



## Capire i processi di pastorizzazione e sterilizzazione



In natura esistono molti microorganismi, alcuni “buoni” ed altri “cattivi”. Il processo di pastorizzazione riduce il livello di microorganismi salvando in buona parte le qualità organolettiche del prodotto, mentre per la sterilizzazione l'unico microorganismo buono è quello morto; naturalmente le caratteristiche organolettiche del prodotto vengono alterate, ma spesso questo è l'unico sistema per conservare alimenti per anni.

### Il parametro D

Quanti microorganismi sono presenti in un lotto di prodotto prima dei processi di pastorizzazione e di sterilizzazione? Tanti ed il loro numero contiene tanti zeri ed è quindi necessario esprimerli in potenze di 10; così:

10 si indica 10 elevato a 1, ovvero  $10^1$ ;

100 si indica 10 elevato a 2, ovvero  $10^2$ ;

1000 si indica 10 elevato a 3, ovvero  $10^3$ ;

.....

1000000 si indica 10 elevato a 6, ovvero  $10^6$ ;

ecc.

Il processo di abbattimento dei microorganismi inizia a temperature particolarmente basse: consideriamo, per esempio, la temperatura di  $65^\circ\text{C}$ . Per ridurre ad un decimo la carica presente occorrerà esporre l'alimento a  $65^\circ\text{C}$  per un certo tempo, per esempio 20 minuti.

Se all'inizio del processo c'erano  $10^6$  microorganismi (1.000.000), alla fine dei 20 minuti ci saranno 10 volte meno microorganismi, cioè 100.000 microorganismi o  $10^5$ , se espressi in potenze di 10.

Se l'esposizione dura altri 20 minuti la riduzione sarà ancora di 10 volte rispetto a  $10^5$  e si avrà  $10^4$ , ovvero 10.000 microorganismi: 100 volte meno dei microorganismi di partenza!

Diremo che quei microorganismi hanno un valore  $D=20$  a  $65^\circ\text{C}$

*D è quindi un tempo ed è il tempo necessario per ridurre a un decimo, a una temperatura ben definita, i microorganismi iniziali.*

In base ai ragionamenti fatti (riduzione dei microorganismi ad un decimo per ogni tempo D), non si avrà mai la completa distruzione dei microorganismi stessi. Supponiamo di avere in produzione un solo microorganismo per confezione ed applichiamo un processo di riduzione decimale di 6, cioè facciamo durare il processo, ad una temperatura nota e costante per  $6xD$  minuti: dopo D minuti la carica batterica è ridotta ad un decimo, dopo  $2xD$  minuti a un centesimo e così via fino a  $6xD$  dove la riduzione è ad un milionesimo; avremo cioè una confezione su un milione che contiene ancora il microorganismo. In sterilizzazione si applicano riduzioni tipiche di 12 e cioè solo una confezione su un milione di milioni è accettata come non sterile.

Quindi, **ad una certa temperatura**, noto D ed il grado di abbattimento, per esempio di un milione di volte, cioè 6 riduzioni, possiamo calcolare il tempo di esposizione moltiplicando D per 6.

Per chi ricorda i logaritmi. Se:

a= numero iniziale di microorganismi;

b= numero finale di microorganismi;

D= il tempo necessario per ridurre a un decimo, **a una temperatura ben definita**, i microorganismi iniziali;

t= durata del processo;

si ha:

$t = D(\log a - \log b)$ ;

dove  $(\log a - \log b)$  è quindi il numero di riduzioni.

Complichiamoci la vita.

### Il Parametro Z

Cosa succede se alzo la temperatura? Innalzando la temperatura aumenta il numero di microorganismi abbattuti ogni minuto. E' possibile misurare sperimentalmente l'innalzamento di temperatura da apportare

per ridurre il valore D a un decimo (nel nostro caso da 20 minuti a 2 minuti): questo valore viene indicato con Z e si misura in °C.

Z quindi è l'innalzamento di temperatura da apportare al prodotto per ridurre il valore D ad un decimo. Z si misura in °C.

Da rilevare che innalzando la temperatura aumenta molto il tasso di abbattimento e viceversa abbassandola diminuisce di molto.

### Il Valore F o P. Le unità di pastorizzazione o sterilizzazione

Ma qual è l'informazione che vuole un operatore della pastorizzazione o della sterilizzazione? Semplicemente la durata e la temperatura del processo di pastorizzazione o di sterilizzazione.

