. 얻어진 곡선은 그림 4-11에 나타내었다.

②  $f_h$  및  $j_h$ 구하기:  $j_h$ 는 직선이 1 log cycle 지나는데 필요한 시간이므로 그림 4-11에서 다음과 같이 구한다.

$$f_h = 83 - 46 = 37 \text{分}$$

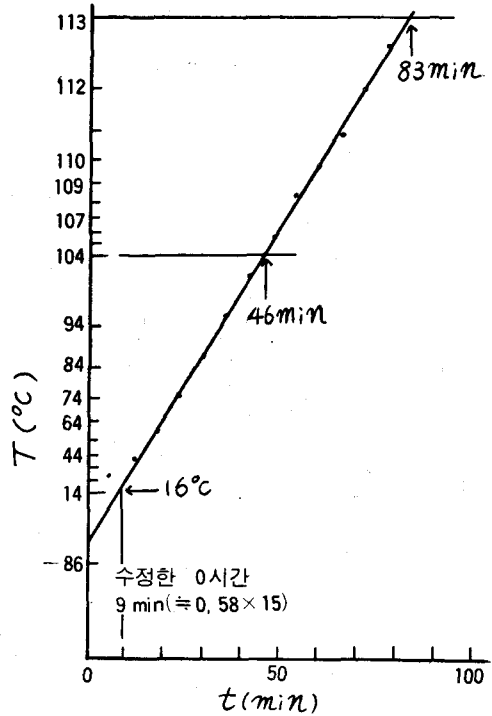


그림 4-11 참치통조림의 가열곡선

$j_h$ 는 수정한 0시간에 대응하는 가상의 초기 온도  $T_{pih}$ 를 구하여 식(4-27)로부터 구한다. 이 문제에서 CUT=15분이므로 수정한 0시간은 약 9분이다.  $t=9$ 분에서 올린 수직선과 가열곡선의 직선부분의 연장선이 만나는 점이 나타내는 온도는  $16^\circ\text{C}$ 이다. 따라서  $T_{pih}=16^\circ\text{C}$ ,  $T_R=114^\circ\text{C}$ ,  $T_{ih}=23^\circ\text{C}$ 이므로 식 (4-27)에

의하여

$$j_h = (114 - 16) / (114 - 23) = 1.08$$

(3) 냉각곡선

가열이 끝난 후 수증기의 공급을 중단하고 냉각수를 공급하여 냉각할 때 냉각시간에 따른 식품의 온도 변화를 그린 곡선을 냉각곡선(cooling curve)라 한다.

냉각수의 온도를  $T_c$ 라 하면  $T > T_c$ 가 항상 성립하므로  $\log(T - T_c)$ 와  $t$ 를 plot한다. 또한 냉각곡선은 점차적으로 온도가 내려가도록 나타내는 것이 좋으므로  $\log$ 눈금은 그대로 사용한다. 냉각곡선의 보기를 그림 4-12에 나타내었다. 냉각곡선의  $f$ 를  $f_c$ ,  $j$ 를  $j_c$ 라 한다.

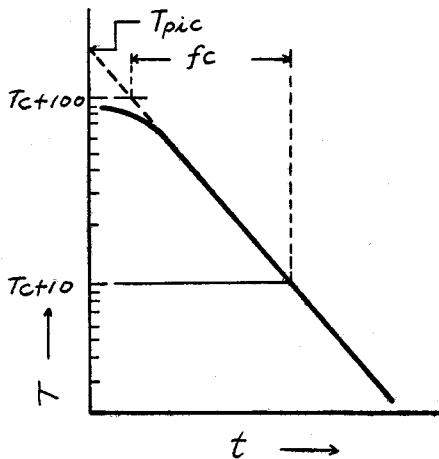


그림 4-12 냉각곡선

식품의 가열살균 공정에서는 일반적으로 가열처리 공정에 뒤이어 곧 냉각이 시작되므로 전체 살균공정에서 식품의 온도변화는 가열곡선과 냉각곡선을 합한 것이 된다.

