

*Corso ecm: Regolamento 2073: valutazione della
documentazione relativa alla shelf-life degli alimenti
presentata dalle ditte
Pisa, 9 aprile 2013*

Conserve

Dr Roberto Fischetti - Istituto Zooprofilattico
Lazio e Toscana – Sezione di Pisa



SCOPO

Cos'è la sterilizzazione e come valutare i trattamenti termici adottati per le conserve.

Schema della lezione

- ***Perché i prodotti alimentari sono deperibili ?***
- ***Cosa significa rendere conservabile un alimento ?***
- ***Su quali fattori intervenire ?***
 - ***Sterilizzazione***

- Perché gli alimenti sono (in genere) deperibili ?

✗ Sono ricchissimi di acqua, la cui disponibilità favorisce la proliferazione microbica.

✗ Il pH inoltre è vicino alla neutralità.

✗ I batteri patogeni e alteranti, che sono molto esigenti sia rispetto alle sostanze nutritive presenti che all'acqua ed alle condizioni chimico-fisiche crescono, in genere, con $\text{pH} > 4,5$ e $a_w > 0.92$.

I lieviti e le muffe sono molto meno esigenti ed hanno una buona resistenza ai trattamenti.

Solamente i germi sporigeni dimostrano una resistenza alle alte temperature notevolmente superiore.

Queste differenze determinano i diversi tipi di trattamenti di stabilizzazione.

- Perché gli alimenti sono deperibili ?

Growth Factors For Selected Bacteria

| ORGANISM | TEMP °C ^a | pH ^a | aw ^a |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Salmonella</i> spp. | 5.2 / 35-43 / 46.2 | 3.8 / 7.0-7.5 / 9.5 | 0.94 / 0.99 / >0.99 |
| <i>Clostridium botulinum</i> | | | |
| A & B | 10 - 50 | 4.7 - 9 | >0.93 |
| nonproteolytic B | 5 - ? | _b | NR ^c |
| E | 3.3 - 15-30 | _b | >0.965 |
| F | 4 - ? | _b | NR ^c |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 7 / 37 / 48 | 4.0 / 6.0-7.0 / 10 | 0.83(0.9) / 0.98 / >0.99 |
| <i>Campylobacter jejuni</i> | 32 / 42-43 / 45 | 4.9 / 6.5-7.5 / ca9 | >0.987 / 0.997 / - |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | -1.3 / 25-37 / 42 | 4.2 / 7.2 / 9.6 | - / - / 5% NaCl |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | -0.4 / 37 / 45 | 4.39 / 7.0 / 9.4 | 0.92 / - / - |
| <i>Vibrio cholerae</i> O1 | 10 / 37 / 43 | 5.0 / 7.6 / 9.6 | 0.970 / 0.984 / 0.998 |
| <i>V. cholerae</i> non-O1 | _b | _b | _b |
| <i>Vibrio parahaemolyticus</i> | 5 / 37 / 43 | 4.8 / 7.8-8.6 / 11 | 0.940 / 0.981 / 0.996 |
| <i>Clostridium perfringens</i> | 4 / 43-47 / 50 | 5.5-5.8 / 7.2 / 8.0-9.0 | 0.97 / 0.95-0.96 / 0.93 |
| <i>Bacillus cereus</i> | 4 / 30-40 / 55 | 5.0 / 6.0-7.0 / 8.8 | 0.93 / - / - |
| <i>Escherichia coli</i> | ca7-8 / 35-40 / ca44-46 | 4.4 / 6-7 / 9.0 | 0.95 / 0.995 / - |
| <i>Shigella sonnei</i> | 6.1 / - / 47.1 | 4.9 / - / 9.34 | - / - / 5.18% NaCl |
| <i>Shigella flexneri</i> | 7.9 / - / 45.2 | 5.0 / - / 9.19 | - / - / 3.78% NaCl |

a. minimum / optimum / maximum values.

b. The value, though unreported, is probably close to other species of the genus.

c. NR denotes that no reported value could be found, but for most vegetative cells, an aw of >0.95 would be expected.

USDA PMP

- Perché gli alimenti sono deperibili ?

