

2021

**LINEE GUIDA PER LA TRASFORMAZIONE DI PRODOTTI  
ORTOFRUTTICOLI SU PICCOLA E MEDIA SCALA**



Elena Venir

Demian Martini Lösch

Flavia Bianchi

## **Linee guida per la trasformazione di prodotti ortofrutticoli su piccola e media scala**

Elena Venir, Demian Martini Lösch, Flavia Bianchi

Centro di Sperimentazione Laimburg

[elena.venir@laimburg.it](mailto:elena.venir@laimburg.it)

### **PREFAZIONE**

Viene qui affrontata la tematica inerente alla lavorazione delle conserve vegetali, in relazione alla sicurezza microbiologica, in realtà produttive di medio-piccole dimensioni. La presente guida, che non ha la pretesa di essere esaustiva, rappresenta un supporto tecnico-operativo per la trasformazione su piccola scala di prodotti di origine vegetale. Le presenti linee guida sono frutto dell'analisi diretta delle procedure produttive, resa possibile da un approccio integrato, generato dalla collaborazione tra Laimburg, le associazioni di categoria - Südtiroler Bauernbund (SBB) - e i produttori Alto Atesini.

Si ringraziano i produttori locali che hanno reso possibile il rilevamento di dati e di problematiche insite nel territorio.

Il presente progetto è stato finanziato dalla Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige nel quadro delle convenzioni programmatico-finanziarie "Capacity Building", "Capacity Building 2" e "Piano d'azione per la ricerca e la formazione nei settori dell'agricoltura montana e delle scienze alimentari".



## Indice

1	FATTORI DI STABILITÀ DELLE CONSERVE VEGETALI .....	4
1.1	Fattori intrinseci .....	5
1.1.1	Acidità e pH .....	5
1.1.2	Attività dell'acqua (a <sub>w</sub> ) .....	9
1.1.3	Presenza/assenza di ossigeno .....	11
1.1.4	Composizione chimica.....	12
1.2	Fattori estrinseci .....	12
1.2.1	Trattamento termico.....	13
1.2.2	Temperatura di conservazione .....	16
2	PERICOLI MICROBIOLOGICI .....	18
2.1	Listeria monocytogenes .....	18
2.2	Enterobacteriaceae .....	19
2.3	Clostridium botulinum .....	20
3	CONSERVE ACIDE/ACIDIFICATE .....	24
4	PRODUZIONE DI CONSERVE VEGETALI.....	26
4.1	Pulizia e preparazione dei vasi.....	28
4.2	Selezione e preparazione dei coperchi.....	28
4.3	Procedura di riempimento dei vasi.....	28
4.4	Trattamento termico: dettagli operativi .....	29
4.4.1	Pastorizzazione (prodotti acidi pH < 4.5) .....	29
4.4.2	Sterilizzazione (prodotti non acidi pH > 4.5).....	31
5	SCHEMA OPERATIVO DI LAVORO: obiettivi, controlli e dotazioni di laboratorio .....	32
5.1	Che tipo di prodotto voglio ottenere? .....	32
5.2	Come devo lavorare il prodotto?.....	32



5.3	Che controlli devo effettuare?.....	35
5.4	Cosa serve in laboratorio per effettuare i controlli? .....	35
6	ESEMPI DI PROBLEMATICHE DURANTE LA PRODUZIONE.....	36
7	BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE.....	39



## 1 FATTORI DI STABILITÀ DELLE CONSERVE VEGETALI

### Definizione di conserva:

*Prodotto stabilizzato mediante uno o più interventi tecnologici, volti a minimizzare le cause di deperimento di natura biologica, chimica, fisica, microbiologica e confezionato in modo tale da preservare le condizioni di stabilità che rendono l'alimento conservabile a temperatura ambiente.*

Diversi sono i sistemi su cui si basano le tecniche di stabilizzazione: fisici, quali trattamento termico, disidratazione, congelamento, ecc.; chimici, tra i quali antimicrobici, antiossidanti, ecc.; chimico-fisici, che comprendono pH, potenziale di ossido-riduzione, ecc.; biologici, quali la fermentazione. È possibile utilizzare singolarmente ciascun sistema, o combinarne molteplici.

I fattori di sicurezza microbiologica delle conserve vegetali possono essere suddivisi in due categorie, gli intrinseci e gli estrinseci:

- **Fattori intrinseci** → pH, contenuto di acqua, potenziale ossido riduttivo, presenza di nutrienti, presenza di composti che possono facilitare o inibire la crescita microbica.
- **Fattori estrinseci** → temperatura (dell'eventuale trattamento termico e/o di conservazione), atmosfera circostante l'alimento.



## 1.1 Fattori intrinseci

### 1.1.1 Acidità e pH

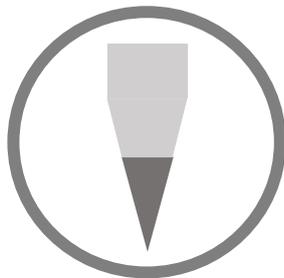
Il pH indica il grado di acidità di una sostanza. Viene riportato su una scala da 0 a 14; il valore intermedio “7” corrisponde alla neutralità, valori inferiori a 7 sono caratteristici di sostanze acide, mentre valori superiori a 7 sono caratteristici di sostanze basiche. Il pH viene misurato con il pH-metro, il quale è composto da un elettrodo collegato ad un dispositivo elettronico. Generalmente l’elettrodo viene utilizzato in matrici fluide più o meno viscosi, tuttavia sono disponibili in commercio modelli ad infissione (**Figura 1**) che permettono la misura di campioni solidi e semi-solidi. In questo caso le misure possono essere effettuate in più punti del campione, rilevando così anche eventuali eterogeneità. La punta dell'elettrodo può essere di diverse dimensioni e presentare diverse geometrie: sferica, conica, piatta (**Figura 1**).



Punta cupola:  
Elevata resistenza,  
per applicazioni  
generali



Punta piatta: ideale  
per superfici,  
per misure dirette su  
cute, carta, ecc.



Punta conica: adatta  
per misure in prodotti  
semisolidi, emulsioni,  
formaggi, carni ed  
alimenti in genere.



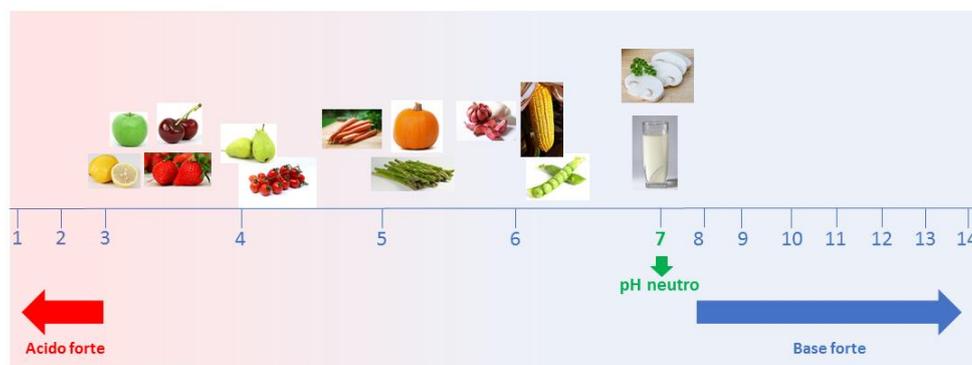
Punta sferica: è  
consigliata per gli  
usi generali in  
soluzioni acquose o  
comunque liquide

**Figura 1.** Esempi di tipologie di elettrodi disponibili per la misura del pH.



I microrganismi si adattano a diversi valori di pH. A seconda del pH ottimale, possono essere suddivisi nelle seguenti categorie: acidofili (pH 2 - 5,5), neutrofilo (pH 5,5 - 8), alcalofili (pH 8,5 - 11,5) e alcalofili estremi (pH > 10). In generale, i batteri preferiscono valori di pH prossimi alla neutralità.

In genere i prodotti vegetali sono caratterizzati da pH inferiori a 7. La frutta è acida, pH < 4,5, mentre gli ortaggi sono poco acidi, pH > 4,5. La **figura 2** mostra in modo schematico ed indicativo la collocazione dei prodotti vegetali sulla scala di pH.



**Figura 2.** Collocazione sulla scala di pH di alcuni vegetali di uso comune.

### Procedura per la determinazione del pH

La standardizzazione dello strumento ed elettrodi con apposite soluzioni, già pronte e disponibili in commercio, si effettua seguendo le istruzioni dello strumento. Generalmente si procede come segue:

1. Immergere la punta dell'elettrodo nella soluzione tampone pH 7.00 per circa 1 minuto e regolare la lettura al valore corrispondente al pH del tampone noto (7.00)
2. Lavare l'elettrodo con acqua e asciugare con carta assorbente
3. Immergere la punta dell'elettrodo nella soluzione tampone pH 4.00 per circa 1 minuto e regolare la lettura a questo valore.
4. Lavare l'elettrodo con acqua e asciugare con carta assorbente



## Determinazione del pH dei campioni

Alcuni prodotti sono eterogenei e possono consistere in miscele di componenti liquidi e solidi a diversa acidità; altri possono essere semisolidi. Ciascuna categoria deve soggiacere a adeguate operazioni di preparazione del campione. La procedura contemplata nei documenti del Code of Federal Regulations (CFR, Title 21) della FDA fornisce le seguenti indicazioni di carattere generale rispetto alla tipologia di prodotto.