(4) 數式에 의한 계산법

公式法은 Ball에 의하여 제안된 방법으로 열침투곡선의 식(4-28)을 이용하여 구한다. 수정한 0시간부터 냉각이 시작될 때까지의 시간을  $B$ 분, 냉각을 시작할때의 冷點의 온도를  $T_c$ 라 하고 이 온도와 레토르트 온도와의 차( $T_R - T_c$ )를  $g$ 라 하면, 식(4-28)은 다음 식이 된다.

$$B = f_h \log \frac{j_h(T_R - T_{ih})}{g} \quad (4-29)$$

식 (4-29)에서  $f_h$ ,  $j_h$  및  $g$ 를 알면 살균시간  $B$ (分)를 계산할 수 있다. 그런데  $f_h$ 와  $j_h$ 는 열침투곡선에서 구할 수 있으나  $g$ 는 쉽게 구할 수 없다.  $g$ 는 (1) 가열곡선의 기울기  $f_h$ , (2) 레토르트 온도에서 기준미생물의 가열치사시간  $U$ , (3)  $z$ 값 및 (4) 냉각지연계수  $j_c$ 에 크게 영향을 받는 것이 확인되었다. 여러가지  $z$ 와  $j_c$ 를 고려한  $f_h/U$ 와  $g$ 와의 관계를 구하므로써 식 (4-29)를 사용하여 가열 및 냉각의 전공정을 통한 소요살균시간  $B$ 를 계산할 수 있게 되었다.  $f_h/U$ 와  $g$ 의 관계를 표 4-7 및 그림 4-15에 일부를 소개하였다. 이때  $U$ 는

$$U = F_{ref} \cdot 10^{(T_{ref} - T_R)/z} \quad (4-30)$$

이다.

회분살균기의 실제 조업에서 작업자는 수증기를 넣기 시작한 때부터가 아니라 레토르트가 살균온도에 도달한 시간부터를 살균시간으로 본다. 그러므로 작업자의 살균시간  $t_p$ 는 다음 식으로 주어진다.

$$t_p = B - 0.42 \times CUT \quad (4-31)$$

가열 살균의 계산은 보통 다음의 2가지 목적으로 행한다.

- ① 특정한 가열살균조건(온도—시간)에서 얻어질 수 있는 가열살균효과(살균값,  $F_p$ )를 알기 위해서
- ② 일정한 가열살균효과(살균값,  $F_p$ )를 얻기 위하여 필요한 가열처리조건(온도—시간)을 알기 위해서이다. 이 두가지를 계산하는 순서를 그림 4-13과 그림 4-14에 나타내었다.

가열처리조건 ( $T_R, t_p$ )

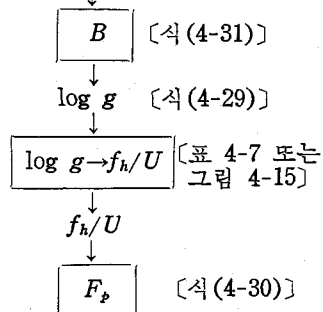


그림 4-13 살균값의 계산

가열처리조건 ( $T_R, t_p$ )

$$f_h/U \quad \text{[식 (4-30)]}$$

$$f_h/U \rightarrow \log g \quad \text{[표 4-7 또는 그림 4-15]}$$

$g$

$$B \quad \text{[식 (4-29)]}$$

$$t_p \quad \text{[식 (4-31)]}$$

그림 4-14 가열처리시간의 계산순서

[예제 4-25] 어떤 식품을 다음의 조건에서 살균하여 살균값  $F_p=7.0$ 분을 얻으려고 한다.

필요한 살균시간을 구하라.

$$T_i=60^\circ\text{C}, T_R=115.6^\circ\text{C}, z=10^\circ\text{C}$$

이 식품의 전열시험 데이터는 다음과 같다.

$$f_h=f_c=25\text{分}, j_h=2.0, j_c=1.4,$$

$$\text{CUT}=15\text{分}$$

[풀이] 그림 4-14에 나타난 순서에 따라 계산한다. 먼저 식 (4-30)을 이용하여  $U$ 를 구한다.

$$U=7 \times 10^{(121.1-115.6)/10}=24.8$$

표 4-7  $f_h/U: g$ 와의 관계 ( $z=10^\circ\text{C}$ )