Valori di pH e aw riscontrati in alcune matrici alimentari

| ORDINE | ALIMENTO | AW | temp. °C | pH |
|--------------------|----------------------------|-------|----------|------|
| carne lavorata | macinato | 0,97 | 18,4 | |
| | polpettone | 0,962 | 24,3 | 5,74 |
| | porchetta | 0,959 | 19,2 | |
| | preparato per crostino | 0,971 | 17,6 | 5,16 |
| | salsiccia | 0,96 | | |
| | salsiccia | 0,95 | | |
| | salsiccia | 0,955 | 19,5 | 5,82 |
| | salsiccia | 0,961 | 25,2 | |
| | mortadella | 0,955 | 27,2 | |
| | prosciutto | 0,882 | 22,6 | |
| carne conservata | prosciutto | 0,934 | 18 | 5,67 |
| | prosciutto | 0,92 | 17,3 | 5,78 |
| | prosciutto | 0,905 | 18,1 | 5,85 |
| | prosciutto | 0,913 | 18,3 | 5,59 |
| | prosciutto | 0,911 | 17,4 | 5,99 |
| | salame | 0,903 | 16 | |
| | salame | 0,942 | 22 | |
| | salame | 0,865 | 23,5 | 6,42 |
| | salame | 0,911 | 25,4 | |
| | salame | 0,921 | 25 | |
| | salame | 0,906 | | 5,4 |
| | salame | 0,91 | | 5,81 |
| | salame | 0,915 | | 5,1 |
| | salame snack no pelle | 0,878 | | 5,5 |
| | spalla | 0,847 | 17,5 | 5,56 |
| | speck (Germania) | 0,926 | 18,5 | 5,88 |
| | sopressata | 0,959 | | 6 |
| | pancetta cubetti (Francis) | 0,955 | | |
| | pancetta cubetti | 0,949 | | |
| | wurstel suino | 0,972 | 17,3 | 6,25 |
| derivati del latte | burro | 0,972 | 20,2 | 4,38 |
| | burro danese | 0,968 | 20,2 | 4,41 |



| ORDINE | ALIMENTO | AW | temp. °C | pH |
|---------|----------------------------------|-------|----------|------------|
| | yogurt | 0,97 | | 3,7 4,1 |
| | yogurt 1% grasso prugna zucch | 0,975 | 17,7 | 4,05 |
| | yogurt frutti bosco | 0,964 | 20,9 | 3,92 |
| | yogurt crema albicocca | 0,965 | 20,7 | 4,13 |
| paste | lasagne | 0,966 | 19,8 | 5,9 |
| | maionese tubo | 0,942 | 19 | |
| pane | panino morbido al latte | 0,925 | 24,7 | |
| | panino | 0,956 | 24,9 | |
| pesce | salmone affumicato | 0,956 | 22,3 | |
| | crema salmone affumicato | 0,945 | 18,8 | 5,76 |
| | crema salmone affumicato | 0,947 | 19,3 | 4,97 |
| | crema salmone affumicato | | | 4,96 |
| | ritagli salmone sottovuoto | 0,954 | 19,6 | 6,15 |
| | insalata di mare | 0,965 | 19,6 | 4 |
| | uova di lompo (semiconserva) | 0,97 | 19,07 | 4,78 |
| frutta | gheriglio di noce stagionato | 0,6 | 14,24 | |
| bevande | BIBITA | | | 2,81 |
| | succo di pomodoro San Marzano | | | 4,4 |
| | succo di pomodoro Canestrino | | | 4,4 |
| | marmellata cotogne casali | 0,858 | 17,8 | 2,5 |
| | marmellata lamponi casali | 0,881 | | 3,2 |