### Campioni liquidi:

1. Regolare la temperatura del campione a temperatura ambiente (25 ° C)
2. Immergere l'elettrodo nel campione e rilevare il pH.
3. Risciacquare, asciugare l'elettrodo e ripetere la misura su una nuova porzione di campione. Per valutare l'omogeneità del campione, controllare la corrispondenza dei valori di pH determinati in due misure successive nel campione ben miscelato.

### Campioni solidi o miscele di componenti solidi e liquidi:

1. Sgocciolare il contenuto del contenitore su un setaccio. Registrare il peso della porzione liquida e solida e tenere separate le due frazioni.
2. Se il liquido è molto oleoso, separare la fase oleosa dalla fase acquosa mediante imbuto separatore, eliminare la fase oleosa e conservare la fase acquosa. Portare la temperatura a 25°C e misurare il pH.
3. Rimuovere dal setaccio le porzioni solide sgocciolate, sottoporle a triturazione fino a ottenere una pasta uniforme, aggiustare la temperatura a 25°C e misurare il pH.
4. Miscelare le frazioni solida e liquida nello stesso rapporto inizialmente presente nel contenitore e tritare il tutto fino ad ottenere una consistenza omogenea. Aggiustare la temperatura a 25°C e determinare il pH. Alternativamente,



triturare l'intero contenuto della confezione fino ad ottenere una pasta omogenea, aggiustare la temperatura a 25°C e misurare il pH.

### Accorgimenti per il corretto funzionamento del pH-metro

- Monitorare regolarmente il livello della soluzione di KCl, in assenza della quale l'elettrodo si danneggia (il bulbo sensibile dell'elettrodo deve essere mantenuto umido).
- Alcune ore prima dell'uso gli elettrodi devono essere immersi in una soluzione tampone, acqua distillata o deionizzata, o altri liquidi specificati dal produttore.
- Gli elettrodi devono essere risciacquati con acqua prima di essere immersi nei tamponi standard per la calibrazione.
- Tra una determinazione e la successiva, gli elettrodi devono essere risciacquati con acqua o con la successiva soluzione da analizzare.

### Metodi colorimetrici per la misurazione del pH

Qualora il pH del prodotto finito fosse inferiore a 4 le misure di pH possono anche essere effettuate con metodi colorimetrici. Questi metodi non si adattano a prodotti colorati (es. succhi o estratti di frutti rossi, estratto di barbabietola rossa, puree di foglie verdi, ecc.).

- **Soluzione indicatore**

Vengono impiegati indicatori colorati / coloranti i quali cambiano gradualmente colore all'interno di intervalli di pH limitati. La colorazione assunta dall'indicatore fornisce il valore di pH del campione analizzato.

- **Cartina indicatore (tornasole)**

Un'apposita cartina (cartina tornasole) trattata con opportuni indicatori viene immersa nella soluzione da saggiare. Il colore della cartina virerà ed il valore



approssimativo di pH del campione verrà determinato per comparazione del colore rilevato con una mappa dei colori standard.

### 1.1.2 Attività dell'acqua ( $a_w$ )

Fin dall'antichità l'uomo ha imparato a conservare il cibo sottoponendolo a disidratazione, sia tramite rimozione dell'acqua sia tramite aggiunta di composti osmoticamente attivi quali sali e zuccheri.

L'attività dell'acqua viene definita come il rapporto tra la pressione di vapore dell'acqua nell'alimento ( $P$ ) e la pressione di vapore dell'acqua pura ( $P_0$ ) alla stessa temperatura, indicata con la seguente formula:

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$

L'attività dell'acqua è associata alla quantità di molecole d'acqua disponibili per il metabolismo dei microrganismi, nonché per reazioni enzimatiche e chimiche. Alimenti con un'elevata attività dell'acqua sono maggiormente soggetti ad alterazioni di origine microbica rispetto ad alimenti con un'attività dell'acqua bassa. La **tabella 1** riporta le  $a_w$  minime di crescita indicative di alcuni microrganismi di interesse alimentare (patogeni o alteranti) ed esempi di alimenti che ne sono maggiormente interessati. Diversi sono gli strumenti utilizzabili per la misura dell' $a_w$ . Nel settore alimentare generalmente vengono impiegati sensori capacitivi (il cui dielettrico varia al variare dell'umidità) oppure i più precisi, ma piuttosto costosi, igrometri a punto di rugiada.



**Tabella 1.**  $a_w$  minime di crescita indicative di alcuni microrganismi ed alimenti che ne sono maggiormente interessati (Alzamora et al. 2000).

$a_w$	Tipo di microrganismo			Alimenti interessati
	Batteri	Muffe	Lieviti	
0.99	<i>Campylobacter jejuni</i>			
0.97 – 0.95	<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Clostridium botulinum non proteolitico</i> <i>Clostridium perfringens</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Shigella spp.</i> <i>Vibrio cholerae</i>			Carne fresca, ortaggi e frutta freschi
0.95 – 0.93	<i>Clostridium botulinum proteolitico</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Salmonella spp.</i>	<i>Rhizopus nigricans</i> <i>Stachybotrys atra</i>		Maionese, formaggi, prosciutto crudo e altri salumi, confetture light, prodotti da forno
0.92 – 0.90	<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Staphylococcus aureus</i> (anaerobio)	<i>Trichothecium roseum</i>		
0.89 – 0.86	<i>Staphylococcus aureus</i> (aerobio)		<i>Candida</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Formaggi stagionati, salami,
0.85		<i>Aspergillus clavatus</i>		salami,
0.84		<i>Byssosclamyces nivea</i>		carni secche,
0.83		<i>Penicillium expansum</i> <i>Penicillium islandicum</i> <i>Penicillium viridicatum</i>	<i>Debaryomyces hansenii</i>	confetture di frutta, succhi di frutta concentrati, torte di frutta,
0.82		<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>		prugne secche morbide, latte condensato, confetture e gelatine
0.81 – 0.80		<i>Penicillium cyclopium</i> <i>Penicillium patulum</i>	<i>Saccharomyces bailii</i>	
0.79		<i>Penicillium martensii</i>		
0.78		<i>Aspergillus flavus</i>		Pesce salato, melasse,
0.77		<i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus ochraceous</i>		prugne secche, marzapane, fichi secchi, datteri
0.75		<i>Aspergillus restrictus</i> <i>Aspergillus candidus</i>		
0.71		<i>Eurotium chevalieri</i>		
0.70		<i>Eurotium amstelodami</i>		noci,
0.62			<i>Saccharomyces rouxii</i>	fiocchi d'avena, frutta secca, miele
0.61		<i>Monascus bisporus</i>		
0.50				Polvere di: latte, caffè,
0.40				uova, cacao;
0.30		Non vi è proliferazione microbica		crackers, grissini, snacks
<0.20				farine, cereali, caramelle



### 1.1.3 Presenza/assenza di ossigeno

La presenza o assenza di ossigeno (potenziale redox) influenza il tipo di microflora presente negli alimenti e, di conseguenza, il tipo di alterazioni cui essi andranno incontro. I gas possono saturare lo spazio di testa dei contenitori o essere disciolti nella matrice alimentare e/o nel liquido di governo. L'ambiente è aerobio e ossidante se vi è ossigeno, e quindi aria, mentre è anaerobio e riducente in presenza di determinati gas o gruppi chimici riducenti (ad esempio gruppi  $-SH$  nella carne, acido ascorbico e zuccheri riducenti in frutta e ortaggi).

Dal punto di vista dell'utilizzazione dell'ossigeno i microrganismi possono essere suddivisi in più categorie, come riportato in **tabella 2**.

**Tabella 2.** Classificazione dei microrganismi in base alla concentrazione di ossigeno (Venir et al. 2012).

Aerobi	Crescita in presenza di ossigeno
Anaerobi	Crescita in assenza di ossigeno
Aerobi obbligati	Dipendenza dall'ossigeno per la crescita
Anaerobi facoltativi	Non richiedono ossigeno per la crescita, sebbene questa sia favorita in presenza di ossigeno
Anaerobi aerotolleranti	Ignorano l'ossigeno e crescono ugualmente in sua presenza o assenza
Anaerobi obbligati	Non tollerano l'ossigeno che risulta per loro letale
Microaerofili	Crescono bene a basse concentrazioni di ossigeno; alte concentrazioni li danneggiano

Negli alimenti, in genere, si hanno condizioni di aerobiosi limitatamente alla superficie, mentre si possono sviluppare gli anaerobi in profondità. I microrganismi aerobi ossidano i nutrienti e riducono la concentrazione di ossigeno. Quando la tensione di ossigeno si riduce e le condizioni diventano anaerobiche, la microflora si modifica a favore dei microrganismi anaerobi che spesso ingenerano putrefazioni con formazione di metaboliti maleodoranti.

