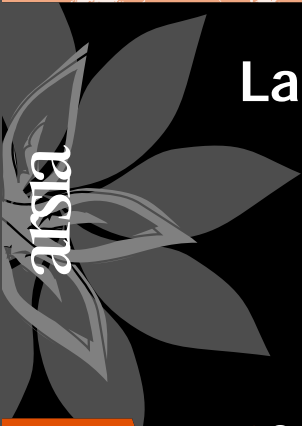


## La produzione delle conserve vegetali



• Quaderno ARSIA 7/2004





• Quaderno ARSIA 7/2004



ARSIA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo  
e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale  
Via Pietrapiana, 30 - 50121 Firenze  
tel. 055 27551 - fax 055 2755216/2755231  
www.arsia.toscana.it  
email: posta@arsia.toscana.it

*Coordinamento della pubblicazione:*

- Guido Giampieri - *ARSIA*
- Emanuela Balocchini, *Regione Toscana - D.G. Diritto alla salute e politiche di solidarietà*
- Alessandra Alberti - *Confederazione Italiana Agricoltori*
- Olivia Fossi - *Confederazione Nazionale Coltivatori Diretti*
- Luigi Pratesi - *Federazione Regionale delle Unioni Agricoltori della Toscana*

*Ringraziamenti*

L'autrice ringrazia per la collaborazione Anthony Cimatti, Agronomo.

Si ringraziano le Case Editrici Il Sole 24 Ore - Edagricole, CUSL e ANICAV per la concessione dell'uso delle immagini e delle tabelle tratte da proprie pubblicazioni.

*Cura redazionale, grafica e impaginazione:*

© LCD srl, Firenze

*Stampa:* Tipolito Duemila srl, Campi Bisenzio (FI)

ISBN 88-8295-062-X

Fuori commercio, vietata la vendita

© Copyright 2004 ARSIA Regione Toscana



# La produzione delle conserve vegetali

*Maria Grazia Migliorini*



# Sommario

Presentazione	7
<i>Maria Grazia Mammuccini</i>	
Premessa	9
1. Caratteristiche delle conserve vegetali	10
1.1 Classificazione di legge	11
1.2 Classificazione tecnologica	12
2. Principali rischi igienico-sanitari e contaminazioni	15
2.1 Alterazioni	15
2.2 Contaminazioni	15
2.2.1 <i>Clostridium botulinum</i>	15
3. Le materie prime	19
3.1 Ortaggi di superficie	19
3.2 Tuberi	19
3.3 Frutta	19
4. La tecnologia delle conserve vegetali	21
4.1 Processo produttivo e prodotti	21
4.2 Conserve e semiconserve	22
4.3 Trattamenti con mezzi fisici	23
4.3.1 <i>Sterilizzazione</i>	23
4.3.2 <i>Pastorizzazione</i>	28
4.3.3 <i>Refrigerazione</i>	28
4.3.4 <i>Congelamento e surgelazione</i>	29
4.3.5 <i>Tecniche di concentrazione</i>	29
4.3.6 <i>Essiccamento</i>	32
4.3.7 <i>Liofilizzazione</i>	32
4.4 Trattamenti con fermentazione/acidificazione	32
4.5 Trattamenti con mezzi chimici	34
4.5.1 <i>Aggiunta di sale e zucchero</i>	34
4.5.2 <i>Aggiunta di sostanze conservanti</i>	35
4.5.3 <i>Atmosfera modificata</i>	36
4.6 Il controllo del <i>Clostridium botulinum</i>	36
4.6.1 <i>Parametri produttivi delle conserve a bassa acidità</i>	36
4.6.2 <i>Parametri produttivi delle conserve acidificate</i>	37
4.6.3 <i>Parametri produttivi delle conserve naturalmente acide</i>	37

4.6.4	<i>Parametri produttivi delle conserve con attività dell'acqua inferiore a 0,94</i>	37
4.6.5	<i>Parametri produttivi delle semiconserve vegetali</i>	37
5.	Produzione delle conserve vegetali	39
5.1	Preparazione degli ortaggi e della frutta al consumo e alla conservazione	39
5.1.1	<i>Ortaggi</i>	39
5.1.2	<i>Frutta</i>	39
5.2	Le metodologie di conservazione	39
5.2.1	<i>Conservazione allo stato fresco</i>	40
5.2.2	<i>Congelamento/surgelazione</i>	42
5.2.3	<i>La conservazione mediante il calore. La sterilizzazione</i>	45
5.2.4	<i>La conservazione sottolio, sotto aceto, sotto sale, sotto alcool</i>	50
5.2.5	<i>L'essiccazione e la liofilizzazione</i>	52
5.2.6	<i>La fermentazione e la conservazione in agrodolce</i>	53
6.	Impianti e macchinari	55
6.1	Impianti per la concentrazione degli alimenti	55
6.1.1	<i>Evaporatori</i>	55
6.1.2	<i>Sistemi di crio-concentrazione</i>	56
6.2	Sterilizzatori	57
6.2.1	<i>Apparecchi discontinui (autoclavi)</i>	57
6.2.2	<i>Apparecchi continui</i>	58
6.2.3	<i>Sterilizzatori per prodotti sfusi</i>	60
6.3	Pastorizzatori	60
6.3.1	<i>Pastorizzatori continui per prodotti condizionati</i>	60
6.3.2	<i>Pastorizzatori per prodotti sfusi</i>	61
6.4	Essiccatori	61
6.4.1	<i>Essiccatore discontinuo ad armadio</i>	62
6.4.2	<i>Essiccatore a tunnel</i>	62
6.4.3	<i>Essiccatore a schiuma</i>	62
6.4.4	<i>Spray-drying</i>	63
6.5	Impianti di refrigerazione	63
6.6	Impianti di congelamento e surgelazione	64
7.	Alterazioni e difetti delle conserve vegetali	65
	Bibliografia	67



## Presentazione

La dinamicità delle aziende agricole toscane ha condotto allo sviluppo e all'ampliamento di attività complementari a quelle tradizionali. Se alcuni processi di trasformazione sono da sempre stati al centro dell'attività aziendale rivolta al mercato, altri rispecchiavano, in origine, più le consuetudini familiari rivolte all'autoconsumo. Ormai da diversi anni anche l'attività di produzione di conserve vegetali sta passando dall'ambito domestico a quello artigianale anche grazie alle opportunità offerte da alcuni canali brevi di commercializzazione, come l'attività agrituristica e la vendita diretta in azienda.

Questo lavoro intende avvicinare i produttori artigianali di conserve vegetali a un approccio più organico e tecnico nell'organizzazione produttiva, rispetto a quello che può essere finora derivato da esperienze personali, da interventi prescrittivi delle Autorità sanitarie in funzione del rilascio del parere sanitario e da consulenze in occasione dell'implementazione del sistema di autocontrollo igienico-sanitario.

Infatti con la pubblicazione delle *Linee-guida per l'applicazione del Decreto legislativo 155/97* e,

successivamente, con la *Guida pratica all'igiene dei prodotti agroalimentari*, l'ARSIA ha inteso fornire degli strumenti atti a colmare un aspetto critico e impellente della formazione dei tecnici e degli addetti delle trasformazioni alimentari in ambito agricolo, al fine di garantire la salubrità dei prodotti e il rispetto delle normative igienico-sanitarie.

D'altra parte non si è certo esaurito l'argomento "qualità", che è innanzitutto miglioramento continuo e mantenimento di standard per qualificare le produzioni, in un'ottica di mercato e di concorrenza.

Con il presente manuale si intende offrire alcuni elementi di tecnologia alimentare necessari alle aziende per procedere sulla strada del raggiungimento di elevati standard qualitativi delle produzioni conserviere nel rispetto dei requisiti igienico-sanitari di base.

Tali conoscenze, oltre a permettere un approccio più tecnico e una razionalizzazione dei processi produttivi, possono utilmente orientare le scelte organizzative e produttive aziendali e accrescere quindi le opportunità commerciali.

Maria Grazia Mammuccini  
*Amministratore ARSIA*



## Premessa

Ortaggi e frutta costituiscono per l'uomo una ricca fonte di zuccheri prontamente assimilabili, sali minerali, vitamine, microelementi e devono pertanto rappresentare una quota importante della dieta alimentare. Una delle maggiori problematiche legate a questa tipologia di alimenti è il mantenimento nel tempo delle loro preziose caratteristiche nutrizionali e organolettiche, essendo di per sé, nella maggior parte dei casi, prodotti che a temperatura ambiente, una volta acquistati, hanno una conservabilità relativamente ridotta.

Lo scopo principale di produrre una conserva vegetale è pertanto quello di allungare il tempo di conservazione di un alimento che allo stato naturale (verdura o frutta fresca) è abbastanza relativo. Nel corso del tempo si è passati da metodi di conservazione empirici a metodi sempre più avvalorati da tecniche scientifiche, man mano che la microbiologia e la tecnologia alimentare prendevano sviluppo. In sostanza l'uomo ha da sempre avuto la necessità di ottenere alimenti *stabili* nel tempo, tanto che oggi si parla di "stabilizzazione degli alimenti". Un alimento sottoposto a un trattamento stabilizzante mantiene inalterate per un determinato periodo di tempo, e a determinate condizioni di conservazione, le caratteristiche chimiche, fisiche, nutrizionali e microbiologiche presenti nel prodotto appena ottenuto. Il grado di stabilità che si può ottenere dipende ovviamente, oltre che dalle esigenze umane, dal tipo di materia prima, dalla metodologia di stabilizzazione che si può applicare e infine dal tipo di prodotto finito che si vuole ottenere.

Tra i mezzi di stabilizzazione degli alimenti vi sono trattamenti più o meno energici ed efficaci.

Quelli più blandi consentono una stabilizzazione nel tempo abbastanza ridotta ma permettono di mantenere inalterate, o quasi, le caratteristiche del prodotto (per esempio, conservazione allo stato fresco, congelazione). Altri trattamenti sono così energici che, contemporaneamente all'effetto stabilizzante, determinano una trasformazione del prodotto di partenza (materia prima), tanto che il prodotto finale può avere caratteristiche del tutto diverse (per esempio, confettura) e la sua stabilità nel tempo accrescersi notevolmente rispetto all'alimento originario.

Un alimento stabile subisce comunque, nell'arco di un tempo relativo, una serie di modificazioni delle proprie caratteristiche provocate da processi chimico/enzimatici che avvengono in maniera più o meno lenta al suo interno e dallo sviluppo dei microrganismi presenti, poiché non tutti i trattamenti stabilizzanti sono anche sterilizzanti<sup>1</sup>. Quindi la stabilità dell'alimento non è infinita e dopo un certo periodo di tempo le modificazioni di cui sopra tendono ad alterarlo e pertanto diviene inadatto all'alimentazione. Le tecniche di conservazione hanno quindi lo scopo di prevenire e/o rallentare i cambiamenti della struttura, delle caratteristiche sensoriali e del valore nutritivo dei cibi.

Nel settore degli alimenti vegetali tali tecniche si possono ottenere con:

- 1) *mezzi fisici*: basati sull'azione del calore (per esempio, vegetali al naturale in scatola), sull'applicazione delle basse temperature (per esempio, verdure surgelate), sulla riduzione controllata del contenuto di acqua libera (per esempio, verdure/frutta essiccate o liofilizzate);

---

<sup>1</sup> La sterilizzazione ha per scopo la distruzione di tutti i microrganismi ed enzimi presenti nell'alimento, permettendone una stabilizzazione per periodi di tempo anche estremamente lunghi (alcuni anni).

- 2) *per fermentazione/acidificazione*: con la fermentazione naturale, grazie allo sviluppo di vari tipi di microrganismi favorevoli, si ottiene la formazione di acidi organici o di alcol etilico (per esempio, crauti, olive fermentate). L'abbassamento del pH dell'alimento si ottiene anche mediante aggiunta diretta di sostanze acide come l'acido acetico e citrico (per esempio, sottaceti). In sostanza con queste tecniche si riduce la possibilità di sviluppo di microrganismi patogeni e produttori di tossine. Tale metodo determina anche una notevole trasformazione della materia prima, tanto che le caratteristiche del prodotto finito possono essere sostanzialmente diverse;
- 3) *con aggiunta di conservanti chimici*: aggiunta di molecole chimiche che prolungano il periodo di validità dei prodotti alimentari proteggendoli dal deterioramento provocato dai microrganismi. Oggi si tende sempre più a ridurre l'applicazione di tali tecniche per evitare l'impiego di molecole chimiche estranee all'alimento sulle quali aleggia sempre il sospetto di tossicità. Anche la conservazione sotto sale o salamoia (per esempio, olive, capperi), zucchero e mediante affumicatura rientrano in questa classe perché vengono sfruttati gli effetti antimicrobici prodotti dal sale e da alcuni componenti chimici del fumo.

Successivamente vedremo nel dettaglio le singole tecniche. Questa classificazione è comunque puramente didattica infatti, molto spesso, le tecniche utilizzate sono ottenute con un impiego misto dei vari mezzi a disposizione come, per esempio, la produzione di sottoli che si basa sia sull'azione del calore che sull'acidificazione e quella delle confetture che prevede, oltre alle prime due, anche la riduzione dell'acqua libera ottenuta sia con l'eva-

porazione che con l'aggiunta di zucchero. Purtroppo contemporaneamente all'effetto stabilizzante, tutti i trattamenti determinano sull'alimento anche una serie di effetti negativi che consistono in modificazioni più o meno evidenti delle caratteristiche fisiche, organolettiche e nutrizionali (per esempio, perdita o distruzione di elementi nutrienti come le vitamine).

Quindi non tutte le tecniche sono adatte alle varie tipologie di vegetali che si vuole conservare e partendo da una stessa materia prima si possono ottenere prodotti finiti estremamente diversi fra loro. La qualità dell'alimento conservato è pertanto il risultato sia degli effetti del trattamento che ha subito, sia della successiva conservazione (a temperatura ambiente o controllata). Gli effetti stabilizzanti del trattamento conservativo possono infatti essere totalmente vanificati se la conservazione non avviene in maniera regolare (per esempio, capsule e tappi che perdono la tenuta). Pertanto durante questo periodo svolge un ruolo di importanza strategica il materiale di confezionamento che deve essere, secondo i casi, impermeabile ai vari fattori di alterazione quali l'ossigeno, la luce, l'acqua e i microrganismi.

Chi produce conserve vegetali per il mercato, sia a livello artigianale che industriale, deve essere in grado di conciliare vari elementi:

- ottenere alimenti con elevate garanzie di sicurezza igienica per il consumatore;
- ottimizzare l'effetto stabilizzante e degradativo dei trattamenti tecnologici;
- ottenere alimenti gustosi, graditi al consumatore e facili da manipolare;
- ottenere alimenti conservati che mantengano comunque un elevato potere nutritivo;
- economizzare il trattamento scelto sia in termini di tempi di lavoro che di costi.

# 1. Caratteristiche delle conserve vegetali

Le conserve vegetali possono essere classificate in vari modi fra cui:

- secondo la normativa vigente;
- secondo parametri tecnici.

Entrambe le classificazioni sono importanti per il produttore; la prima perché la normativa deve essere rispettata e fornisce delle regole ben definite sia dal punto di vista produttivo che di etichettatura del prodotto finito; la seconda perché mette in luce le necessità tecnologiche da rispettare per ottenere dei prodotti igienicamente sicuri.

## 1.1 Classificazione di legge

Alcune tipologie di conserve sono definite da normative vigenti.

*D.P.R. 11 aprile 1975 n. 428*

- *Pomodori pelati*: pomodori di tipo lungo privati della buccia con le eventuali aggiunte definite nell'art. 2;
- *semi-concentrato di pomodoro*: succo di pomodoro sottoposto a processo di concentrazione il cui residuo secco, al netto di sale aggiunto, non sia inferiore al 12%;
- *concentrato di pomodoro*: succo di pomodoro sottoposto a processo di concentrazione il cui residuo secco, al netto di sale aggiunto, non sia inferiore al 18%;
- *doppio concentrato di pomodoro*: succo di pomodoro sottoposto a processo di concentrazione il cui residuo secco, al netto di sale aggiunto, non sia inferiore al 28%;
- *triplo concentrato di pomodoro*: succo di pomodoro sottoposto a processo di concentrazione il cui residuo secco, al netto di sale aggiunto, non sia inferiore al 36%;
- *sestuplo concentrato di pomodoro*: succo di

pomodoro sottoposto a processo di concentrazione il cui residuo secco, al netto di sale aggiunto, non sia inferiore al 55%.

*Decreto Legislativo 20 febbraio 2004 n. 50*

- *Confettura*: mescolanza, portata alla consistenza gelificata appropriata, di zuccheri, polpa e/o purea di una o più specie di frutta e acqua. Per gli agrumi, tuttavia, la confettura può essere ottenuta dal frutto intero tagliato e/o affettato. Sono inoltre definite le quantità minime di polpa e/o purea di frutta da utilizzare per la produzione di 1000 g di prodotto finito;
- *confettura extra*: mescolanza, portata alla consistenza gelificata appropriata, di zuccheri e di polpa non concentrata di una o più specie di frutta e acqua. Sono inoltre definite le quantità minime di polpa di frutta da utilizzare per la produzione di 1000 g di prodotto finito;
- *gelatina*: mescolanza, sufficientemente gelificata, di zuccheri e del succo e/o estratto acquoso di una o più specie di frutta. Sono inoltre definite le quantità minime di succo e/o estratto acquoso di frutta da utilizzare per la produzione di 1000 g di prodotto finito;
- *gelatina extra*: mescolanza, sufficientemente gelificata, di zuccheri e del succo e/o estratto acquoso di una o più specie di frutta. Sono inoltre definite le quantità minime di succo e/o estratto acquoso di frutta da utilizzare per la produzione di 1000 g di prodotto finito che non devono essere inferiori a quelle stabilite per la confettura extra;
- *marmellata*: mescolanza, portata alla consistenza gelificata appropriata, di acqua, zuccheri e di uno o più dei seguenti prodotti, ottenuti a partire da agrumi: polpa, purea, succo, estratti acquosi e scorze. Sono inoltre definite le quantità minime di polpa e/o purea di frutta da uti-

lizzare per la produzione di 1000 g di prodotto finito;

- *marmellata-gelatina*: prodotto esente totalmente da sostanze insolubili, salvo eventualmente esigue quantità di scorza finemente tagliata;
- *crema di marroni*: mescolanza, portata alla consistenza appropriata, di acqua, zuccheri e non meno di 380 g di purea di marroni (di *Castanea sativa*) per 1000 g di prodotto finito.

*Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n. 151*

- *Succo di frutta*: prodotto fermentescibile ma non fermentato, ottenuto da frutta sana e matura, fresca o conservata al freddo, appartenente a una o più specie e avente il colore, l'aroma e il gusto caratteristici dei succhi di frutta da cui proviene. L'aroma, la polpa e le cellule del succo che sono separati durante la lavorazione possono essere restituiti allo stesso succo. Nel caso degli agrumi il succo di frutta proviene dall'endocarpo. Il succo di limetta può essere ottenuto dal frutto intero, secondo le buone prassi di fabbricazione, in modo da ridurre al massimo la presenza, nel succo, di costituenti delle parti esterne del frutto;
- *succo di frutta ottenuto da succo concentrato*: prodotto ottenuto reinserendo nel succo di frutta concentrato l'acqua estratta dal succo nel momento della concentrazione e ripristinando gli aromi e, se opportuno, la polpa e le cellule perdute dal succo ma recuperati al momento del processo produttivo del succo di frutta in questione o di succhi di frutta della stessa specie. L'acqua aggiunta deve presentare caratteristiche appropriate, in particolare dal punto di vista chimico, microbiologico e organolettico, in modo da garantire le qualità essenziali del succo. Il prodotto così ottenuto deve presentare le caratteri-

stiche organolettiche e analitiche per lo meno equivalenti a quelle di un succo di tipo medio ottenuto a partire da frutta della stessa specie;

- *succo di frutta concentrato*: prodotto ottenuto dal succo di frutta di una o più specie, mediante l'eliminazione fisica di una determinata parte di acqua. Se il prodotto è destinato al consumo diretto, questa eliminazione deve essere almeno pari al 50%;
- *succo di frutta disidratato in polvere*: prodotto ottenuto dal succo di frutta di una o più specie, mediante eliminazione fisica della quasi totalità dell'acqua;
- *nettare di frutta*: prodotto fermentescibile ma non fermentato, ottenuto con l'aggiunta di acqua e di zuccheri e/o miele ai prodotti definiti precedentemente, alla purea di frutta o a un miscuglio di questi prodotti. Seguono ulteriori indicazioni.

## 1.2 Classificazione tecnologica

La classificazione delle conserve più importante dal punto di vista puramente produttivo è quella effettuata sulla base delle loro caratteristiche fisiche più importanti ossia il pH e l'acqua libera (*activity water* -  $a_w$ ). Tale distinzione in sei classi non è però da considerarsi rigida in quanto sono possibili delle sovrapposizioni.

Ogni classe è contraddistinta da:

- una diversa possibilità di sviluppo di microrganismi nella conserva;
- un conseguente possibile grado di alterazione del prodotto e di rischio di patogenicità;
- i relativi trattamenti termici da effettuare per ottenere la stabilizzazione del prodotto.  
In particolare:
- classi a), d) ed e): possibile sviluppo di liev-

**Tab. 1 - Classificazione sulla base di caratteristiche fisiche (pH e  $a_w$ )**

	Conserve acide		Conserve a bassa acidità
	$pH < 4,3$	$4,3 < pH < 4,6$	$pH > 4,6$
$a_w > 0,98$	a) succhi e polpe di agrumi, conserve di ortaggi all'aceto	b) succhi e polpe di frutta, succhi e passati di pomodoro, pomodori pelati, polpe e cubettati di pomodoro, conserve di frutta all'acqua e/o allo sciroppo	c) conserve di ortaggi al naturale, conserve sott'olio non fermentate e/o acidificate
$a_w < 0,98$	d) concentrati di pomodoro, concentrati di frutta, marmellate, confetture e gelatine, ortaggi in salamoia fermentati	e) concentrati di pomodoro, concentrati di frutta, marmellate, confetture e gelatine, ortaggi in salamoia fermentati	f) ortaggi in salamoia non fermentati

Fonte: *Manuale di corretta prassi igienica per la produzione di conserve vegetali stabilizzate mediante trattamenti termici (Conserve vegetali appertizzate)* predisposta dalla Stazione Sperimentale per l'industria delle conserve alimentari per conto di ANICAV - luglio 1996).