Quello che viene chiesto è il valore F o P per una certa temperatura.

In sterilizzazione si definisce un particolare valore di F, F<sub>0</sub>, che è la durata del processo di sterilizzazione a 121.11°C (che sono poi 250°F, da cui si vede l'influenza anglosassone sui ragionamenti fatti).

Si possono avere anche F110, F135, ecc.

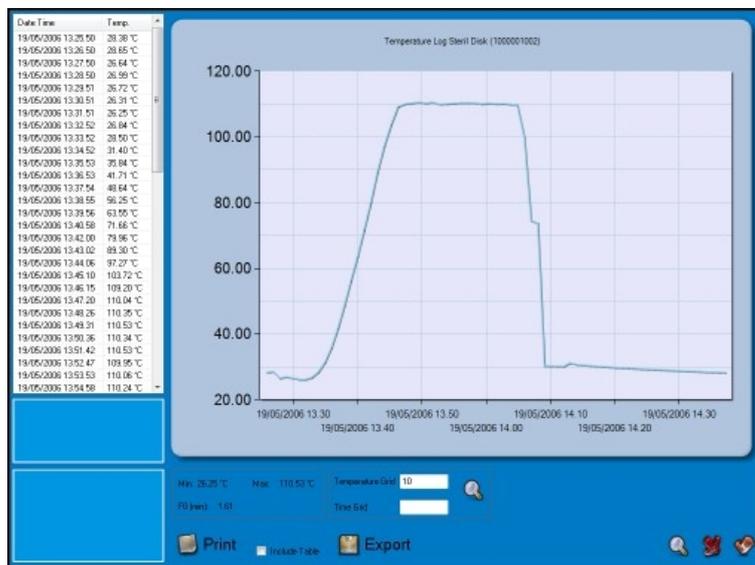
In pastorizzazione si dovrebbe parlare di P ad una certa temperatura, ma spesso si usa indifferentemente F

F (o P) è il valore in minuti, **ad una certa temperatura**, durata del processo di pastorizzazione o sterilizzazione.

Spesso per la pastorizzazione, specialmente per bevande, si parla di Unità di Pastorizzazione (o Pateurization Units – PU) che è così definita:

Una unità di pastorizzazione è definita come 1 minuto di esposizione del prodotto a 60°C.

I processi reali sono differenti rispetto a quelli teorici: infatti la temperatura non sale immediatamente al valore previsto, non si mantiene costante al valore previsto e non torna immediatamente a temperatura ambiente. Si veda il tipico diagramma riportato:



ed il progressivo del calcolo di F<sub>0</sub> (riferito quindi a 121,11°C). Il processo è con Z=10:

Tempo	°C	F <sub>0</sub>
19/05/2006 13.25.50	28.38	0
19/05/2006 13.26.50	28.65	0
19/05/2006 13.27.50	26.64	0
19/05/2006 13.28.50	26.99	0
19/05/2006 13.29.51	26.72	0

19/05/2006 13.30.51	26.31	0
19/05/2006 13.31.51	26.25	0
19/05/2006 13.32.52	26.84	0
19/05/2006 13.33.52	28.5	0
19/05/2006 13.34.52	31.4	0
19/05/2006 13.35.53	35.84	0
19/05/2006 13.36.53	41.71	0
19/05/2006 13.37.54	48.64	0
19/05/2006 13.38.55	56.25	0
19/05/2006 13.39.56	63.55	0
19/05/2006 13.40.58	71.66	0
19/05/2006 13.42.00	79.96	0
19/05/2006 13.43.02	89.3	0
19/05/2006 13.44.06	97.27	0
19/05/2006 13.45.10	103.72	0.01
19/05/2006 13.46.15	109.2	0.02
19/05/2006 13.47.20	110.04	0.1
19/05/2006 13.48.26	110.35	0.18
19/05/2006 13.49.31	110.53	0.27
19/05/2006 13.50.36	110.34	0.37
19/05/2006 13.51.42	110.53	0.46
19/05/2006 13.52.47	109.95	0.55
19/05/2006 13.53.53	110.06	0.64
19/05/2006 13.54.58	110.24	0.72
19/05/2006 13.56.04	110.43	0.81
19/05/2006 13.57.09	110.39	0.91
19/05/2006 13.58.15	110.39	1
19/05/2006 13.59.20	110.01	1.09
19/05/2006 14.00.26	110.29	1.18
19/05/2006 14.01.31	110.06	1.27
19/05/2006 14.02.36	110.1	1.35
19/05/2006 14.03.42	109.96	1.44
19/05/2006 14.04.47	109.77	1.52
19/05/2006 14.05.53	99.94	1.6
19/05/2006 14.06.57	74.48	1.61
19/05/2006 14.07.59	73.81	1.61
19/05/2006 14.09.02	30.36	1.61
19/05/2006 14.10.02	30.35	1.61
19/05/2006 14.11.02	30.32	1.61
19/05/2006 14.12.03	30.25	1.61
19/05/2006 14.13.03	31.3	1.61