Nel caso delle conserve vegetali, i trattamenti di trasformazione - quali ad es. trattamenti termici o utilizzo di olio come liquido di governo - favoriscono l'istaurarsi di condizioni anaerobie che da un lato sono funzionali al contenimento di fenomeni ossidativi e pertanto desiderate ai fini della stabilità di colore e/o caratteristiche nutrizionali dei prodotti, ma dall'altro inducono condizioni ottimali per lo sviluppo di importanti patogeni, quali ad es. *Clostridium botulinum*. È quindi fondamentale definire i passaggi tecnologici in funzione del tipo di microflora potenzialmente presente anche in relazione alla presenza/assenza di aria.

#### 1.1.4 Composizione chimica

La composizione chimica del prodotto (zuccheri, proteine e grassi) può favorire o sfavorire determinati microrganismi. Inoltre, l'assenza di sostanze ad azione antimicrobica, che dà valore alle produzioni artigianali, condiziona il processo produttivo, il quale deve essere definito più accuratamente in relazione alla assenza di ostacoli aggiuntivi tipici delle produzioni industriali.

## 1.2 Fattori estrinseci

Come accennato in precedenza, tra i fattori estrinseci che influenzano il comportamento dei microrganismi, possiamo includere il trattamento termico, la



temperatura e l'atmosfera di conservazione. Il trattamento termico cui solitamente viene sottoposta una conserva è di fondamentale importanza in quanto da esso, principalmente, dipende la salubrità del prodotto finito. Con il trattamento termico viene assicurata, per le conserve, la stabilità a temperatura ambiente, di conseguenza non viene richiesta la conservazione refrigerata.

### 1.2.1 Trattamento termico

Le procedure più comunemente utilizzate sono pastorizzazione e sterilizzazione.

#### Pastorizzazione

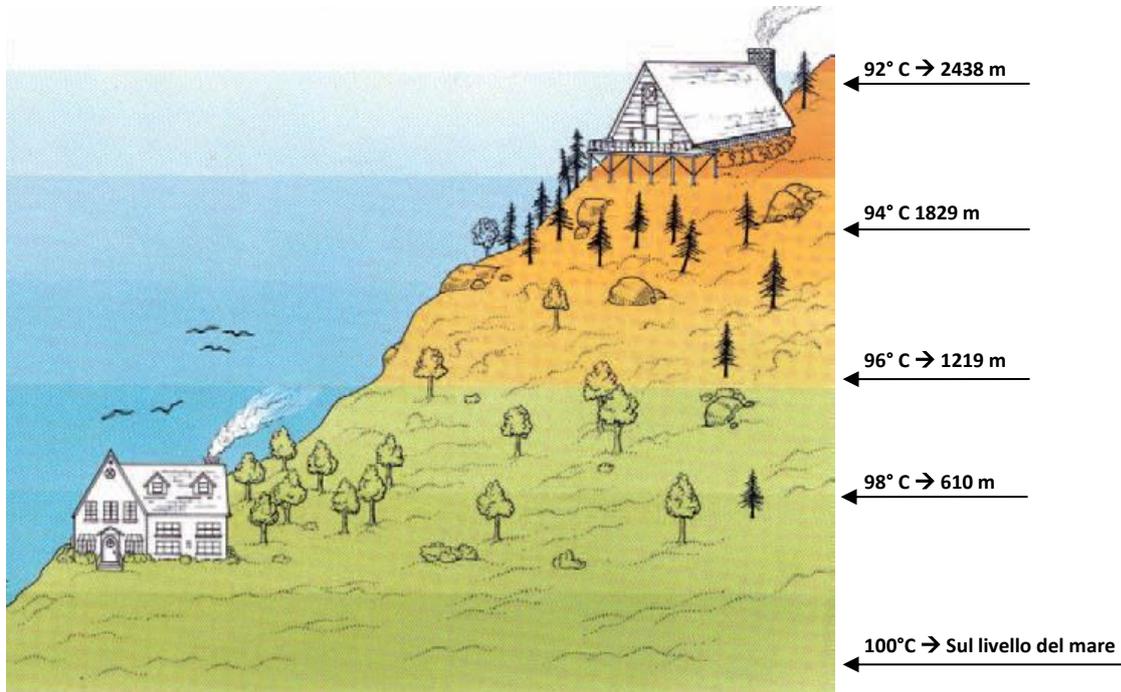
Per pastorizzazione s'intende un trattamento termico a temperature generalmente  $\leq 100^{\circ}\text{C}$  in grado di eliminare la maggior parte delle forme vegetative dei microrganismi presenti negli alimenti e di inattivare gli enzimi; tuttavia essa non è efficace nei confronti di gran parte delle spore batteriche. La pastorizzazione può prolungare la durabilità (o *shelf life*) degli alimenti vegetali di alcuni mesi, dipendentemente dalle caratteristiche intrinseche dei prodotti e delle modalità di conservazione. Nelle piccole produzioni è prassi comune pastorizzare i prodotti invasettati mediante bollitura in bagnomaria. Per una pastorizzazione efficace occorre tener conto della resistenza termica dei microrganismi ed in particolare dei patogeni contemplati nel regolamento comunitario. In **tabella 3** vengono riportati i tempi di riduzione decimale a  $70^{\circ}\text{C}$  ( $D_{70}$ ) di alcuni microrganismi patogeni potenzialmente presenti in prodotti di origine vegetale. La temperatura di trattamento, in questo caso  $70^{\circ}\text{C}$ , è riferita al cuore del prodotto. Relativamente a frutta e ortaggi in pezzi, la temperatura deve essere misurata inserendo la sonda di temperatura all'interno di una porzione rappresentativa di prodotto solido, posto centralmente a circa metà dal fondo della confezione.



**Tabella 3.** Tempo di trattamento termico necessario (alla temperatura di 70°C) per sortire una riduzione decimale (riduzione del 90%) della carica iniziale di alcuni microrganismi contemplati nel Reg CE 2073/2005, 1441/2007 e successive modifiche ed integrazioni in riferimento ai prodotti di origine vegetale.

<b>Microrganismo</b>	<b>D<sub>70</sub> (minuti)</b>
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.3
<i>Salmonella spp.</i>	0.001 – 0.01
<i>Escherichia coli</i>	0.001

Un aspetto non secondario è legato alla localizzazione geografica dei laboratori di trasformazione in quanto la temperatura di ebollizione dell'acqua diminuisce all'aumentare dell'altitudine. Nelle zone montane i tempi e le temperature di pastorizzazione vanno riconsiderati in funzione della quota. Gli efficaci tempi di ebollizione messi a punto per le realtà produttive ubicate sul livello del mare possono risultare insufficienti a 1000 metri di altitudine, dove è opportuno prolungare i tempi di trattamento, oppure utilizzare opportuni supporti per il trattamento sovrappressione. La **figura 3** mostra la variazione della temperatura di ebollizione dell'acqua in funzione dell'altitudine.



**Figura 3.** Temperatura di ebollizione dell'acqua in funzione dell'altitudine (USDA, modificato).

### Sterilizzazione

Per sterilizzazione s'intende un trattamento termico a temperature  $> 100^{\circ}\text{C}$  per tempi ragionevolmente adatti alla distruzione delle spore batteriche. Nell'industria conserviera in genere i parametri della sterilizzazione vengono impostati in modo tale da determinarne almeno 12 riduzioni decimali delle spore di *Clostridium botulinum*. Per poter trattare a temperature maggiori della temperatura di ebollizione dell'acqua è necessario impiegare delle opportune autoclavi, le quali permettono il raggiungimento di pressioni tali da consentire il riscaldamento a temperature  $> 121^{\circ}\text{C}$ . In questo caso è di fondamentale importanza che la temperatura raggiunga i valori desiderati che debbono essere adeguatamente controllati. Anche nella prassi domestica è possibile operare un controllo sulle singole produzioni utilizzando delle apposite sonde di



temperatura che, nel caso della sterilizzazione, sono dei *data logger* a tenuta stagna (Figura 4).



**Figura 4.** Esempi di sonde di temperatura (*data logger*) a tenuta stagna per la misura della cinetica del trattamento termico. Immagini tratte da Sinergica Soluzioni S.r.l. (Copyright © 2004/2011).

### 1.2.2 Temperatura di conservazione

Con il termine refrigerazione ci si riferisce a temperature di conservazione inferiori a 7 °C e tali da non determinare congelamento, le quali possono prolungare la conservabilità degli alimenti da alcuni a giorni a molte settimane. Le basse temperature, infatti, rallentano le velocità delle reazioni chimiche e, conseguentemente, la crescita dei microrganismi. La temperatura di refrigerazione ottimale per la conservazione è in genere di poco inferiore alla temperatura minima di crescita dei microrganismi patogeni. In **tabella 4** sono riportati gli intervalli di crescita di alcuni microrganismi di rilievo per l'industria alimentare, tra i quali i patogeni psicotrofi *Clostridium botulinum* non proteolitico e *Listeria monocytogenes* sono particolarmente importanti soprattutto in riferimento ai prodotti minimamente trattati a lunga durabilità (REFPEDs: refrigerated processed foods of extended durability). Va notato che in condizioni refrigerate anche i microrganismi psicrofili e psicotrofi



alteranti sono in grado di crescere. Pertanto, se i livelli iniziali di contaminazione sono alti, anche gli alimenti conservati a temperature di refrigerazione possono degradarsi in breve tempo.