- ti, funghi e bacilli lattici = alterazioni del prodotto ma con nessun problema di patogenicità sul consumatore. Sono le conserve naturalmente acide od ottenute mediante acidificazione (aggiunta di sostanze acide o fermentazioni);
- classe b): possibile sviluppo di lieviti, funghi, bacilli e clostridi non patogeni = alterazioni del prodotto ma con nessun problema di patogenicità sul consumatore. Sono le conserve naturalmente acide;
  - classe c) e f): possibile sviluppo di qualsiasi tipo di microrganismo = alterazioni del prodotto e possibili risvolti di patogenicità. Sono le conserve poco acide.
- Vedremo successivamente quali sono le implicazioni tecnologiche delle varie classi di conserve vegetali (v. paragrafo 4.6).





## 2. Principali rischi igienico-sanitari e contaminazioni

I prodotti ortofrutticoli sono estremamente eterogenei e quindi possono presentare differenti problemi igienico-sanitari.

### 2.1 Alterazioni

Molti prodotti vegetali devono essere consumati freschi e pertanto mantenere le caratteristiche organolettiche e al contempo la sicurezza igienico-sanitaria senza subire alcun trattamento. Questi prodotti possono essere facilmente alterati a causa della loro esposizione a vari agenti quali:

- parassiti che vivono a spese del vegetale (tra questi batteri, funghi, virus, animali inferiori e superiori);
- fattori ambientali (condizioni climatiche e meteorologiche anomale o dannose, mancanza o eccesso di acqua ecc.), sfavorevoli condizioni del terreno (tra cui deficienze o eccessi di elementi chimici), traumi, azioni dannose svolte da antiparassitari, competizione con altre piante.

Queste alterazioni di solito si manifestano con anomalie a livello esteriore della pianta e/o del suo frutto.

### 2.2 Contaminazioni

La microflora che si ritrova sui vegetali proviene dall'ambiente, dall'aria, dal terreno e dall'acqua. La microflora contaminante può variare come quantità e qualità secondo le caratteristiche del prodotto (composizione,  $a_w$ , pH) e secondo come è coltivato (se è un vegetale di superficie o cresce sotto terra; se il prodotto è vicino al terreno o sollevato).

Fondamentale è l'acqua di irrigazione o se l'apuzzamento di terreno è vicino a fonti inquinanti

(per esempio, scarichi fognari che possono apportare ingenti contaminazioni fecali). Anche l'aspetto esterno del vegetale contribuisce a facilitare o ridurre le possibilità di contaminazione; un vegetale con superficie rugosa può presentare un numero di germi più alto rispetto a uno con superficie liscia; gli ortaggi a foglia arricciata (per esempio, gli spinaci) possono presentare difficoltà di lavaggio. Nel complesso i vegetali rappresentano un buon terreno di coltura per muffe, lieviti e batteri.

I batteri che maggiormente si ritrovano sui vegetali appartengono ai generi: *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Streptobacterium*, *Leuconostoc*, *Xantomonas*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Sarcinia*, *Serratia*.

Tra le muffe, che fra l'altro possono provocare marciumi sia in campo che durante la conservazione, ritroviamo i generi: *Botrytis*, *Phytophora*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*.

Tra i contaminanti chimici dobbiamo ricordare:

- residui di antiparassitari, per cui è fondamentale che vengano rispettati i tempi di carenza prima di effettuare la raccolta;
- residui di concimi (nitrati);
- residui di prodotti fitosanitari in genere;
- metalli pesanti provenienti da fonti inquinanti (per esempio, industrie, strade a grande percorrenza).

Tra i contaminanti fisici ricordiamo:

- frammenti o corpi di insetti;
- vegetali estranei;
- terra, sassi, residui di concimi organici;
- frammenti di legno, metallici o di vetro.

#### 2.2.1 *Clostridium botulinum*

In considerazione del fatto che la tossina prodotta dal batterio *Clostridium botulinum* rappre-

senta il rischio microbiologico più grave per le conserve vegetali, è necessario soffermarsi su tale problematica.

Questo batterio gram-positivo, anaerobio e sporigeno vive normalmente in forma vegetativa nel terreno (strati non superficiali) e talvolta nelle acque e quindi può ritrovarsi facilmente sui vegetali, soprattutto quelli coltivati a terra. Esistono vari tipi di *Clostridium botulinum*, alcuni di essi sono proteolitici (scindono le sostanze proteiche) e altri no, così come possono produrre gas oppure no. Quando il *Clostridium botulinum* si trova in condizioni di aerobiosi (a contatto con l'aria) o in altre condizioni non ottimali, per sopravvivere ha la capacità di produrre una spora (forma di sopravvivenza), ossia il germe si racchiude in una specie di guscio molto resistente in grado di proteggerlo dalle condizioni avverse e perde la capacità di moltiplicarsi. La spora botulinica è molto resistente alle alte temperature e consente al germe di superare indenne condizioni ambientali non ottimali. Se le condizioni vitali ritornano normali (per esempio, dentro un barattolo sottovuoto) la spora germina e il batterio torna alla forma vegetativa capace di moltiplicarsi. È proprio a seguito della germinazione della spora che viene prodotta la neurotossina (tossina che attacca il sistema nervoso), che è la più attiva fra le tossine conosciute in natura. Tutte le condizioni che quindi influenzano lo sviluppo del batterio influenzano positivamente anche la produzione di tossina. La tossina è di natura proteica e quindi se sottoposta all'azione del calore viene distrutta facilmente (termolabile).

Il *Clostridium botulinum* è in grado di svilupparsi su molti substrati (carni, pesci, molluschi e vegetali poco o mediamente acidi) sui quali, durante lo sviluppo, produce la tossina. Tra i fattori che limitano lo sviluppo di *Clostridium botulinum* sugli alimenti e quindi tengono sotto controllo la produzione di tossina vi sono:

a) *temperatura*: i vari tipi di *Clostridium botulinum* presentano esigenze di temperatura ottimali di sviluppo variabili. In genere la produzione di tossina può avvenire anche alle temperature minime di crescita. Le temperature inferiori a quelle minime di crescita, impedendo lo sviluppo del germe, prevengono la produzione della tossina e quindi rivestono un'importanza fondamentale per quei prodotti (in particolare le semiconserve) in cui il controllo dello sviluppo del germe non è attuabile con gli altri fattori. Le basse temperature però non hanno alcun effetto sulle spore (le quali, quando si ritroveranno a condizioni favorevoli, germineranno e daranno origine alla produzione

di tossina) come sulla tossina. Le temperature di cottura (sopra i 50/60°C) hanno la capacità di distruggere le forma vegetative ma non le spore che, secondo il tipo di *Clostridium botulinum*, sopravvivono anche a temperature di ebollizione (100°C). Si è visto sperimentalmente che il trattamento termico in grado di distruggere le spore botuliniche più resistenti è di 121°C per 2 minuti e 30 secondi. La tossina, invece, essendo di struttura proteica, se sottoposta temperature sopra gli 80°C viene degradata; per cui la bollitura, per 15', di cibi in cui è sospetta la presenza di tossina, riesce a renderli innocui;

b) *pH o acidità del mezzo*: lo sviluppo del *Clostridium botulinum* è favorito da un pH intorno a 7 (neutro) ma l'effetto dell'acidità è condizionato oltre che dal tipo di botulino dalla natura del substrato. La massima produzione di tossina si ha tra pH 5,0 e 8,0, mentre i limiti minimi che consentono la germinazione della spora e la produzione di tossina sono 4,6 per i tipi proteolitici e 5,0 per i non proteolitici. L'ambiente acido favorisce l'effetto delle alte temperature, per cui è possibile ridurre le temperature dei trattamenti termici di sterilizzazione sia nelle conserve che nelle semiconserve acide (pH inferiore a 4,6);

c) *a<sub>w</sub> o acqua libera*: i valori di acqua libera minima che permettono la germinazione della spora, lo sviluppo del germe e la produzione di tossina sono 0,94 (per i ceppi proteolitici) e 0,97 (per i ceppi non proteolitici). A valori di a<sub>w</sub> inferiori solo una parte delle spore viene distrutta e non si ha la completa scomparsa. Questo fattore preso a sé stante non garantisce quindi il controllo totale dello sviluppo di tossina botulinica e deve essere associato comunque agli altri fattori;

d) *presenza di ossigeno*: questo germe anaerobio può sopravvivere anche in presenza di modeste concentrazioni di O<sub>2</sub>. Il confezionamento sottovuoto quindi non è una condizione indispensabile perché si possa verificare la produzione di tossina, anche se comunque risulta sempre il più pericoloso, perché in condizioni di assenza di ossigeno viene inibito lo sviluppo di altri germi antagonisti allo sviluppo del *Clostridium botulinum* che quindi si trova in condizioni di vantaggio. È stato dimostrato sperimentalmente che in confezioni con una atmosfera interna costituita dal 100% di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è stato rallentato lo sviluppo del batterio e che tale effetto può essere potenziato dalla conservazione dell'alimento a temperature di refrigerazione;

e) *presenza di conservanti aggiunti*: il sale ha un effetto inibente sullo sviluppo del *Clostridium*

Tab. 2 - Requisiti necessari allo sviluppo del *Clostridium botulinum*

Requisito	Ceppi proteolitici	Ceppi non proteolitici
Tipo tossina	A,B,F	E,B,F
Habitat	suolo	suolo e fondi marini, fluviale, lacustre
pH minimo inibente	4,6	5,0
$a_w$ minima inibente	0,94	0,97
Temperatura (ambito di crescita)	10-48°C	3,3-45°C
D100 delle spore	25'	< 0,1'
Concentrazione di sale (NaCl) inibente	10%	5%
Concentrazione di glucosio inibente	36,4%	22,5%
Concentrazione di saccarosio inibente	48%	38%
Trattamento termico denaturante per le tossine negli alimenti	85°C x 5' 79°C x 20'	85°C x 2' 79°C x 5'

*botulinum* con concentrazioni che vanno dal 10 al 5% secondo il tipo di germe. L'effetto del sale è esaltato sia dalle basse temperature che dall'acidità dell'ambiente e dal valore di acqua libera. Questo è quindi il tipico fattore inibente che deve essere utilizzato in associazione con gli altri, per avere garanzia di stabilità. Tra gli additivi che possono essere utilizzati in ambito alimentare, sicuramente i nitriti si dimostrano i più attivi soprattutto se associati ad ambiente acido, concentrazione salina e presenza di ascorbato o isoascorbato di sodio (antiossidanti);

f) *flora competitiva*: la presenza di altri germi contaminanti, normalmente presenti sull'alimento, può influenzare lo sviluppo del botulino. I germi che più svolgono effetto inibente

sono i batteri lattici che, producendo acido lattico, tendono a far scendere il pH del prodotto e quindi a creare un ambiente poco adatto allo sviluppo del *Clostridium botulinum*. Alcuni di questi batteri producono anche un antibiotico, la nisina, che ha un ulteriore effetto inibente sul botulino. Muffe e lieviti sono invece microrganismi che tendono a favorire lo sviluppo del botulino perché rendono il substrato più adatto alla produzione di tossina (mantengono un pH elevato utilizzando parte degli acidi presenti).

Nella *tab. 2* sono riepilogati i requisiti necessari allo sviluppo del *Clostridium botulinum* e quindi alla produzione di tossina. Tenere sotto controllo tali fattori permette di gestire il rischio botulinico.



### 3. Le materie prime

I vegetali che costituiscono le materie prime delle conserve sono rappresentati sostanzialmente da ortaggi di superficie, tuberi e frutta.

Le varie tipologie presentano caratteristiche di natura chimica e fisica molto variabili; ciò naturalmente incide sullo sviluppo microbico e di conseguenza sulle proprietà igienico-sanitarie della materia prima.

#### 3.1 Ortaggi di superficie

Gli ortaggi possono essere distinti in:

- *non acidi*: con un pH superiore a 5,1 (per esempio, insalate), sono più facilmente attaccabili dai microrganismi;
- *acidi*: con pH da 4,5 a 5,1 (per esempio, pomodori), sono più difficilmente attaccabili.

Tra gli ortaggi di superficie, quelli in foglia sono facilmente contaminabili per varie ragioni: il prodotto è vicino al terreno, i tessuti sono molto delicati, hanno un elevato rapporto superficie/volume. Questi devono essere perciò manipolati con attenzione sia in raccolta che in lavorazione e in conservazione. La rottura dei tessuti infatti determina la fuoriuscita di succo cellulare che favorisce la diffusione e la moltiplicazione microbica.

In particolare sulle insalate esiste il pericolo di contaminazione da batteri patogeni come *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes* e *Vibrio cholerae*. Frequente anche la presenza di germi alteranti come la *Erwinia* e *Pseudomonas* (causa di marciumi). Altre alterazioni possono essere provocate da invasioni di muffe quali *Botrytis cinerea*, *Bremia lactucae* e *Sclerotinia* spp.

#### 3.2 Tuberi

I tuberi acquisiscono la flora microbica tipica del terreno dove vivono. Difficilmente i germi possono penetrare all'interno del vegetale perché il loro epitelio è molto resistente e funge da barriera, a meno che non sia stato danneggiato. Una delle caratteristiche a loro favore è che quasi sempre vengono consumati previa cottura, che svolge un effetto sanificante.

Tra i patogeni che possono ritrovarsi sui tuberi vi sono il *Bacillus cereus* e il *Clostridium botulinum*, tipici abitanti del suolo, anche se il pericolo di contaminazione è limitato.

Questi vegetali possono essere inoltre soggetti ad alterazioni dovute all'attacco di germi sviluppati anche durante le fasi successive di lavorazione come *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Clostridium* spp. e da muffe che possono avere effetti putrefattivi come *Alternaria solani* e *Phytophthora infestans*. *Fusarium* e *Rhizoctonia* spp. sono muffe che possono provocare rispettivamente annerimento e rammollimento.

#### 3.3 Frutta

La frutta presenta un pH generalmente acido e una percentuale di zuccheri piuttosto elevata (circa il 13%) che possono variare secondo il tipo di frutto e il grado di maturazione. La maggior parte dei frutti ha un pH acido compreso fra 4 e 5 e poi vi sono frutti molto più acidi con un pH inferiore a 3,6 tra cui ananas, uva, lamponi, mirtilli, pompelmi e limoni. I batteri patogeni non trovano una condizione ideale di vita su prodotti con pH inferiore a 4,5; invece muffe e lieviti trovano condizioni ideali di sviluppo grazie anche alla concentrazione zuccherina.

Ovviamente più un frutto cresce vicino a terra (per esempio la fragola) e più facilmente può essere contaminato attraverso il terreno e le acque.

Tra le muffe che più facilmente si ritrovano sulla frutta vi sono la *Botrytis cinerea* e la *Phytophthora cactorum*.

## 4. La tecnologia delle conserve vegetali

In questo capitolo analizzeremo i mezzi che la tecnologia alimentare mette a disposizione del produttore per ottenere le conserve vegetali.

### 4.1 Processo produttivo e prodotti

Il processo produttivo alimentare va dal momento in cui la frutta o l'ortaggio (materie prime) entrano nel laboratorio di trasformazione e termina con la commercializzazione del prodotto finito (confettura, marmellata, frutta secca, sottolio, passata ecc.).

Gli obiettivi del processo produttivo sono:

- a) aumentare la conservabilità delle materie prime per estenderne la disponibilità nel tempo (per esempio, verdure e frutta tal quali);
- b) produrre ingredienti alimentari (per esempio, olio, zucchero, farine ecc.) da utilizzare per la produzione di alimenti complessi;
- c) produrre alimenti dalla combinazione delle materie prime con gli altri ingredienti ed eventualmente con aggiunta di additivi alimentari (per esempio, acido ascorbico, sorbato di sodio, nitriti e nitrati).

Si distinguono pertanto due tipologie di processo alimentare:

- *processi di conservazione*, a loro volta divisibili in:
  - conservazione dei prodotti “freschi” che trasferiscono al consumo i prodotti vegetali così come ottenuti dalla raccolta e che permettono la conservazione delle materie prime delle conserve vegetali;
  - produzione delle “conserve” che hanno per obiettivo quello di prolungare nel tempo la conservazione e che si ottengono con interventi tecnologici molto più drastici del primo caso, tanto da modificare, nella maggior parte dei casi, le caratteristiche delle materie prime di origine.

- *processi di trasformazione*, a loro volta distinguibili in:
  - prima trasformazione che operano sulle materie prime provenienti dal campo;
  - seconda trasformazione che operano sugli ingredienti ottenuti a loro volta da una trasformazione industriale.

Anche questa suddivisione dei processi in due categorie è puramente didattica in quanto nella realtà avviene una continua compenetrazione tra le due tipologie. Per esempio, alcuni processi di conservazione comportano delle trasformazioni anche sostanziali delle caratteristiche materie prime, tanto che si potrebbe affermare che alcune conserve sono prodotti trasformati. Nello stesso tempo alcuni processi di trasformazione hanno come scopo una migliore conservabilità dell'alimento e alcuni prodotti trasformati necessitano di essere sottoposti a successivi trattamenti di conservazione.

La classificazione di cui sopra è schematizzata nel diagramma di flusso (*fig. 1*).

Dai suddetti processi hanno origine teoricamente cinque categorie di prodotti:

- 1) prodotti freschi (frutta e verdura tal quali);
- 2) conserve e semiconserve (surgelati, sottoli, sottaceti, sotto sale o salamoia, verdure o frutta al naturale sterilizzate, prodotti essiccati e liofilizzati);
- 3) prodotti di prima trasformazione (succhi);
- 4) ingredienti (zuccheri, olio, aceto);
- 5) prodotti di seconda trasformazione (confetture, prodotti dolciari, gelati, liquori).

Pure in questo caso le categorie tendono a compenetrarsi e per esempio è difficile inquadrare una confettura o un sottolio nella categoria 2) o nella 5), quando sappiamo che per la loro produzione viene utilizzato sia un processo di conservazione che di trasformazione.

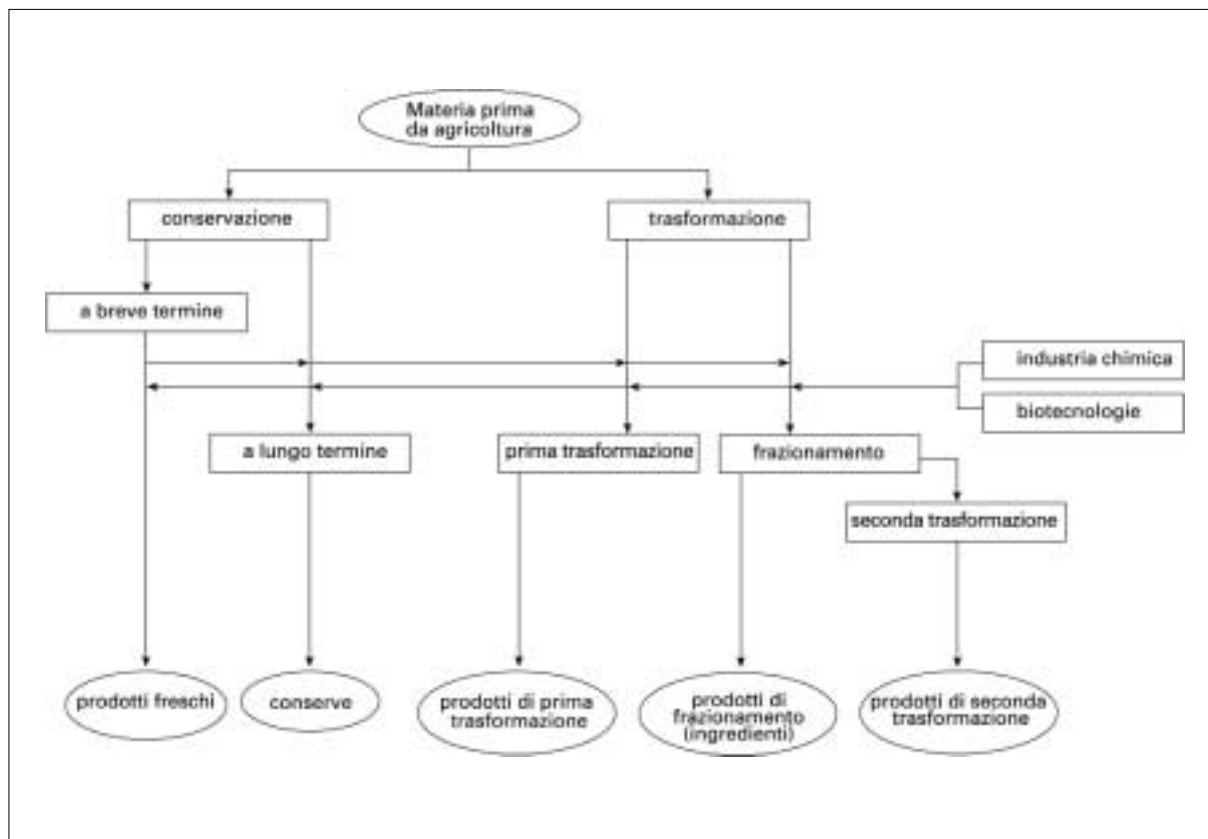


Fig. 1 - Diagramma di flusso dei processi di trasformazione delle conserve (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari - Parte prima: modelli e teoria delle operazioni unitarie*)

## 4.2 Conserve e semiconserve

Una precisazione importante da fare è introdurre la distinzione fra conserve e semiconserve, che differiscono fra loro sia per il trattamento termico che subiscono, sia per la modalità di successiva conservazione, sia per la durata di vita conservativa.

