

CONSERVAZIONE degli alimenti (Bigelow)

La conservazione degli alimenti si basa su un rallentamento della attività biologica, stabilizzazione o distruzione dei fattori responsabili della decomposizione dei prodotti alimentari

Fattori responsabili = batteri o enzimi

Rallentamento si ha con

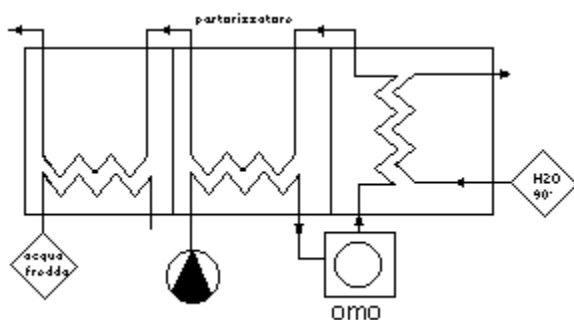
1. diminuzione della temperatura
2. disidratazione
3. aggiunta di composti chimici ad azione batteriostatica o battericida (SO_2 , aldeide formica, sorbato di potassio...)
4. trattamento con raggi ultravioletti su strato sottile
5. trattamento con radiazioni ionizzanti : raggi gamma
6. distruzione termica

TRATTAMENTO TERMICO

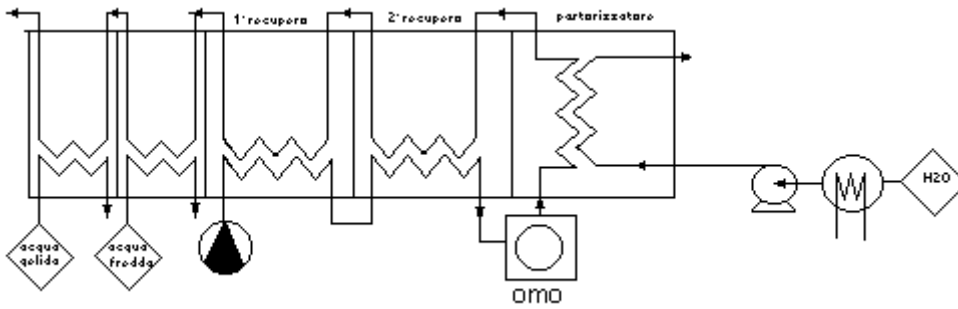
(sistema più sicuro per la certezza di eliminazione di batteri e enzimi)

PASTORIZZAZIONE : si applica a temperature inferiori a 100° e a prodotti acidi (pH 4,5) nei quali non è possibile lo sviluppo di forme microbiche sporogene

Gli impianti di pastorizzazione possono essere sintetizzati così:



oppure così



STERILIZZAZIONE : si applica a temperature dai 100 ai 150° e distrugge tutti i batteri patogeni

RESISTENZA TERMICA DEI MICROORGANISMI

La resistenza termica dei microorganismi è regolata dalla legge di BIGELOW

"ad una temperatura letale , la velocità di distruzione di un microorganismo è proporzionale al numero di microorganismi viventi"

detta

N_0 = concentrazione microbica al tempo 0

N = concentrazione microbica al tempo t

k = costante di velocità di distruzione

$D = 2,3/k$ = TEMPO DI RIDUZIONE DECIMALE (tempo necessario a ridurre di 1/10 la popolazione microbica) ed è indice di resistenza termica di un microorganismo (tanto maggiore è D tanto più resistente è il microorganismo e più lenta la distruzione) (D_{120} significa tempo di riduzione decimale in secondi alla temperatura di 120 °C)

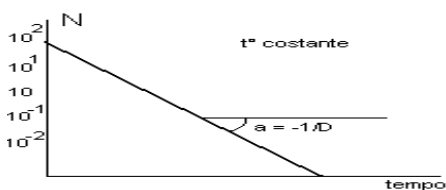
1° LEGGE DI BIGELOW (log di N è funzione di t di distruzione : vedi retta $\log N = f(t)$)

$$\log N_0/N = kt/2,3 = t/D$$

$$\log N_0/N = \log N_0 - \log N = n = n^\circ \text{riduzioni decimali}$$

$$N = N_0 \cdot 10^{-n}$$

$$\log N = \log N_0 - t/D$$



D è indice di resistenza termica di un microorganismo (tanto maggiore è D tanto più resistente è il microorganismo e più lenta la distruzione: vedi angolo a nel grafico minore è a maggiore è D)

Dunque ad una stessa temperatura letale ogni ceppo microbico ha una retta di sopravvivenza caratteristica:

RETTA DI SOPRAVVIVENZA

2° LEGGE DI BIGELOW

$$\log D_1/D_2 = (t_2 - t_1)/z = [E (t_2 - t_1)]/[4,5 \cdot T_1 \cdot T_2]$$

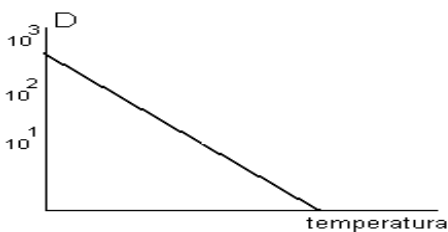
$$\log D_1 - \log D_2 = (t_2 - t_1)/z$$

$$z = (t_2 - t_1)/\log D_1/D_2$$

dove D_1 D_2 sono i tempi di riduzione decimale alle temperature t_1 e t_2 , e

z = costante o coefficiente= (ad ogni aumento di z gradi si riduce di 1/10 il tempo di sterilizzazione)

E = energia di attivazione della reazione ; T = temperatura assoluta



RETTA DI DISTRUZIONE TERMICA:

PROBLEMA pag 132 : Sono necessari 100 secondi a 120°C per distruggere una popolazione di 10^5 spore di clostridium.