**Tabella 4.** Intervalli di crescita di alcuni microrganismi patogeni di interesse alimentare (Fratamico et al. 2005).

Microrganismo	T <sub>min</sub> ; T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>opt</sub> (°C)	pH <sub>min</sub> ; pH <sub>max</sub>	pH <sub>opt</sub>	NaCl% <sub>max</sub>	NaCl% <sub>opt</sub>	a <sub>w</sub> min
<i>Aeromonas spp.</i>	>0, <4; >42, <45	28-35	<4.50	7.20	>5.0, <6.0	1-2	
<i>Bacillus cereus</i>	4; 55	30-40	5.00; 8.80	6.00- 7.00			0.930
<i>Campylobacter spp.</i>	32; 45	42-43	4.90; ≈9.00	6.50- 7.50	1.50	0.5	>0.987
<i>Clostridium botulinum</i> proteolitico	10-12; 50	35-40	4.60		10.0		0.940
<i>Clostridium botulinum</i> non proteolitico	2.5-3.3; 37	25-30	4.90		5.0		0.970
<i>Clostridium perfringens</i>	12; 50	43-47	5.50, 5.80; 8.00-9.00	7.20		5-8	0.970- 0.930
<i>Escherichia coli</i>	7-8; 44-46	35-40	4.40; 9.00	6.00- 7.00			0.950
<i>Listeria monocytogenes</i>	-1.5; 45	37	4.39; 9.40	7.00	10.0		0.920
<i>Salmonella spp.</i>	5.2; 46.2	35-43	3.80; 9.50	7.00- 7.50			0.940
<i>Shigella spp.</i>	6.1; 47.1		4.90; 9.34		3.8-5.2		
<i>Staphylococcus aureus</i>	7; 48	37	4.00; 10.00	6.00- 7.00			0.830
<i>Streptococcus spp.</i>	10-15; >40 <45	37	4.80-5.30; <9.30	7.00	>4.0 <6.5		
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-1.3; 42	25-37	4.20; 9.60-<10.00	7.20	5.0-7.0		



## 2 PERICOLI MICROBIOLOGICI

I tessuti vegetali sono contraddistinti da valori di pH compresi tra 5 e 7 (pH più bassi per molti frutti), da una elevata umidità e da una composizione chimica varia; caratteristiche queste che li rendono substrato favorevole alla crescita di molti microrganismi. I pericoli microbiologici rilevanti nella produzione di conserve vegetali dipendono principalmente dalla contaminazione iniziale e dal processo di trasformazione. La contaminazione iniziale può derivare da varie fonti, tra cui il terreno, le acque di irrigazione, i concimi utilizzati. La popolazione microbica sui vegetali freschi viene influenzata da molti fattori: la carica iniziale, la manipolazione da parte del personale addetto a raccolta, cernita, mondatura, confezionamento, il contatto con le macchine/impianti utilizzati per la raccolta ed il trasporto.

Sulla base delle conoscenze relative al settore dei vegetali e considerando i criteri microbiologici contemplati nel Regolamento (CE) 2073/2005, 1441/2007 e successive modifiche ed integrazioni, viene qui presentata una breve descrizione di alcuni microrganismi rilevanti per la sicurezza microbiologica dei prodotti di origine vegetale.

### 2.1 *Listeria monocytogenes*

*Listeria monocytogenes* è un batterio aerobio asporigeno e la sua ingestione provoca la listeriosi. *L. monocytogenes* è ubiquitaria, presente nel suolo, nel tratto intestinale di alcuni animali e sulle piante. Gli ortaggi, quindi, rappresentano un'importante via di trasmissione. *L. monocytogenes* è capace di riprodursi, anche se molto lentamente, a temperature minime di -1.5°C. La sua presenza negli alimenti deriva spesso da contaminazione ambientale. La contaminazione crociata tra cibi cotti e crudi, tra carni e vegetali, è fra le cause di maggior esposizione al pericolo.

La resistenza termica di *L. monocytogenes* è maggiore rispetto a quella di altri batteri patogeni che possono colonizzare i prodotti vegetali (salmonelle e coliformi), anche se è sufficiente un trattamento di pastorizzazione per eliminarla (70°C per 2 minuti). Ne deriva che un trattamento efficace per l'eliminazione di *L. monocytogenes* è tale anche nei confronti di altre forme vegetative di patogeni.

## 2.2 Enterobacteriaceae

La contaminazione dei prodotti di origine vegetale da parte di microrganismi di origine enterica è fortemente legata alla concimazione organica. La presenza di questi microrganismi negli alimenti può costituire un indice di contaminazione fecale. A questa famiglia appartengono molti generi, quali *Escherichia*, *Salmonella*, *Yersinia* e *Shigella* e sono forse i più frequentemente rilevati nei prodotti vegetali, tanto che *Escherichia coli* e *Salmonella* vengono contemplati nei Regolamenti CE 2073/2005 e 1441/2007.

*E. coli* ha come habitat l'intestino dell'uomo e degli animali, una minoranza di ceppi di *E. coli* sono in grado di provocare malattie. Gli *E. coli* eliminati con le feci entrano nell'ecosistema agroalimentare attraverso il concime organico, l'acqua di irrigazione, le sementi contaminate, oppure sono veicolati dalla fauna selvatica (insetti, parassiti, nematodi). Sono in grado di sopravvivere nel suolo contaminato fino a 20 mesi, ma la loro sopravvivenza su foglie e radici può essere persino maggiore. *E. coli* rientra nei "criteri di igiene del processo" inclusi nei suddetti Regolamenti a proposito di prodotti vegetali non pastorizzati pronti al consumo. Il microrganismo in questione è particolarmente sensibile al calore ed è efficacemente eliminato con un trattamento di pastorizzazione.

Molti sierotipi di *Salmonella* sono stati riscontrati sui prodotti vegetali quali sedano, lattuga, cavoli, indivia, crescione, il consumo dei quali è stato anche causa di gravi



patologie. L'infezione si trasmette per lo più attraverso il consumo di alimenti o acque che già in origine presentano una carica infettante o che si sono contaminati durante la successiva manipolazione. Anche un prodotto cotto, venuto a contatto con una fonte di contaminazione, può rappresentare un pericolo per il consumatore.

Tra i vegetali sono maggiormente a rischio i prodotti a pH non acido (ortaggi in genere, ma anche meloni e altri frutti tropicali) ed i prodotti trasformati non sottoposti a trattamento termico, quali sidro, succhi di frutta non pastorizzati. Considerata la pericolosità di tale microrganismo, *Salmonella* rientra nei criteri di sicurezza alimentare per definire l'accettabilità di un prodotto.

### 2.3 *Clostridium botulinum*

Il *C. botulinum* è un batterio anaerobio obbligato sporigeno. Le sue spore sono ubiquitarie nel suolo, e possono essere presenti in quasi tutti i cibi, sia vegetali che animali. Esse si possono trovare anche nei depositi di laghi e mari, nelle acque costiere e nei tratti intestinali di pesci e altri mammiferi.

Il *C. botulinum* viene suddiviso in due gruppi principali, i **proteolitici** ed i **non proteolitici**, che presentano diversi requisiti minimi di crescita (**Tabella 5**).

**Tabella 5.** Requisiti di crescita minimi per *Clostridium botulinum*. (Peck 2006).

Proprietà	Gruppo I proteolitici	Gruppo II non proteolitici
pH	4.6	5.0
Concentrazione inibente di sale (NaCl)	10%	5%
$a_w$ minima con NaCl	0.96	0.97
$a_w$ minima con glicerolo	0.93	0.97
Temperatura ottimale di crescita (°C)	37.0	25.0
Temperatura minima di crescita (°C)	10 - 12	2.5 - 3.0



Fondamentalmente i ceppi proteolitici presentano limiti di pH di crescita più bassi e temperature maggiori rispetto al gruppo dei non proteolitici. Questi ultimi invece, sono inibiti a  $\text{pH} < 5$  ma possono crescere a temperature di refrigerazione. La conoscenza dei requisiti di crescita del *C. botulinum* permette di intervenire sui fattori intrinseci e/o estrinseci in modo tale da renderli sfavorevoli alla crescita e/o alla germinazione delle spore presenti. Ad esempio, occorre prestare particolare attenzione alla acidificazione perché questo aspetto è determinante ai fini dell'inibizione del *C. botulinum*.

Il pericolo è determinato dalle spore che, soprattutto nel caso dei ceppi proteolitici, sono in grado di sopravvivere ai consueti trattamenti di pastorizzazione. Se l'ambiente è favorevole le spore sopravvissute possono germinare dando luogo alla forma vegetativa che si può moltiplicare e produrre tossina botulinica. Si tratta di una potente neurotossina che può risultare letale anche in bassissime concentrazioni. La tossina non resiste molto al calore e viene rapidamente inattivata mediante l'esposizione ad una temperatura superiore agli  $85^{\circ}\text{C}$  per un periodo di tempo di almeno 5 minuti.

La contaminazione da *C. botulinum* è insidiosa in quanto lo sviluppo del patogeno e la produzione di tossina non sempre ingenerano nei prodotti contaminati modificazioni delle caratteristiche sensoriali percepibili dal consumatore.

