

## Stabilizzazione degli alimenti tramite trattamenti termici

Il problema della conservazione degli alimenti è di enorme importanza per ragioni economiche, geografiche, politiche, climatiche, per l'incremento demografico e per il continuo aumento dell'urbanizzazione.

Alcuni alimenti si mantengono inalterati per molti anni o indefinitamente. I cereali, in particolare, se sono protetti dai parassiti si alterano difficilmente, e per contrasto, la conservazione degli alimenti carnei è estremamente difficile poiché le proteine di cui sono ricchi rappresentano un ottimo substrato per molti microrganismi; particolarmente attivi sulle carni sono i germi putrefattivi che generalmente rendono tali alimenti inadatti al consumo.

I problemi igienici inerenti alla lavorazione delle sostanze alimentari si riferiscono sia al rispetto delle norme di carattere generale (pulizia degli ambienti e delle persone), sia alla necessità di impedire che i microrganismi o parassiti dannosi per l'uomo invadano gli alimenti per i quali hanno particolare affinità.

Conservare gli alimenti significa impedire o contrastare il naturale processo di decomposizione in cui va soggetto tutto ciò che proviene dal regno vegetale e animale, processo dell'irrancidimento dei grassi e dall'azione di microrganismi che si nutrono delle sostanze organiche componenti ogni prodotto vegetale e animale. Conservare significa anche eliminare questi microrganismi o inibirne la loro azione. La cottura è una pratica antichissima attuata per migliorare il gusto dei cibi, per sterilizzarli, per uccidere eventuali parassiti, per rendere i cibi talora più digeribili e per distruggere alcune sostanze tossiche eventualmente presenti.

La **sterilizzazione degli alimenti** è un processo termico utilizzato soprattutto dall'industria alimentare, con una serie infinita di combinazioni tempo/temperatura in funzione dei singoli specifici problemi da risolvere, per conferire a prodotti in confezioni ermetiche conservabilità, stabilità e sicurezza dal punto di vista microbiologico.

Il processo comporta l'eliminazione o l'inattivazione dei microrganismi e degli enzimi presenti, in grado di produrre modificazioni indesiderate.

Col termine sterilizzazione si comprendono soprattutto quei trattamenti a temperature elevate (superiori ai 100 °C), in apparecchi sotto pressione detti autoclavi, applicati ai prodotti a più alto grado di pericolosità per la concomitanza di quattro circostanze:

- Conservazione a temperatura ambiente;
- Confezionamento in scatole, vasi o buste sottovuoto (anaerobiosi);
- Bassa acidità (pH >4,5);
- Valori elevati di attività dell'acqua ( $A_w > 0,94$ );

Queste quattro condizioni, peraltro molto frequenti nelle conserve alimentari, sono quelle che consentono lo sviluppo di uno dei più temuti microrganismi, il Clostridium botulinum, capace di generare durante la riproduzione una neurotossina particolarmente tossica, spesso mortale; perciò le basi scientifiche della sterilizzazione fanno riferimento in prima istanza alla reazione al calore di tale batterio, o meglio delle sue spore, che costituiscono la forma assunta dalla cellula vegetativa per difendersi dalle condizioni avverse e proprio per questo particolarmente termoresistenti.

Gruppo	Prodotto	pH	Microrganismi	Trattamento termico
Fortemente acidi	Limoni, aceto, vino, mele, pesche, uva	2.30÷4.20	Lactobacillus, Leuconostoc, Lieviti e muffe	Fino a 100 °C
Mediamente acidi	Yogurt, birra, pomodori	4.00÷4.30	Bacillus macerans, Clostridium pasteurianum, Bacillus coagulans	100÷121 °C
Debolmente acidi	Patate, asparagi, carni, piselli, salmone, latte	5.40÷6.70	Bacillus stearothermophilus, Clostridium botulinum, clostridium sporogenes	115÷140 °C

I processi che sono impiegati tentano di norma di cogliere due obiettivi, la sicurezza microbiologica e la salvaguardia delle caratteristiche sensoriali e nutrizionali degli alimenti. Il raggiungimento di questi scopi è possibile applicando in modo rigoroso i principi scientifici che regolano l'inattivazione dei microrganismi, il procedere delle reazioni chimiche e i meccanismi di scambio termico.