Quale è il valore della concentrazione microbica N e quale è il valore di D_{120} se si ammette che la distruzione corrisponde a $n = 9$ riduzioni decimali della popolazione iniziale

$$N_0 = 10^5,$$

$$\log N_0 - \log N = n = n^\circ \text{riduzioni decimali}$$

$$\log 10^5 - \log N = 9 ; \text{ dunque } - \log N = 9 + \log 10^{-5} ; \text{ cambio segno e ottengo : } N = 5 - 9$$

$$\log N = 10^{-4} -$$

$$N = 10^{-4}$$

Per la prima legge di Bigelow: $n = t/D$

$$D_{120} = t/n = 100/9 = 11,1 \text{ secondi (valore del tempo di riduzione decimale a } 120^\circ)$$

PROBLEMA pag 132 (continua il problema precedente): Sono necessari 100 secondi a 120°C per distruggere una popolazione di 10^5 spore di clostridium e sono egualmente necessari 27,5 minuti a 110°C per distruggere la stessa popolazione di 10^5 spore di clostridium.

Quale è il valore di D_{110} e D_{120} se si ammette che la distruzione corrisponde a $n = 9$ riduzioni decimali della popolazione iniziale,

calcolare inoltre il coefficiente z

$$N = 9$$

$$27,5 \text{ minuti} = 1650 \text{ secondi}$$

$$D_{110} = t/n = 1650/9 = 183,3 \text{ sec.}$$

$$D_{120} = 12,5 \text{ sec (vedi problema precedente)}$$

z = (ad ogni aumento di z gradi si riduce di 1/10 il tempo di sterilizzazione) il valore di z si ricava dalla seconda legge di Bigelow che è : $\log D_1 / \log D_2 = (t_2 - t_1) / z$

$$z = (t_2 - t_1) / (\log 183,3 / \log 11,1) = 8,21^\circ\text{C}$$

PROBLEMA pag 133 (continua il problema precedente): Sono necessari 100 secondi a 120°C per distruggere una popolazione di 10^5 spore di clostridium e sono egualmente necessari 27,5 minuti a 110°C per distruggere la stessa popolazione di 10^5 spore di clostridium.

$$\text{Dunque } D_{120} = 12,5 \text{ sec ; } D_{110} = 183,3 \text{ sec ; } z = 8,21^\circ\text{C}$$

Mantenendo per 3 minuti (180 secondi) la temperatura a 116° in una stessa popolazione di $N_0 = 10^9$ del clostridium precedente :calcolare il valore N della popolazione dopo il trattamento.

Dalla seconda legge di Bigelow:

$$\log D_{120} = \log D_{116} - (t_2 - t_1) / z$$

$$\log 11,1 = \log D_{116} - (116 - 120) / 8,21$$

$$\log D_{116} = \log 11,1 + (116 - 120) / 8,21 = 1,53$$

$$D_{116} = 34$$

dalla prima legge di Bigelow :

$$\log N = \log N_0 - t / D_{116} = \log 10^9 - 180 / 34 = 3,68$$

$$N = 5,3 \cdot 10^3.$$

PROBLEMA PAG 135: I valori di D 121 e D130 per alcune spore di microorganismi responsabili di inconvenienti nella conservazione di prodotti confezionati sono :

batterio	D121 (secondi)	D130 (secondi)	D 142 (secondi)	z	N	n
Clostridium nigrificans	144	16	?	?		
Clostridium sporogenes	72	6	?	?		
p. coagulans	5	0,4	?	?		

dove D sono i tempi di riduzione decimale alle temperature indicate

z = costante o coefficiente = (ad ogni aumento di z gradi si riduce di 1/10 il tempo di sterilizzazione)

n = numero di riduzioni decimali

N = concentrazione microbica al tempo t

quale valore della costante o coefficiente z? e quale grado di riduzione decimale D si ottiene per ciascuno di essi ?

Supponendo che la popolazione microbica iniziale di questi microrganismi sia di 10^9 , operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec ,calcolare altresì i valori di N e n

applico al legge : $\log D_1 / \log D_2 = (t_2 - t_1) / z$

1) calcolo z e D_{142} per p.coagulans

$$z = (t_{130} - t_{121}) / \log D_{121} / \log D_{130} = (130-121) / (\log 5 / \log 0,4) = 8,2^\circ$$

$$\log D_{121} / \log D_{142} = (t_{142} - t_{121}) / z = \log D_{121} - \log D_{142}$$

(risulta uguale anche con $\log D_{142} / \log D_{121} = (t_{121} - t_{142}) / z$)

$$- \log D_{142} = [(t_{142} - t_{121}) / z] - \log D_{121} =$$

$$+ \log D_{142} = - [(t_{142} - t_{121}) / z] + \log D_{121} =$$

$$\log D_{142} = (- 142 + 121) / 8,2] + \log D_{121} = (-21/8,2) + \log 5 = - 2,5 + 0,7 = -1,8$$

$$D_{142} = 0,014 \text{ sec}$$

La tabella dunque si aggiorna così?