Riassumendo: un trattamento di sterilizzazione elimina le forme vegetative e le spore. La pastorizzazione elimina le forme vegetative ma non le spore, le quali, in condizioni favorevoli, possono germinare dando luogo alle forme vegetative che, a loro volta, se l'ambiente lo consente, possono produrre la tossina botulinica. La germinazione è invece impedita nelle conserve acide.

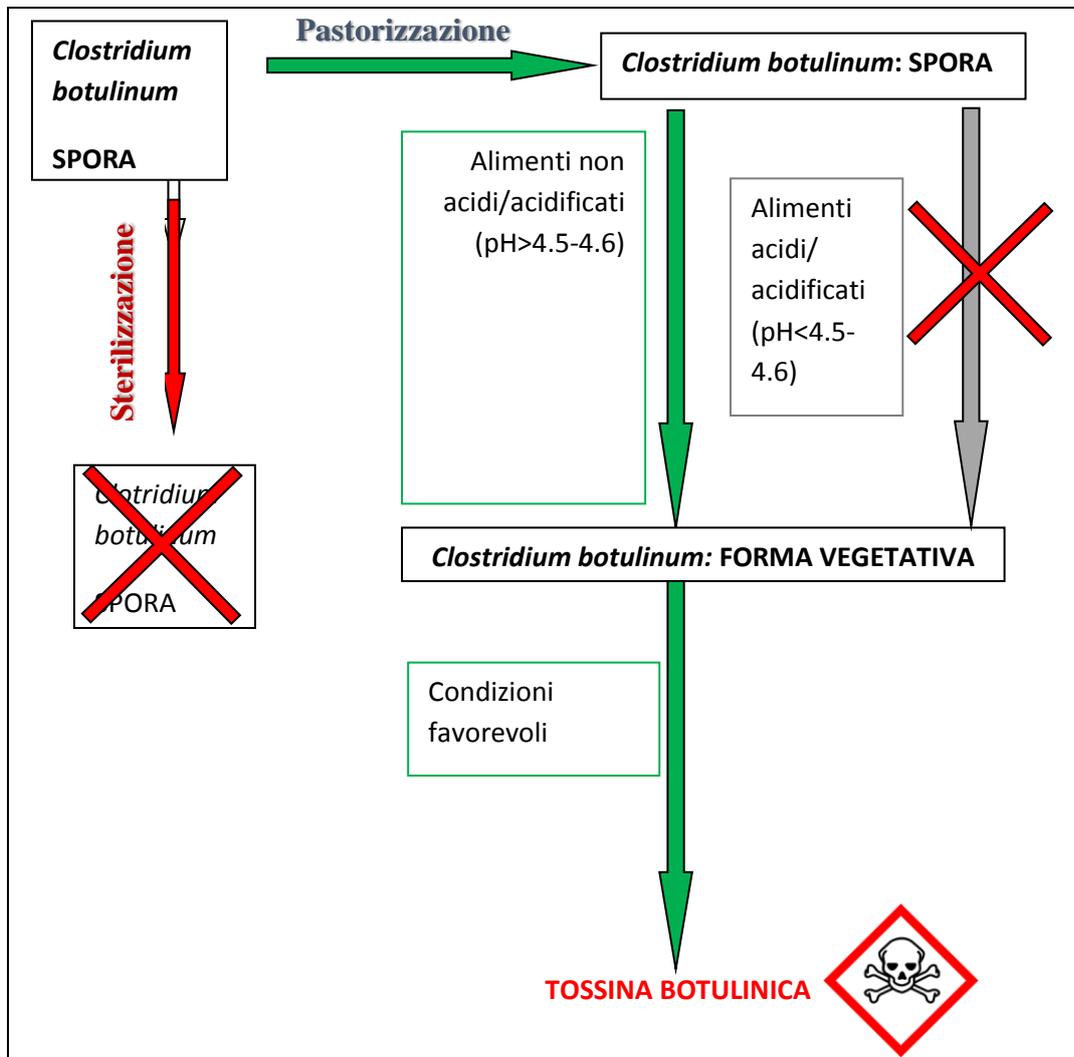
In **tabella 6** sono riportati i tempi di produzione di tossina botulinica in vari substrati a diverse temperature.



**Tabella 6.** Tempi di produzione di tossina botulinica in vari substrati vegetali. (Bell e Kyriakides 2000).

Prodotto	Condizioni specifiche	Tempo produzione tossina (giorni)
Cavoli tritati, confezionati sotto vuoto	21°C	10
Insalate pronte	15°C - 25°C	14 - 4
Lattuga, cavoli, broccoli, carote e fagiolini verdi	21°C	6
Lattuga confezionata	21°C	17
Ortaggi freschi pronti per il consumo e insalate pronte in atmosfera protettiva	15°C	11-21
Patate al forno	22°C - 30°C	7 - 3
Patate confezionate sotto vuoto	10°C - 22°C	9 - 3

Nello **schema 1** sono esemplificate le possibili evoluzioni del *C. botulinum* in funzione dei parametri di stabilità delle conserve vegetali.



**Schema 1.** Possibile evoluzione del *C. botulinum* in conserve alimentari in funzione delle variabili di processo e/o di conservazione (Venir et al. 2012).

Sulla base di tali considerazioni, le conserve vegetali possono essere suddivise in “pastorizzate acide/acidificate” e in “sterilizzate non acide”.



### 3 CONSERVE ACIDE/ACIDIFICATE

Secondo le norme raccolte nel Code of Federal Regulations (CFR, Title 21) della statunitense FDA l'espressione "alimenti acidi" individua gli alimenti che naturalmente presentano  $\text{pH} \leq 4.60$ . Tuttavia, nella prassi operativa è consuetudine fare riferimento ad un valore di pH pari a 4.50. La dicitura "alimenti acidificati" indica invece alimenti a bassa acidità ai quali sono stati addizionati acidi o alimenti acidi. Tali prodotti presentano attività dell'acqua  $> 0.85$  e  $\text{pH} \leq 4.60$ .

Secondo le suddette norme, inoltre, gli alimenti acidificati devono essere sottoposti a trattamento termico tale da distruggere le forme vegetative dei microrganismi patogeni e di quelli alteranti, capaci di crescere nelle condizioni di stoccaggio, distribuzione o conservazione domestica.

La sola pastorizzazione permette la stabilizzazione di alimenti acidi, caratterizzati cioè da un  $\text{pH} < 4.50-4.60$ . Dal punto di vista pratico è buona prassi attenersi a pH prossimi a 4.00. Nel caso in cui la materia prima non fosse sufficientemente acida è necessario provvedere all'abbassamento del pH mediante scottatura in soluzioni acide (ad esempio con una soluzione di acqua e aceto al 50%) oppure mediante l'aggiunta di acidi. La scottatura in genere si protrae per 2-5 minuti ad una temperatura compresa tra gli 80 ed i 100°C. Vengono di seguito riportate alcune procedure di acidificazione (tratte da FDA CFR - Code of Federal Regulations, Title 21).

Le procedure di acidificazione includono:

- Scottatura degli ingredienti in soluzione acquosa acidificata.
- Immersione dell'alimento scottato in soluzioni acide. È necessario assicurarsi che la concentrazione dell'acido in soluzione sia costantemente mantenuta ai livelli desiderati.
- Aggiunta diretta della soluzione acida a quantitativi specifici di alimento.



- Aggiunta diretta di quantitativi predeterminati di acidi ai singoli contenitori durante la produzione.
- Miscelazione di alimenti acidi con alimenti a bassa acidità in proporzioni controllate.

La miscela di acqua e aceto impiegata per acidificare i vegetali deve mantenere nel tempo una concentrazione in aceto tale da assicurare una consistente riduzione di pH dei vegetali scottati. Durante il periodo di utilizzo la miscela può andare incontro ad un innalzamento di pH. Nel caso di scottature successive all'interno della stessa soluzione, è opportuno misurare la variazione di pH (**Tabella 7**).

**Tabella 7.** Valori di pH di una miscela acqua-aceto sottoposta a bollitura (Venir et al. 2012).

Tempo bollitura (min)	pH
0	2.90
5	3.03
10	3.06

Nell'esempio riportato i valori di pH della miscela non pregiudicano l'uso della miscela per la scottatura degli ortaggi, ma mettono in evidenza una tendenza all'innalzamento.