19/05/2006 14.14.03	30.77	1.61
19/05/2006 14.15.04	30.6	1.61
19/05/2006 14.16.04	30.4	1.61
19/05/2006 14.17.05	30.31	1.61
19/05/2006 14.18.05	30.15	1.61

Come si vede i primi contributi ad F0 si hanno verso i 100°C e cessano a 100°C. Inoltre, anche se non si sono mai raggiunti i 121.11°C, si ha un contributo ad F0.

Nei processi di pastorizzazione e sterilizzazione occorre tener presenti anche questi contributi. Il parametro che ne tiene conto è il parametro Z.

In definitiva i programmi che elaborano automaticamente i dati di pastorizzazione e sterilizzazione hanno bisogno di alcuni parametri introdotti dall'utente:

- la temperatura di riferimento T (in generale 121.11°C per i processi di sterilizzazione e 60°C per quelli di pastorizzazione)
- il parametro Z (in °C e corrisponde al cambiamento di temperature per variare il tempo di riduzione di un fattore 10) e che serve per tener conto che il processo non si svolge a temperatura costante.

Il programma calcola automaticamente il volere F (o P per la pastorizzazione) **che è definito per la temperatura T.**

Se si vuole si può anche introdurre una soglia al di sotto della quale vengono trascurati anche i pur piccoli contributi a F (o P).

Si può anche parlare di unità di sterilizzazione o di pastorizzazione, considerando che una unità è un minuto di esposizione alla temperatura nominale T. Così un F0 di 5.5 minuti equivale a 5.5 unità di sterilizzazione (a 121.11°C) e 20 unità di pastorizzazione equivalgono all'esposizione per 20 minuti alla temperatura di riferimento (di solito 60°C).

I valori della temperatura di riferimento, i valori Z ed i valori di esposizione (se si vuole le unità di sterilizzazione o pastorizzazione) dipendono dai microorganismi che si vogliono abbattere e si trovano in letteratura.

### ***Alcuni aspetti tecnici della misura.***

#### Dove misurare?

Generalmente un pastorizzatore o uno sterilizzatore sono ambienti di certe dimensioni e non è assolutamente detto che la temperatura sia uniforme all'interno dell'apparecchiatura. Occorre eseguire una mappatura delle temperature per individuare il punto più critico e tarare il processo nel sul punto più critico. No fidatevi del termometro di processo perché, anche se accurato, può essere posto in un punto più favorevole rispetto ad altri.

Inoltre occorre eseguire la misura nel cuore del prodotto, che si presume raggiunga la temperatura voluta dopo le altre parti del prodotto.

#### In quale ambiente avviene il processo?

I valori di di F o P differiscono in funzione dell'ambiente in cui viene la sterilizzazione e pastorizzazione: in un ambiente a vapor saturo si hanno valori di F e P e temperature di riferimento differenti da un processo eseguito in aria calda o con microonde. Da notare che il riscaldamento a microonde talvolta non fornisce temperature uniformi.

#### Con quali strumenti misurare?

Con qualsiasi strumento calibrato. Con termocoppie, termoresistenze o termistori. Utilizzate, quando possibile, registratori dati (data logger) miniaturizzati posti all'interno del prodotto o le cui sonde entrano nel prodotto. Per il monitoraggio "on line", per avere quindi i dati durante il processo, utilizzate strumenti con trasmissione radio (wireless communication) ed avrete i dati mentre si sta svolgendo il processo e non dopo lo stesso.



Tecnosoft s.r.l.  
Via Galvani, 4, 20068, Peschiera Borromeo (Milano)- ITALY - tel +39 02 26922888 - fax +39 02 26922875  
e-mail: [info@tecnosoft.eu](mailto:info@tecnosoft.eu) - web: [www.tecnosoft.eu](http://www.tecnosoft.eu)

Certificata UNI EN ISO 9001:2008 per sviluppo Firmware e Software