DATI IZS PISA

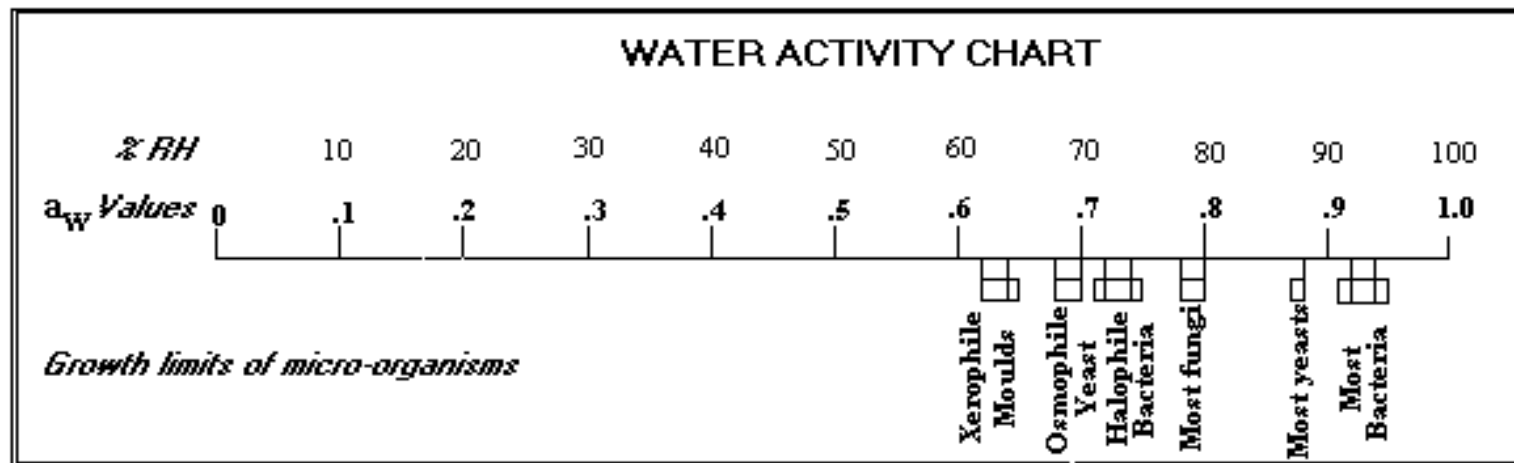
- Perché gli alimenti sono deperibili ?

The typical water activity of some foodstuffs:

AW

USDA PMP

| Type of product | Water Activity (aw) |
|---------------------|---------------------|
| Fresh meat and fish | 0.99 |
| Bread | 0.95 |
| Aged cheddar | 0.85 |
| Jams and jellies | 0.8 |
| Plum pudding | 0.8 |
| Dried fruit | 0.6 |
| Biscuits | 0.3 |
| Milk powder | 0.2 |
| Instant coffee | 0.2 |



- Cosa significa rendere conservabile un alimento ?

**BLOCCARE LA MOLTIPLICAZIONE MICROBICA -
principalmente batterica:**

- ✓ **Uccidendo i microbi**
- ✓ **Rendendo l'ambiente sfavorevole alla proliferazione**

Prodotti e fattori di controllo (es.: prodotti ittici)

- ❑ **TEMPO** : nei casi di parziale stabilizzazione la conservazione è in funzione del tempo
- ❑ **Temperatura**: alte temperature: scatolame, basse temperature: refrigerazione spesso in associazione , congelamento
- ❑ **Aw**: baccalà, stoccafisso, aringhe, bottarga, caviale
- ❑ **pH**: insalate di mare
- ❑ **Flora lattica**: salmone affumicato e simili in associazione a sale e fumo
- ❑ **Agenti conservanti**: gamberetti confezionati
- ❑ **Atmosfera di confezionamento**: molluschi freschi

I prodotti conservati

Conserva

Prodotto deperibile che ha subito un trattamento (in genere termico) tale da renderlo non deperibile e non nocivo per l'alimentazione umana, confezionato in modo da non permettere lo scambio di germi, gas, liquidi.

Esempi: Confezioni sterilizzate

Pastorizzazione

Permette l'inattivazione delle forme batteriche vegetative, lieviti e muffe

Sterilizzazione

Permette l'inattivazione anche delle spore batteriche

Tutti i tipi di trattamento non hanno effetto di inattivazione (microbica, ma anche enzimatica) immediato, bensì progressivo.

Non si può quindi parlare, in teoria, di eliminazione totale dei microbi.

- *Trattamento TERMICO*

Conserve acide

Caratterizzate da **pH \leq 4.5** *Trattamento di PASTORIZZAZIONE*

Conserve NON acide

Caratterizzate da **pH $>$ 4.5** *Trattamento di STERILIZZAZIONE*

Come si possono stabilizzare , usando le alte temperature, i seguenti prodotti?