Relativamente alle conserve pastorizzate acide, una criticità abbastanza comune risiede nella mancata scottatura preventiva delle erbe aromatiche o degli ingredienti minori, i quali spesso sono contraddistinti da valori di pH non acidi. In questi casi si dovrà procedere con la scottatura dei medesimi e con la successiva verifica del pH finale di ciascuno. In **tabella 8** si riporta a titolo esemplificativo il pH degli ingredienti utilizzati per la produzione di fagiolini sott'olio. Il trattamento di acidificazione ha determinato l'abbassamento del pH a valori di sicurezza nel caso dei fagiolini, mentre

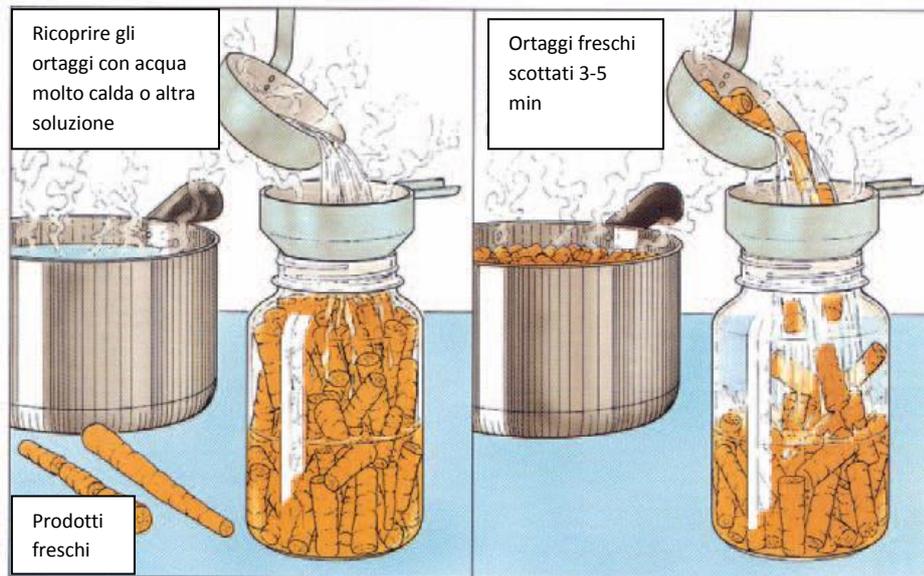
non è risultato efficace nel caso degli spicchi interi di aglio (pH 4.77). Il semplice porzionamento dell'aglio ne ha garantito l'acidificazione a valori inibitori per il *C. botulinum* (pH 3.97).

**Tabella 8.** Valori di pH degli ortaggi e dell'erba aromatica pre e post acidificazione mediante scottatura in soluzione acidificata.

	pH	
	Ortaggi freschi	Dopo acidificazione
Fagiolini	6.16 ± 0.50	4.04 ± 0.08
Aglio intero	5.81 ± 0.04	4.77 ± 0.32
Aglio in fettine	5.81 ± 0.04	3.97 ± 0.07

#### 4 PRODUZIONE DI CONSERVE VEGETALI

Per ottenere un prodotto pastorizzato di buona qualità, caratterizzato da un colore naturale ed un buon aroma/sapore, è opportuno rimuovere l'ossigeno dai tessuti alimentari e dai barattoli, inattivare rapidamente gli enzimi cellulari, provocare depressione nel vaso, la cui chiusura deve essere ermetica. La scottatura che precede il riempimento può essere effettuata a freddo o a caldo aggiungendo il liquido di governo (soluzione acida, zuccherina, agrodolce o olio) (**Figura 5**). La scottatura, oltre ad inattivare gli enzimi che sono causa di modificazioni di colore e di consistenza, permette la rimozione dell'aria dai tessuti cellulari, evitando il galleggiamento e agevolando l'inserimento di maggiori quantitativi di prodotto in ciascun vaso.



**Figura 5.** Confezionamento di ortaggi con liquido di governo caldo (USDA, modificato).

Lo spazio di aria sotto il coperchio è chiamato spazio di testa (**Figura 6**). Si suggerisce di lasciare circa 5-10 mm di spazio di testa nel caso di confetture e gelatine, 10-15 mm per frutta e pomodori da pastorizzare in acqua bollente, e 6 – 25 mm per alimenti a bassa acidità da sottoporre a sterilizzazione.

Questo spazio è necessario per l'espansione del cibo allorquando i vasi vengono trattati e per la formazione del vuoto nei vasi in raffreddamento.



**Figura 6.** Spazio di testa.

## 4.1 Pulizia e preparazione dei vasi

Prima dell'utilizzo i vasi devono essere sottoposti a lavaggio con soluzione di acqua e detergente e ben risciacquati. Si suggerisce di procedere come segue:

- Usare una pentola abbastanza capiente da poter immergere i vasi vuoti puliti in acqua.
- Portare l'acqua ad ebollizione e mantenere i vasi in acqua bollente fino al momento dell'uso. In alternativa i vasi possono essere lavati, asciugati e preriscaldati in lavastoviglie mantenendo la macchina chiusa fino al momento dell'utilizzo dei vasi; oppure i vasi possono essere riscaldati in forno a temperature superiori a 100°C.
- I vasi devono essere mantenuti caldi fino al momento del riempimento.

## 4.2 Selezione e preparazione dei coperchi

I coperchi auto-sigillanti contengono delle guarnizioni che permettono all'aria di uscire durante il trattamento termico e offrono una tenuta ermetica durante il raffreddamento. La qualità della tenuta delle guarnizioni diminuisce nel tempo. E' consigliabile quindi acquistare una quantità di tappi compatibile con il consumo annuale. Evitare l'uso di tappi deformati, rotti e difettati nella chiusura.

## 4.3 Procedura di riempimento dei vasi

La procedura di riempimento si attua come segue:

- Riempire i vasi con il prodotto e aggiungere il liquido di governo.
- Provocare la fuoriuscita di eventuali bolle d'aria facendo scorrere e premendo una spatola di plastica tra l'alimento e la parete del vaso ruotando contemporaneamente il vaso.
- Regolare lo spazio di testa e pulire il bordo del vaso.

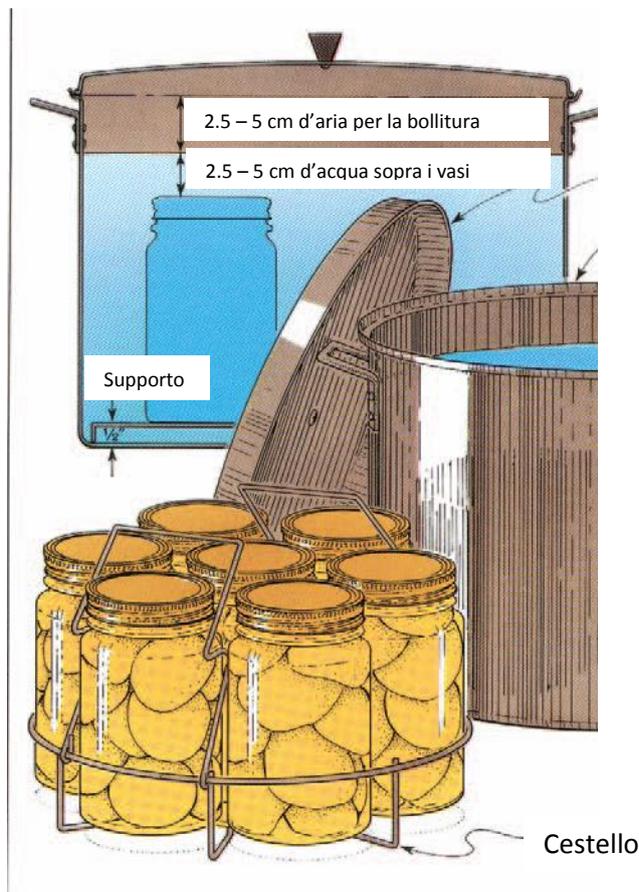


- Chiudere i tappi evitando un serraggio eccessivo che comprometterebbe la fuoriuscita dell'aria durante la pastorizzazione ed, inoltre, potrebbe causare cedimento del tappo o rottura del vaso.

## 4.4 Trattamento termico: dettagli operativi

### 4.4.1 Pastorizzazione (prodotti acidi pH < 4.5)

In assenza di impianti di pastorizzazione, è possibile condurre il trattamento termico a livello domestico con l'ausilio di apposite pentole (**Figura 7**).



**Figura 7.** Esempio di posizionamento dei vasi da sottoporre a pastorizzazione (USDA, modificato).

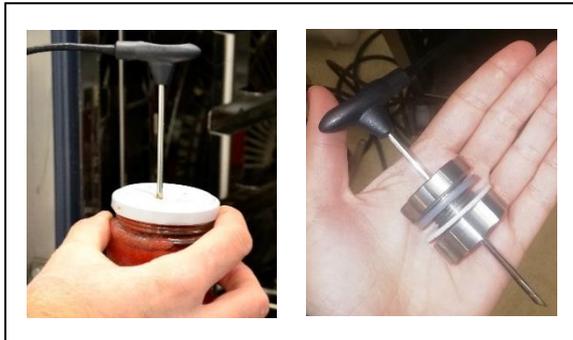


## Procedura:

1. Riempire il contenitore di pastorizzazione per metà con acqua pulita.
2. Preriscaldare l'acqua a circa 60°C o 80°C rispettivamente per i prodotti invasettati a freddo o a caldo.
3. Collocare nel cestello i vasi - interporre del tessuto tra di essi per evitare che si tocchino - in posizione verticale.
4. Aggiungere acqua fino ad un livello di 2.5 cm superiore all'altezza dei vasi; per trattamenti superiori a 30 minuti l'acqua dovrebbe sovrastare i vasi di almeno 5 cm.
5. Applicare il coperchio alla pentola e portare ad ebollizione a fiamma alta.
6. Mantenere le condizioni di pastorizzazione per il tempo necessario.
7. Al termine del trattamento, rimuovere i vasi.