batterio	D121 (secondi)	D130 (secondi)	D 142 (secondi)	z	N	n
Clostridium nigrificans	144	16	?			
Clostridium sporogenes	72	6	?			
p. coagulans	5	0,4	0,014	8,2		

2) calcolo z e D_{142} per clostridium sporogenes

$$z = (t_{130} - t_{121}) / \log D_{121} / \log D_{130} = (130-121) / (\log 72 / \log 6) = 8,34^\circ$$

$$\log D_{121} / \log D_{142} = (t_{142} - t_{121}) / z = \log D_{121} - \log D_{142}$$

(risulta uguale anche con $\log D_{142} / \log D_{121} = (t_{121} - t_{142}) / z$)

$$- \log D_{142} = [(t_{142} - t_{121}) / z] - \log D_{121} =$$

$$+ \log D_{142} = - [(t_{142} - t_{121}) / z] + \log D_{121} =$$

$$\log D_{142} = (- 142 + 121) / 8,34] + \log D_{121} = (-21/8,34) + \log 72 = - 2,51 + 1,85 = -0.66$$

$$D_{142} = 0,218 \text{ sec}$$

La tabella dunque si aggiorna così?

batterio	D121 (secondi)	D130 (secondi)	D 142 (secondi)	z	N	n
Clostridium nigrificans	144	16	?			
Clostridium sporogenes	72	6	0.218	8,34		
p. coagulans	5	0,4	0,014	8,2		

3) calcolo z e D₁₄₂ per clostridium nigrificans

$$z = (t_{130} - t_{121}) / \log D_{121} / \log D_{130} = (130 - 121) / (\log 144 / \log 16) = 9,43^\circ$$

$$\log D_{121} / \log D_{142} = (t_{142} - t_{121}) / z = \log D_{121} - \log D_{142}$$

$$(\text{risulta uguale anche con } \log D_{142} / \log D_{121} = (t_{121} - t_{142}) / z)$$

$$- \log D_{142} = [(t_{142} - t_{121}) / z] - \log D_{121} =$$

$$+ \log D_{142} = - [(t_{142} - t_{121}) / z] + \log D_{121} =$$

$$\log D_{142} = (- 142 + 121) / 9,43] + \log D_{121} = (-21/9,43) + \log 144 = - 2,22 + 2,16 = -0.06$$

$$D_{142} = 0,87 \text{ sec}$$

La tabella dunque si aggiorna così

battere	D121 (secondi)	D130 (secondi)	D 142 (secondi)	z	N	n
Clostridium nigrificans	144	16	0,87	9,43		
Clostridium sporogenes	72	6	0.218	8,34		
p. coagulans	5	0,4	0,014	8,2		

4)calcolo N e n per p. coagulans (supponendo che No sia di 10⁹, operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec ,e che D₁₄₂ calcolato sia = 0,014)

$$\log N_0 / \log N = \log N_0 - \log N = t/D = n$$

$$\log N = \log N_0 - t/D = \log 10^9 - 1,2/0,014 = 9 - 85,7 = 76,7$$

$$N = 1,99 \cdot 10^{-77}$$

$$n = \log N_0 / \log N = \log 10^9 / 1,99 \cdot 10^{-77} = 85,7$$

$$n = t/D = 1,2/0,014 = 85,7$$

4)calcolo N e n per c.sporogens (supponendo che No sia di 10⁹, operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec ,e che D₁₄₂ calcolato sia = 0,218)

$$\log N_0 / \log N = \log N_0 - \log N = t/D$$

$$\log N = \log N_0 - t/D = \log 10^9 - 1,2/0,218 = 9 - 5,5 = 3,5$$

$$N = 3129$$

$$n = t/D = 1,2/0,218 = 5,5$$

4) calcolo N e n per c.nigrificans (supponendo che N_0 sia di 10^9 , operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec, e che D_{142} calcolato sia = 0,87)

$$\log N_0 / \log N = \log N_0 - \log N = t/D$$

$$\log N = \log N_0 - t/D = \log 10^9 - 1,2/0,87 = 9 - 1,38 = 7,62$$

$$N = 4 \cdot 10^7$$

$$n = t/D = 1,2/0,87 = 1,38$$

la tabella completa sara' :

battere	D121 (secondi)	D130 (secondi)	D 142 (secondi)	z	N	n
Clostridium nigrificans	144	16	0,87	9,43	$4 \cdot 10^7$	1,38
Clostridium sporogenes	72	6	0,218	8,34	3129	5,5
p. coagulans	5	0,4	0,014	8,2	$1,99 \cdot 10^{-77}$	85,7

PROBLEMA pag 139:

Un campione di prodotto inquinato da una popolazione di $N = 10^5$ spore di clostridium viene portato in un primo tempo a $T=100^\circ\text{C}$ per 75 minuti (4500 sec.) riducendo la popolazione di spore a $N = 2,1 \cdot 10^2$, Successivamente il prodotto viene portato a 130° per $t= 7$ secondi riducendo la popolazione a $N = 2,1 \cdot 10^2$. Per quanto tempo è necessario operare a 125° per avere una popolazione residua $N = 10^{-7}$?