냉각곡선의 $j_c$ 에 대한 $g$ 값( $^\circ\text{C}$ )									
$f_g/U$	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.20	2.27-05 <sup>b</sup>	2.45-05	2.64-05	2.83-05	3.02-05	3.20-05	3.39-05	3.57-05	3.76-05
0.30	1.12-03	1.19-03	1.26-03	1.33-03	1.41-03	1.48-03	1.55-03	1.63-03	1.70-03
0.40	7.39-03	7.94-03	8.44-03	9.00-03	9.50-03	1.00-02	1.06-02	1.11-02	1.16-02
0.50	2.28-02	2.45-02	2.63-02	2.81-02	2.99-02	3.17-02	3.34-02	3.52-02	3.69-02
0.60	4.83-02	5.24-02	5.67-02	6.06-02	6.44-02	6.83-02	7.28-02	7.67-02	8.06-02
0.70	0.083	0.091	0.098	0.105	0.112	0.119	0.127	0.134	0.142
0.80	0.126	0.137	0.148	0.159	0.171	0.182	0.194	0.205	0.217
0.90	0.174	0.190	0.206	0.222	0.238	0.254	0.271	0.287	0.303
1.00	0.227	0.248	0.269	0.290	0.312	0.333	0.354	0.376	0.397
2.00	0.850	0.922	1.00	1.07	1.15	1.23	1.30	1.38	1.45
3.00	1.46	1.58	1.69	1.81	1.93	2.04	2.16	2.28	2.39
4.00	2.01	2.15	2.30	2.45	2.60	2.74	2.89	3.04	3.19
5.00	2.47	2.64	2.82	3.00	3.17	3.35	3.53	3.71	3.88

자료의 일부뿐만 나타내었다. 자세한 자료는 전문서적을 참조할 것.

다음에  $f_h/U=1.0$ ,  $j_c=1.4$ 일 때  $g$ 값을 표 4-7에서 구하면  $g=0.333^\circ\text{C}$ .

식 (4-29)에 의하여 필요한 이론적 살균시간은

$$B=25 \log \frac{2(115.6-60)}{0.333}=63.1\text{分}$$

식 (4-31)에 의하여 필요한 작업자의 시간은

$$t_p=63.1-0.42 \times 15=56.8\text{分}$$

[예제 4-26] 어떤 통조림 식품을 다음의 조건으로 살균하였을 때 통조림 중심의 살균값  $F_0$ 를 구하라.

$$T_R=115.6^\circ\text{C}, T_i=68.3^\circ\text{C}$$

레토르트 CUT=15

115.6 $^\circ\text{C}$ 에서 가열시간=108分

$$f_h=f_c=65\text{分}, j_h=j_c=1.6$$

[풀이] 그림 4-13의 순서에 따라 계산한다. 가열공정의 살균시간은 작업자의 살균시간 ( $t_p$ )이므로 CUT를 고려하면 이론적인 살균시간  $B$ 는 식 (4-31)에서

$$B=108+0.415(15)=114.3\text{分}$$

식 (4-29)에 의하여

$$114.3=65 \log \frac{1.6(115.6-68.3)}{g}$$

$$g=1.36$$

$g=1.36, j_c=1.6$ 일 때 표 4-7에서  $f_h/U=265/U=2 \therefore U=32.5$

식 (4-30)에 의하여  $32.5=$

$$F_0 \cdot 10^{(121.1-115.6)/10}$$

$$F_0=9.2\text{分}$$

[예제 4-27] 어떤 통조림의 내용물 무게는 570g이며, 이 제품 1g당  $z=10^\circ\text{C}$ ,  $D_{121.1}=2.0$  분인 포자가 10개 존재한다. 통조림 1000개당 1개의 포자가 살아 있을 정도로 아래와 같은 조건에서 살균하려고 한다. 레토르트를 운전하는 작업자의 살균시간을 구하라.

$$T_R=115.6^\circ\text{C}, T_i=71.1^\circ\text{C}, j_h=j_c=1.0$$

$$\text{CUT}=15\text{分}, f_h=f_c=12$$

$$\text{총초기포자수 } N_0=570 \times 10=5700$$

$$\text{최종포자수 } N=0.001$$

[풀이] 그림 4-17의 순서에 따라 계산한다.

먼저 살균공정에서 요구되는 살균값을 구하면 식 (4-5)에 의하여

$$F_{121.1}=D_{121.1}(\log N_0 - \log N) \\ =2.00(\log 5700 - \log 0.001)=13.5$$

식 (4-30)에 의하여  $U$ 를 계산하면

$$U=13.5 \times 10^{(121.1-115.6)/10}=47.9$$

$$f_h/U=12/47.9=0.25\text{이므로}$$

$z=10^\circ\text{C}, j_c=1.00, f_h/U=0.25$ 일때의  $g$ 를 표 4-7에서 구하면

$g=2.0 \times 10^{-40}\text{C}$ 이다. 따라서 식 (4-29)에 의하여 이론적 소요살균시간은

$$B=12 \log \frac{1.0(115.6-71.1)}{2.0 \times 10^{-40}}=64.17\text{分}$$

식 (4-31)에 의하여 작업자의 살균시간

$$t_p B - 0.415 \times \text{CUT} = 64.17 - (0.415 \times 15) \\ =58.17\text{分이다.}$$