Carne, legumi, verdure fresche (anche omogeneizzati di...)
(pH = 6-6.5 e aw = 0.98-0.99)

Omogeneizzato di frutta fresca
(pH = 3.5 e aw = 0.99)

Sterilizzazione

Conserve NON acide

Caratterizzate da pH > 4.5

Clostridium botulinum
(botulismo alimentare: tossina preformata)

- Sterilizzazione

C. botulinum gruppo I tipo A, B, F ceppi proteolitici: pH \geq 4.6, aw (0.935 – 0.94), T \geq 10°C. Le spore sono molto più resistenti del gruppo II.

C. botulinum gruppo II tipo E, B, F: ceppi saccarolitici (NON proteolitici): psicrotrofi (3°C), pH > 5, aw (0.96).

E' esclusivamente un problema legato alla conservazione prolungata di alimenti deperibili in assenza di ossigeno, come nel caso dello scatolame.

- **Sterilizzazione**

Clostridium botulinum
proteolitico

$A_w > 0.94$

$pH > 4.6$

Marmellata ESEMPIO

A_w **0.88 – 0.90**

pH **3 – 3.5**

Scuola di Specializzazione in

ALIMENTAZIONE

"Il rischio microbiologico nelle"

bbbbbbbbbbbbbbbbbbbb

bbbbbbbbbbbbbb

bbbbbb

ANNO ACCADEMICO

- Sterilizzazione

D o tempo di riduzione decimale = **TEMPO in minuti** per ridurre al 10% la popolazione microbica iniziale , cioè inattivare il **90%** della popolazione (1 LOG)

Z = gradi di temperatura che fanno variare di **10** volte **D**

F₀ = **TEMPO** in minuti di sterilizzazione alla temperatura (di riferimento) di 121°C (121,11)

- Sterilizzazione

D o tempo di riduzione decimale = **TEMPO** in minuti per inattivare il **90%** della popolazione

C. botulinum max $D_{121^{\circ}}$ = **0.23'**

C. sporogenes max $D_{121^{\circ}}$ = **1.5'**

B. stearothermophilus (termofilo) max $D_{121^{\circ}}$ = **5'**

ESEMPIO

A 121°C si ottiene 1 riduzione decimale delle spore più resistenti (ceppi proteolitici) di *C. botulinum* in 0.23 minuti.

Se nella produzione di scatolame abbiamo una contaminazione di 10 spore per confezione, dopo 0.23' (13.8'') rimane 1 spora, dopo ancora 0.23' rimangono 0.1 (1/10) spore e così di seguito; non rimane ovviamente un decimo di spora, ma il significato è che 1 confezione su 10 può essere contaminata.

- Sterilizzazione

D_o tempo di riduzione decimale

C. botulinum max D_{121°} = 0.23'

B. stearothermophilus (termofilo) max D_{121°} = 5'

Processo 12 D . Combinazione Tempo/temperatura che riduce le spore di *Clostridium botulinum* di 12 LOG. Es. 100 spore/scatola dopo processo 12 D riduzione a 1 / 10¹⁰ spore

Processo 5 D . Combinazione Tempo/temperatura che riduce le spore di *Bacillus stearothermophilus* di 5 LOG. 5' X 5 = 25'

- Sterilizzazione

Z = gradi di temperatura che fanno variare di **10** volte **D**.

Per *C. botulinum* il valore di Z è 10 per cui ogni 10°C di differenza di temperatura si ottiene lo stesso effetto con i seguenti trattamenti di sterilizzazione:

0.23 minuti a 121°C

2.3 minuti a 111°C

0.023 minuti a 131°C

Osservazione: la riduzione decimale non è lineare per cui 1°C di differenza determina una variazione del 24% del D.

A 101°C quindi D = 23'. Alla normale temperatura di ebollizione quanto tempo (circa) occorre per ottenere 12 riduzioni decimali (12 D) ?