Applico prima legge-----

Calcolo D_{100}

$$\log N_0 / N = t/D_{100}$$

$$D_{100} = t / \log N_0 / N = 4500 / \log 10^5 / 2,1 \cdot 10^2 = 1679 \text{ sec}$$

Calcolo D_{130}

$$\log N_0 / N = t/D_{130}$$

$$D_{130} = t / \log N_0 / N = 4500 / \log 2,1 \cdot 10^2 / 2,1 \cdot 10^2 = 1,65 \text{ sec}$$

Applico seconda legge-----

Calcolo il tempo necessario a 125° per avere una popolazione residua $N = 10^{-7}$?

$$\text{Log } N_0/N = t/D_{125}$$

$$t = (\text{Log } N_0/N) \cdot D_{125}$$

però non conosco D_{125} che ricavo da $\text{Log } D_{100}/D_{125} = (125 - 100)/z$

però non conosco z che ricavo così :

$$\text{Log } D_{100}/D_{130} = (130 - 100)/z$$

$$z = (130 - 100) / \text{Log } D_{100}/D_{130} = 30 / \text{Log } 1679/1,65 = 10$$

dunque poiché z è una costante

$$z = (125 - 100) / \text{Log } D_{100}/D_{125} = 25 / \text{Log } D_{100}/D_{125}$$

da cui : $\text{Log } D_{100} - \text{log } D_{125} = 25/10$ e quindi $-\text{log } D_{125} = -2,5 + \text{Log } 1679$

$$\text{log } D_{125} = 0,72$$

$$D_{125} = 5,31$$

Ora finalmente conoscendo $D_{125} = 5,31$ posso applicare :

$$t = (\text{Log } N_0/N) \cdot D_{125} = (\text{log } 1,2 \cdot 10^{-2} / 10^{-7}) \cdot 5,31 = 26,9$$

PROBLEMA pag 141:

Per ottenere 12 riduzioni decimali di *Clostridium sporogens* è necessario operare a 120°C per $D = 14,5$ minuti = 870 sec.: Lo stesso risultato (12 riduzioni) si ottiene a 130° in $D = 72$ secondi.

Calcolare la popolazione microbica finale nel caso in cui $N_0 = 10^7$ se si operasse la sterilizzazione del prodotto a $T = 140^\circ$ per un tempo di 10 secondi.

Risoluzione

Per calcolare **N finale incognita** devo applicare la $\text{Log } N_0/N = t/D_{140}$

Per calcolare **D_{140} incognita** devo applicare la da $\text{Log } D_{120}/D_{140} = (140 - 120)/z$

Per calcolare **z incognita** devo applicare : $z = (130 - 120) / \text{Log } D_{120}/D_{130} = 10 / \text{Log } D_{120}/D_{130}$

dunque :

$$z = (130 - 120) / \text{Log } D_{120}/D_{130} = 10 / \text{Log } 870/72 = 9,1^\circ$$

$$\text{Log } D_{120}/D_{140} = (140 - 120)/z = 20/9,1$$

quindi $-\text{log } D_{140} = (-20/9,1) + \text{Log } D_{120}$

$$\text{log } D_{140} = 0,74$$

$$D_{125} = 5,5$$

$$\text{Log } N_0/N = t/ D_{125}$$

$$\text{Log } N_0 - \log N = t/ D_{125}$$

$$\text{Log } N = \log N_0 - t/ D_{125} = \log 10^7 - 10/5,5 = 5,18$$

$$N = 151991$$

PROBLEMA PAG 142

Un prodotto inquinato da specie microbiche A e B con $N_{0A} = 10^6$ e $N_{0B} = 10^8$ deve essere sottoposto a sterilizzazione. Poiché il prodotto possa essere considerato sterilizzato la popolazione microbica residua per A e B deve essere rispettivamente $N_A = 10^{-5}$ e $N_B = 10^{-3}$.

Calcolare per quanto tempo si deve operare a 130° C per sterilizzare il prodotto in base ai seguenti dati:

$$\text{micr.A } D_{121}=30'' \quad D_{140} = 0,4''$$

$$\text{micr.B } D_{121}=40'' \quad z= 9,2^\circ\text{C}$$

Calcolare z per microorgan A

Calcolare D130

Calcolare la popolazione microbica residua operando nelle condizioni di sterilizzazione.

microorgan	No	N	D121	D140	z	D130
A	10^6	10^{-5}	30	0,4		
B	10^8	10^{-3}	40		9,2	

Calcolo z per microorg A

$$z = (121 - 140) / \text{Log } D_{140}/ D_{121} = -19 / \text{Log } D_{140}/ D_{121} = 10,133^\circ\text{C}$$

Calcolo D130 per microorg A

$$\text{Log } D_{121}/ D_{130} = (130 - 121)/z = (130 - 121)/10,133 = \text{Log } D_{121} - \log D_{130}$$

$$\log D_{130} = \text{Log } D_{121} - (130 - 121)/10,133$$

$$\log D_{130} = 0,58$$

$$D_{130} = 3,88$$

Calcolo D130 per microorg B

$$\text{Log } D_{121}/ D_{130} = (130 - 121)/z = (130 - 121)/9,2 = \text{Log } D_{121} - \log D_{130}$$

$$\log D_{130} = \text{Log } D_{121} - (130 - 121)/9,2$$

$$\log D_{130} = 0,62$$

$$D_{130} = 4,2$$

Calcolo il tempo di sterilizzazione t

$$\text{Log } N_0 - \text{log } N = t / D_{130}$$

$$t = (\text{Log } N_0 - \text{log } N) \cdot D_{130} = (\text{Log } 10^6 - \text{log } 10^{-5}) \cdot 3,88 = 42,6 \text{ sec}$$