Si definisce *conserva* un prodotto trattato a temperature di sterilizzazione dopo essere stato rinchiuso in un recipiente a chiusura ermetica. Il trattamento termico utilizzato determina l'uccisione di tutte le forme vegetative o di spore microbiche (patogeni e non) e degli enzimi, purché la confezione rimanga ermeticamente chiusa al fine di evitare il reinquinamento. Questi prodotti hanno una durata di conservazione molto lunga, dal punto di vista microbiologico quasi illimitata. Lentissimamente comunque alcuni fenomeni alterativi persistono e quindi la conservabilità è certamente molto lunga ma non realisticamente illimitata. Questi prodotti altamente stabili possono essere conservati a temperatura ambiente (conserve vegetali appertizzate).

Si definisce *semiconserva* un prodotto che per la sua natura non può essere trattato a temperature di sterilizzazione, ma comunque a temperature che per lo meno distruggono forme microbiche vegetative (fra cui le patogeni) ed enzimi. Questi prodotti non sono sterili e contengono un numero variabile di microrganismi (forme microbiche termoresistenti, spore) che sono però tenuti sotto controllo, ossia ne viene impedito il moltiplicarsi, mediante l'applicazione di ulteriori tecnologie. Queste sono basate su:

- altri fattori fisici quali le basse temperature che devono essere mantenute costantemente durante la conservazione;
- e/o fattori chimici come l'uso di additivi con proprietà batteriostatiche;
- e/o tecniche che hanno come scopo la creazione di ambienti inadatti allo sviluppo microbico (abbassamento dell'acqua libera con concentrazione del prodotto per evaporazione dell'acqua o aggiunta di zucchero o sale).

Le semiconserve hanno una conservabilità limitata nel tempo e spesso devono essere conservate a temperatura controllata.



### 4.3 Trattamenti con mezzi fisici

Nella *tab. 3* sono riepilogati i trattamenti con mezzi fisici che possono essere utilizzati per la produzione delle conserve vegetali e che andremo a esaminare in questo paragrafo.

#### 4.3.1 Sterilizzazione

Il principale obiettivo della sterilizzazione è la distruzione di tutti i microrganismi patogeni e alteranti (batteri, lieviti, muffe) e l'inattivazione degli enzimi, responsabili delle più gravi alterazioni degli alimenti. Il calore, se somministrato in modo da provocare un notevole innalzamento della temperatura dell'alimento, ha un'azione letale per tutte le forme viventi. Le condizioni per

ottenere una sterilità completa o almeno "commerciale" dipendono da vari fattori:

- la modalità di trasmissione e somministrazione del calore all'alimento;
- il numero di germi presenti inizialmente nell'alimento. Maggiore è la carica microbica e maggiore sarà la  $T^\circ$  necessaria per ottenere la morte dei microrganismi;
- la resistenza dei microrganismi al calore, resistenza che varia a seconda della natura e dello stadio di sviluppo dei microrganismi stessi. In genere i batteri psicofili (le cui temperature ottimali di sviluppo sono intorno ai  $18-20^\circ\text{C}$  con gli estremi a  $-18/+30^\circ\text{C}$ ) sono meno resistenti dei mesofili (temperature ottimali  $30-37^\circ\text{C}$ ; estremi  $10-45^\circ\text{C}$ ) e questi dei termofili

**Tab. 3 - Trattamenti con mezzi fisici per la preparazione di conserve vegetali**

<b>DISTRUZIONE DI MICRORGANISMI ED ENZIMI</b>		
<i>Operazione</i>	<i>Principio ed effetti dell'operazione</i>	<i>Fattori critici</i>
Pastorizzazione	Trattamento termico blando per distruggere le forme microbiche vegetative banali o patogene	Conservabilità limitata nel tempo. Necessità di refrigerazione
Sterilizzazione (o appertizzazione)	Trattamento termico drastico per distruggere le forme microbiche termoresistenti (spore) e per inattivare gli enzimi	Totale asetticità e perfetta tenuta dei contenitori
<b>INIBIZIONE DELLO SVILUPPO MICROBICO E DELLE ATTIVITÀ ENZIMATICHE</b>		
<i>Operazione</i>	<i>Principio ed effetti dell'operazione</i>	<i>Fattori critici</i>
Refrigerazione	Rallentamento delle attività microbiche ed enzimatiche, del metabolismo post-raccolta e riduzione della temperatura a valori compresi fra lo zero e $+12^\circ\text{C}$	Esigenza di mantenere ininterrotta la catena del freddo. Più efficace se associata ad atmosfere modificate
Surgelazione	Inibizione delle attività microbiche ed enzimatiche per la riduzione della temperatura a valori compresi tra $-15^\circ\text{C}$ e $-25^\circ\text{C}$	Esigenza di mantenere ininterrotta la catena del freddo. Tanto migliore quanto più rapido è il raffreddamento
Evaporazione	Moderato effetto di inibizione dello sviluppo microbico per aumento della pressione osmotica del mezzo; evaporazione dell'acqua per ebollizione, generalmente sotto vuoto	Conservabilità limitata se non associata ad altri trattamenti (aggiunta di conservanti, zucchero, surgelazione ecc.) preliminari a trattamenti di essiccamento
Essiccamento per ebollizione	Inibizione delle attività microbiche ed enzimatiche nonché delle reazioni chimiche per riduzione dell'attività dell'acqua a valori sufficientemente bassi; evaporazione dell'acqua per ebollizione, anche sotto vuoto	Evitare la reidratazione durante la conservazione con opportuni sistemi di imballaggio
Essiccamento in corrente d'aria	Come sopra. Evaporazione dell'acqua per scambio di materia con aria caldo-secca	Come sopra
Liofilizzazione	Come sopra. Sublimazione dell'acqua	Come sopra

Fonte: *Manuale di tecnologie alimentari I - Parte prima: modelli e teoria delle operazioni unitarie* (C. Peri e B. Zanoni), 2003.

(ottimali 50-55°C; estremi 45-90°C). I batteri gram-negativi sono meno resistenti dei gram-positivi. Uno stesso batterio allo stato di spora ha una resistenza molto maggiore che non durante lo sviluppo attivo, così come è maggiore la resistenza del germe quando si trova nella fase stazionaria di crescita o di quiescenza piuttosto che durante lo sviluppo attivo. I lieviti e le muffe sono molto più sensibili al calore dei batteri e anche le loro spore sono meno resistenti (non sopportano T° superiori ai 100°C);

- d) la natura dell'alimento, che esercita un'influenza determinante sul processo di inattivazione. In particolare:
- la sensibilità al calore aumenta se il pH dell'alimento è maggiore di 8 o minore di 6;
  - se l'alimento contiene grasso (naturale o aggiunto come l'olio) la resistenza aumenta;
  - un basso tenore di acqua libera (quindi, come vedremo, anche quando vi sono alte concentrazioni di sale o zucchero) tende ad aumentare la resistenza dei microrganismi. Pertanto alimenti grassi o dolci richiedono trattamenti termici più decisi.

Per determinare i parametri di un trattamento termico è necessario individuare il microrganismo "bersaglio" o "determinante" ossia la forma che si vuole colpire per ottenere un alimento sicuro igienicamente e lungamente conservabile.

In particolare, in conserve ad acidità superiore a 4,5-4,6 il microrganismo bersaglio sarà necessariamente il *Clostridium botulinum* (o meglio la sua spora); in conserve acide (pH inferiore 4,6) il bersaglio non sarà più il botulino, già controllato dall'acidificazione, ma germi alteranti che di norma sono più resistenti alle alte T°.

Sulla base della resistenza termica del microrganismo bersaglio verranno effettuati i calcoli e le registrazioni necessarie a stabilire il trattamento termico.

A livello sperimentale è stata determinata la resistenza dei microrganismi alla alte temperature. La resistenza termica o "termoresistenza" viene pertanto espressa da due valori D e z.

Il valore D indica il tempo necessario a provocare la morte del 90% dei microrganismi presenti in una sospensione a una certa T° di trattamento fissa e costante; espresso in forma logaritmica è il tempo necessario per ottenere una riduzione decimale del numero dei germi (per esempio, per passare da 10<sup>4</sup> a 10<sup>3</sup> - ovvero da 10.000 a 1000 - in pratica per uccidere 9000 germi, quindi ottenere una riduzione del 90%). Conoscendo il valore D del germe "bersaglio" a una certa T° è possibile calcolare il tempo

necessario per ottenere il risultato finale come la sterilità del prodotto. Il valore D di norma è scritto con la T° corrispondente, per esempio:

$$D_{121^{\circ}\text{C}} = 2 \text{ minuti}$$

significa che per ottenere una riduzione decimale di quel germe è necessario sottoporlo a 121°C per 2 minuti. Ovviamente si tratta di un valore sperimentale perché significherebbe portare istantaneamente il prodotto a 121°C, mantenere tale temperatura costante per due minuti e poi raffreddare immediatamente. Nella realtà sappiamo che il calore penetra nell'alimento in un certo tempo prima di raggiungere una determinata temperatura e che anche il raffreddamento avviene gradualmente. Quindi occorre mettere in relazione i due fattori tempo e temperatura.

Il valore z indica i gradi di calore necessari per indurre una riduzione decimale di una popolazione microbica, ossia i gradi di temperatura necessari a provocare la morte del 90% dei germi presenti in una sospensione quando trattata a varie temperature. Conoscendo z per ogni microrganismo si otterranno gli stessi effetti in tempi diversi aggiungendo o togliendo questo valore dalla T° di trattamento. Quindi, quando diciamo che per un certo microrganismo z = 10°C vuol dire che se D<sub>100°C</sub> = 2 minuti, posso ottenere lo stesso effetto aumentando o riducendo di 10°C il trattamento con i seguenti tempi → D<sub>110°C</sub> = 0,2 minuti → D<sub>90°C</sub> = 20 minuti.

Il suddetto esempio è stato fatto per facilitare la comprensione del concetto di trattamento termico equivalente, ma il calcolo non sarebbe così immediato per valori di z diversi da 10 o variazioni di T° diversi da 10°C.

Per calcolare un trattamento equivalente si deve applicare una specifica formula:

$$t(T) = t(T_r) \times 10^{(T_r - T)/z}$$

Se è noto il tempo di trattamento t a una certa temperatura T<sub>r</sub> [cioè t(T<sub>r</sub>)] è possibile calcolare l'equivalente tempo di trattamento a una diversa temperatura (T). Se per esempio, un trattamento termico a 71,7°C per 15 secondi è in grado di pastorizzare un certo prodotto si può calcolare il trattamento termico equivalente a 70,5°C o 78°C, occorre però sapere il valore z, per esempio:

$$70,5^{\circ}\text{C} = 15 \times 10^{(71,7-70,5)/10} = 15'' \times 10^{0,12} = 19,8''$$

$$78^{\circ}\text{C} = 15 \times 10^{(71,7-78)/10} = 15'' \times 10^{-0,63} = 3,5''$$

Ricordiamo che questi calcoli sono sempre teorici perché anche in questo caso è praticamente impossibile portare istantaneamente l'alimento alla  $T^\circ$  prefissata, mantenerla costante per il tempo desiderato e raffreddare istantaneamente.

Nella *tab. 4* sono indicati vari valori  $D$  e  $z$  per i principali microrganismi patogeni, in forma vegetativa e spora, e per le tossine, alle varie  $T^\circ$  necessarie per ottenere una riduzione decimale. Come si può notare, generalizzando, il valore  $z$  è intorno a  $10^\circ\text{C}$  per le spore batteriche,  $5^\circ\text{C}$  per le forme vegetative.

Abbiamo detto che i trattamenti termici non sono né uniformi né istantanei; quindi per poter valutare l'effetto di un qualsiasi trattamento occorre definire un'unità di misura. A tale scopo dobbiamo introdurre un altro concetto, ossia quello di "effetto letale" che viene indicato con il *valore F* corrispondente a:

$$F = D_{121^\circ\text{C}} (\log N_0 - \log N)$$

dove  $(\log N_0 - \log N)$  è il numero di riduzioni decimali che si vuole ottenere. Il valore  $F$  esprime pertanto l'effetto letale in minuti a una determinata temperatura. Per esempio:  $F_{121^\circ\text{C}}^{10} = 4$  corrisponde a un trattamento sterilizzante ottenuto con un riscaldamento

immediato a  $121^\circ\text{C}$ , il mantenimento di tale  $T^\circ$  per 4 minuti e un raffreddamento immediato.

Per convenzione per le spore con  $z=10^\circ\text{C}$  e  $F_{121^\circ\text{C}}$  l'effetto letale ossia l' $F_{121^\circ\text{C}}^{10}$  è indicato con  $F_0$  detto anche effetto sterilizzante quando la  $T^\circ$  di riferimento è  $121^\circ\text{C}$ , mentre abbiamo l'effetto pastorizzante quando la  $T^\circ$  di riferimento è  $60^\circ\text{C}$  e si indica come:

$$P_{60^\circ\text{C}} = D_{60^\circ\text{C}} (\log N_0 - \log N)$$

Per determinare il valore  $F_0$  di un certo trattamento è necessario conoscere il valore  $D_{121^\circ\text{C}}$  del microrganismo bersaglio e il numero di riduzioni decimali  $(\log N_0 - \log N)$  necessarie a rendere l'alimento a un corretto grado di sterilità.

Quando il microrganismo bersaglio è il *Clostridium botulinum* (tipico delle conserve non acide) è comunemente accettato che il numero di riduzioni decimali da ottenere è pari a 12, ammettendo sperimentalmente che in 1 grammo di alimento possa essere presente 1 spora di botulino. Il trattamento termico dovrà essere in grado di ridurre la probabilità di sopravvivenza del germe in 1 confezione su 1000 miliardi ( $=10^{12}$ ) di confezioni oppure, espresso diversamente, la sopravvivenza di una spora su 1000 miliardi ( $=10^{12}$ ) di confezioni. Que-

Tab. 4 - Valori  $D$  e  $z$  per i principali microrganismi patogeni

Microrganismo	$D$	$z$
<i>Yersinia enterocolitica</i>	a $62,8^\circ\text{C} = 0,24 - 0,96'$	5,1 - 5,8
<i>Listeria monocitogenes</i>	a $60,0^\circ\text{C} = 2,85'$	5,8 - 6,3
<i>Salmonella</i> spp.	a $70,0 = 0,027 - 0,017'$	4,4 - 5,6
<i>Clostridium botulinum</i> :		
• tipo E e altri non proteolitici		
Forma vegetativa	a $82,2^\circ\text{C} = 0,49 - 0,74'$	7,4 - 10,7
Forma sporulata	a $85,0^\circ\text{C} = 5'$	5,6 - 10,7
Inattivazione tossina		4,0 - 6,2
• tipo A e altri tipi proteolitici		
Forma vegetativa		10
Forma sporulata	a $121^\circ\text{C} = 0,3 - 0,23'$	
Inattivazione tossina	a $85,0^\circ\text{C} = 5'$	4,0 - 6,2
<i>Staphylococcus aureus</i> :		
inattivazione tossina	a $60,0^\circ\text{C} = 5,2 - 7,8'$ a $98,9^\circ\text{C} = 2$ ore	5,4 - 4,8 circa 27,8
<i>Clostridium perfringens</i> :		
Forma vegetativa	a $59,0^\circ\text{C} = 7,2'$	3,8
Forma sporulata	a $98,9^\circ\text{C} = 26 - 31'$	7,2
<i>Bacillus cereus</i> :		
Forma vegetativa	a $60,0^\circ\text{C} = 1'$	6,9
Forma sporulata	a $100^\circ\text{C} = 2,7 - 3,1'$	6,1
Inattivazione tossina:		
diarroica	a $56,1^\circ\text{C} = 5'$	
emetica	a $121^\circ\text{C} =$ stabile	

Fonte: G. Tiecco, *Igiene e Tecnologia alimentare*, 2001.

sti valori di sopravvivenza sono considerati accettabili (valore consigliato anche dalla *Food and Drug Administration*). Facciamo un esempio:

- sappiamo che per la spora di *Clostridium botulinum* il valore  $D_{121^{\circ}\text{C}} = 0,2$  minuti e che il valore  $z = 10^{\circ}\text{C}$ ;
- dobbiamo trattare un prodotto confezionato in un contenitore di 1 kg;
- di conseguenza si ammette che in 1 g = 1 spora in 1 kg =  $10^3$  spore (1000 spore);
- e vogliamo ottenere una riduzione di  $10^{-12}$  ossia passare da  $10^3$  a  $10^{-12}$ ;
- applichiamo la formula  $(\log N_0 - \log N) = (10^3 - 10^{-12}) = 15$  riduzioni

$$F_{10}^{121^{\circ}\text{C}} = F_0 = D_{121^{\circ}\text{C}} (\log N_0 - \log N)$$

ossia

$$F = 0,2' \times (10^3 - 10^{-12}) = 0,2' \times 15 = 3'$$

Per ottenere l'effetto sterilizzante  $F_0$ , ossia ottenere una riduzione accettabile di botulino, dobbiamo trattare termicamente il prodotto in modo da applicare la temperatura di  $121^{\circ}\text{C}$  per 3 minuti. In tal modo si ottiene un prodotto sicuro sotto l'aspetto sanitario, ma occorre tenere in considerazione anche gli aspetti commerciali, perché oltre al requisito della sicurezza l'industria vuole anche ottenere un prodotto che abbia una lunga durata di conservazione; l'obiettivo è quindi di quello di arrivare a una "sterilizzazione commerciale". In questo caso bisogna cambiare microrganismo determinante. Il microrganismo da prendere in considerazione, sempre nel caso di conserve non acide, è il *Clostridium sporogenes* che ha un valore  $D$  più alto del botulino, infatti  $D_{121^{\circ}\text{C}} = 1$  minuto.

Il numero di riduzioni decimali che si ritiene ottimale raggiungere in questo caso è pari a  $10^{-5}$ , visto che non si tratta di un germe patogeno. Quindi se ammettiamo sperimentalmente, anche in questo caso, che in 1 kg di prodotto vi siano  $10^3$  spore e dobbiamo passare a  $10^{-5}$ , si applica la formula:

$$(\log N_0 - \log N) = (10^3 - 10^{-5}) = 8 \text{ riduzioni}$$

da cui

$$F_0 = D_{121^{\circ}\text{C}} (\log N_0 - \log N) \quad \text{ossia} \quad F = 1' \times 8 = 8'$$

L'effetto sterilizzante deve pertanto salire da 3' a 8' per ottenere il controllo del *Clostridium sporogenes* e avere una conserva sicura (il margine di sicurezza è elevato visto che per il botulino sarebbe

necessario arrivare solo fino a 3') e anche stabile. Ovviamente trattamenti termici con una coppia di tempo e temperatura diversi possono raggiungere un effetto sterilizzante equivalente =  $F_z^t$

Se l' $F_0$  (quindi con  $z=10^{\circ}\text{C}$  a  $121^{\circ}\text{C}$ ) di un trattamento è pari a 8':

- per un trattamento a  $111^{\circ}\text{C}$  il valore  $F_{111^{\circ}\text{C}}^{10}$  sarà pari a 80';
- per un trattamento a  $131^{\circ}\text{C}$  il valore  $F_{131^{\circ}\text{C}}^{10}$  sarà pari a 0,8';
- per un trattamento a  $141^{\circ}\text{C}$  il valore  $F_{141^{\circ}\text{C}}^{10}$  sarà pari a 0,08'.

Questi quattro trattamenti termici sono equivalenti perché seppure con tempo/temperature diverse hanno lo stesso effetto sterilizzante.

Si può applicare quindi la formula  $t(T) = t(T_1) \times 10^{(T_1 - T)/z}$  per calcolare i trattamenti equivalenti.

Secondo la tipologia di conserva vi sono delle indicazioni generiche di effetti sterilizzanti da raggiungere per avere sia la sicurezza sanitaria che commerciale.

*Conserve acide* (con pH fra 4,6 e 4,2 o 3,9 per la frutta): il germe determinante è il *Clostridium pasteurianum* le cui spore hanno un  $D_{100^{\circ}\text{C}} = 1,3'$  e  $z = 10^{\circ}\text{C}$ . Non essendo un germe patogeno, è necessario ottenere un abbattimento di  $10^{-5}$ ; però sperimentalmente è stato dimostrato che la sua concentrazione nel substrato è maggiore che per il botulino, ossia  $10^4$  spore/grammo. Sempre supponendo di avere contenitori da 1 kg, si avranno  $10^7$  spore/kg e quindi si deve ottenere una riduzione di  $12 = (10^7 - 10^{-5}) = (\log N_0 - \log N)$

$$F_{100^{\circ}\text{C}}^{10} = 12 \times 1,3 = 15 \text{ minuti}$$

Se il pH si avvicina a 4,2 non tutte le spore sono in grado di germinare e quindi il valore  $F$  può scendere a 10/6 minuti.

Per le conserve acide in letteratura è indicato un  $F_{100^{\circ}\text{C}}^{10} = 12/6$  minuti.

*Conserve molto acide* (con pH inferiori a 4,2): a questi valori di pH le spore non germinano e possono sopravvivere solo forme vegetative che però già a  $70^{\circ}\text{C}$  sono distrutte, oppure lieviti e muffe. I germi bersaglio sono poco definiti e in genere si considerano forme vegetative con  $D_{71^{\circ}\text{C}} = 2/3$  minuti e  $z=10^{\circ}\text{C}$ , oppure muffe (sono più termoresistenti) con  $D_{92^{\circ}\text{C}} = 2/3$  minuti e  $z = 7^{\circ}\text{C}$ .

Per le conserve molto acide in letteratura è indicato un  $F_{71^{\circ}\text{C}}^{10} = 50$  minuti. Se però il prodotto è molto concentrato -  $a_w$  bassa - e quindi aumenta la resistenza al trattamento, si deve salire a  $F_{100^{\circ}\text{C}}^{10} = 12/6$  minuti.