L'effetto del calore sui microrganismi si manifesta mediante la denaturazione delle proteine che distrugge l'attività enzimatica e il metabolismo controllato dagli enzimi nei microrganismi. Si definisce termoresistenza la capacità di sopravvivenza dei microrganismi all'azione del calore. Un'unità microbica (cellula vegetativa, spora) si definisce inattivata quando non è più in grado di moltiplicarsi in ambienti idonei. Le spore batteriche sono le

unità microbiche più resistenti alle condizioni ambientali e in generale al calore, alla pressione, ai campi elettrici ecc.

La termoresistenza microbica è influenzata da:

- Specie, ceppi, spore e cellule vegetative;
- Età delle cellule, temperatura di crescita, substrato di crescita;
- pH, Aw, tipo di alimento, Sali e altri composti organici e inorganici presenti;

Lo *Staphylococcus aureus* è poco resistente, mentre l'*Escherichia coli* e le *Salmonelle* lo sono di più, le spore del *Clostridium botulinum* tipo E sono meno resistenti del tipo A. La resistenza termica della salmonella aumenta con l'abbassarsi del valore Aw, impiegando saccarosio per modificarla. Abbassando il pH, la termoresistenza generalmente diminuisce. I grassi in generale esercitano un effetto protettivo.

Per calcolare l'effetto sterilizzante o letale da impartire a un alimento è necessario quindi individuare il microrganismo di riferimento.

Nel caso del batterio patogeno più termoresistente e cioè il *Clostridium botulinum* si dovrebbe applicare un trattamento termico minimo di sicurezza pari a dodici riduzioni decimali, che con una concentrazione iniziale di ( $N_1$ ) di  $10^3$  spore/contenitore porterebbe a un valore finale ( $N_2$ ) di  $10^{-9}$  spore/contenitore, ovvero la sopravvivenza di una spora su un miliardo di contenitori. La probabilità di sopravvivenza è necessaria per valutare la stabilizzazione microbiologica di un prodotto sterilizzato.

Essa è espressa in termini di sterilità "commerciale", ovvero l'assenza di microrganismi capaci di accrescersi nel prodotto specifico.

Se nel prodotto può accrescersi un microrganismo patogeno, l'effetto sterilizzante del trattamento termico si considera adeguato se comporta 12-15 riduzioni decimali della popolazione microbica iniziale.

Step per la definizione di un programma di sterilizzazione:

1. individuazione dei microrganismi da distruggere;
2. termoresistenza;
3. livelli di sopravvivenza accettabili;
4. microrganismo determinante;
5. effetto sterilizzante sufficiente;
6. curva di penetrazione del calore;
7. parametri di processo (tempo e temperatura);
8. controlli microbiologici, sensoriali, nutrizionali, valutazione della shelf life, valutazioni economiche;
9. fattori di sicurezza;
10. programma di sterilizzazione definitivo;

## Il confezionamento aseptico

Il confezionamento aseptico è un procedimento che consiste nel riempimento di un contenitore sterile con un prodotto sterile, a temperatura ambiente, in un ambiente sterile.

I trattamenti termici rapidi denominati HTST (High Temperature Short Time), consentono di impartire l'effetto sterilizzante voluto con il minimo danno termico alle caratteristiche nutrizionali e sensoriali degli alimenti.

La sterilizzazione dei contenitori, infine, può essere eseguita con mezzi incompatibili con i prodotti alimentari (disinfettanti, raggi gamma, raggi U.V.).

Per i prodotti costituiti da più fasi eterogenee, è possibile sterilizzare a parte i singoli componenti impiegando per ciascuno gli impianti e i trattamenti più adeguati, garantendo per tutti l'effetto sterilizzante necessario al conseguimento della sterilità commerciale. Questa possibilità rappresenta un notevole vantaggio dal punto di vista sensoriale quando non sono desiderati la mescolanza dei diversi componenti e il seguente trasferimento degli aromi.

Sul mercato è reperibile una vasta gamma d'impianti industriali per la sterilizzazione termica di confezioni contenenti prodotti alimentari. In generale è fatta una distinzione tra impianti a bassa e alta temperatura.