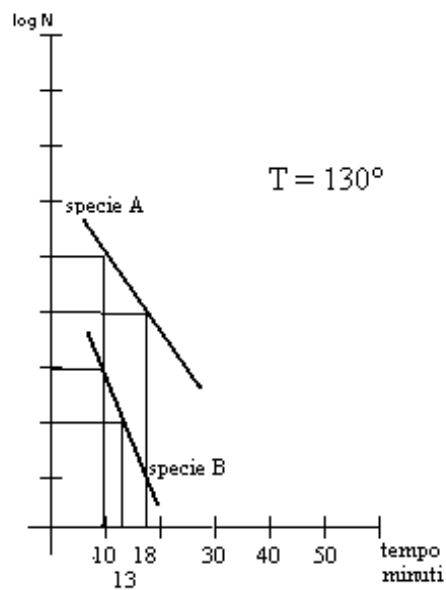
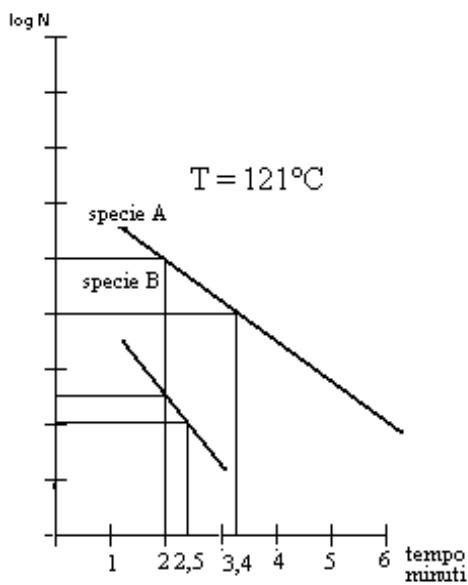
PROBLEMA PAG 142

Nel grafico allegato sono riportate le curve di sopravvivenza di due specie microbiche, ottenute a due diverse temperature: Calcolare la popolazione microbica residua N per ciascuno di questi microorganismi se si opera a $T=142^\circ$, per un tempo $t = 1,2 \text{ sec}$ e $N_0 = 10^9$ per entrambe.

Se operando a $T=126^\circ\text{C}$ si ottengono 5 riduzioni decimali della specie microbica B, calcolare la popolazione della specie microbica A operando alle stesse condizioni.

Microorgan.	N_0	D142	N	D121	D130	z
A	10^9					
B	10^9					

Grafico :



Dal primo grafico calcolo:

Calcolo D121 del microorg A

$$D_{121} = 3,4 - 2 = 1,4 \text{ min} = 84 \text{ sec}$$

Calcolo D121 del microorg B

$$D_{121} = 2,5 - 2 = 0,5 \text{ min} = 30 \text{ sec}$$

Dal secondo grafico calcolo:

Calcolo D130 del microorg A

$$D_{130} = 18 - 10 = 8 \text{ min} = 480 \text{ sec}$$

Calcolo D121 del microorg B

$$D_{130} = 13 - 10 = 3 \text{ min} = 180 \text{ sec}$$

Calcolo z per microorg A

$$z = (130 - 121) / \text{Log } D_{121} / D_{130} = 9 / \text{Log } 84 / 8 = 8,18^\circ\text{C}$$

Calcolo z per microorg B

$$z = (130 - 121) / \text{Log } D_{121} / D_{130} = 9 / \text{Log } 30 / 3 = 8,18^\circ\text{C}$$

Calcolo D142 per microorg A

$$\text{Log } D_{121} / D_{142} = (142 - 121) / z = (142 - 121) / 8,18 = \text{Log } D_{121} - \text{log } D_{142}$$

$$\text{log } D_{142} = \text{Log } D_{121} - (142 - 121) / 8,18$$

$$D_{142} = 0.35$$

Calcolo D142 per microorg B

$$\text{Log } D_{121} / D_{142} = (142 - 121) / z = (142 - 121) / 9 = \text{Log } D_{121} - \text{log } D_{142}$$

$$\text{log } D_{142} = \text{Log } D_{121} - (142 - 121) / 9$$

$$D_{142} = 0.145$$

Calcolo N (ad un tempo t= 1,2 sec) per il microorgan A

$$\text{Log } N_0 / N = t / D_{142}$$

$$\text{Log } N_0 - \text{log } N = t / D_{142}$$

$$\text{Log } N = \text{log } N_0 - t / D_{142} = \text{log } 10^9 - 1,2 / 0,35$$