표 4-7은  $z$ 값이 10으로 고정되어 있으므로  $z$ 값이 10이 아닌 경우에는 사용할 수 없다. 또, 냉각곡선의  $j_c$ 값을 알아야만 사용할 수 있다는 제한이 있다. 이러한 제한을 없애고  $j_c$ 값을 모르거나  $z$ 값이 10이 아니더라도  $g$ 와  $f_h/U$

의 관계를 구할 수 있도록 나타낸 것이 그림 4-15이다. 그림 4-15는 대표적인 예를 나타낸 것이고 전문서적에 여러 다른 조건에 대해서도 유사한 곡선이 주어져 있다.

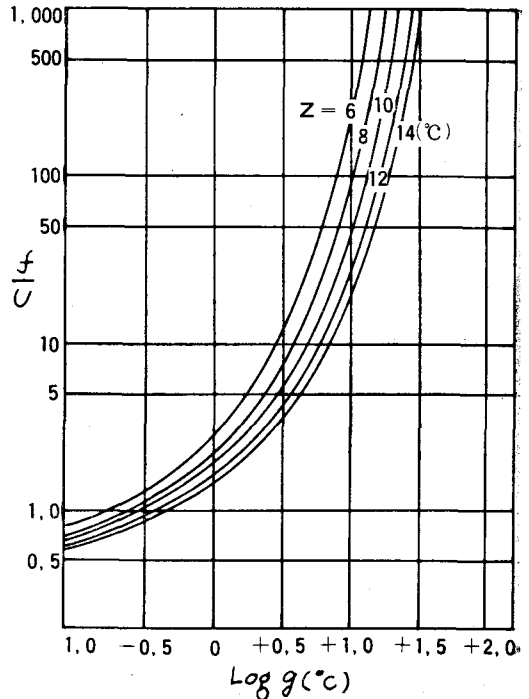


그림 4-15  $\frac{f}{U} : \log g(m+g=100^\circ\text{C})$

[예제 4-28] 과일 푸레를 담은 통조림을  $115.6^\circ\text{C}$ 에서 살균하고자 한다. 푸레의 초기 온도는  $60^\circ\text{C}$ 이고 냉각수의 온도는  $15.6^\circ\text{C}$ 이며, 살균의 지표가 되는 미생물은 *Cl. botulinum* ( $z=10^\circ\text{C}$ ,  $F_{121.1}=2.45\text{分}$ )이다.  $f_h=37.8$  분,  $j_h=2.0$ 일 때 가열 살균시간을 구하여라.

[풀이] 먼저  $115.6^\circ\text{C}$ 에서의 치사시간  $U$ 는 식 (4-30)에 의하여

$$U=2.45 \times 10^{-(115.6-121.1)/10}=8.69\text{分}$$

$$f_h/U=37.8/8.69=4.35$$

냉각수의 온도가  $15.6^\circ\text{C}$ 이므로 살균온도와의 차이가  $100^\circ\text{C}$ 이다. 따라서 그림 4-15에서  $\log g$ 값을 구하면 4.7이다. 따라서 식 (4-29)로부터 가열살균시간  $B$ 는

$$B=37.8 \times [\log \{2.0 \times (240-140)\} - \log g] \\ =61.6\text{分}$$

[예제 4-29]  $f_h$ 값이 22.5이고  $j_h$ 값이 1.4인 통조림 식품이 있다. 이 통조림을 122.2°C에서 25분간 가열처리 했을 때 남아있는 균수는 얼마가 되겠는가? 초기균수는 통조림 하나당 10개가 있고 이들의  $z$ 값은 8°C,  $D_{121.1}$ 값은 0.5분이다. 통조림의 초기 온도는 37.8°C로 생각하라.

[풀이] 식(4-29)로부터

$$\begin{aligned} \log g &= \log j_h(T_R - T_{ih}) - B/f_h \\ &= \log[1.4(122.2 - 37.8)] - 25/22.5 \\ &= 0.9614 \end{aligned}$$

냉각수의 온도를 15.6°C로 가정하면 그림 4-15에서  $f_h/U=70$ 이 구해진다. 따라서  $U$ 를 구하면  $U=22.5/70=0.321$

식(4-30)에서

$$\begin{aligned} F_{121.1}^8 &= \frac{U}{10^{(121.1-122.2)/8}} = \frac{0.321}{0.7286} \\ &= 0.441 \text{ 분} \end{aligned}$$

식(4-3)에서

$$\log N/N_0 = -\frac{D}{t} \quad (4-3)$$

$$\log NN_0 = -\frac{0.441}{0.5} = -0.882$$

$$\therefore \log N = \log 10 - 0.882 = 0.118$$

$$\therefore N = 1.31 \text{ (개/통조림)}$$

즉 살균이 상당히 부족한 상태이므로 더 오랫동안 가열해야 한다.