*Conserve non acide* (con pH superiori a 4,6): il trattamento è quello descritto precedentemente

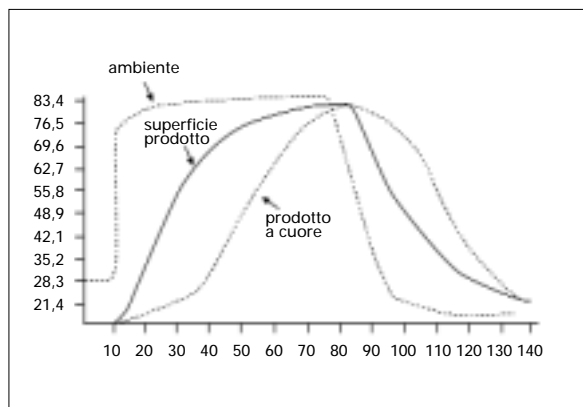


Fig. 2 - Curva di riscaldamento e raffreddamento di carne di pollo (fonte: TIECCO G., *Igiene e tecnologia alimentare*, 2001)

quindi si consigliano  $F_{10,121^{\circ}\text{C}} = F_0$  da 3 a 7/8 minuti.

Abbiamo detto che questi calcoli sono teorici, infatti nella realtà in ogni istante del trattamento termico la  $T^{\circ}$  varia (sale, rimane costante o scende) in relazione al tempo. Il calore penetra nell'alimento secondo una "curva di penetrazione" che dipende da innumerevoli fattori tra cui:

- caratteristiche chimiche e fisiche dell'alimento;
- caratteristiche del contenitore;
- dimensioni del contenitore;
- metodo di trasmissione del calore.

Si ricorda che è di fondamentale importanza misurare la  $T^{\circ}$  di un prodotto trattato termicamente al suo "cuore" ossia nella parte più interna, quella in cui il calore penetrerà con più difficoltà e necessariamente in più tempo. Il calcolo dell'effetto sterilizzante è quindi dato dalla sommatoria o dall'integrale di tanti  $F$  letali parziali che variano continuamente lungo la curva di penetrazione del calore nell'alimento.

Escludendo la possibilità di effettuare un calcolo manuale, occorre affidarsi a degli strumenti in grado di calcolare automaticamente l'effetto sterilizzante ottenuto dal trattamento termico da analizzare, mediante sonde che vengono disposte sia nel cuore del prodotto che nell'ambiente di trattamento (autoclave, forno).

Tenendo i valori di  $F$  precedentemente indicati come "riferimenti di un processo teorico", secondo il tipo di conserva che deve essere trattata, il produttore deve validare il proprio processo di trattamento termico. Ossia, una volta stabiliti i parametri di processo (tempi di trattamento e temperatura  $T^{\circ}$  che deve essere raggiunta al cuore del prodotto, tipo e dimensione delle confezioni ecc.), verificare, mediante il calcolo dell'effetto sterilizzante, se il valore di  $F$  raggiunto dal pro-

cesso termico reale è equivalente ai valori sopra indicati e quindi a un processo teorico di riferimento. È evidente che, essendo notevoli i fattori variabili che possono influire sul risultato del processo termico, ogni operatore deve validare il proprio processo e non ci possono essere delle "ricette" valide per tutti. La validazione di un processo termico si ottiene mediante le seguenti fasi di studio e sperimentali:

- stabilire quali microrganismi possono essere presenti e tra questi quali possono accrescersi, in modo da richiedere la distruzione mediante il trattamento termico;
- stabilire quali microrganismi possono essere considerati determinanti (bersaglio) per giudicare l'efficacia del trattamento termico;
- stabilire la probabilità di sopravvivenza dei germi che può essere ritenuta accettabile ai fini di sicurezza e commerciali;
- calcolo dell'effetto sterilizzante teorico sufficiente per ottenere la sterilità commerciale (a questo punto ogni trattamento termico equivalente per letalità a quello teorico può essere considerato sufficiente);
- analisi della curva di penetrazione del calore;
- individuazione dei parametri di processo operativi necessari per il trattamento termico e calcolo dell'effetto sterilizzante ottenuto;
- campionatura per verificare l'abbattimento microbico, le caratteristiche organolettiche e nutrizionali del prodotto finito, la *shelf life*, i costi economici del trattamento;
- considerazione di alcuni margini di sicurezza da applicare al trattamento calcolato e verificato come sufficiente. Tali margini devono essere stabiliti considerando l'affidabilità della produzione in linea rispetto al controllo di tutte quelle variabili (materia prima, confezione, prodotto finito, attrezzature disponibili ecc.) che possono influire sulla letalità del trattamento termico;
- elaborazione del programma di sterilizzazione/pastorizzazione definitivo.

Gli strumenti che vengono utilizzati per la misurazione del valore  $F$  nei processi termici sia di sterilizzazione che di pastorizzazione sono svariati, hanno diversa applicazione, esattezza di misurazione e costi (termocoppie, termoresistenze, data logger). Per la scelta dello strumento di misurazione è necessario valutare il tipo di trattamento eseguito e il macchinario a disposizione, la confezione del prodotto, il posizionamento dello strumento, la sua sensibilità e affidabilità. Il controllo delle  $T^{\circ}$  di trattamento deve essere accurato almeno a 1-2  $^{\circ}\text{C}$ . Infatti, trattandosi di valori esponenziali, per variazioni di soli 0,5 $^{\circ}\text{C}$  si hanno

errori potenziali sull'effetto sterilizzante applicato dell'ordine di +/- 10% (quando  $z=10^{\circ}\text{C}$ ). Questi strumenti, che a tutti gli effetti servono per il monitoraggio di CCP di processo, devono essere affidabili e quindi controllati e tarati con cadenze prestabilite.

#### 4.3.2 Pastorizzazione

Il trattamento di pastorizzazione avviene a temperature inferiori rispetto alla sterilizzazione (di norma tra i 60 e gli 80°C, mai comunque sopra i 100°C) e ha quindi un'azione più blanda. Infatti lo scopo è quello di distruggere le forme vegetative banali e patogeni, mentre non ha effetto sulle spore né dei germi alteranti né dei patogeni e i germi termofili possono anche sopravvivere in forma vegetativa.

Le considerazioni effettuate nel precedente paragrafo sono valide anche per la pastorizzazione. In particolare, si ricorda che per tale processo si parla di effetto pastorizzante quando la  $T^{\circ}$  di riferimento è 60°C e si indica come:

$$P_{60^{\circ}\text{C}} = D_{60^{\circ}\text{C}} (\log N_0 - \log N)$$

I prodotti ottenuti dalla pastorizzazione non hanno una durabilità così lunga come quella degli sterili e devono essere conservati a temperatura controllata, mantenendo la catena del freddo dalla produzione alla commercializzazione. Solo in questo modo è possibile controllare lo sviluppo microbico dei microrganismi che hanno resistito al trattamento e potrebbero inficiare la conservabilità e la sicurezza sanitaria del prodotto finito.

#### 4.3.3 Refrigerazione

Con l'abbassarsi della temperatura si ottiene il duplice effetto di ritardare e/o bloccare lo sviluppo microbico e di ridurre le attività enzimatiche, permettendo un allungamento nel tempo della conservabilità dell'alimento e una buona prevenzione delle tossinfezioni alimentari. Quando l'abbassamento della temperatura non scende sotto gli 0°C siamo in regime di refrigerazione.

I requisiti fondamentali che un processo di refrigerazione deve avere affinché abbia successo sono:

- partire da un alimento in cui la carica microbica sia già a livelli accettabili (ricordiamo che le basse temperature non permettono di sanificare il prodotto);
- essere applicato precocemente;
- essere mantenuto durante tutto il periodo di conservazione dell'alimento ossia deve essere

mantenuta la cosiddetta "catena del freddo".

Nella *tab. 5* sono riportate alcune temperature di inibizione dei germi patogeni.

I cibi refrigerati hanno una conservazione limitata nel tempo con una durata influenzata da vari fattori come:

- specie dei germi presenti sul prodotto: se l'alimento è contaminato da germi resistenti alle basse temperature (per esempio, *Listeria*), la proliferazione non viene rallentata e quindi l'alimento può essere comunque degradato e non sicuro sotto l'aspetto igienico;
- carica microbica: la velocità di crescita dei germi è direttamente proporzionale al numero degli stessi per cui quanto maggiore è la carica microbica dell'alimento tanto minore è il periodo di conservazione in ambiente refrigerato;
- temperatura e mantenimento della stessa: quanto più si avvicina allo zero tanto più lungo sarà il tempo di conservazione dell'alimento. La temperatura deve essere mantenuta durante tutto il periodo di conservazione perché i germi possono sempre riprendere lo sviluppo non appena dovesse avvenire un innalzamento;
- velocità di penetrazione del freddo al cuore dell'alimento: per avere un'efficace refrigerazione questa deve essere la più rapida possibile;
- umidità del prodotto, dell'ambiente e qualità dell'aria: se le superfici esterne dell'alimento sono molto umide lo sviluppo microbico è facilitato per cui è meglio evitare la condensazione del vapor acqueo sulle superfici dell'alimento. È importante che anche la qualità microbiologica dell'aria interna ai frigoriferi sia buona per evitare contaminazioni interne;
- controllo delle contaminazioni crociate: sia dovute alle superfici delle celle frigorifere che agli altri alimenti contenuti.

Il controllo e la misurazione della temperatura nel caso di conservazione con il freddo diviene un fattore critico di successo e quindi deve essere affidato a strumenti che debbono essere controllati e tarati. Si va da strumenti semplicissimi, quali i tradizionali termometri manuali, a sonde termometri-

**Tab. 5 - Alcune temperature di inibizione dei germi patogeni**

<i>Microorganismo</i>	<i>Temperature di inibizione</i>
<i>Staphylococcus</i> spp.	6,7°C
<i>Clostridium perfringens</i>	6,5°C
<i>Salmonella</i> spp.	5,2°C
<i>Clostridium botulinum</i> tipo E	3,3°C

che, a termografi, a data logger. Soprattutto per i surgelati vengono utilizzati anche indicatori tempo/temperatura (ITT) che si basano sulla variazione di colore di speciali sostanze a seguito di modifiche della temperatura o a prolungata conservazione anche a  $T^\circ$  ottimali (di solito si presentano come etichette o linguette applicate sulle confezioni dei prodotti).

#### 4.3.4 Congelamento e surgelazione

Quando le temperature di conservazione sono portate al di sotto dello zero si entra nelle tecniche di congelamento e surgelazione. I due prodotti che ne derivano si diversificano sia dal punto di vista normativo che tecnologico. Entrambe le tecniche hanno per scopo quello di provocare il congelamento dell'acqua contenuta sia nell'alimento che all'interno degli eventuali microrganismi presenti sullo stesso.

Il passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello solido determina una riduzione dell' $a_w$ , perché l'acqua si viene a trovare in una forma non più disponibile per le cellule microbiche. Inoltre, durante la formazione dei cristalli di ghiaccio, le strutture cellulari possono subire dei danni irreparabili e quindi il congelamento, oltre a rendere inospitale l'ambiente per la riduzione dell'acqua libera, provoca anche una certa mortalità dei microrganismi. Purtroppo i cristalli di ghiaccio provocano anche la rottura delle pareti cellulari dell'alimento e quindi allo scongelamento si noterà una certa perdita di liquidi e anche di sostanze nutritive (essudati).

Un processo di congelamento è efficiente quando il danno tecnologico dovuto alla formazione di grossi cristalli di acqua viene ridotto al minimo e questo si ottiene mediante un congelamento rapido tipico della surgelazione. Nel congelamento lento i primi cristalli di ghiaccio che si formano sono all'esterno delle cellule e tendono a ingrandirsi con l'abbassarsi della temperatura; successivamente si formano i cristalli interni. Sono i grossi cristalli esterni che, in un processo lento, danneggiano le cellule. Nel congelamento rapido, o surgelazione, si formano microcristalli di ghiaccio sia all'esterno che all'interno delle cellule e quindi il danno è molto ridotto.

Si deve ricordare che le cellule microbiche sopravvissute smettono di moltiplicarsi ed entrano in una fase di latenza. Quando la temperatura risale i microrganismi lentamente riprendono a svilupparsi e quindi, trovandosi in presenza di essudati composti da acqua e sostanze nutritive, possono provocare danni sia igienici che qualitativi ai prodotti scongelati. Anche lo scongelamento deve avvenire

velocemente e comunque i prodotti, soprattutto se non utilizzati immediatamente, devono essere sempre mantenuti a temperature di refrigerazione.

Le spore e le tossine (botuliniche o stafilococche) non sono influenzate dal congelamento per cui gli alimenti contaminati possono, anche se surgelati/congelati, provocare malattie alimentari. Inutile dire che per questi alimenti è fondamentale il mantenimento della catena del freddo durante tutto il periodo di conservazione sia in fase commerciale che casalinga.

Nel corso del congelamento e della conservazione a bassa temperatura, possono comparire delle modificazioni nel prodotto, che se accentuate divengono difetti:

- disidratazione superficiale;
- modifiche organolettiche come cambiamenti di colore e riduzione dell'aroma;
- modifiche chimiche come una parziale denaturazione delle proteine, l'idrolisi degli zuccheri e l'ossidazione dei grassi.

#### 4.3.5 Tecniche di concentrazione

Per concentrazione di un alimento liquido o di una materia prima si intende la rimozione selettiva di una certa quantità di acqua dagli altri costituenti. Nell'industria alimentare sono molteplici i casi nei quali questa operazione risulta utile:

- a) confezionamento, trasporto e stoccaggio di prodotti finiti o destinati all'industria di trasformazione. La riduzione del contenuto in acqua consente un notevole risparmio in termini di volume e di peso (per esempio, succhi di frutta concentrati);
- b) stabilizzazione di prodotti alimentari, ottenuta mediante riduzione dell'umidità relativa di equilibrio e di  $a_w$  a valori tali da inibire le reazioni degradative di tipo microbico;
- e) pretrattamento di prodotti destinati a successive trasformazioni, quali per esempio l'essiccaamento o la cristallizzazione;
- d) recupero di nutrienti dalle acque di lavaggio e dagli effluenti in genere.

Le soluzioni offerte dalla moderna tecnologia sono numerose e anche i criteri di scelta che possono essere seguiti. In particolare al di là del problema economico per i costi di gestione e installazione, deve essere comunque garantito il rispetto delle caratteristiche organolettiche e qualitative del prodotto che si vuol ottenere. Qualunque sia il processo di concentrazione prescelto, la rimozione dell'acqua dall'alimento deve avvenire riducendo al minimo gli effetti collaterali quali:

- degradazione delle qualità nutritive e funzionali del prodotto;

- distruzione dei componenti termolabili (per esempio, alcune vitamine e proteine);
- perdita consistente di componenti volatili che può compromettere l'aroma del prodotto finito e la comparsa di odori e sapori estranei.

Oggi la concentrazione di un prodotto alimentare può essere ottenuta impiegando varie tecniche basate su principi fisici e modalità operative differenti. Almeno in linea di principio è possibile per ogni alimento individuare la tecnica di concentrazione più idonea a preservarne le caratteristiche qualitative originarie.

Le principali tecniche di concentrazione impiegate nell'industria alimentare, sono:

- 1) evaporazione;
- 2) crio-concentrazione;
- 3) filtrazione per membrana (osmosi, ultrafiltrazione e osmosi inversa).

#### Evaporazione

Il processo di evaporazione si basa essenzialmente sul passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello aereo mediante somministrazione di calore. Le due fasi vengono quindi separate sfruttando le diverse caratteristiche fisiche. L'andamento del processo è condizionato essenzialmente dalle modalità di trasmissione del calore dal fluido riscaldante alla soluzione da evaporare. Lo sviluppo tecnologico di questa tecnica è stato improntato su una serie di soluzioni tali da incrementare l'efficienza degli scambi termici.

Per comprendere meglio i principi fisici che regolano il processo di evaporazione, è utile fare riferimento al diagramma di stato dell'acqua. Come è noto, lo stato (solido, liquido, aeriforme) in cui l'acqua si trova in un dato istante dipende dalle condizioni di temperatura e pressione del sistema. Osservando la *fig. 3*, dove è riportato il diagramma "temperatura-tensione di vapore" nel caso dell'acqua, è possibile conoscere per ogni temperatura e pressione lo stato in cui si trova l'acqua. Per esempio, nei punti A e B le condizioni sono tali per cui l'acqua, se presente, è solida. Analogamente in A' e B' l'unico stato possibile è quello di vapore. Sotto certe particolari condizioni di temperatura e pressione, l'acqua può esistere contemporaneamente in due stati. Queste condizioni sono quelle rappresentate in figura dalle linee che separano le diverse regioni. Lungo OM avremo quindi la coppia solido-liquido; lungo OP, liquido-vapore; lungo SO, solido-vapore. Esiste poi un solo punto in cui le tre linee, incontrandosi, rendono possibile la coesistenza di tre stati. Il punto in questione (O, nella figura) è detto punto triplo

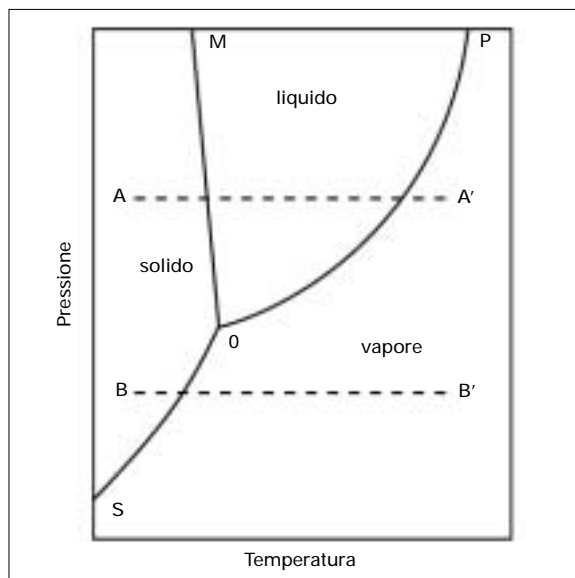


Fig. 3 - Schema di evaporazione

e nel caso dell'acqua corrisponde a  $0,098^{\circ}\text{C}$  e  $4,8$  mm Hg. Se, mantenendo per esempio la pressione costante, il sistema viene riscaldato, si avrà spostamento delle condizioni lungo una retta orizzontale. Questo potrà comportare l'attraversamento da una regione all'altra, con conseguente passaggio di stato. L'ebollizione, vale a dire l'evaporazione violenta, si ha quando la tensione di vapore dell'acqua eguaglia la pressione esterna (a pressione atmosferica il p.eb. dell'acqua è  $100^{\circ}\text{C}$ ).

I principali fattori che condizionano la velocità di evaporazione possono essere così riassunti:

- modalità con le quali viene fornito il calore al sistema;
- quantità di calore richiesto per evaporare l'unità di peso di acqua, alle date condizioni operative;
- temperatura massima che il sistema può raggiungere senza subire denaturazioni;
- pressione alla quale si effettua l'evaporazione;
- qualsiasi alterazione nelle caratteristiche chimiche e fisiche che possa prodursi nel sistema nel corso dell'evaporazione.

Un'evaporazione teoricamente "perfetta" dovrebbe portare a un prodotto concentrato che, una volta diluito con la quantità identica di acqua perduta, ritornasse alle condizioni iniziali. In particolare, per un prodotto alimentare, non dovrebbero prodursi alterazioni irreversibili di nessun genere. Colore, aroma, componenti essenziali (quali ad per esempio, vitamine) dovrebbero cioè mantenersi inalterati. Si dovrebbe inoltre impedire che componenti poco solubili, in seguito alla concentrazione, dessero luogo a precipitazione, date le diffi-



coltà che in genere si incontrano nel risolubilizzare i precipitati. In pratica, ovviamente, è impossibile evitare completamente queste trasformazioni. Da un punto di vista tecnico una particolare attenzione deve essere rivolta ai seguenti parametri:

- temperatura massima che può raggiungere il sistema senza subire dannose alterazioni irreversibili (per esempio, reazione di Maillard);
- circolazione del liquido lungo le superfici di scambio termico: deve essere impedito che, in seguito a soste troppo prolungate, la temperatura del liquido superi il valore massimo consentito, anche solo localmente, perchè ciò provocherebbe alterazioni del prodotto;
- viscosità del fluido: deve essere tenuto presente che generalmente questa aumenta con il concentrarsi della soluzione;
- tendenza a schiumare: occorre inibirla in quanto la formazione di schiuma rallenta la separazione del vapore dal liquido.

#### Crio-concentrazione

Molti degli inconvenienti che si hanno nella concentrazione per via evaporativa di alimenti liquidi quali latte, succhi di frutta, vino, caffè, tè ecc. possono essere evitati ricorrendo alla crio-concentrazione. In questo processo, infatti, la concentrazione della soluzione avviene "a freddo". In tal modo l'acqua presente può solidificare e separarsi dalla soluzione sotto forma di cristalli di ghiaccio.

A differenza dei processi di tipo evaporativi (vedi liofilizzazione), nella crio-concentrazione non viene somministrato calore al materiale ma, al contrario, ne viene sottratto e non è necessario portare il sistema a basse pressioni. È così possibile evitare tutti gli inconvenienti che derivano dall'impiego delle alte temperature, mentre nel contempo le perdite in sostanze volatili (aromi) possono essere sensibilmente minimizzate.

Schematicamente un processo di crio-concentrazione consiste delle seguenti fasi:

- cristallizzazione: il sistema viene raffreddato al fine di provocare la nucleazione dei cristalli di ghiaccio;
- accrescimento dei cristalli di ghiaccio;
- separazione dei cristalli dalla soluzione concentrata;
- lavaggio dei cristalli di ghiaccio e recupero dei soluti;
- riciclo delle acque di lavaggio.

Un processo di crio-concentrazione convenzionale può essere schematizzato come in *fig. 4*.

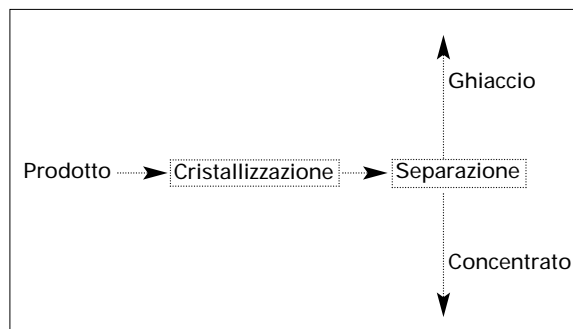


Fig. 4 - Schematizzazione di un processo di crio-concentrazione

#### Processi di concentrazione per membrana

L'utilizzazione per fini pratici delle membrane semipermeabili per la separazione – e quindi la concentrazione – di componenti a diverso peso molecolare può essere considerata una tecnologia relativamente recente. Ciò è dovuto essenzialmente al notevole sviluppo che si è avuto in questi ultimi anni nelle tecnologie di fabbricazione delle membrane che senza dubbio rappresentano ancora l'elemento più delicato delle apparecchiature progettate e realizzate nel campo della filtrazione per membrana. Le prime osservazioni relative al fenomeno dell'osmosi risalgono a oltre due secoli fa.