$$N = 3,7 \cdot 10^5$$

Calcolo N (ad un tempo t= 1,2 sec) per il microorgan B

$$\text{Log } N_0 / N = t / D_{142}$$

$$\text{Log } N_0 - \text{log } N = t / D_{142}$$

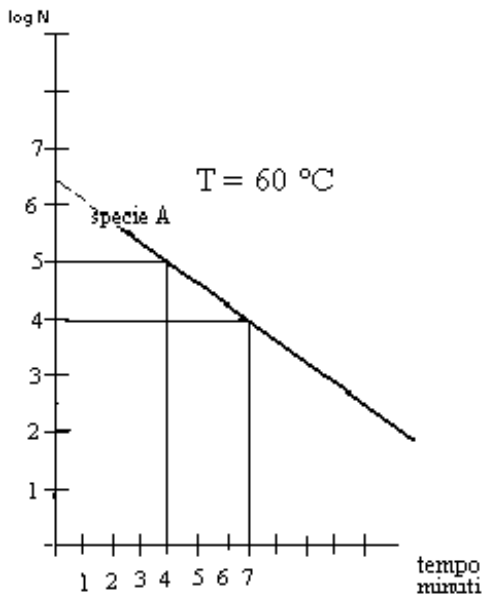
$$\text{Log } N = \text{log } N_0 - t / D_{142} = \text{log } 10^9 - 1,2 / 0,145$$

$N = 2,7$

esercizio pag 144

Nel grafico è riportata la retta di sopravvivenza di un lievito alla temperatura di 60° .

Conoscendo il valore di $z = 12^\circ$ tracciare le rette di sopravvivenza a $70, 80, 90^\circ$ partendo dalla stessa concentrazione iniziale



Dal grafico rilevo che

$\text{Log } N_0 = 6,5$ quindi $N_0 = 10^{6,5}$

CALCOLO D60

$$D_{60} = 7 - 4 = 3 \text{ sec} = 180 \text{ sec}$$

CALCOLO D70

$$\text{Log } D_{60} / D_{70} = (70 - 60) / z = (70 - 60) / 12 = \text{Log } D_{60} - \text{log } D_{70}$$

$$\text{log } D_{70} = \text{Log } D_{60} - (70 - 60) / 12 = \text{Log } 180 - (70 - 60) / 12 = 2,25 - 0,83$$

$$\text{log } D_{70} = 1,41$$

$$D_{70} = 26 \text{ sec}$$

ALLO STESSO MODO RICAVO D80 E D90

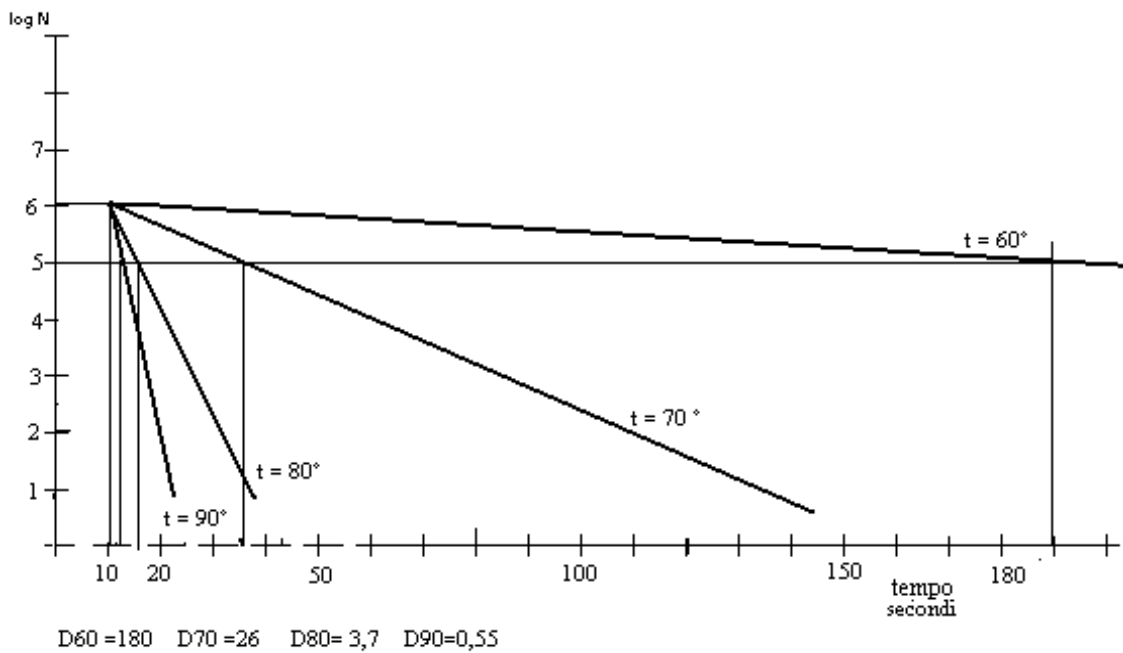
$$\text{log } D_{80} = 2,25 - (80 - 60) / 12 = 2,25 - 1,66 = 0,58$$

$$D_{80} = 3,7$$

$$\text{log } D_{90} = 2,25 - (90 - 60) / 12 = 2,25 - 2,5 = -0,25$$

$$\text{log } D_{90} = -0,25$$

$D_{90} = 0.55$



Batteri.

Classificazione

secondo ordine famiglia, genere, specie es :

pseudomonadales, pseudomonadaceae, pseudomonas, pseudomonas aeruginosa

Classificazione

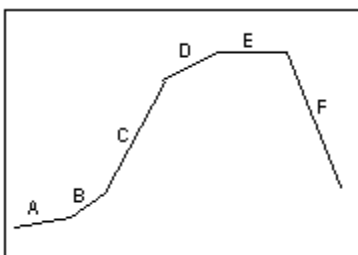
secondo ordine pratico:

patogeni (la pastorizzazione a 72-80° distrugge i patogeni, mentre la sterilizzazione a 140-200° distrugge oltre ai patogeni, i banali, spore e micrococchi termoresistenti),

saprofiti (mineralizzano i composti organici)

gram+ e gram – (batteri classificati secondo colorazione..)