È opportuno valutare di volta in volta la curva di temperatura in funzione del tempo di trattamento termico. Tale determinazione si può effettuare come segue:

- 1- Posizionare la sonda di temperatura (**Figura 8**) centralmente, a circa metà altezza di un vaso campione contenente il prodotto. Per l'inserimento della sonda applicare centralmente al coperchio un piccolo foro che verrà successivamente isolato per evitare l'ingresso di acqua.
- 2- Collocare il vasetto in posizione centrale all'interno della vasca di pastorizzazione
- 3- Registrare la temperatura ad intervalli di tempo determinati
- 4- Mantenere la temperatura di pastorizzazione per il tempo necessario. A livello domestico o di piccole produzioni alimentari è opportuno sovratrattare gli alimenti per garantirne la sicurezza microbiologica. Un trattamento di 90°C al cuore del prodotto è sufficiente per una efficace pastorizzazione.



**Figura 8.** Sonde di temperatura per pastorizzazione.

#### 4.4.2 Sterilizzazione (prodotti non acidi pH > 4.5)

Per le conserve non acide (pH > 4.5) è necessario procedere con la sterilizzazione avvalendosi di apposite autoclavi che sviluppano una sovrappressione e consentono il riscaldamento del prodotto a temperature superiori a 100°C. Alcune variabili possono inficiare la riuscita della sterilizzazione, incluse: la tipologia di alimento (densità e viscosità del prodotto, presenza o meno di sostanze grasse) e la presenza di sacche di aria all'interno della camera di sterilizzazione (che impediscono al vapore di distribuirsi uniformemente). Considerata questa variabilità, è opportuno monitorare la temperatura all'interno di più campioni in diversi punti dell'autoclave mediante sonde termiche a tenuta stagna in grado di rilevare e registrare le temperature raggiunte al cuore del prodotto. Dai dati registrati dalle sonde e attraverso opportuni software, è possibile ricavare l'effetto letale o "F" che viene generalmente riconosciuto appropriato quando  $F_{121^{\circ}\text{C}} = 3 \text{ min}$  (corrispondente al così detto *Botulinum cook*). Per la sterilizzazione domestica o su piccola scala dei prodotti alimentari è opportuno avvalersi di professionisti, al fine di definire operativamente le procedure corrette.

## 5 SCHEMA OPERATIVO DI LAVORO: obiettivi, controlli e dotazioni di laboratorio

### 5.1 Che tipo di prodotto voglio ottenere?

- **Categoria A) Conserve acide**

A.1) ortaggi sott'aceto, in agrodolce, ortaggi acidi sott'olio, salse, pesti e passate vegetali acide, ecc.

A.2) Confetture, sciroppi di frutta, ecc.

- **Categoria B) Conserve non acide**

B.1) piselli al naturale, ortaggi, pesti non acidi sott'olio, ecc.

B.2) ortaggi disidratati conservati in olio

### 5.2 Come devo lavorare il prodotto?

- **Categoria A) Conserve acide**

A.1) ortaggi sott'aceto, in agrodolce, ortaggi, acidi sott'olio, salse, pesti e passate vegetali acide, ecc.

#### **Ortaggi conservati in aceto:**

- 1) Raccolta, cernita, mondatura, lavaggio e taglio
- 2) Trattamento al calore dei vasi
- 3) Porzionamento degli ortaggi nei vasi
- 4) Aggiunta di soluzione bollente di acqua e aceto, zucchero e sale
- 5) Invasettamento a caldo o a freddo + pastorizzazione

#### **Fagiolini acidificati, conservati in olio:**

- 1) Raccolta, cernita, mondatura, lavaggio e taglio



- 2) Scottatura ingredienti in acqua + aceto per 5 minuti
- 3) Asciugatura
- 4) Trattamento al calore dei vasi
- 5) Invasettamento a caldo - o a freddo + pastorizzazione

## A.2) Confetture, sciroppi di frutta, ecc.

### Confetture:

- 1) Raccolta, cernita, mondatura, lavaggio e taglio
- 2) Eventuale scottatura
- 3) Triturazione
- 4) Aggiunta ingredienti e lavorazione:
  - ➔ Pectine, acido ascorbico, acido citrico o succo di limone ➔ riscaldamento fino a temperatura di ebollizione da protrarre per 1 min circa ➔ aggiunta di zucchero ➔ riscaldamento fino a temperatura di ebollizione da protrarre per 3-5 min
  - ➔ Zucchero e succo di limone ➔ cottura a temperatura di ebollizione da protrarre fino a consistenza desiderata
- 5) Trattamento al calore dei vasi
- 6) Invasettamento a caldo - o a freddo + pastorizzazione



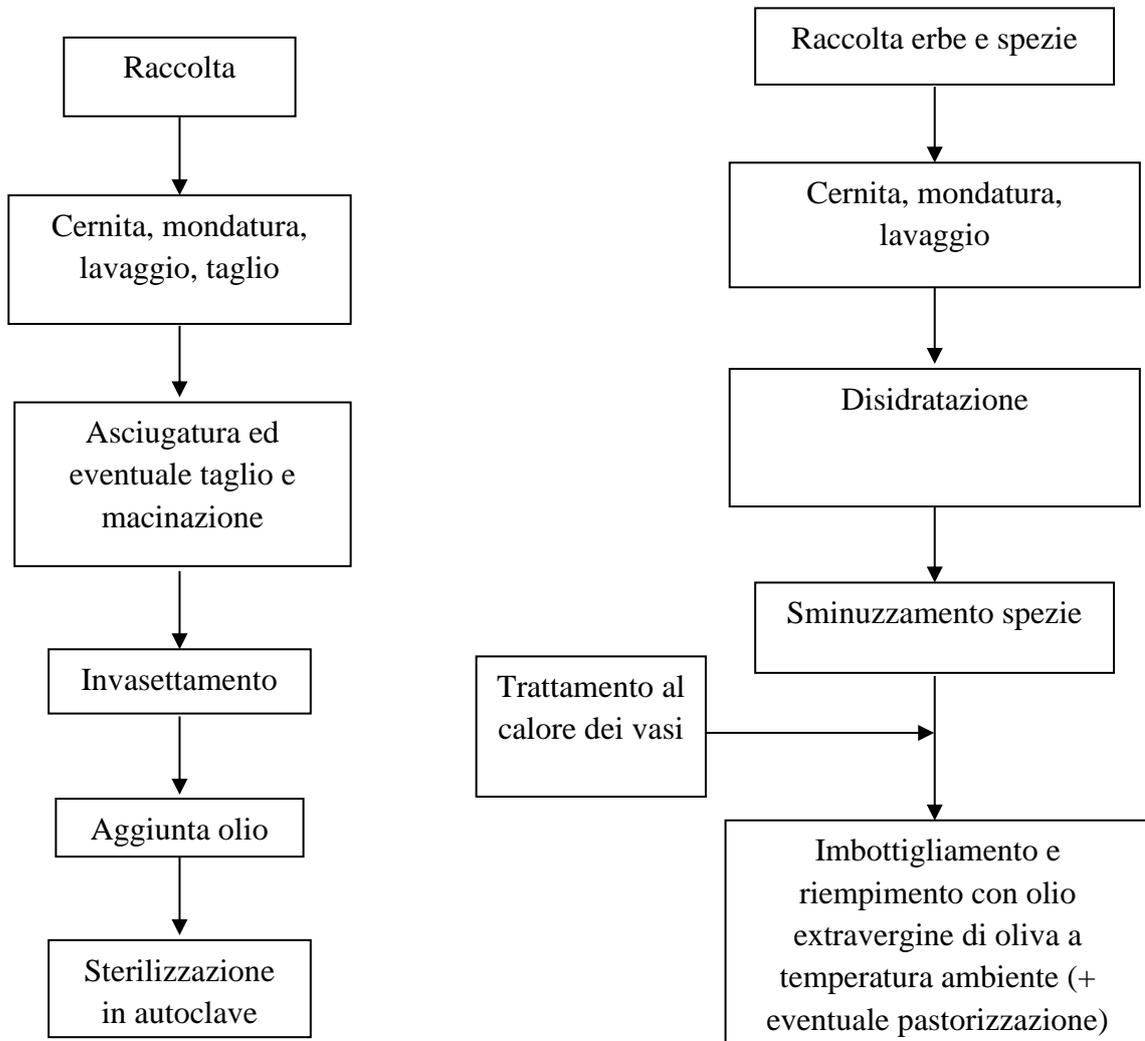
• **Categoria B) Conserve non acide**

**B.1)** ortaggi sott'olio (interi, in pezzi, pesti)

**B.2)** ortaggi disidratati sott'olio

**Diagramma di lavorazione di ortaggi conservati in olio.**

**Diagramma di lavorazione di olio aromatizzato.**





### 5.3 Che controlli devo effettuare?

- **Categoria A) Conserve acide**
  1. Monitoraggio e registrazione del pH prima e dopo eventuale acidificazione e sul prodotto finale.
  2. Monitoraggio e registrazione di tempo e temperatura di pastorizzazione al cuore del prodotto.
  3. Determinazione della concentrazione in solidi solubili (in °Brix) di frutta e prodotto finito (per le confetture).
- **Categoria B) Conserve non acide**
  1. Monitoraggio e registrazione della cinetica di sterilizzazione (trattamento termico in autoclave). Verifica dell'effetto sterilizzante.
  2. Monitoraggio e registrazione della attività dell'acqua degli ortaggi, erbe, spezie dopo l'essiccamento (per ortaggi disidratati sott'olio).