Per *osmosi* si deve intendere il fenomeno per il quale l'acqua fluisce spontaneamente da una soluzione più diluita a una più concentrata, separate una dall'altra da un'adatta membrana. La proprietà essenziale della membrana è quella di essere permeabile alle molecole d'acqua, mentre non lascia passare le molecole del/dei soluti. Il fenomeno dell'osmosi può essere sfruttato per rimuovere acqua da una soluzione diluita impiegando una soluzione altamente concentrata. Il mezzo di separazione delle due soluzioni consiste in una membrana permeabile: l'acqua fluisce dalla soluzione più diluita a quella più concentrata fino allo stabilirsi di un equilibrio. La disidratazione per osmosi può essere effettuata convenientemente anche con alimenti solidi, quali la frutta. Il procedimento in questo caso prevede la riduzione della frutta in fette o spicchi e quindi l'immersione dei pezzi nella soluzione concentrata disidratante. La struttura cellulare superficiale dei pezzi di frutta agisce come una vera e propria membrana semi-permeabile. Impiegando una soluzione a concentrazione zuccherina, l'acqua rimossa può raggiungere anche il 50% della quantità contenuta inizialmente. La disidratazione per via osmotica presenta una serie di vantaggi:

- la frutta disidratata per osmosi non è sottopo-

sta ad alte temperature per lunghi tempi. I danni prodotti dal calore sulle proprietà nutritive e organolettiche sono quindi molto ridotti. In particolare il colore e l'aroma non subiscono alterazioni profonde;

- l'elevata concentrazione zuccherina della pellicola residua in superficie stabilizza il colore rispetto a fenomeni di imbrunimento enzimatico. È così possibile ottenere frutta in pezzi disidratata che conserva in larga misura il colore originario senza bisogno di impiegare additivi chimici come l'anidride solforosa;
- l'allontanamento dell'acqua per osmosi produce una parziale rimozione degli acidi organici, fatto che, unito all'incremento nel contenuto di zuccheri, rende il prodotto più gradito se impiegato nel settore dolciario.

Infine, dal punto di vista economico, la disidratazione per via osmotica è un processo particolarmente interessante se visto come pretrattamento di tecniche di essiccamento ad aria calda.

#### 4.3.6 Essiccamento

Per essiccamento si intende la rimozione di un liquido da un solido mediante evaporazione. Nel settore delle tecnologie alimentari il caso indubbiamente più importante è quello dell'acqua: a differenza dei sistemi di concentrazione, i vari processi di essiccamento hanno come fine la rimozione praticamente totale dell'acqua, in modo da isolare i costituenti solubili e insolubili.

Nel campo della conservazione dei vegetali, l'essiccamento riveste una particolare importanza. L'acqua è infatti il mezzo fondamentale in cui si svolgono tutte le più importanti reazioni chimiche, enzimatiche e microbiologiche responsabili delle alterazioni caratteristiche che colpiscono gli alimenti.

L'eliminazione dell'acqua per inibire i processi di degradazione degli alimenti è una pratica antichissima. Oggi le tecniche di essiccamento presentano un elevato livello di perfezionamento. Alla luce delle conoscenze delle trasformazioni indotte dai processi di disidratazione, i moderni impianti di essiccamento permettono di ottenere prodotti finali di alta qualità e di lunghissima conservazione.

Rispetto agli altri mezzi di conservazione (surgelazione, irradiazione, sterilizzazione termica ecc.), senza entrare in tema di qualità, gli alimenti essiccati presentano il non trascurabile pregio di avere un peso e un volume estremamente ridotto rispetto al prodotto di partenza. Sono evidenti le conseguenze che questo comporta nei costi di trasporto e magazzinaggio. Un confronto completo fra i vari metodi di conservazione dovrebbe consi-

derare non soltanto i costi di confezionamento, trasporto, magazzinaggio e distribuzione, ma anche i costi di produzione e le eventuali variazioni nel potere nutritivo e nelle qualità in genere.

Per ottenere un prodotto essiccato che mantenga la sua integrità per tutta la durata della vita commerciale, rimane comunque fondamentale il confezionamento. I materiali devono essere impermeabili all'aria che può trasportare umidità e ovviamente le tecniche di chiusura devono essere tali da garantire l'ermeticità delle confezioni.

#### 4.3.7 Liofilizzazione

La liofilizzazione è il trattamento di essiccazione più moderno. Il principio è quello della sublimazione sotto vuoto spinto dei cristalli di ghiaccio che si formano negli alimenti dopo la congelazione. Si ottiene in tal modo la quasi totale asportazione dell'acqua e contemporaneamente il prodotto mantiene una struttura porosa facilmente reidratata. Il prodotto è portato a T° bassissime (-30/-50°C) e successivamente trasferito in una camera stagna dove viene creato il vuoto spinto e somministrato contemporaneamente calore per far partire la sublimazione. Al termine si riscalda la camera sottovuoto fino a circa +30°C per eliminare le ultime tracce di acqua.

Per prodotti come la frutta è necessario che questa venga privata della buccia e tagliata in fette sottili in modo da favorire la sublimazione.

Con questa tecnica si ottiene una notevole riduzione della flora microbica, perché i microrganismi vengono uccisi dalle alte temperature nell'ordine del 75-80%. Ovviamente una parte di loro può sopravvivere ma rimarrà in stato latente fino a quando l'alimento non verrà reidratato. Anche l'alimento liofilizzato non è quindi sterile e deve essere adeguatamente conservato per impedire che le cellule microbiche una volta reidratate riprendano il loro sviluppo.

### 4.4 Trattamenti con fermentazione/acidificazione

Il pH esprime l'acidità di una sostanza e rappresenta uno dei principali fattori di crescita dei microrganismi. I batteri si sviluppano entro un intervallo di pH abbastanza ampio anche se prediligono ambienti vicino alla neutralità (6,5-7,5). Muffe e lieviti sono più tolleranti dei batteri agli ambienti acidi.

La gestione del pH di un alimento rappresenta pertanto un mezzo per selezionare la flora microbica e per controllare la conservazione degli alimenti.

**Tab. 6 - Limiti di pH inibenti e letali per alcuni germi patogeni**

Microrganismo	pH inibente	pH letale
<i>Staphylococcus aureus</i>	5,0	4,9
<i>Bacillus cereus</i>	4,9	4,9
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	5,4	< 3,0
<i>Yersinia enterocolitica</i>	5,0-5,08	4,75
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,59	4,37

Fonte: G. Tiecco, *Igiene e Tecnologia alimentare*, 2001.

Alimenti che, naturalmente o perchè addizionati di sostanze acide, hanno un pH verso l'acidità sono meno facilmente attaccati dai microrganismi (i germi alteranti preferiscono pH neutro o alcalino) e si conservano con maggiore facilità. In particolare i germi patogeni non sono in grado di svilupparsi a pH inferiori a 4,6, anche se vi possono essere delle eccezioni e comunque l'inibizione è dovuta a un concerto di fattori come la T° e la presenza di ossigeno durante la fase di conservazione.

Nella *tab. 6* sono indicati i limiti di pH inibenti e letali per alcuni germi patogeni.

Nella frutta e nei succhi di frutta con pH acido le alterazioni sono conseguenti allo sviluppo di muffe, lieviti e batteri acidofili mentre gli altri batteri sono inibiti. Inoltre lo sviluppo di muffe e lieviti (che utilizzano gli acidi organici) tende, con il tempo, ad abbassare il contenuto di acidi presenti nell'alimento e a riportarlo verso la neutralità e quindi a renderlo più facilmente attaccabile dagli altri microrganismi sia alteranti che patogeni.

Anche se l'uso dell'acidità da sola non è in grado di determinare prodotti stabili, è comunque uno dei principali metodi di conservazione degli alimenti. L'acidificazione dell'alimento può svilupparsi naturalmente mediante il fenomeno della fermentazione oppure può essere indotta artificialmente mediante l'aggiunta di sostanze acide.

La fermentazione è dovuta allo sviluppo nell'alimento di microrganismi in grado di utilizzare gli zuccheri presenti e trasformarli in acidi organici. Tipico è lo sviluppo di lattobacilli che producono l'acido lattico a carico degli zuccheri e creano un ambiente inadatto allo sviluppo dei patogeni e degli alternati. Durante la fermentazione inoltre i lattobacilli entrano in un vero e proprio stato di competizione e antagonismo con gli altri germi e determinano un'inibizione allo sviluppo della flora alterante e dei patogeni. Questi microrganismi sono utili all'uomo perchè, oltre ad acidificare il prodotto, conferiscono aromi e odori caratteristici fino ad arrivare a una vera e propria trasformazione

dell'alimento che perde le caratteristiche della materia prima per assumerne di proprie (per esempio, salami e formaggi).

Con lo sviluppo della tecnologia e della microbiologia è stato possibile produrre ceppi di microrganismi che, inoculati appositamente nella materia prima e posti in condizioni ambientali ottimali (temperatura, umidità, contenuto di sostanze nutrienti ecc.), producono una "fermentazione guidata", con migliori garanzie nell'ottenere sia una corretta acidificazione del prodotto finito che una maggiore sicurezza dell'inibizione dello sviluppo dei germi alteranti e patogeni. L'uso di tali ceppi, detti "starter", consente inoltre all'industria alimentare di ottenere prodotti più standardizzati e di ridurre notevolmente gli scarti di produzione dovuti allo sviluppo di fermentazioni anomale. Le principali fermentazioni utili all'uomo sono la fermentazione lattica (formaggi, salami, crauti), l'acetica (aceto) e l'alcolica (vino, birra).

L'acidificazione dell'alimento può infine avvenire grazie all'aggiunta di sostanze acide normalmente estranee alla materia prima. È il tipico caso dei prodotti "marinati". Questa tecnica sfrutta il principio che, quando il pH di un alimento è portato a valori inferiori a 4,3-4,0, viene inibito lo sviluppo sia dei germi patogeni che alteranti. La sostanza acida più utilizzata è un acido organico, l'acetico. Ovviamente non è possibile scendere a valori di pH troppo bassi perchè altrimenti si compromette il gusto del prodotto che, in questo caso, a differenza dei prodotti fermentati, non cambia la sua natura. L'acido acetico, per svolgere un'adeguata azione letale sui microrganismi, deve risultare in concentrazione del 4-6%. Siccome le spore sono più resistenti all'acidità, oltre all'acido acetico vengono aggiunte sostanze in grado di potenziarne l'effetto quali acido lattico, zucchero, sale (cloruro di sodio). La marinatura può essere fatta a caldo (immersione della materia prima in soluzione acida per 10-20' a 80-90°C) o a freddo (immersione della materia prima in soluzione acida per 3-5 giorni a 10-15°C). Al momento della commercializzazione il prodotto finito marinato a freddo dovrebbe contenere 1,5-3% di acido acetico e 3-4% di sale (in estate) e 0,8-2% di acido acetico e 2-3% di sale (in inverno). Il prodotto marinato a caldo invece dovrebbe contenere 3-5% di acido acetico e 4% di sale.

Sebbene nel settore della conservazione degli alimenti il pH sia ampiamente utilizzato come fattore di controllo dello sviluppo microbiologico, occorre sottolineare che questo fattore da solo non garantisce l'asetticità del prodotto e deve essere

associato ad altri parametri di controllo, quali per esempio la temperatura e l'acqua libera. I prodotti soltanto acidificati quindi non sono stabili (vi si possono sviluppare muffe e lieviti) e pertanto devono essere conservati in fase di commercializzazione a temperatura refrigerata mai superiore agli 8°C.

Quando il pH diviene un parametro di controllo dello sviluppo microbico e quindi un fattore di conservazione dell'alimento è opportuno gestirlo correttamente. Per alcuni prodotti (fra cui anche i vegetali) la fase di acidificazione o fermentazione dovrebbe essere gestita come un CCP. In tal caso, ma comunque quando è necessario controllare il livello di pH raggiunto, l'industria alimentare si deve dotare di strumenti di misura per questo parametro.

Un metodo semplice e poco costoso per misurare il pH è l'uso della cosiddetta "cartina di tornasole". Si tratta di piccole strisce di carta opportunamente trattata che possono essere immerse nel prodotto o messe a suo contatto. Secondo il valore di pH la cartina assume dopo pochi secondi un colore caratteristico. Basta confrontare tale colore con la scala di colori riportata sulla confezione della cartina di tornasole e leggere il valore di pH corrispondente. Questo sistema non è però molto preciso perché si basa sulla sensibilità dell'osservatore e si ottiene una valutazione di massima.

Gli strumenti più efficaci sono i pHmetri (manuali o da laboratorio) che, grazie ad apposite sonde che vanno immerse o infisse nel prodotto, misurano il pH con un alto grado di precisione. Esistono molti tipi di pHmetri in commercio e con vari tipi di sonde, ognuna delle quali adatta a un tipo di alimento piuttosto che a un altro. Vi sono anche dei tipi che contemporaneamente permettono di misurare pH e temperatura. Di solito il costo di un pHmetro manuale è abbastanza contenuto. Anche questi strumenti dovranno essere controllati e tarati con gli appositi liquidi tampone di solito in dotazione allo strumento. La procedura di taratura è di norma molto semplice e può essere eseguita facilmente seguendo le istruzioni allegate.

Quando è possibile sarebbe opportuno che il produttore validasse il proprio processo di acidificazione o fermentazione stabilendo i parametri da applicare per essere sicuro di ottenere il grado di pH ottimale alla conservazione e al controllo dello sviluppo microbico. Tra questi parametri la dose di starter, la T° e l'umidità ambientale, l'aggiunta di zuccheri e/o sale. Una volta validato il processo anche con riscontri analitici, il produttore avrà la possibilità di continuare a gestire la misurazione del pH come CCP o come semplice misura di verifica del processo stesso.

## 2.5 Trattamenti con mezzi chimici

Questa tecnologia prevede l'uso di sostanze chimiche per facilitare la conservazione degli alimenti. In particolare possiamo avere:

- conservazione mediante aggiunta di sale e zucchero;
- uso di sostanze conservanti;
- atmosfera modificata.

### 4.5.1 Aggiunta di sale e zucchero

L'aggiunta nell'alimento di queste due sostanze che si disciolgono nell'acqua presente nel prodotto ha lo scopo di abbassare il livello di acqua libera oltre che ovviamente rendere più gradevole il gusto dell'alimento. L'acqua libera è uno dei fattori di crescita, e di conseguenza anche "limitante", più importante per i microrganismi. L'acqua è un elemento indispensabile per ogni forma di vita; però i microrganismi non sono capaci di utilizzare tutta l'acqua presente in un alimento, ma solo la frazione libera che viene espressa da rapporto fra pressione di vapore del solvente e quella del soluto:

$$a_w = p/p^\circ.$$

Ogni aumento del soluto determina un abbassamento dell' $a_w$  dell'alimento e quindi una riduzione dell'acqua libera disponibile per i germi.

Nella *tab. 6* sono indicati alcuni valori di  $a_w$  limitanti per i principali microrganismi.

Quando l'acqua libera diviene un mezzo di controllo dello sviluppo microbico e un mezzo di conservazione, è indispensabile poterne misurare i valori per avere la conferma di avere raggiunto i livelli di inibizione delle specie microbiche bersaglio. Questo è possibile mediante l'uso di appositi strumenti da

**Tab. 6 - Alcuni valori di  $a_w$  limitanti per i principali microrganismi**

Valore $a_w$	Genere microrganismo
0,95	<i>Yersinia</i>
0,943	<i>Enterobacter</i>
0,94	<i>Listeria</i>
0,93	<i>Clostridium, Escherichia, Salmonella</i>
0,928	<i>Lactobacillus, Streptococcus</i>
0,90	<i>Bacillus</i>
0,86	<i>Vibrio</i>
0,85	<i>Staphylococcus</i>
0,70	<i>Aspergillus</i>
0,62	<i>Penicillium, Saccharomyces</i>

Fonte: G. Tiecco, *Igiene e Tecnologia alimentare*, 2001.

laboratorio, di norma abbastanza costosi. In tal caso l'acquisto si rende conveniente solo se il numero di analisi è tale da ammortizzarne sufficientemente il costo. Se quindi non è possibile dotarsi di tale strumento si può sempre ricorrere a laboratori di analisi specializzati che eseguono di routine tale ricerca. In alternativa il produttore può validare il proprio processo di riduzione dell'acqua libera, così come per i processi termici, stabilendo e standardizzando i parametri da applicare per ottenere il giusto livello di  $a_w$  che può garantire la conservazione dell'alimento e il controllo dello sviluppo microbico (per esempio, dose degli additivi/peso di alimento, temperatura di trattamento ecc.).

#### *Salagione*

L'uso del sale per la conservazione degli alimenti è una pratica antichissima. Si basa sull'effetto di disidratazione che il sale provoca sia sulle cellule dell'alimento che su quelle dei microrganismi e sulla produzione di ioni cloruro che sono nocivi per i batteri.

Ad alte concentrazioni saline si ottengono quindi valori di acqua libera bassi che impediscono lo sviluppo della maggior parte dei microrganismi, anche se alcuni sono comunque capaci di svilupparsi in tali ambienti (germi alofili) e altri di sopportarli ma non moltiplicarvi (germi alodurici).

La salagione può essere a secco o umida, secondo che venga usato sale tal quale (frizionato sul prodotto o sovrapposto a strati di alimento) o una soluzione di sale, acqua e aromi che viene detta "salamoia" in cui si immerge il prodotto.

Le salamoie possono avere diverse concentrazioni tanto che si dividono in:

- salamoie deboli, con un contenuto di sale del 10%;
- salamoie medie, con un contenuto di sale del 18%;
- salamoie forti, con un contenuto di sale del 25-30%.

È opportuno ricordare che nelle salamoie possono svilupparsi i microrganismi alofili (sia batteri che muffe e lieviti) provocando alterazioni della soluzione. Quindi è necessario che la salamoia venga conservata a T controllata e venga rinnovata per impedire che odori e sapori poco gradevoli siano conferiti all'alimento trattato.

#### *Aggiunta di zucchero*

Gli zuccheri svolgono un'azione inibente sullo sviluppo microbico simile a quella svolta dal sale, anche se un poco più blanda. Anche nel caso di aggiunta di zucchero il principio è quello di abbassare l'acqua libera presente nell'alimento e creare un ambiente sfavorevole allo sviluppo e alla soprav-

vivenza microbica. Occorre comunque ricordare che esistono sia dei germi che sopravvivono a elevate concentrazioni di zucchero (osmofili) sia dei germi che le sopportano ma non vi si moltiplicano (osmodurici). Fra di essi vi sono germi che tendono ad acidificare il prodotto e quindi a renderlo non più gradevole e adatto all'alimentazione. In particolare le muffe riescono a svilupparsi anche su prodotti con alte concentrazioni di zuccheri, come le confetture.

Grazie all'aggiunta di zucchero, oltre che alla concentrazione dell'alimento mediante l'evaporazione dell'acqua, marmellate, confetture, succhi di frutta, gelatine divengono prodotti con un buon grado di conservazione, anche a temperatura ambiente.

#### *4.5.2 Aggiunta di sostanze conservanti*

Nella Direttiva 95/2/CE del 20.02.1995 relativa agli additivi alimentari diversi dai coloranti e dagli edulcoranti si ritrova la seguente definizione: "... i conservanti sono sostanze che prolungano il periodo di validità dei prodotti alimentari proteggendoli dal deterioramento provocato dai microrganismi". Tali sostanze chimiche non vengono consumate abitualmente ma vengono incorporate negli alimenti con lo scopo di prolungarne la vita conservativa rendendoli innocui mediante l'inibizione dello sviluppo dei patogeni e stabili organoletticamente inibendo lo sviluppo dei microrganismi alteranti. Contemporaneamente non devono essere dannosi per la salute del consumatore e quindi devono essere impiegati in quantità precise, tanto che per alcuni è la legge a stabilirne la dose, il campo di impiego e il grado di purezza.

Quando si intende utilizzare un conservante è necessario sempre consultare la normativa vigente in materia perché per ogni sostanza sono indicati, oltre alle dosi, anche gli alimenti in cui può essere utilizzata. In Italia le disposizioni comunitarie in materia di additivi sono state recepite nel Decreto Ministeriale 27.02.1996 n. 209 e successive modifiche e integrazioni. Quando si fa ricorso a tali sostanze è importante calcolare la giusta dose rispetto al quantitativo di materia prima utilizzata e avere a disposizione strumenti di misura (bilance, dosatori) con il giusto grado di precisione e adeguatamente controllati e tarati almeno annualmente. Sarebbe pertanto opportuno che l'uso di tali sostanze venisse considerato nell'analisi del rischio aziendale come un potenziale rischio di contaminazione chimica e quindi venissero adottate azioni atte ad annullarlo o controllarlo. Se ritenuto necessario, nella fase di pesatura dell'additivo, può essere identificato un CCP e quindi dovranno essere eseguite opportune registrazioni

delle pesate e una gestione proceduralizzata degli strumenti di misura.

L'azione dei conservanti sui microrganismi può essere sostanzialmente di due tipi:

- batteriostatica: provoca l'inibizione dello sviluppo dei batteri;
- battericida: provoca la morte dei batteri.

Oltre a essere aggiunte direttamente agli alimenti, alcune sostanze conservanti possono essere adottate nelle tecniche di confezionamento, addizionandole all'atmosfera che circonda l'alimento (come la CO<sub>2</sub> nel confezionamento in atmosfera protettiva).