Crescita batterica



A= latenza

B=transizione

C=fase logaritmica esponenziale

D=rallentamento

E=fase stazionaria

F=declino

N=numero di batteri

VERIFICA

Classe IV TAB

a-Spiega il bilancio termico nel caso in cui avvenga scambio termico diretto con vapore

Soluzione entrante =A a A%a temperatura t_a ;vapore B; soluzione uscente C al c% a temperatura t_c

b-spiega scambio termico diretto con vapore B a t_b che riscalda una soluzione entrante A ad A% a temperatura t_a e fai bilancio termico supponendo che esca una soluzione C a C% a t_c

Bilancio

1. $A \cdot c_p \cdot T_a + B \cdot c_l = C \cdot c_p \cdot T_c$
2. $C \cdot c_p \cdot T_c = (A \cdot 0,0A) \cdot 0,5 \cdot T_c + (A - (A \cdot 0,0A) + B) \cdot 1 \cdot T_c$
3. $A + B = C$
4. $A \cdot 0,0A = C \cdot 0,0C$

a-illustra la 1à legge di Bigelow + curva di sopravvivenza

b-illustra la seconda legge di Bigelow + curva di distruzione termica

1)ESERCIZIO scambio diretto

Supponiamo di avere un recipiente che contiene 300 kg di acqua a 30°C e lo riscaldo facendo gorgogliare del vapore a pressione atmosferica che porta l'acqua a 80° .

—

Quanto vapore x ci vuole per effettuare questa operazione?

Entalpia entrante = $300 \cdot 1 \cdot 30 + P_{\text{vapore}} \cdot c_l$

Entalpia finale = $(50 + x) \cdot 1 \cdot 80$

$300 \cdot 1 \cdot 30 + P_{\text{vapore}} \cdot c_l = (50 + x) \cdot 1 \cdot 80$

2)ESERCIZIO scambio diretto

1000 Kg/h di latte al 12 % in solidi e 85°C vengono fatti passare in un uperizzatore in cui entra vapore alla pressione di 4,5 Kg/cm² e alla temperatura di 147,2°C (la tabella entalpica mi da' per questi valori una H =656 Kcal/kg): il latte risultante diluito esce a 140°C.

Calcolare la % in solidi del latte diluito. Vapore P=4,59 kg/cm² T=147,2

Risolve ricordando che il bilancio entalpico deve essere H entrata = H uscita (temp riferim = 0°C)

$P(\text{latte}) \cdot H(\text{latte}) + P(\text{vapore}) \cdot H(\text{vapore}) = P(\text{solidi del latte}) \cdot H(\text{solidi del latte}) + P(\text{latte dil}) \cdot H(\text{latte dil})$

C_p (per latte in entrata) = $0,12 \cdot 0,5 + 0,88 \cdot 1 = 0,94$

$1000 \cdot 0,94 \cdot (85-0) + P(\text{vapore}) \cdot 656 = (1000 \cdot 0,12) \cdot 0,5 \cdot (140-0) + (1000-1000 \cdot 0,12 + P(\text{vapore})) \cdot 1 \cdot (140-0)$

ricavo $P(\text{vapore}) = 100 \text{ kg/h}$

dalla relazione $P(\text{latte})$ iniziale . % solidi = $[P(\text{latte})$ finale + $P(\text{vapore})]$. % solidi

$1000 \cdot 0,12 = (1000 + 100) \cdot x\% / 100$ solidi

$x\% = 10,9\%$

3)ESERCIZIO scambio indiretto 33

In un evaporatore in cui vengono concentrati 8000 Kg/h di latte magro al 12% in solidi ,il latte e' a 5 °C e il concentrato e' al 45% in solidi: La pressione assoluta nell'evaporatore e' di 0,2 Kg/cm² e la pressione di riscaldamento del vapore condensante e' 0,8 Kg/cm²(CL=562)

Calcolare il calore specifico, la portata di vapore e liquido concentrato, la quantità di calore scambiato?

1)Calcolo $c_p =$

c_{p1} = calore specifico per solido (9% di grasso nel latte) = $0,12 \cdot 0,5 = 0,06$

c_{p2} = calore specifico per liquido (88% di acqua nel latte) = $0,88 \cdot 1 = 0,88$

$c_{p1} + c_{p2}$ = calore specifico del latte al 12% = 0,94.

2)calcolo portata vapore e liquido

$8000(\text{liquido entrante}) = (X + Y)$ somma dei prodotti uscenti

$8000 \cdot 0,12(\text{grasso entrante}) = \text{grasso uscente } (Y \cdot 0,45) \text{-----} \rightarrow X = 2133, Y = 5867(\text{vapore})$

3)calcolo il calore ceduto calcolando il calore sensibile e il calore latente:

$Q_1 = P_{\text{totale}} \cdot c_p \cdot T = 8000 \cdot 0,955 \cdot (59,7-5)$

$-Q_2 = P_{\text{vapore}} \cdot c_l = 5866 \cdot 562 = \dots\dots\dots$

$Q = Q_1 + Q_2 = \dots\dots\dots$

PROBLEMA PAG 135: I valori di D 131 e D140 per alcune spore di microorganismi responsabili di inconvenienti nella conservazione di prodotti confezionati sono :

battere	D131 (secondi)	D140 (secondi)	D 142 (secondi)	z	log N	n
Pseudomonas	144	16	?	?		
Staphylococcus	72	6	?	?		
Escherichia coli	5	0,4	?	?		

quale valore della costante o coefficiente z? e quale grado di riduzione decimale D si ottiene per ciascuno di essi ?