Si parla di **pastorizzazione** quando si opera con apparecchiature che lavorano a una temperatura variante attorno a  $60\div 85$  °C per periodi di almeno 15', dipende dalla natura dell'alimento, con acqua o vapore a pressione atmosferica. Questo trattamento deve il suo nome a Pasteur che, intorno al 1860, osservò come sottoponendo il vino alla temperatura di 60 °C per alcuni minuti, questo potesse essere conservato a lungo. La pastorizzazione distrugge la microflora dei liquidi organici anche oltre il 99%, controlla forme vegetative di lieviti, muffe, enzimi ma poiché non si raggiungono temperature sufficienti a devitalizzare i microrganismi termofili, né tantomeno le spore, l'alimento pastorizzato deve comunque essere conservato in condizioni atte a limitare lo sviluppo di questi microrganismi. Prodotti stabili nel tempo per frutti e alimenti acidificati, per gli altri conservazione di breve periodo in condizioni di refrigerazione.

I prodotti conservano in pratica inalterate le proprietà fisiche chimiche e il gusto dei prodotti per un periodo differente in rapporto agli stessi. Sono impianti che normalmente sono impiegati per la stabilizzazione di prodotti con pH inferiore a 4,50 (succhi di frutta, sott'oli, sottaceti, derivati del pomodoro, vino, birra). La durata del trattamento dipende dalla natura dell'alimento:

Pastorizzazione bassa: 60-65 °C 30' utilizzata per vino, birra e latte per caseificazione;

pastorizzazione alta 75-80 °C 2-3';

Pastorizzazione rapida 75-85 °C 15-20" utilizzata per il latte;

Effetto delle elevate temperature sugli alimenti:

- dal punto di vista **nutrizionale**, la sterilizzazione è meno vantaggiosa della pastorizzazione, poiché l'alta temperatura inattiva le vitamine e fa denaturare le proteine, idrolisi di carboidrati e lipidi;
- **colore** i trattamenti termici portano a:  
Carni → variazioni da ossimioglobina a meta mioglobina, reazione di Maillard (serie complesse di fenomeni che avviene a seguito dell'interazione con la cottura di zuccheri e proteine); I composti che si formano sono bruni e dal caratteristico odore di crosta di pane appena sfornato. Questa reazione può essere desiderata in certi alimenti "pane e prodotti da forno" ma in altri no.

frutta e ortaggi clorofilla → feofitina

carotenoidi → epossidi

antocianine → pigmenti bruni

(possibilità di usare coloranti)

#### **Flavour e aroma:**

- carni in scatola: variazioni complesse (deaminazione e decarbossilazione)
- frutta e ortaggi: degradazione, ricombinazione e volatilizzazione di aldeidi, chetoni, zuccheri, ecc.
- latte: denaturazione proteine del siero con formazione di H<sub>2</sub>S;

#### **Consistenza e viscosità:**

- Nelle carni le variazioni delle caratteristiche strutturali sono causate dalla coagulazione delle proteine e dalla perdita di capacità legante dell'acqua.

(aggiunta di polifosfati)

- Nella frutta e ortaggi la perdita di consistenza è dovuta all'idrolisi delle pectine;

(aggiunta di sali calcio)

<b>Temperature di processo nei trattamenti termici dei prodotti agroalimentari</b>	
<b>Operazione</b>	<b>Temperatura</b>
Punto di ebollizione acqua pura	100 °C
Temperatura di riferimento per la sterilizzazione	121.1 °C
Trattamento UHT latte	140 °C
Pastorizzazione HTST delle creme	80÷90 °C
Evaporazione sottovuoto del latte	60÷70 °C
Frittura a bassa e media temperatura	130÷170 °C
Cottura forno ad alta temperatura	230 °C
Deodorizzazione sottovuoto oli	260 °C
Tostatura caffè bassa- alta temperatura	250÷320 °C

#### **Bibliografia:**

- Galli, Microbiologia degli Alimenti, casa ed. Ambrosiana. Milano
  - Miglioli, Pedrelli, Quintavalle. Corso sulla sterilizzazione termica dei prodotti alimentari. Parma 1989
- Facoltà di Agraria-Università degli studi di Sassari. Laurea in Scienze e Tecnologie Alimentari. Dispense insegnamento di Tecniche di stabilizzazione degli alimenti. (Dott. E. Scanu)