[예제 4-30] 참치 통조림의 열전달 parameter 값은  $j_h=j_c=1.08$ ,  $f_h=37$ 분이다. [예제 4-24의 풀이로부터] 이 통조림을 114°C에서 85분동안 살균했을때 살균값  $F_0$ 를 구하여라. 단 CUT는 15분, 초기온도는 20°C이다.

[풀이]  $j_c=1.08$ ,  $f_h=37$ 분,  $T_{ih}=20^\circ\text{C}$ ,  $T_R=114^\circ\text{C}$ ,  $t_p=85$ 분, CUT=15분,  $z=10^\circ\text{C}$   $T_{ref}=121.1^\circ\text{C}$ 이므로

식(4-31)에 의하여

$$B = 85 + 0.42 \times 15 = 91.3 \text{ 분}$$

식(4-29)에 의하여

$$91.3 = 37 \log \frac{1.08(114-20)}{g}$$

$$\therefore g = 0.34^\circ\text{C}$$

살균온도와 냉각수의 온도차가  $100^\circ\text{C}$ ,  $z=10^\circ\text{C}$ 라 하면 그림 4-15로부터  $f_h/U=1.1$

따라서  $U=33.64$

식(4-30)에 의하여

$$33.64 = F_0 \cdot 10^{(121.1-114)/10}$$

$\therefore F_0=6.6$ 분(前回の 예제 4-19와 비교해 보시오).

$g < 0.1^\circ\text{C}$ 일 때 : 가열처리시간이 길면 식품의 온도는 주위 온도와 거의 같아진다. 따라서  $g$ 값은 아주 작아진다. 그림 4-15에서  $g < 0.1^\circ\text{C}$ 인 범위는 나타나 있지 않다.  $g < 0.1^\circ\text{C}$ 이면 용기내 식품의 온도  $T$ 는 살균온도  $T_R$ 과 비교할 때  $0.1^\circ\text{C}$  낮은 온도까지 도달한 것이므로  $T=T_R$ 이라 볼 수 있다.

그림 4-16에서  $a \rightarrow b_1$  및  $b_2 \rightarrow c \rightarrow d$  구간에서 얻어지는 살균값은  $F_{p1}$ 이라 하면 식(4-30)에 의하여

$$F_{p1} = \frac{f_h}{(f_h/U_{0.1}) 10^{(T_{ref}-T_R)/z}} \quad (4-32)$$

이다. 여기서  $f_h/U_{0.1}$ 은 그림 4-15에서  $g=0.1^\circ\text{C}$ 에 대응하는  $f_h/U$ 이다. 또한  $b_1 \rightarrow b_2$ 구간에서 식품의 온도가  $T_R$ 로서  $t_h$ 동안 유지되었다고 하면 얻어지는 살균값  $F_{p2}$ 는 다음과 같아진다.

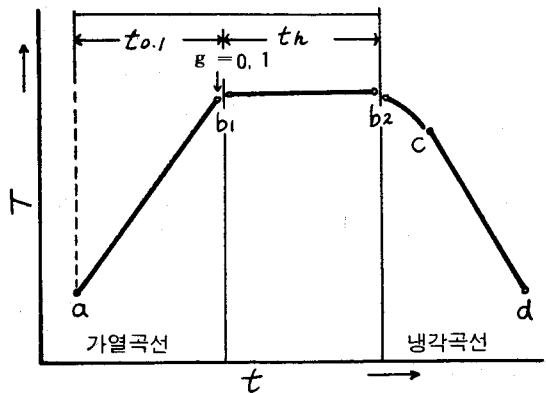


그림 4-16  $g < 0.1^\circ\text{C}$ 일때의 식품온도변화

$$F_{p2} = L_1 \times t_h = 10^{(T_R - T_{ref})/z} \times t_h \quad (4-33)$$

따라서 전체 살균값

$$\begin{aligned} F_{p\text{total}} &= F_{p1} + F_{p2} \\ &= 10^{(T_R - T_{ref})/z} \left[ \frac{f_h}{f_h/U_{0.1}} + t_h \right] \quad (4-34) \end{aligned}$$

또 식(4-34)를 변형하면

$$t_h = F_p \times 10^{(T_{ref} - T_a)/Z} - f_h / (f_h / U_{0.1}) \quad (4-35)$$

[예제 4-31] 참치 통조림은 110°C에서 120분간 가열살균했을 때 얻어지는 살균값  $F_0$ 를 구하라. 단  $j=1.1$ ,  $f_h=37$ 分,  $CUT=10$ 分, 초기온도는 20°C이다.