Supponendo che la popolazione microbica iniziale di questi microorganismi sia di 10^9 , operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec ,calcolare altresì' i valori di N e n

applico la legge : $\log D_1 / \log D_2 = (t_2 - t_1) / z$

$$z = (t_{140} - t_{131}) / \log D_{131} / D_{140}$$

1) calcolo z e D_{142} per Escherichia coli

$$z = (t_{140} - t_{131}) / \log D_{131} / D_{140} = (140 - 131) / (\log 5 / 0,4) = 9 / \log 12,5 = 9 / 1,2 = 8,25$$

$$\log D_{131} / D_{142} = (t_{142} - t_{131}) / z = \log D_{121} - \log D_{142}$$

(risulta uguale anche con $\log D_{142} / \log D_{131} = (t_{131} - t_{142}) / z$)

$$- \log D_{142} = [(t_{142} - t_{131}) / z] - \log D_{131} =$$

$$+ \log D_{142} = - [(t_{142} - t_{121}) / z] + \log D_{131} =$$

$$\log D_{142} = (- 142 + 131) / 8,25 + \log D_{131} = (-11 / 8,25) + \log 5 = - 1,33 + 0,7 = - 0,63$$

$D_{142} = 4$ sec

2) calcolo z e D_{142} per Staphylococcus

$$z = (t_{140} - t_{131}) / \log D_{131} / D_{140} = (140 - 131) / (\log 72 / 6) = 9 / \log 12 = 9 / 1,08 = 8,33^\circ$$

$$\log D_{131} / D_{142} = (t_{142} - t_{131}) / z = \log D_{131} - \log D_{142}$$

(risulta uguale anche con $\log D_{142} / D_{131} = (t_{131} - t_{142}) / z$)

$$- \log D_{142} = [(t_{142} - t_{131}) / z] - \log D_{131} =$$

$$+ \log D_{142} = - [(t_{142} - t_{131}) / z] + \log D_{131} =$$

$$\log D_{142} = (- 142 + 131) / 8,33 + \log D_{131} = (-11 / 8,33) + \log 72 = - 1,32 + 1,85 = 0,53$$

$D_{142} = 3,4$ sec

3) calcolo z e D_{142} per Pseudomonas

$$z = (t_{140} - t_{131}) / \log D_{131} / D_{140} = (140 - 131) / (\log 144 / 16) = 9 / \log 9 = 9 / 0,95 = 9,47^\circ$$

$$\log D_{121} / \log D_{142} = (t_{142} - t_{131}) / z = \log D_{131} - \log D_{142}$$

(risulta uguale anche con $\log D_{142}/D_{121} = (t_{131} - t_{142})/z$)

$$-\log D_{142} = [(t_{142} - t_{131})/z] - \log D_{131} =$$

$$+ \log D_{142} = - [(t_{142} - t_{131})/z] + \log D_{131} =$$

$$\log D_{142} = (-142 + 131)/9,43 + \log D_{131} = (-11/9,43) + \log 144 = -1,16 + 2,16 = -1$$

D₁₄₂ = 10 sec

4) calcolo logN e n per Escherichia coli (supponendo che N₀ sia di 10⁹, operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec, e che D₁₄₂ calcolato sia = 4)

$$\log N_0 / \log N = \log N_0 - \log N = t/D = n$$

$$\log N = \log N_0 - t/D = \log 10^9 - 1,2/4 = 9 - 0,3 = 8,7$$

N =

$$n = t/D = 1,2/4 = \mathbf{0,3}$$

5) calcolo logN e n per Staphylococcus (supponendo che N₀ sia di 10⁹, operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec, e che D₁₄₂ calcolato sia = 3,4)

$$\log N_0 / \log N = \log N_0 - \log N = t/D$$

$$\log N = \log N_0 - t/D = \log 10^9 - 1,2/3,4 = 9 - 0,35 = \mathbf{-8,65}$$

N =

$$n = t/D = 1,2/3,4 = \mathbf{0,35}$$

6) calcolo N e n per Pseudomonas (supponendo che N₀ sia di 10⁹, operando a 142°C per un tempo di 1,2 sec, e che D₁₄₂ calcolato sia = 10)

$$\log N_0 / \log N = \log N_0 - \log N = t/D$$

$$\log N = \log N_0 - t/D = \log 10^9 - 1,2/10 = 9 - 0,12 = 8,88$$

N = **4 · 10⁷**

$$n = t/D = 1,2/10 = \mathbf{0,12}$$

la tabella completa sarà:

batterio	D131 (secondi)	D140 (secondi)	D 142 (secondi)	z	log N	n
Pseudomonas	144	16	10	9,47	8,88	0,12
Staphylococcus	72	6	3,4	8,33	8,65	0,35
Escherichia coli	5	0,4	4	4	8,25	0,3