#### 4.5.3 Atmosfera modificata

Una delle tecniche conservative più utilizzata attualmente, soprattutto per i prodotti freschi e altamente deperibili, è basata sulla modificazione dell'atmosfera che circonda il prodotto dentro la confezione chiusa ermeticamente. Fondamentale è l'impiego di materiali di confezionamento che siano impermeabili all'ossigeno e contemporaneamente mantengano l'umidità dell'alimento. Inoltre per il successo della tecnica è indispensabile che per tutta la vita commerciale del prodotto sia mantenuta l'integrità della confezione.

L'influenza maggiore è a carico dei batteri aerobi che hanno bisogno di ossigeno per sopravvivere. L'effetto sui batteri anaerobi e sugli aerobi facoltativi è meno evidente. Le metodiche adottate per modificare l'atmosfera sono di tre tipi:

- a) *confezionamento sottovuoto*: si ottiene estraendo l'aria dalla confezione solitamente in materiale plastico. Sottratta l'aria, la confezione collassa e aderisce all'alimento, assumendo il caratteristico aspetto. L'ossigeno residuo viene eliminato grazie alle reazioni chimiche del prodotto e all'attività dei microrganismi che permangono nella confezione. Con questo sistema, associato alla refrigerazione, si può ottenere una durata del prodotto superiore a cinque volte rispetto alla conservazione in atmosfera normale. Purtroppo questo sistema non offre buone garanzie per il controllo dello sviluppo dei germi psicrofili (quelli che crescono bene a basse temperature, per esempio, *Listeria*) e del *Clostridium botulinum*, a meno che non vengano associati altri metodi conservativi;
- b) *confezionamento in atmosfera protettiva*: in questo caso durante il confezionamento viene contemporaneamente estratta l'aria e insufflata una miscela di gas (di norma anidride carbonica, azoto e ossigeno). La composizione della miscela dipende dall'alimento che si vuole preservare e, se durante la conservazione la miscela subisce

delle variazioni, questo non tende a influenzare la stabilità del prodotto;

- c) *conservazione in atmosfera controllata*: viene utilizzata per grossi quantitativi di prodotto e consiste nell'adottare una tecnologia che permette di mantenere l'ambiente gassoso stabile per tutta la durata della conservazione.

Quando si utilizzano tali tecniche di conservazione è necessario gestirle correttamente soprattutto se ci si affida solo a queste per il controllo della conservazione dell'alimento. In tal caso, sarebbe opportuno che l'azienda si dotasse di un "analizzatore di atmosfera" uno strumento in grado di analizzare, mediante una sonda ad ago che viene inserita nella confezione chiusa, la composizione dell'atmosfera presente. In tal modo si ha il controllo che i gas inseriti nelle confezioni siano nelle giuste proporzioni e che la presenza di ossigeno sia adeguatamente controllata.

## 4.6 Il controllo del *Clostridium botulinum*

Conoscere i fattori che inibiscono lo sviluppo delle spore del *Clostridium botulinum*, e di conseguenza impedire la produzione di tossina, è fondamentale per la scelta del trattamento termico da utilizzare per produrre una conserva vegetale stabile e quindi conservabile a temperatura ambiente (v. paragrafo 2.2.1).

A tale proposito è funzionale utilizzare un'ulteriore classificazione delle conserve tradizionali (simile a quella che abbiamo già visto nel paragrafo 1.2):

- conserve a bassa acidità;
- conserve acidificate;
- conserve naturalmente acide;
- conserve ad attività dell'acqua < 0,94.

Considerazioni specifiche verranno poi fatte per le semiconserve.

### 4.6.1 Parametri produttivi delle conserve a bassa acidità

Sono quelle conserve che hanno un pH superiore a 4,6 e una a<sub>w</sub> superiore a 0,94, parametri che di per sé non permettono il controllo dello sviluppo botulinico. Per questi prodotti è necessaria l'applicazione di un trattamento termico di sterilizzazione tale da ridurre a valori molto bassi la probabilità di sopravvivenza delle spore botuliniche. Tecnologicamente si considera che un valore di effetto sterilizzante pari a F<sub>0</sub>=3 sia sufficiente a garantire una buona sicurezza sanitaria nei confronti delle spore più resistenti (ceppi proteolitici).

ci). Nella pratica è ottimale giungere a un  $F_0=7$ , questo perché un trattamento termico con tale effetto sterilizzante garantisce anche la riduzione a livelli accettabili di spore di batteri non patogeni ma alteranti come il *Clostridium sporogenes* che, essendo più termoresistenti della spora botulina, possono sopravvivere a un trattamento pari a  $F_0=3$  e provocare l'alterazione del prodotto finito. La riduzione anche di queste spore permette pertanto di ottenere: un prodotto sicuro perché a tali livelli la probabilità di sopravvivenza delle spore botuliniche è praticamente nulla; un prodotto stabile e conservabile a temperatura ambiente anche per molto tempo.

Il controllo del processo di sterilizzazione diventa pertanto un CCP e il trattamento termico deve essere validato da persone competenti e verificato con analisi microbiologiche. Nel corso della validazione dovranno essere stabiliti i limiti critici di processo (tempo e temperatura) e presi in considerazione tutti quei fattori che possono influenzare la velocità di penetrazione del calore dentro le confezioni come il peso netto e sgocciolato, la viscosità, lo spazio di testa minimo, il tipo di contenitore (materiale, dimensioni, grado di trasmissione del calore ecc.) e il tipo di impianto da utilizzare (dalla pentola a pressione all'autoclave). Insomma, per essere sicuri di produrre una conserva a bassa acidità con le necessarie garanzie sanitarie, non bisogna lasciare niente al caso.

#### 4.6.2 Parametri produttivi nelle conserve acidificate

Vengono così classificate quelle conserve prodotte con materie prime a bassa acidità a cui vengono aggiunti acidi o altri ingredienti acidi in modo da ottenere un pH finale di equilibrio pari o inferiore a 4,6. Questi prodotti vengono normalmente sottoposti a trattamenti di pastorizzazione per uccidere le forme microbiche vegetative, quindi le spore non possono germinare solo grazie al pH inferiore a 4,6.

Per queste conserve, essendo solo il valore del pH inferiore a 4,6 a garantire la sicurezza del prodotto e il controllo dello sviluppo botulinico, il produttore dovrà validare il proprio processo per avere la garanzia che durante tutta la *shelf life* del prodotto tale limite sia mantenuto. Un innalzamento del pH dovuto a una diluizione provocata dal rilascio dei succhi vegetali o allo sviluppo di altre forme microbiche (muffe) sopravvissute al trattamento termico porterebbe infatti a una perdita delle condizioni di sicurezza. La misurazione del pH finale di equilibrio è pertanto un CCP da monitorare a campione subito dopo il trattamento termico di pasto-

rizzazione e durante il periodo di conservazione. Numerosi casi di botulismo, sia da conserve domestiche che industriali, sono stati causati da erronea o mancata acidificazione.

#### 4.6.3 Parametri produttivi delle conserve naturalmente acide

Fanno parte di questa categoria tutti i prodotti con pH naturalmente inferiore o uguale a 4,6 e quindi sicuri per il controllo dello sviluppo botulinico. Queste conserve vengono solo pastorizzate come le precedenti. In questo caso il punto critico di controllo è la misurazione del pH prima della pastorizzazione soprattutto se, prima di tale fase, vengono utilizzate sostanze alcalinizzanti, nelle fasi preliminari preparative del prodotto (per esempio, soda nelle olive), che potrebbero provocare l'innalzamento del pH naturale a livelli non sicuri. Sono stati rilevati anche casi sporadici di botulismo in tali tipi di conserve. Questo è stato provocato dallo sviluppo nel prodotto finito di muffe o di *Bacillus* che hanno permesso l'innalzamento del pH a valori tali da non impedire più la germinazione delle spore botuliniche.

#### 4.6.4 Parametri produttivi delle conserve con attività dell'acqua inferiore a 0,94

In queste conserve il *Clostridium botulinum* non è in grado di svilupparsi per la bassa  $a_w$  (per esempio, pesto alla genovese). Eventualmente vengono effettuati dei trattamenti termici in funzione delle forme microbiche alteranti che potrebbero svilupparsi in tali condizioni di  $a_w$ . Per esempio, per prodotti con  $a_w$  tra 0,89 e 0,93 occorre un trattamento termico in grado di inattivare i *Bacillus*, mentre per valori inferiori a 0,89 occorre un trattamento capace di inattivare le cellule vegetative batteriche e le muffe. Per queste conserve il punto critico di processo è pertanto la misurazione dell'acqua libera finale.

#### 4.6.5 Parametri produttivi delle semiconserve vegetali

In questi prodotti la sicurezza del controllo dello sviluppo botulinico è garantito dalla combinazione dei diversi fattori di controllo ( $a_w$ , pH, additivi, temperatura di conservazione, blandi trattamenti termici). La conservabilità del prodotto finale è sempre limitata nel tempo.

Tipiche semiconserve vegetali sono alcune preparazioni gastronomiche generalmente confezionate sottovuoto o in atmosfera modificata, precotte, conservate a temperature di refrigerazione e da consumare previo riscaldamento ma anche fredde (secondi piatti o antipasti a base di verdure, vegetali cotti). Il processo produttivo di tali prodotti

deve essere pertanto sottoposto a validazione, per avere la certezza di ottenere un'integrazione dei vari fattori di controllo capace di contenere lo sviluppo botulinico e impedire la produzione di tossina e anche per stabilire il giusto tempo di conservazione del prodotto finito.

La Commissione consultiva per la Sicurezza microbiologica degli alimenti inglese (ACMSF) fornisce questa serie di raccomandazioni:

- magazzinaggio a  $< 3^{\circ}\text{C}$ ;
- magazzinaggio a  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  e vita massima del prodotto  $\leq 10$  giorni;
- magazzinaggio a  $5-10^{\circ}\text{C}$  e vita massima di 5 giorni;
- magazzinaggio a temperatura di refrigerazione combinata con trattamento termico di  $90^{\circ}\text{C} \times 10'$  o equivalenti;
- magazzinaggio a temperatura di refrigerazione combinata con un  $\text{pH} \leq 5$  dell'alimento;
- magazzinaggio a temperatura di refrigerazione combinata con una concentrazione salina  $\geq 3,5\%$  nell'alimento;
- magazzinaggio a temperatura di refrigerazione combinata con  $a_w \leq 0,97$  dell'alimento;
- magazzinaggio a temperatura di refrigerazione combinata con trattamenti termici combinati ad altri fattori che prevengono lo sviluppo di *Clostridium botulinum*.



## 5. Produzione delle conserve vegetali

### 5.1 Preparazione degli ortaggi e della frutta al consumo e alla conservazione

#### 5.1.1 Ortaggi

La preparazione degli ortaggi da conservare è un accorgimento indispensabile per salvaguardarne la sanità e la conservabilità. Andranno eliminate le foglie lesionate, quelle già colpite da parassiti (come si trovano facilmente nelle insalate e nei cavoli), effettuando così una pulizia che non deve però essere eccessiva (come se l'ortaggio dovesse giungere sulla tavola), perché l'ulteriore pulizia all'atto del consumo implicherebbe, di conseguenza, un incremento notevole degli scarti. Questi ultimi sono comunque sempre considerevoli. A eccezione di alcune verdure come i fagioli stringa, la zucca benincasa, la zuccina, dove praticamente non viene scartato nulla, nelle altre la percentuale di scarto medio varia da un minimo del 5% fino a raggiungere il 70% del peso iniziale.

#### 5.1.2 Frutta

Il momento della raccolta e il conseguente grado di maturazione della materia prima rappresenta un fattore molto importante per la buona riuscita di una conserva a base di frutta. Il frutticoltore sa che esistono molti tipi di maturazione e l'individuazione del momento ottimale di raccolta è variabile in funzione delle diverse utilizzazioni. L'aspetto difficile della questione è rappresentato da come individuare la maturazione per le proprie esigenze. Esistono strumenti e metodi analitici abbastanza esatti e utili allo scopo, usati soprattutto a livello industriale.

I metodi soggettivi, come la parola stessa indica, non sempre sono atti a una precisa determinazione; essi si basano sulla facilità di distacco dal ramo, puntano alla valutazione del colore o delle

dimensioni, fanno riferimento all'aspetto dei semi o all'apprezzamento del gusto o si riferiscono alla data secondo il calendario. Naturalmente quanto indicato vale per i frutti da consumarsi immediatamente o quasi: quanto più ritardato sarà il momento di portarli sulla tavola o prolungata dovrà essere la conservazione, tanto più arretrato dovrà essere lo stadio di maturazione di raccolta. Non si dovrà tuttavia eccedere nell'anticipare la raccolta altrimenti si consumerà un frutto con scadenti caratteristiche organolettiche.

La frutta, specialmente se viene colta matura, è sicuramente più profumata e dolce, ma intenerisce molto velocemente ed è soggetta a contaminazioni fungine in misura maggiore tanto da diventare rapidamente non commestibile. In particolare la conservazione dei frutti delle drupacee (albicocca, amarena, ciliegia, pesca, susina ecc.) è quanto mai problematica, dato che nel volgere di pochi giorni sovrammaturano e possono divenire preda di repentine invasioni di marciumi.

### 5.2 Le metodologie di conservazione

La possibilità di effettuare un tipo di conservazione piuttosto di un'altra deve essere innanzitutto valutata in base all'idoneità di ogni vegetale a essere sottoposto a uno specifico metodo di conservazione o di trasformazione. Vi è poi anche da considerare la quantità di lavoro da svolgere per realizzare la trasformazione, dato che ogni sistema esige un impegno diverso di tempo e di applicazione manuale.

Per i prodotti dell'orto e del frutteto è possibile ricorrere a uno dei seguenti metodi di conservazione: conservazione allo stato fresco; congelazione/surgelazione; sterilizzazione; conservazione

per mezzo dell'aceto e del sale; conservazione per essiccamento/liofilizzazione; fermentazione; conservazione in agrodolce.

### 5.2.1 Conservazione allo stato fresco

La conservazione allo stato fresco del vegetale, a temperatura ambiente, in ambiente esterno o in frigorifero (refrigerazione), costituisce il mezzo principe di conservazione e sicuramente di gran lunga il più semplice. Tuttavia richiede notevoli conoscenze delle prerogative intrinseche dei vegetali per individuare i metodi di stoccaggio o di confezionamento più idonei, nonché le temperature più indicate. Bisogna inoltre prestare attente e continue cure ai vegetali depositati a temperatura controllata, dato che possono facilmente alterarsi nel corso della conservazione per il sopraggiungere di marciumi o essere invasi da insetti che portano alla distruzione o alla non commestibilità.

Numerosi ortaggi e frutti si prestano alla conservazione per periodi prolungati, mentre altri esauriscono nel breve spazio di qualche giorno la possibilità di mantenere intatte le prerogative qualitative. Le cause possono essere: la sensibilità all'appassimento, la suscettibilità alla senescenza o la facilità a soggiacere al marciume. Un elemento che non favorisce la conservazione della frutta o degli ortaggi freschi è la loro ricchezza in acqua.

Un vegetale depositato in frigorifero o lasciato a temperatura ambiente perde acqua in seguito all'instaurarsi dei fenomeni di traspirazione, dato che in genere l'epidermide non possiede particolari sostanze atte a evitarli, ma addirittura è costituita in modo da consentire lo scambio dei gas e del vapore acqueo. In seguito alla traspirazione si nota un appassimento che può risultare più o meno appariscente a seconda del vegetale. Quanto più i prodotti hanno perso acqua tanto meno sono gustosi e profumati; inoltre diventano fibrosi, di consistenza innaturale. Il limite massimo di perdita d'acqua che si traduce in un vistoso appassimento può essere diverso nei singoli frutti e/o ortaggi (5-6% per albicocche, frutti di bosco, limoni, mele e prugne; 7-10% per arance e pere).

Solo frutta la secca (noci, nocciole, mandorle ecc.) perde acqua e peso senza problemi, anzi si conserva meglio quando è parzialmente disidratata.

Nel caso degli ortaggi solo pochi di essi, che per natura hanno un'epidermide più consistente o una struttura dei tessuti particolare come asparago, barbabietole, cavoli, cavolfiore, cipolla fresca, patata, porro, pomodoro, sedano sopportano perdite di peso fino al 7-10%, mentre solo le cipolle e l'aglio perdono acqua e peso senza problemi, anzi si con-

servano meglio quando sono stati parzialmente disidratati prima della conservazione.

Da notare inoltre come la conservazione dei prodotti freschi causi una notevole perdita di vitamine, specialmente se le modalità di confezionamento o il deposito a bassa temperatura non vengono effettuati tenendo conto delle esigenze del prodotto. In genere il lungo intervallo tra la raccolta e il consumo, in particolare per gli ortaggi lasciati a temperatura ambiente, causa innanzitutto una perdita elevatissima di vitamine, in particolare della C (acido ascorbico), e in digeribilità, in quanto aumenta anche la consistenza e la fibrosità. Solo i cavoli perdono poca vitamina C. Questo fatto determina il maggiore tempo di cottura necessario per i cavolfiori, gli zucchini, i fagioli, i piselli "vecchi" rispetto a quelli appena raccolti. Gli ortaggi da foglia, in modo particolare, vanno rapidamente racchiusi in contenitori adottando la temperatura di conservazione più bassa possibile, evitando però che gelino. Non conviene neppure lavarli, prima della conservazione, perché l'eccesso di umidità può provocare marciumi, soprattutto se vengono racchiusi in sacchetti di polietilene. Quando un ortaggio o un frutto appare contaminato da un marciume, qualunque esso sia, ma specialmente se si tratta di marciume nero, del *Penicillium*, detto anche marciume verde-azzurro, oppure del marciume lenticellare delle pomacee, è bene scartare tutto il frutto danneggiato o una porzione più che abbondante. La ragione dell'eliminazione di una grande porzione non è solo da ricercarsi nel cattivo sapore dovuto alla presenza del marciume che ha invaso i tessuti del vegetale, ma nel fatto che nelle presunte parti sane, dove non è ancora avvenuta la disorganizzazione dei tessuti, possono essersi già inseriti dei miceli fungini anche se al momento non visibili.

In sostanza quindi, per poter procedere razionalmente alla conservazione, occorre conoscere innanzitutto le caratteristiche del prodotto e riconoscere lo stadio di maturazione a cui deve essere raccolto, ma anche le modalità di trattamento e manipolazione. A queste nozioni vanno abbinate le conoscenze tecniche relative alle modalità di stoccaggio; sono infatti offerte diverse possibilità: nel caso più semplice i prodotti possono essere conservati direttamente in pieno campo o raccolti e depositati in appositi locali, così come possono essere sistemati nelle celle frigorifere. Per ognuno di questi metodi vi sono poi degli accorgimenti particolari da mettere in atto, relativi alla preparazione e al confezionamento, al fine di realizzare le condizioni ideali per raggiungere così la massima

durata, mantenendo nello stesso tempo integra la qualità ed evitando per quanto possibile gli scarti.

#### *Refrigerazione*

Diversi vegetali risultano irrimediabilmente danneggiati da temperature prossime a 0°C. Non devono, per esempio, essere depositati a temperature inferiori ai 10-12°C le zucche, i pomodori verdi, i cetrioli, le melanzane, i peperoni, le patate dolci. Tra i frutti i pompelmi e i frutti tropicali. A loro volta non devono essere posti a temperature inferiori ai 7-8°C le zucchine, i fagiolini, i pomodori rosati o frutti come le angurie, le arance, i mandarini e i meloni. Non devono essere posti a temperature inferiori ai 4-5°C asparagi, barbabietole, patate. Tra i frutti: certe varietà di mele o di pere come la Passa Crassana.

Un altro importante fattore da considerare per ben conservare i prodotti freschi è l'umidità relativa dell'ambiente nel quale sono stati stoccati. Le esigenze sono assai diverse: per alcuni di essi è indispensabile un'umidità molto bassa, per altri elevatissima. Devono essere depositati a bassa umidità, cioè in ambiente secco, l'aglio, la cipolla, la zucca, lo scalogno, il peperone piccante, nonché i semi secchi delle leguminose (fava, cece, lenticchia, pisello, fagiolo). Richiedono invece un ambiente a elevatissima umidità (possibilmente al limite della saturazione), altrimenti appassiscono rapidamente, gli ortaggi da foglia e quelli con epidermide sottile e molto permeabile: prezzemolo, insalate, spinacio, cavolo cinese, sedano, carota, ravanello, melanzana. Per questi ortaggi più soggetti all'appassimento è conveniente la sistemazione in sacchetti di polietilene in modo che, una volta richiusi, l'ambiente che si viene a creare intorno all'ortaggio sia particolarmente umido. Qualora si notasse la formazione di goccioline di acqua, che favorirebbero lo sviluppo dei marciumi e/o muffe, converrà predisporre qualche foro di diametro pari alle dimensioni di una matita per arieggiare il prodotto e limitare l'eccesso di umidità.

Devono essere posti in un ambiente a elevata umidità, ma non eccessiva, le barbabietole, le patate dolci, le rape, le patate, i cavolfiori, i cavoli rapa, i sedani rapa, i pomodori, i peperoni.

#### *Conservazione a temperatura ambiente*

È possibile una buona conservazione dei prodotti freschi predisponendo dei locali appositamente attrezzati, cercando di ottenere le condizioni di temperatura e di umidità idonee per avere risultati soddisfacenti. Schematicamente possono essere riportate le seguenti caratteristiche dei locali dove dovrà essere attuata la conservazione dei prodotti.

I locali destinati alla conservazione degli ortaggi devono essere innanzitutto freschi: la temperatura deve cioè risultare la più bassa possibile; devono essere costruiti in modo che sia facile attuare la ventilazione per poter ricambiare in breve tempo l'aria del locale. Un aspiratore può risultare assai utile. Il locale dovrebbe anche essere provvisto di finestrelle dotate di battenti che permettano sia di oscurare l'ambiente sia di regolarizzare, mediante l'apertura e la chiusura, l'aerazione che assicura tanto l'eliminazione dei metaboliti e l'introduzione di aria pulita, quanto il raffreddamento del locale.