### 5.4 Cosa serve in laboratorio per effettuare i controlli?

- **Categoria A) Conserve acide**
  - a) pH-metro
  - b) Termometro o sonda di temperatura
  - c) Cronometro o orologio
  - d) Rifrattometro (per le confetture)
- **Categoria B) Conserve non acide**
  - a) Sonda termica a tenuta stagna
  - b) Igrometro a punto di rugiada o capacitivo (per ortaggi disidratati sott'olio).



## 6 ESEMPI DI PROBLEMATICHE DURANTE LA PRODUZIONE

### Ingredienti alternativi all'aceto per una efficace acidificazione di materie prime non acide

Spesso il tradizionale intervento di acidificazione mediante scottatura in soluzione acqua/aceto può modificare in modo inaccettabile le caratteristiche sensoriali dell'alimento. È stata accertata la possibilità di intervento con acidi a basso impatto sensoriale quali succhi vegetali acidi (limone, mela o kiwi) per produrre un lieve, ma sufficiente, abbassamento del pH. A titolo esemplificativo in **tabella 9** si riportano i valori di pH di ortaggi prima e dopo l'aggiunta di succo di kiwi o di mela.

**Tabella 9.** Valori di pH di ortaggi tritati e di succhi di frutta e delle relative miscele (Venir et al. 2012).

Ingrediente	pH
Passata di kiwi	3.43
Peperoni freschi	4.95
Peperoni tritati + passata di kiwi	4.34
Miscela ortaggi tritati (peperoni, zucchine, pomodori)	4.72
Succo di mela 1	2.75
Miscela ortaggi + succo di mela 1	4.19
Succo di mela 2	3.46
Barbabietola – estratto fresco	5.24
Miscela succo di mela 2 + estratto di barbabietola (90/10)	3.63
Miscela succo di mela 2 + estratto di barbabietola (70/30)	3.82
Succo di mela 3	3.8
Estratto di carote fresco	6.4
Miscela Succo di mela 3 + estratto di carote (90/10)	3.8
Miscela Succo di mela 3 + estratto di carote (70/30)	3.9

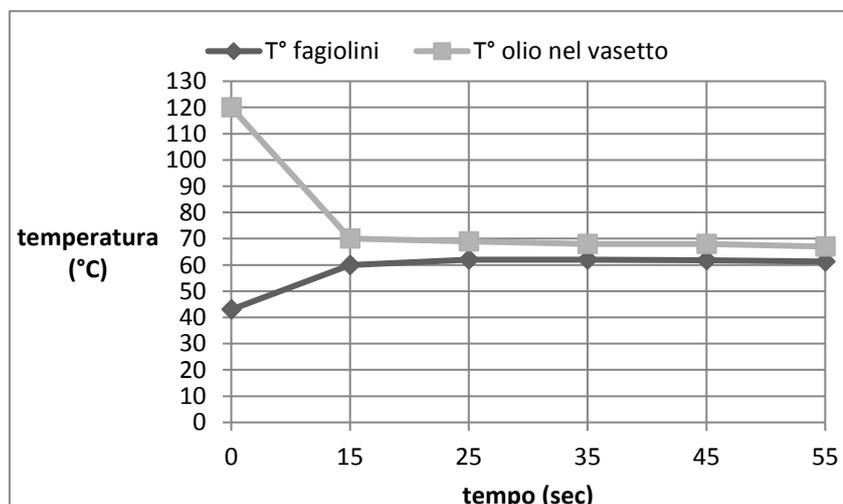


## Acidità insufficiente degli ingredienti minori

Si suggerisce di sottoporre tutti gli ingredienti minori (aglio, cipolla, basilico, ginepro, spezie ed erbe aromatiche varie, ecc.) alla procedura di acidificazione e verificare la conformità del prodotto al cuore con i valori di pH di sicurezza. In caso di mancata acidificazione al cuore si suggerisce di ridurre la pezzatura dell'ingrediente e sottoporlo nuovamente a scottatura.

## Utilizzo di olio a temperatura ambiente e assenza di pastorizzazione per la produzione di sott'olio acidificati

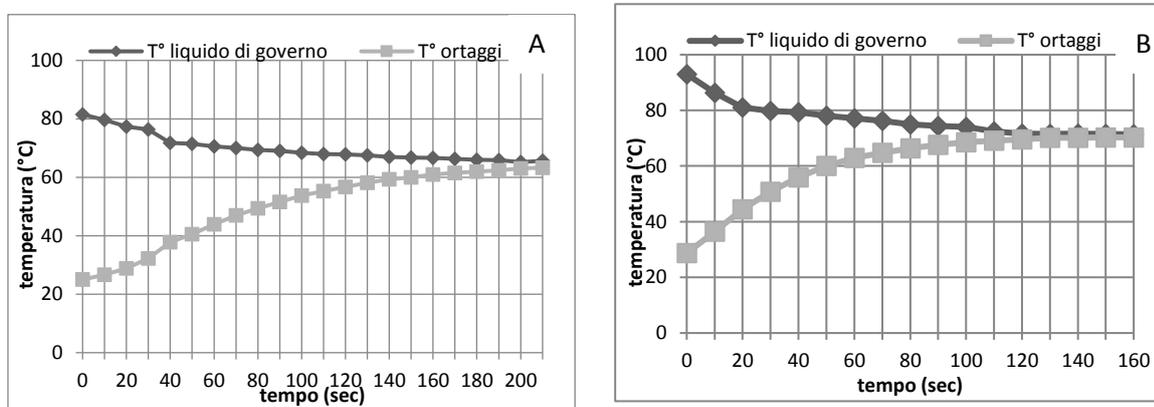
L'impiego di olio a temperatura ambiente per la produzione di sott'olio acidificati/acidi è una prassi ancora frequente nelle piccole produzioni che tuttavia va sconsigliata. È opportuno operare con un riempimento a caldo, provvedendo al riscaldamento dell'olio al di sotto del suo punto di fumo. In queste condizioni le variazioni delle caratteristiche qualitative dell'olio sono minime, anche se nel tempo l'olio può risultare meno stabile all'ossidazione. La **figura 9** mostra a titolo esemplificativo l'evoluzione della temperatura al cuore del prodotto (fagiolini acidificati) durante la fase di riempitura con olio riscaldato a 120°C.





**Figura 9:** Evoluzione della temperatura durante la fase di invasettamento a caldo (Venir et al. 2012).

Per incrementare l'efficacia del trattamento termico è possibile diminuire il rapporto prodotto/liquido di governo in modo da poter garantire una più elevata temperatura al cuore. A titolo di esempio si riportano i dati relativi a ortaggi misti confezionati a caldo con liquido di governo (**Figura 10**).



**Figura 10.** Cinetica di temperatura durante la fase di invasettamento di ortaggi misti in soluzione acqua/aceto/zucchero a caldo. Dati acquisiti precedentemente (A) e successivamente (B) alla riduzione della quantità in peso degli ortaggi (Venir et al. 2012).

La diminuzione di solidi ha portato ad un aumento di temperatura di circa 8°C al cuore del prodotto, a garanzia della stabilità del prodotto finito.



## 7 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

USDA 2009. Complete Guide to Home Canning. Guide 1. Principles of home canning. National Institute of Food and Agriculture. United States Department of Agriculture.

FDA 2012. CFR - Code of Federal Regulations Title 21, Volume 2. U.S. Department of Health & Human Services. Disponibile on line: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=110&showFR=1>

Regolamento (CE) n. 2073/2005 della commissione del 15 novembre 2005: sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari. *Gazzetta ufficiale n. L 338 del 22/12/2005*.

Regolamento (CE) n. 1441/2007 della commissione del 5 dicembre 2007, che modifica il regolamento (CE) n. 2073/2005: sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari. *Gazzetta ufficiale n. L 322 del 7/12/2007*.

Alzamora S.M., Tapia M.S., Lopez-Malo A., Welti-Chanes J. 2000. Food preservation techniques. Zeuthen P, Bagh-Sorensen L. (Eds.), Woodhead Publishing Limited, Abington, England.

Fratamico P.M., Bhunia A.K., Smith J.L. 2005. Foodborne pathogens. Microbiology and molecular biology. Caister Academic Press, Norfolk, UK.

Peck M.W. 2006. *Journal of Applied Microbiology*, 101: 556.

Peck M.W. 2006. *Clostridium botulinum* and the safety of minimally heated, chilled foods: An emerging issue? *Journal of Applied Microbiology*, Volume 101 (3), Pagine 556-570.

Bell C., Kyriakides A. 2000. *Clostridium botulinum*. A practical approach to the organism and its control in foods. Blackwell Science Ltd., London, UK.

Venir E., Maltini E., Stecchini M.L. 2012. Linee guida per la trasformazione di prodotti vegetali su piccola scala (Progetto MIERI).