- Sterilizzazione

F_0 = TEMPO in minuti di sterilizzazione alla temperatura (di riferimento) di 121°C (121,11)

Conserve normali $F_0 = 4 - 5.5$

Conserve tropicali $F_0 = 12 - 15$

ESEMPIO $F_0 = 4'$ corrisponde a $4' : 0.23'$ (che corrisponde ad 1 D_{121°)
17.4 riduzioni decimali (D) per *C. botulinum* per cui se ho 1000 spore da inattivare (1 spora/confezione per 1000 confezioni) ho una riduzione tale da attendermi

$1000/10^{17.4} = 10^3/10^{17.4} = 10^{-14.4} = 0.0000000000000004$ confezioni non sterili

valutazione della sterilità

E' utile effettuare analisi microbiologiche per valutare l'efficacia della sterilizzazione ?

Non è possibile rilevare livelli bassi di contaminazione.

Dalla distribuzione binomiale si ha che la relazione fra **campioni non sterili (Fns)** e la **probabilità P_0 di NON riscontrarne 1 esaminando N campioni** è

$$Fns = 1 - P_0^{1/N} \quad \text{o anche} \quad N = \ln P_0 / \ln (1-Fns)$$

Quante unità si devono analizzare per trovare unità non sterili (con $p=0,05$, 95%)?

[probab steriliz](#)

La penetrazione del calore avviene con velocità diversa nei diversi prodotti per cui la misura deve essere effettuata con sonda in barattolo nel punto più sfavorevole

ESEMPIO

1

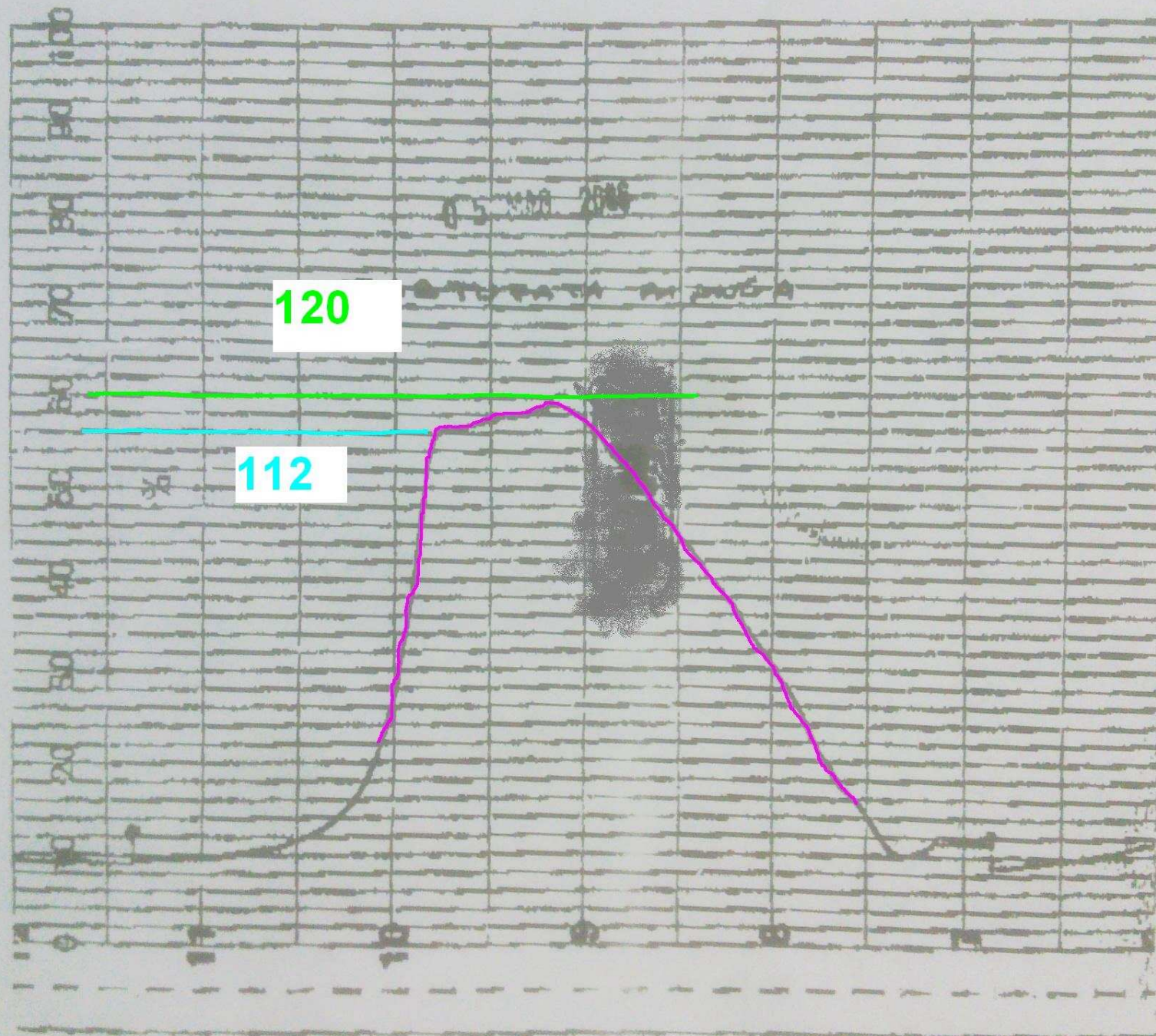
Preparazione a base di tartufi sterilizzata responsabile di BOTULISMO