Nei locali adibiti a magazzino i ricambi d'aria danno modo di regolarizzare anche l'umidità relativa. Gli indispensabili ricambi d'aria per allontanare i metaboliti e i prodotti odorosi dovranno essere effettuati nelle giornate umide e piovose, o di notte quando si vuole elevare l'umidità relativa. Il ricambio dell'aria, messo in atto nelle giornate limpide e nelle ore pomeridiane, permette di ridurre l'umidità qualora fosse eccessiva. Bisogna perciò evitare che nel locale entri aria troppo fredda o calda quando invece si vuole assicurare uno stabile livello di umidità relativa. In questo caso l'operazione andrà perciò fatta o di notte o di giorno in relazione alla temperatura.

Per incrementare l'umidità relativa bisogna anche disporre nel locale di materiali che facilmente si impregnino d'acqua, che verrà poi ceduta all'ambiente. All'occorrenza possono venire impiegati il muschio, la segatura o la sabbia. Questi materiali vanno di tanto in tanto bagnati. Anche il pavimento dovrebbe essere costituito da materiale che sia facile da bagnare e impregnare con acqua nel caso che sia necessario innalzare l'umidità nell'ambiente. I locali devono essere attrezzati con scaffali, supporti per distribuire i prodotti, contenitori, in modo che sia reso facile il passaggio dell'aria nell'intento di assicurare il raffreddamento e l'eliminazione dei metaboliti gassosi. Numerose specie di frutta emettono dei prodotti odorosi volatili (es. etilene prodotto dalle mele) capaci di stimolare in misura sensibile la maturazione e il decadimento, non solo di se stesse, ma anche di altri vegetali, con esaltazione dei fenomeni di ingiallimento e di sovraturazione. Sarà bene pertanto disporre di almeno due locali in modo da depositare in uno la frutta caratterizzata dall'emissione di etilene e profumi, nell'altro quegli ortaggi sensibili alla precoce maturazione. In genere sono preferibili i locali piuttosto piccoli in modo che sia possibile collocare separatamente le diverse specie tra loro non compatibili.

Molti ortaggi, e in particolare quelli da foglia, dovrebbero essere parzialmente interrati in casset-

te, riempite con sabbia, ricoprendo parte della pianta con un foglio di polietilene per mantenere il più idratata possibile la parte aerea che altrimenti appassirebbe rapidamente.

Va anche precisato che non solo occorrono locali idonei e imballaggi appropriati, ma che entrambi andrebbero disinfettati almeno una volta all'anno. Gli imballaggi, le mensole e i supporti possono essere immersi in vasche contenenti un'abbondante quantità di acqua opportunamente arricchita con ipoclorito, in soluzione al 5%; vanno poi esposti al sole in modo che asciughino completamente. Le pareti e il pavimento vanno invece lavati, sempre con acqua e cloro e successivamente le pareti vanno imbiancate con latte di calce.

Infine bisogna evitare che tutti gli ortaggi da radice (per esempio, carote) così come i tuberi (per esempio, patata), nel corso della conservazione siano esposti alla luce in quanto ne verrebbe favorito il germogliamento; questo fenomeno non solo provoca uno scadimento della qualità, ma è causa di notevoli perdite di valore nutritivo. Nel caso specifico delle patate esposte alla luce viene favorito rinverdimento e la contemporanea formazione di un composto tossico, la "solanina", che rimane nel tubero anche dopo che è stata provocata la scomparsa del colore verde in seguito alla nuova sistemazione in ambiente buio.

#### *Conservazione in ambiente esterno*

Nelle località con un clima alquanto freddo, dove cioè la temperatura risulta sufficientemente bassa sin dall'inizio del periodo di conservazione, molti ortaggi, e in particolare quelli da radice, da tubero e alcuni da foglia, possono essere stoccati con ottimo successo all'aperto, direttamente in campo o in rifugi appositamente costruiti. Bisogna evitare che i prodotti siano colpiti da punte di temperatura eccessivamente basse, tali che possano provocare danni o che la massa si surriscaldi con le evidenti perdite che ne conseguirebbero. Occorre perciò predisporre adeguati materiali isolanti (paglia, foglie) che assicurino una costante uniformità della temperatura.

Un altro elemento di successo o insuccesso, nel caso di conservazione realizzata all'aperto, è rappresentato dalle condizioni di umidità. In genere deve essere evitata l'umidità eccessiva, predisponendo razionali drenaggi e mettendo in atto protezioni che evitino la bagnatura causata dalla pioggia dei prodotti conservati. Nel contempo i ripari devono essere approntati in modo che consentano un'adeguata ventilazione che elimini il calore prodotto dai vegetali in essi conservati. Tutto ciò permette di mantenerli nelle condizioni ideali.

Si possono così realizzare diversi sistemi di protezione, per esempio le radici possono essere interrate in trincee che vengono coperte con paglia e un film di polietilene fissato ai lati del solco. È possibile anche scavare una fossa, sistemare ai lati delle assi e in questo scavo ripiantare cardi, sedani, cavoli che andranno poi protetti con tavole, foglie secche, paglia e infine un film di polietilene per impedire alla pioggia di bagnare il tutto. Si possono costruire anche dei tunnel, in questo caso è indispensabile che il film non sia posto a contatto con l'ortaggio da conservare, ma ci sia un ampio volume d'aria: l'aria infatti esercita un'ottima azione isolante. Questo tipo di protezione è però efficace e valido solo nel caso che non si verifichino temperature eccessivamente basse.

#### *5.2.2 Congelazione/surgelazione*

Quando invece la temperatura adottata scende a livelli decisamente inferiori a 0°C, fatto che comporta la pressoché completa estinzione della vita dei prodotti e la trasformazione in ghiaccio dei succhi cellulari, si parla di *congelazione*.

Il metodo prende il nome di *surgelazione*, quando il completamento del processo avviene entro le quattro ore e il mantenimento dei prodotti, preparati in piccole unità e confezionati, avviene a una temperatura sempre inferiore a -18°C. Il congelamento, o meglio la surgelazione realizzata entro tempi brevissimi dalla raccolta, è il metodo che mantiene inalterata la qualità e provoca le minori perdite rispetto al prodotto fresco appena raccolto. La scelta della varietà più idonea è un aspetto assai importante da valutare con estrema attenzione quando si ricorre a questo metodo di conservazione. Occorre anche preoccuparsi di adottare, per certe specie orticole, opportuni trattamenti (scottatura in acqua bollente), così come è necessario preoccuparsi di confezionare per la fase di conservazione il prodotto in modo idoneo o attuare uno scongelamento secondo tecniche opportune affinché le prerogative organolettiche non vengano meno.

Si discute molto sulla differenza tra i termini "congelazione" e "surgelazione". In realtà si tratta di una divisione quasi artificiosa, in quanto i surgelati, come già accennato nell'elencazione dei metodi di conservazione, sono dei prodotti congelati secondo particolari modalità. La legge infatti definisce surgelati quei prodotti che sono stati congelati rapidamente, in un tempo inferiore alle quattro ore, mantenuti sempre a una temperatura inferiore a -18°C, venduti in confezioni, pertanto dove il produttore è identificabile con il nome, il marchio, la località di fabbricazione ecc. Nella pre-

parazione casalinga possiamo ritenere che tutti i prodotti siano congelati.

Naturalmente per assicurare la qualità di un prodotto congelato ed essere sicuri che questa venga mantenuta nel tempo dovranno essere rispettate certe norme prima, durante e dopo il congelamento, oltre a mettere in atto taluni accorgimenti, in verità assai semplici, in fase di preparazione del prodotto.

Le regole per una buona preparazione dei congelati possono essere riassunte nei seguenti punti:

- utilizzare materie prime di ottima qualità;
- lavorare prodotti freschissimi;
- preparare rapidamente i prodotti lavandoli, pulendoli e scartando le parti superflue;
- effettuare i pretrattamenti (scottatura, cottura), quando necessari;
- confezionare correttamente;
- congelare velocemente a temperatura bassissima;
- conservare a temperatura inferiore a  $-18^{\circ}\text{C}$ ;
- scongelare e cuocere in modo appropriato.

È consigliabile pertanto congelare il più rapidamente possibile gli ortaggi dopo la raccolta, utilizzando solo i prodotti prelevati allo stadio ottimale di maturazione o addirittura, nel caso di alcuni, a uno stadio leggermente arretrato di sviluppo perché solo così saranno teneri e di eccellenti caratteristiche organolettiche al momento del consumo.

I prodotti soggetti maggiormente alla perdita di colore o di consistenza nel corso della conservazione (perdite qualitative), vanno sottoposti a dei trattamenti preliminari. Questi trattamenti vanno effettuati immediatamente dopo avere lavato e pulito il prodotto e dopo averlo tagliato, se necessario, nelle dimensioni opportune. Per esempio, gli ortaggi possono cambiare facilmente di colore, più raramente di consistenza, pertanto prima della congelazione è necessario per molti di essi sottoporli al pretrattamento di scottatura, altrimenti si evidenzieranno questi aspetti negativi. Gli ortaggi alterati da marciumi o invasi da insetti o a uno stadio non ideale di maturazione vanno assolutamente eliminati.

La congelazione dei vegetali offre il grande vantaggio di mantenere inalterato il contenuto di vitamine, specialmente se l'operazione è fatta entro brevissimo tempo dalla raccolta; non solo, raccogliere gli ortaggi allo stadio di maturazione più idoneo permette di avere un prodotto dalle caratteristiche qualitative eccellenti per sapidità e profumo. Per una buona riuscita della congelazione, cioè per mantenere buone le caratteristiche qualitative del prodotto, è opportuno scegliere varietà appropriate e raccogliere a stadi di maturazione confacenti.

#### *Pretrattamenti per la congelazione*

Il processo di congelazione, come è stato detto, deve essere preceduto in molti casi da una serie di operazioni per rendere idoneo il prodotto, mantenere intatte le sue qualità e in definitiva migliorare la sua conservabilità. La congelazione deve così essere preceduta per molti ortaggi dal trattamento di scottatura o bollitura, detta in termine tecnico "blanching", che ha lo scopo di inattivare gli enzimi e di provocare un aumento della consistenza in seguito all'eliminazione dell'aria contenuta all'interno dei tessuti che è uno dei fattori di alterazione del prodotto. L'eliminazione dell'aria dai tessuti consente anche una riduzione di volume del prodotto e conseguentemente un maggiore riempimento degli imballaggi. La scottatura serve anche a ridurre la popolazione microbica presente e pertanto è un mezzo per assicurare una maggiore serbevolezza.

Non tutte le specie di ortaggi necessitano di questi trattamenti; l'operazione, infatti, in qualche caso è effettuata solo per facilitare la sbucciatura mentre in altri è indispensabile per evitare le modifiche di colore e di consistenza attraverso la inattivazione degli enzimi che causano l'inscurimento dei tessuti e la loro degradazione.

Per scottare bisogna preparare una capace pentola con 4-5 litri di acqua bollente; questa deve essere mantenuta in ebollizione attiva. Conviene aggiungere all'acqua 10 g di sale per litro, prima che vengano immersi gli ortaggi; il sale infatti riduce la possibilità di indesiderati scolorimenti. Si potrà allora immergere il prodotto nella quantità di 250-300 g per volta, racchiuso in una retina o in cestello di acciaio. L'acqua in pratica non deve mai cessare di bollire. Se l'acqua smette di bollire significa o che è stata immessa una quantità di prodotto eccessivo o che la fiamma è insufficiente. La stessa acqua può servire per effettuare diverse scottature, dopo di che va ripristinato il livello qualora si intenda continuare nell'operazione di scottatura.

Gli ortaggi, dopo la scottatura, vanno immersi in acqua ghiacciata, oppure posti in acqua corrente per una durata uguale a quella dell'ebollizione. In genere vanno asciugati su canovacci operando con la maggiore velocità possibile; in qualche caso si schiacciano per facilitare la fuoriuscita dell'acqua assorbita. Nel caso di qualche ortaggio che facilmente imbrunisce, è opportuno mettere in ogni litro d'acqua 20 o 30 g di acido ascorbico (vitamina C) o aggiungere 50 g di succo di limone, nell'intento di mantenere inalterato il colore.

#### *Congelamento*

A temperature inferiori a  $0^{\circ}\text{C}$  l'acqua passa dallo stato liquido a quello solido e in seguito a questa

modifica dello stato si ha un aumento di volume. Questo stesso fenomeno avviene anche per i succhi cellulari composti da acqua, zuccheri e altre sostanze organiche, ma a temperature decisamente inferiori a 0°C. Se il processo di congelamento è lento, oppure se la temperatura dopo la cristallizzazione rimane vicina a 0°C, prima congela l'acqua separandosi dalle altre sostanze in cristalli di dimensioni piuttosto grossi, in seguito, man mano che la temperatura si abbassa, congelano gli altri composti e i succhi. Tutto ciò provoca la rottura delle cellule, il laceramento dei tessuti, con conseguenze negative all'atto dello scongelamento, in quanto l'ortaggio perde i succhi. All'opposto, se il congelamento è avvenuto rapidamente, raggiungendo in breve bassissime temperature, si verifica il contemporaneo cambiamento di stato sia dell'acqua sia dei composti contenuti nei succhi cellulari, cosicché si ha la formazione di piccolissimi cristalli che non danneggiano i tessuti. Al momento del consumo la struttura del vegetale si mantiene intatta e presenta un'ottima consistenza. Il congelamento deve pertanto avvenire il più rapidamente possibile. Conviene quindi portare la gradazione del congelatore al massimo livello e preparare dei contenitori che abbiano uno spessore non superiore a 4-5 cm, nell'intento appunto di rendere più veloce il congelamento. Se il congelamento è avvenuto lentamente, la qualità del prodotto, al momento del consumo, è molto scadente. Nel congelatore le confezioni vanno sistemate prima sul fondo, poi lungo le pareti e infine andrà occupato lo spazio centrale in modo che la temperatura sia la più uniforme possibile. Da notare che un congelatore della capienza di 100 litri contiene al massimo 70 kg di prodotto.

#### *Contenitori*

I contenitori che possono essere utilizzati per la congelazione dei prodotti possono essere di vari materiali: cartoni impermeabilizzati, film plastici, plastica dura ecc.

È bene ricordare che tali materiali devono sempre essere garantiti dal fornitore come adatti a venire in contatto con alimenti, a norma di legge, ed è bene anche sapere se sono garantiti per essere sottoposti a basse temperature.

#### *Durata della conservazione*

Tutta la frutta come la verdura si conserva per 6-12 mesi e frequentemente anche di più, salvo eccezioni, mantenendo ottime caratteristiche qualitative a patto che la temperatura rimanga sempre sotto i -18°C. Durante la conservazione è pertanto bene che la temperatura non si innalzi verso

0°C perché, se i microrganismi sono completamente inattivi, gli enzimi continuano, anche a bassissime temperature, a provocare il deterioramento del sapore, del colore e della consistenza. Queste denaturazioni vengono constatate anche se sono stati messi in atto i pretrattamenti di scottatura o è stato aggiunto zucchero. Esiste infatti una legge fisica indicata convenzionalmente come "effetto tempo/temperatura" sulla qualità: quanto più è bassa la temperatura, tanto più prolungata è la durata alla quale il prodotto mantiene inalterate le proprie prerogative qualitative. Qualora la temperatura si avvicini a 0°C, ma è sufficiente l'intervallo tra i -12 e i -2°C, avviene una netta modificazione dello stato cristallino dei succhi cellulari congelati; questi si aggregano diventando voluminosi e di conseguenza provocano la rottura delle pareti cellulari. Ne deriva che allo scongelamento il prodotto perde succo e non ha più la primitiva consistenza. Questa constatazione suggerisce di evitare oscillazioni di temperatura durante la conservazione perché i grossi cristalli non si disaggregano più. Nel caso che si verificano degli scongelamenti per mancanza di energia elettrica evitate di ricongelare, ma consumate immediatamente o preparate piatti pronti o confetture o gelati. Solo la carne può essere ricongelata senza troppi inconvenienti.

#### *Scongelamento*

È questa una fase delicata dell'utilizzazione che condiziona in molti casi la qualità del prodotto all'atto del consumo. In linea generale la frutta deve essere scongelata immediatamente prima di portarla in tavola, in modo che sia leggermente fredda quando viene consumata. L'operazione dello scongelamento deve essere fatta a temperatura moderata. Per la frutta l'ideale è depositare i prodotti nel frigorifero, dopo averli tolti dal contenitore e averli messi in una ciotola. La durata dello scongelamento in frigorifero si protrae per oltre sei ore e anche più se i frutti sono grossi. Molte specie "collassano" e diventano eccessivamente molli quando vengono scongelate rapidamente oppure hanno raggiunto la temperatura ambiente.

Gli ortaggi in genere, e specialmente quelli di piccole dimensioni, vanno cotti buttandoli direttamente nell'acqua bollente ancora congelati. Non usate troppa acqua: il prodotto di un sacchetto da 1/2 kg dovrebbe cuocere in 300 g di acqua salata o poco più. Si può anche mettere il sacchetto nell'acqua bollente; quando l'acqua riprende a bollire, toglietelo, aprite il sacchetto e mettete il prodotto nel recipiente di cottura con il condimento.

Possano essere congelati anche molti piatti pronti, cioè già cotti.

Lo scongelamento e il riscaldamento dei cibi può essere effettuato nel forno a microonde fissando la potenza di erogazione dell'apparato radiante al livello appositamente indicato. I tempi variano con lo spessore e la ricchezza di acqua dei cibi, pertanto solo l'esperienza può suggerire la durata, che in ogni caso è brevissima e molto inferiore a quella che si constatarebbe utilizzando un forno tradizionale.

### 5.2.3 La conservazione mediante il calore. La sterilizzazione

La conservazione per tempi molto lunghi dei prodotti vegetali implica necessariamente la distruzione dei microrganismi dannosi (muffe, lieviti, batteri) che ne provocano l'alterazione e quella dei batteri patogeni (sia in forma vegetativa che sporulata). Tali organismi sono sempre presenti nell'aria, nell'acqua e nel terreno e perciò inquinano facilmente tutti i prodotti. Il mezzo più sicuro per ottenere la distruzione dei microrganismi dannosi consiste nel sottoporre alla sterilizzazione i prodotti, ossia nel ricorrere all'impiego dell'alta temperatura (uguale o superiore ai 100°C) capace di uccidere ogni organismo vivente. È indispensabile inoltre ricorrere alle alte temperature per inattivare tutti i "fattori di denaturazione" provocati dagli enzimi che sono causa di indesiderabili modificazioni del prodotto nel corso del tempo, come cambiamenti del colore, del sapore e della consistenza. Con questa metodologia si ottiene la vera "conserva".

#### *Idoneità dei prodotti*

I vegetali da destinare alla conservazione mediante il calore si possono dividere in due grandi categorie: quelli molto acidi e quelli poco acidi. Questi ultimi si alterano molto più facilmente se non sono stati sottoposti all'azione di temperature molto elevate per tempi sufficientemente lunghi. Quanto più è bassa l'acidità del vegetale, tanto minore, a parità di temperatura, è la durata della sterilizzazione e la possibilità che subentrino alterazioni.

La sterilizzazione riesce facilmente a operare la distruzione degli enzimi e dei batteri nei prodotti più acidi, infatti può essere fatta anche mediante semplice bollitura ricordando che ogni prodotto richiede che la coppia tempo/temperatura dell'operazione sia diversa in relazione alle caratteristiche costitutive. Naturalmente anche le dimensioni del contenitore hanno molta importanza perché la temperatura minima necessaria deve essere raggiunta e mantenuta per i tempi prefissati nelle posi-

zioni più interne del recipiente, cioè nei punti in cui il calore penetra con più difficoltà e lentezza.

#### *Preparazione*

I prodotti da conservare devono essere innanzitutto freschissimi e vanno manipolati con molta attenzione se si vogliono mantenere integre le loro qualità alimentari. Difatti dopo diversi giorni dalla raccolta i vegetali sottoposti alle manipolazioni e al trasporto tendono ad appassire e intervengono trasformazioni più o meno nocive che alterano il loro valore alimentare. Un'altra avvertenza per mantenere intatte le prerogative dei prodotti da sterilizzare consiste nel pulire, lavare, tagliare solo la quantità di cui è possibile provvedere immediatamente alla sistemazione, quel tanto che si può mettere contemporaneamente in un vaso, evitando di lasciare i prodotti, preparati a pezzi, all'aria.

Per ottenere buoni prodotti conservati devono essere rispettate alcune regole che sono sintetizzate nei seguenti punti;

- raccogliere i prodotti al giusto grado di maturazione;
- prepararli per la conservazione quando sono freschissimi;
- eliminare le parti non commestibili o lesionate;
- lavarli accuratamente in acqua corrente, evitando di tenerli immersi anche per breve tempo nell'acqua a meno che ciò non sia indispensabile per accelerare l'eliminazione della terra;
- togliere la buccia e le radici solo immediatamente prima della cottura o della sistemazione nei vasi;
- procedere rapidamente al taglio in pezzi o alla macinazione o all'estrazione del succo;
- i prodotti orticoli, in attesa di essere sistemati nei recipienti, dopo essere stati puliti e tagliati, per impedire che cambino colore o scuriscano possono essere immersi in acqua acidulata con aceto.

I procedimenti di conservazione devono essere perciò iniziati nel più breve tempo possibile dopo la raccolta scegliendo ortaggi giovani, teneri e sani. È bene inoltre dividere gli ortaggi in base alla dimensione e al grado di maturazione, in modo che il prodotto finale risulti più uniforme per consistenza e qualità.

#### *I recipienti*

Se il contenitore rimane integro le conserve vegetali possono essere conservate a temperatura ambiente anche per lunghissimo tempo (anni). Da qui l'importanza fondamentale di scegliere il contenitore più adatto al prodotto finito che si vuole ottenere al fine di impedire la comparsa di difetti e alterazioni. In commercio ne esistono di innumere-

voli tipi e di vari materiali (vetro, banda stagnata, materie plastiche). Il produttore deve valutare almeno tre elementi fondamentali:

- che siano prodotti con materiali idonei al contatto con gli alimenti;
- che siano adatti a sopportare le temperature dei trattamenti termici a cui possono essere sottoposti;
- il grado di permeabilità all'aria.

Questi parametri devono pertanto essere richiesti al fornitore del materiale da confezionamento.