[풀이] 계산순서는 예제 4-30과 같다.

식(4-31)에 의하여

$$B = 120 + 0.42 \times 10 = 124.2 \text{分}$$

식(4-29)에 의하여

$$\begin{aligned} \log g &= -124.2/37 + \log[1.1 \times (110 - 20)] \\ &= -1.36 \end{aligned}$$

$\log g = -1.36 (g < 0.1)$ 에 대응하는  $f_h/U$ 를 구할 수 없다. 따라서 식(4-34)에 의하여 구한다. 그림(4-15)에서  $z=10^\circ\text{C}$ 일 때  $\log g = -1 (g=0.1)$ 에 대응하는  $f_h/U$ 값을 구하면  $f_h/U_{0.1}=0.68$

다음  $t_h$ 를 구한다.

그림 4-16에서  $t_h = B - t_{0.1}$ 이므로 식(4-25)에 의하여

$$\begin{aligned} t_{0.1} &= f \times \log[j(T_R - T_i)/0.1] \\ &= 37 \times \log[1.1 \times (110 - 20)/0.1] \\ &= 110.8 \text{分} \end{aligned}$$

따라서  $t_h = 124.2 \text{分} - 110.8 \text{分} = 13.4 \text{分}$

식 4-34에 의하여

$$\begin{aligned} F_0 &= 10^{(110 - 121.1)/10} \times [37/0.68 + 13.4] \\ &= 5.3 \text{分} \end{aligned}$$

[예제 4-32] 참치 통조림은 110°C에서 가열살균할 때  $F_0$ 값 10분을 얻기 위하여 필요한 가열 살균시간을 구하라. 단  $j=1.6$ ,  $f_h=37$ 分,  $CUT=15$ 分, 초기온도 35°C이다.

[풀이] 먼저 식(4-32)에 의하여  $f_h/U$ 를 구하면

$$f_h/U = \frac{37}{10 \times 10^{(121.1 - 110)/10}} = 0.29$$

그림 4-15에서  $f_h/U$ 값이 0.29에 대응하는  $\log g$ 를 구할 수 없다. 식(4-35)를 이용하여야 하므로  $f_h/U_{0.1}$ 을 구할 필요가 있다.  $f_h/U_{0.1}$ 을 그림 4-15에서 구하면 0.68이다. 따라서 식(4-35)에 의하여

$$t_h = 10 \times 10^{(121.1 - 110)/10} - 37/0.68 = 74.6 \text{分}$$

식(4-25)에 의하여

$$\begin{aligned} t_{0.1} &= 37 \times \log[1.1 \times (110 - 20)/0.1] \\ &= 110.8 \text{分} \end{aligned}$$

$$B = t_{0.1} + t_h = 110.8 + 74.6 = 185.4 \text{分}$$

식(4-31)에 의하여 열처리시간

$$t_p = 185.4 - 0.42 \times 15 = 179.1 \text{分}$$

## 「국민건강생활지침」制定

보사부는 국민보건위생을 증진하기 위해 각계 각종의 청문을 거쳐 「국민건강생활지침」을 제정, 공포했다.

이 지침은 개인위생, 공중위생, 정신보건 및 영양등 4개 분야에 걸쳐 국민이 꼭 지켜야 할 기본적인 사항을 7가지 권유문 형식으로 제정한 것인데 그 내용은 다음과 같다.

### ◇국민건강생활지침

○식사 전에는 손을 씻고 식사 후에는 이를 닦읍시다.

○음식은 제때에 싱겁게 골고루 먹읍시다.

○행주나 도마는 삶거나 햇볕에 말려서 씹시다.

○쓰레기통은 뚜껑을 덮고 주위를 깨끗이 합시다.

○예방접종과 건강진단은 때 맞추어 받읍시다.

○지나친 담배와 술을 삼갑시다.

○알맞게 운동하고 즐겁게 생활합시다.