Cottura 30' funghi, miscelati a tartufi crudi lavati e confezionamento (80 grammi)

Sterilizzazione 115 °C x 7' (T° impostata)

pH 5.28 – 6.00

I trattamenti pre-sterilizzazione (cottura, lavaggio) non permettono l'eliminazione delle spore di *C. botulinum* .



ESEMPIO

Preparazione a base di tartufi sterilizzata responsabile di BOTULISMO

2

Cottura 30' e confezionamento (80 grammi)

Sterilizzazione $115^{\circ}\text{C} \times 7'$ (T° impostata)

pH 5.28 – 6.00

Per ottenere minimo un $F_0 = 4$ (121°C) col trattamento a 115°C dobbiamo moltiplicare per un fattore 4.1 per cui il trattamento dovrebbe raggiungere 16.4 minuti di durata

probabilmente sterilizzato

In realtà $115^{\circ}\text{C} \times 7'$ a quale valore di F_0 (121°C) equivale?

$$7' : 4.1 = 1.7$$

$$F_0 = 1.7$$

ESEMPIO

Preparazione a base di tartufi sterilizzata responsabile di BOTULISMO

3

Cottura 30' e confezionamento (80 grammi)

Sterilizzazione 115 °C x 7'

pH 5.28 – 6.00

Con trattamento dichiarato quante riduzioni decimali (D) di *C. botulinum* ?

(*C. botulinum* max $D_{121^\circ} = 0.23'$) , $0.23' \times 4.1 = 0.9'$ per 1D e in 7'

7': 0.9 = 7.8 D

Positive per *Clostridium botulinum* 30% confezioni !

ESEMPIO

Preparazione a base di tartufi sterilizzata responsabile di BOTULISMO

4

Cottura 30' e confezionamento (80 grammi)
Sterilizzazione 115 °C x 7'
pH 5.28 – 6.00

Positive per *Clostridium botulinum* 30% confezioni

Supponiamo per esempio: Produzione di 1 lotto di 1000 confezioni (3 LOG)

Se consideriamo il trattamento di 7.8 D : arrotondiamo a 8D

Se consideriamo circa 30% positivi (assumiamo 1 spora / scatola POSITIVA, consideriamo che rimangano in tutto 300 spore , numero trascurabile), per accettare un trattamento 8D si dovrebbe pensare ad un numero iniziale di spore di circa 8D x 80000 g cioè circa 100 milioni spore / 80000g = 1250 spore/g.

Il numero probabilmente è eccessivo; se così non è, il trattamento è nettamente insufficiente. Oppure la sonda ha misurato in un punto non adatto. Oppure

- Sterilizzazione

Esempio

Conserva NON stabile: causata da **C. sporogenes**

Possibile spiegazione: *trattamento termico non sufficiente*

$$\text{C. botulinum} \quad \max D_{121^\circ} = 0.23'$$

$$\text{C. sporogenes} \quad \max D_{121^\circ} = 1.5'$$

$$F_0 = 4 : 0.23 = 17.4 \text{ D} \quad \text{per } \text{C. botulinum}$$

$$F_0 = 4 : 1.5 = 2.7 \text{ D} \quad \text{per } \text{C. sporogenes}$$

1/500 2/1000 per 1 spora/scatola per 50% POS = > 250 spore/scatola

Canned tuna altered by *Clostridium sporogenes*



Analyzed by IZSLT Pisa