#### *Riempimento dei recipienti*

I prodotti non vanno eccessivamente compressi nei vasi; taluni infatti, come i piselli, i fagioli il mais o le fave, aumentano addirittura di volume durante la sterilizzazione. I vasi vanno perciò riempiti fino a 1 o 2 centimetri dall'orlo. Il prodotto va coperto con un "liquido di governo" che può essere dell'acqua salata o dell'aceto; i prodotti scoperti cambiano di colore e si alterano più facilmente. In qualche caso conviene sistemare una reticella in plastica per impedire che il prodotto affiori. Il liquido di governo deve rimanere sempre a mezzo centimetro dall'orlo in modo che l'aumento di volume conseguente al riscaldamento non provochi una sovrappressione nel vaso stesso.

I vasi che si utilizzano sono in genere da 1/2 litro o da 1 litro. Il liquido di governo, cioè l'acqua salata o l'aceto, necessario per riempire un vaso da 1 litro varia da 150 a 350 g. Le oscillazioni di prodotto e di liquido dipendono dalle dimensioni del vegetale e dei pezzi preparati, dal grado di maturità che influisce sul peso, ma anche dalle modalità di preparazione; si può infatti fare ricorso alla conservazione di prodotto fresco o di prodotto in precedenza bollito. Si parlerà allora di "riempimento dei vasi con prodotto crudo" e "riempimento dei vasi con prodotto scottato o preriscaldato".

#### *Riempimento dei vasi con prodotto crudo*

Adottando il sistema di preparazione che ricorre direttamente al prodotto fresco si procede nel modo seguente: l'ortaggio viene pulito, fatto a pezzi delle dimensioni volute e sistemato nel vaso comprimendolo alquanto. Si aggiunge acqua bollente o acqua acidulata fino a coprire il prodotto e a completare il riempimento del vaso. Il sistema è sbrigativo e rapido, ma nel prodotto rimane dell'aria per cui è difficile sistemare gli ortaggi in modo appropriato e si perde una notevole parte del volume. Inoltre qualità, colore e consistenza del prodotto conservato sono inferiori a quelle del prodotto sottoposto a preventiva cottura o scottatura.

#### *Riempimento dei vasi con prodotto scottato*

Quando si adotta la precottura o scottatura si procede in questo modo: l'ortaggio va pulito, fatto a pezzi secondo le dimensioni volute e fatto bollire in acqua addizionata di aceto, nella quantità indicativa di 300 g per litro; la quantità di sale che verrà aggiunta sarà diversa in relazione alle caratteristiche dell'ortaggio.

Il colore delle verdure rimane più intenso e brillante quando la cottura viene effettuata immergendole in acqua bollente e mantenendole coperte con l'acqua durante tutta l'operazione. È bene che la pentola non venga chiusa con il coperchio. Ogni verdura va cotta separatamente in piccole quantità per essere sicuri che l'acqua rimanga in ebollizione attiva per tutto il tempo e che la durata dell'operazione rispetti i tempi previsti. Quando i prodotti sono ancora caldi vanno sistemati nel vaso senza comprimerli eccessivamente; si versa poi nel vaso una parte del liquido in cui erano stati fatti bollire in modo da coprirli. Il liquido deve coprire interamente il prodotto altrimenti la parte che rimane esposta cambia di colore.

#### *Sterilizzazione*

Vi sono tre modalità per realizzare la sterilizzazione: in pentola aperta, in pentola a pressione e in autoclave. In tutti i casi tempi e temperature variano a seconda del metodo adottato e delle dimensioni del vaso, oltre che, come è già stato detto, dell'acidità dei prodotti. Ricordiamo pertanto che ogni trattamento di sterilizzazione per essere considerato sicuro e quindi garantire un prodotto finito non pericoloso per la salute del consumatore, deve essere validato.

Nel capitolo 4 "La tecnologia delle conserve vegetali" abbiamo visto come validare il processo termico ossia come verificare, in modo oggettivo, che l'effetto sterilizzante sia stato raggiunto con gli adeguati margini di sicurezza. Troppe sono le variabili (tipo e composizione della materia prima, pretrattamenti, tipo di contenitore e quantitativo di prodotto inserito, impianto utilizzato ecc.) per affidarsi alla "ricetta della nonna".

#### *Sterilizzazione in pentola aperta*

Il fondo della pentola dovrebbe essere di rame in modo da avere una temperatura uniforme in ogni suo punto. Per garantire una buona sterilizzazione è necessario mettere in atto alcuni accorgimenti: disporre nella pentola una reticella, meglio se tenuta sollevata da bastoncini di legno o da un supporto tipo quelli che servono a sostenere i ferri da stiro, oppure sistemare sul fondo uno



straccio sul quale si appoggeranno i vasi e le bottiglie. I recipienti possono essere inseriti in un cestello in modo che non siano a contatto del fondo e si possano poi estrarre rapidamente tutti insieme. I contenitori devono essere interamente ricoperti con acqua, che andrà portata il più rapidamente possibile all'ebollizione. Il bordo della pentola dovrà superare di almeno 2-3 cm il pelo dell'acqua. Se durante l'ebollizione l'acqua dovesse calare e non coprire più interamente i vasi, aggiungere nuova acqua bollente per evitare l'interruzione dell'ebollizione. Con questo metodo i tempi della sterilizzazione sono lunghi e la certezza della riuscita non è assoluta, specialmente per i vegetali a pH alto.

#### *Sterilizzazione in pentola a pressione*

Dopo aver sistemato i vasi sul fondo della pentola, si versa tanta acqua da coprirli; quindi si chiude il coperchio, mantenendo però aperta la valvola. Acceso il fuoco si devono attendere diversi minuti, fino a quando inizia a uscire il vapore. A questo punto si chiude la valvola e i tempi di sterilizzazione vanno calcolati da tale momento. Tolta la pentola dal fuoco occorre lasciare raffreddare per almeno trenta minuti se i vasi sono da 500 g e per quarantacinque minuti se sono da 1 kg prima di aprire la pentola. Se all'interno vi fosse ancora della pressione è facile provocare la rottura dei vasi. Per evitare che nel corso della bollitura i recipienti si tocchino, possono essere sistemati degli spessori in legno o, al limite, basta fare un paio di giri con una corda intorno a ogni vaso.

La temperatura sopra i 100°C deve penetrare fino al centro del recipiente, perciò i tempi di sterilizzazione previsti sono diversi per i vasi da 1/2 litro e da 1 litro. I tempi variano anche in funzione di altri fattori come: il tipo di prodotto, le dimensioni dei pezzi, la loro consistenza, l'aver o meno attuato la scottatura. Anche l'altitudine della località ove si opera influenza i tempi di sterilizzazione.

Dopo la bollitura i vasi vanno asciugati, verificando che il coperchio sia ben chiuso. Se il coperchio dovesse aprirsi con molta facilità vuol dire che la chiusura non è stata effettuata in modo corretto. In questo caso, se si teme di non aver realizzato una perfetta sterilizzazione, si potrà, senza paura di eccessivi danni alla qualità del prodotto, effettuare una seconda bollitura, adottando tempi uguali a quelli precedentemente indicati e operando secondo tutte le buone norme prima elencate.

I vasi si depositano tenendoli separati uno dall'altro in modo che non si tocchino, eventualmente usando dei fogli di carta. La confezione va siste-

mata in un luogo fresco e buio sino al momento del consumo.

La sterilizzazione, ricordiamo, provoca la distruzione dei batteri ma, se non è stata realizzata per tempi sufficientemente lunghi, le muffe, i lieviti e i batteri, e in special modo il temutissimo batterio *Clostridium botulinum*, possono inquinare i prodotti e causare gravissime intossicazioni al consumatore fino a provocarne la morte. Prima di aprire i vasi è perciò opportuno osservare se si sono verificate delle fermentazioni. L'inconveniente si evidenzia con l'intorpidimento del liquido, la formazione di bollicine di gas, il rigonfiamento del coperchio di metallo. Mentre si apre il vaso è indispensabile osservare che non si avvertano sibili o si sprigionino odori anormali, nel quale caso i vasi vanno inesorabilmente scartati con tutto il loro prodotto. Vi sono però dei tipi di *Clostridium botulinum* che non determinano alterazioni visibili od organolettiche del prodotto.

Quando si hanno dei dubbi sull'integrità delle conserve vegetali, anche se queste sono state fatte con ortaggi del tipo molto acido, far bollire per almeno quindici minuti il prodotto prima di consumarlo perché questo trattamento permette di distruggere le tossine emesse dai microrganismi inquinanti eventualmente presenti.

#### *Sterilizzazione in autoclave*

L'uso di un autoclave è certamente la tecnica più sicura per condurre correttamente una sterilizzazione. I metodi descritti precedentemente sono piuttosto empirici; la sterilizzazione condotta con un'autoclave, al contrario, permette di sfruttare a pieno i vantaggi di un impianto tecnologico che fornisce maggiori condizioni di sicurezza igienico-sanitaria del trattamento termico con esso condotto.

Sul mercato sono presenti autoclavi delle più svariate tipologie, dimensioni e, ovviamente, costi. È possibile quindi trovare l'impianto più adatto alle esigenze aziendali. Si va dalle autoclavi industriali, che possono processare centinaia di confezioni per ciclo di lavoro, a quelle che possono contenere 20-30 barattoli e quindi adatte anche a lavorazioni artigianali se non addirittura familiari. L'autoclave è comunque dotata di un sistema più o meno complesso per l'impostazione dei parametri di processo che, ricordiamo, devono essere stati validati.

Per quanto riguarda i sistemi di controllo anche qui possono essere diversi (da registratori automatici informatizzati, a registratori su supporto cartaceo o magnetico). Le autoclavi più semplici possono non avere sistemi di registrazione del processo

ma sono comunque dotate di sistemi di allarme che avvertono se per qualche ragione il trattamento termico non dovesse essere stato condotto correttamente. L'uso di un autoclave per il processo di sterilizzazione conferisce pertanto maggiori sicurezze e un livello di professionalità più alto al produttore. Da non dimenticare poi che, impostando diversamente i parametri del trattamento, con lo stesso impianto è possibile effettuare anche semplici pastorizzazioni, quando il prodotto lo permetta.

#### *Frutta sciropata*

Possono essere destinate a questa utilizzazione le albicocche, le amarene, le ciliegie, le mele, le nettarine, le pere, le pesche, le prugne.

La preparazione della frutta sciropata prevede la sistemazione dei frutti completamente maturi, ma ancora sodi, nei vasi dove vanno accuratamente disposti fino a mezzo centimetro dall'orlo. Alcuni preferiscono sbucciare i frutti, altri dividerli a metà o in pezzi di uguali dimensioni, nel qual caso vengono anche snocciolati. Per sbucciare facilmente la frutta conviene buttarla in acqua bollente per pochi minuti. Nei vasi si versa lo sciroppo caldo che deve non solo coprire la frutta ma arrivare a pochi millimetri dall'orlo del recipiente. In genere viene utilizzato uno sciroppo leggero, ma nel caso di frutta poco zuccherina o non completamente matura si può ricorrere alla preparazione di sciroppi di media densità. Questi prodotti possono essere non sottoposti a sterilizzazione ma a semplice pastorizzazione solo se si è sicuri che il loro pH sia e si mantenga a valori inferiori a 4,6.

#### *Confetture e marmellate*

Mediante la cottura della frutta con lo zucchero, aggiunto in proporzioni molto diverse, si ottiene la condensazione della massa e la possibilità di conservare a lungo il prodotto ottenuto.

Diversa frutta si presta molto bene alla preparazione delle confetture (si ricorda che le marmellate a norma di legge, sono solo quelle a base di agrumi), ottenendo un prodotto di ottima qualità. Le modalità di preparazione possono essere assai differenti in quanto la frutta può essere a pezzi oppure macinata e passata al setaccio o tritata.

Le quantità di zucchero che si aggiungono sono quanto mai diverse sia in relazione al tipo di frutta, sia al gusto personale. La preparazione infatti prevede la semplice cottura con l'aggiunta di una notevole quantità di zucchero cosicché l'elevata concentrazione impedisce lo sviluppo dei microrganismi e la denaturazione del prodotto (il valore di acqua libera che deve essere raggiunto per controllare lo svi-

luppo microbico deve essere inferiore a 0,98. In media confetture e marmellate hanno una acidità che è inferiore a 4,6 per l'acidità stessa della frutta utilizzata o per l'aggiunta di sostanze acide (per esempio, succo di limone). A questi livelli di acidità e  $a_w$  questi prodotti, una volta versati nei vasetti, possono essere sottoposti a una semplice pastorizzazione, purché si abbia sempre la sicurezza che i livelli di sicurezza di pH e  $a_w$  siano raggiunti.

Quando si vuol preparare confetture meno ricche di zucchero, cotte per breve tempo, è consigliabile aggiungere della pectina per rendere più consistente la confettura ottenuta. La pectina è un prodotto largamente presente in natura in molti frutti. Per esempio la buccia delle arance ne è particolarmente ricca, così come è abbondante nelle mele e nella cotogna. Chimicamente la pectina appartiene al medesimo gruppo degli zuccheri, ma manca totalmente di potere dolcificante. Industrialmente si provvede a estrarla proprio dalla frutta e dopo la purificazione e l'essiccazione essa si presenta come una polvere bianca, che si può acquistare in farmacia o in drogheria. Quando viene a contatto con l'acqua o con un liquido forma una massa molle capace di conferire una particolare consistenza ai prodotti. Viene quindi frequentemente addizionata alle confetture e alle gelatine per conferire una maggiore consistenza al prodotto senza dover procedere a lunghe cotture.

Quando si intende usare la pectina bisogna portare la frutta a ebollizione, dopo aver aggiunto lo zucchero, mescolando vivacemente per romperla. Raggiunto un minimo di consistenza si versa la pectina, in genere 50 g per 1 kg di frutta, e si lascia cuocere ancora per un paio di minuti, poi si mette la confettura nei vasi. Se l'ebollizione prosegue per troppo tempo, la confettura diventa dura e perde qualsiasi profumo e sapore. Se la cottura avviene in pentola è bene che questa sia di forma larga e bassa, con fondo pesante perché è meno facile che la confettura si attacchi. La cottura, nella prima fase, prevede l'evaporazione dell'acqua, pertanto il fuoco deve essere vivace e basta mescolare di tanto in tanto; nella seconda fase, quando la massa diviene densa, bisogna ridurre il fuoco e mescolare molto più frequentemente. La durata della cottura in genere si aggira su una o due ore, ma può prolungarsi abbondantemente nel caso di frutti particolarmente acquosi. Eventualmente la cottura può essere divisa in due tempi: in un primo tempo si cuoce la frutta per facilitare la rottura e rendere più facile la macinazione o il passaggio al setaccio, in un secondo tempo la si cuoce con lo zucchero.

Per individuare se la confettura è sufficientemente consistente e abbastanza cotta si procede nel seguente modo: un primo metodo prevede di lasciare cadere la confettura da un cucchiaino: se scende come un filo continuo la composta non ha raggiunto la necessaria consistenza; se invece cadono gocce separate la cottura è sufficiente. Un altro modo di valutazione dell'idonea durata della cottura è quello di raccogliere una goccia dalla pentola e di lasciarla cadere su un piattino tenuto inclinato; se si coagula rapidamente, senza scivolare, allora la confettura è pronta e va versata nei vasi.

Anche per questi prodotti è fondamentale la tenuta delle capsule; l'ingresso di aria nel vasetto potrebbe provocare lo sviluppo di muffe con la conseguente degradazione del prodotto. Specialmente le confetture preparate con poco zucchero debbono essere mantenute in frigorifero dopo l'apertura del recipiente e l'inizio del consumo, per evitare la formazione di muffa. Quando sulla superficie di una confettura si forma della muffa non basta asportarla, ma bisogna eliminare anche uno strato sufficientemente alto di prodotto, in quanto le muffe si spingono in profondità formando frequentemente delle tossine alquanto dannose per il consumatore.

Le confetture possono presentare dei difetti: quando si presentano troppo dure i tempi di cottura sono stati troppo prolungati oppure la quantità di zucchero aggiunta è stata eccessiva. Quando sul fondo della pentola il prodotto si è attaccato e carbonizzato, la confettura assume un sapore sgradevole.

#### *Le gelatine*

La preparazione della gelatina è leggermente più complessa di quella della confettura. La gelatina è un prodotto preparato con il succo di frutta piuttosto acido, addizionato di pectina, di zucchero e reso solido mediante cottura. Si presenta come un composto trasparente e che mantiene la forma del contenitore quando viene da esso estratto.

Si possono preparare diversi tipi di gelatine: quelle che in inglese sono dette *marmalade* sono gelatine tendenzialmente molli contenenti piccoli pezzi di frutta e di buccia (tipica è quella di arance); quelle denominate *preserves* sono invece formate da un succo gelatinoso con grossi pezzi di frutta. In realtà sono preparazioni simili tra loro. In ogni caso bisogna prestare sempre molta attenzione nella preparazione, specialmente delle *preserves*, per raggiungere risultati soddisfacenti.

#### *Succhi, passate, puree o cremogenati di verdura e frutta*

I succhi freschi di verdura e frutta possono essere preparati rapidamente con i prodotti dell'orto e del frutteto. Numerose ditte di elettrodomestici hanno posto sul mercato centrifughe e frullatori che permettono di ottenere succhi e puree. Con il primo elettrodomestico si prepara un succo limpido da consumare tal quale, da diluire con il latte o da concentrare per preparare gli sciroppi. Con i frullatori, così come con i passaverdure, si ottiene una spessa purea con la quale si preparano delle passate che possono essere consumate direttamente o utilizzate diluite con acqua.

La verdura o la frutta va sempre pulita eliminando le parti lesionate e non commestibili, lavata senza però lasciarla a lungo a bagno nell'acqua perché alcuni sali minerali molto solubili potrebbero perdersi in larga misura.

Il succo o la passata vanno versati in bottigliette di vetro che si possono chiudere ermeticamente, mai in recipienti di metallo. Quando si preparano le passate o le puree la quantità ottenuta è praticamente uguale al peso del vegetale; mentre quando si estrae il succo le quantità ottenibili possono essere molto diverse in funzione della succosità e dello stato di maturazione: nel caso della verdura, data la maggiore presenza di fibre, il succo ottenibile da 1 kg varia da 400 a 600 cc. Per rendere più gradevole il succo e la purea si può aggiungere dello zucchero in misura variabile secondo i propri gusti. Per impedire che il prodotto cambi di colore nell'attesa di versarlo nelle bottiglie conviene aggiungere da 15 a 40 g di succo di limone per ogni litro.

Le bottiglie andranno riempite fin quasi all'orlo e chiuse con un tappo a corona, mediante apposite macchinette. Occorre ora iniziare la sterilizzazione disponendo le bottiglie in una grossa pentola dove devono risultare completamente coperte con l'acqua. Il tempo di bollitura è variabile a seconda delle dimensioni delle bottiglie, indicativamente si va da 15 a 20 minuti. Conviene lasciar raffreddare le bottiglie nell'acqua stessa, dopodiché, una volta asciugate, su ciascuna di esse si incolla un'etichetta con le indicazioni di legge.

Se questi prodotti non vengono sterilizzati ma semplicemente pastorizzati si ottiene una "semi-conserva" che ha minori garanzie igieniche e minor tempo di durata che è necessario conservare a temperature controllate.

#### 5.2.4 La conservazione sottolio, sotto aceto, sotto sale, sotto alcol

Come più volte ricordato i prodotti orticoli nel corso della conservazione risultano inattaccabili da parte delle muffe quando viene loro fornito un ambiente sfavorevole ai microrganismi. Tale risultato viene in un certo senso garantito dalla sterilizzazione, ma per taluni ortaggi lo si può raggiungere anche con la sola aggiunta di una soluzione di aceto o di sale; entrambi, alle giuste concentrazioni, sono in grado di rendere inospitale l'ambiente per la vita dei microrganismi che possono recare grave danno alla commestibilità. Qualora invece non si proceda razionalmente in modo tale che le dosi di detti composti siano sufficienti a inibire lo sviluppo dei microrganismi dannosi sono possibili alterazioni come l'ammuffimento e la fermentazione. La prima si manifesta in superficie con una patina di muffa, mentre la fermentazione si evidenzia con bollicine di gas ed è quasi sempre accompagnata dalla comparsa di sapori e odori sgradevoli o dalla modificazione del colore.

##### *La conservazione sottolio*

La sistemazione sottolio non è altro che un mezzo per rendere più gradevole il sapore dell'ortaggio all'atto del consumo, ma non deve intendersi anche come mezzo di conservazione. La diretta preparazione nell'olio di molti prodotti orticoli (pomodori, melanzane, peperoni, cavolfiori, cipolle ecc.) non assicura affatto la conservazione nel tempo. La sistemazione degli ortaggi sottolio deve essere pertanto preceduta da trattamenti in grado di inibire lo sviluppo batterico (scottatura in aceto, essiccazione) e seguita dalla sterilizzazione, per assicurarsi l'eliminazione delle forme sporigene (*Clostridium botulinum* in particolare) e degli enzimi, secondo la coppia tempo/temperatura dettata dalle singole ricette di conservazione. Oltretutto un energico trattamento termico permette anche di garantire la lunga conservabilità del prodotto (si rimanda pertanto al paragrafo della sterilizzazione). Questo metodo di conservazione determina pertanto anche una trasformazione del prodotto.

##### *La conservazione sotto aceto*

Numerosi ortaggi si prestano alla conservazione in aceto in quanto il sapore acidulo li rende gradevoli come gusto e idonei ad accompagnare molti cibi. La concentrazione dell'acido acetico, perché agisca come inibente dei microrganismi, deve superare il 3,5% nel prodotto conservato, perciò, utilizzando dell'aceto di sei gradi o, come si suole anche dire, con il 6% di acidità, basta unire 120 g

di aceto a 100 g di ortaggi se questi sono poco acquosi, mentre sono necessari 140-150 g di aceto nel caso di ortaggi molto ricchi di acqua (questi quantitativi sono puramente indicativi). Se questo è l'unico mezzo che viene adottato per impedire lo sviluppo batterico è fondamentale ricordare che l'acidità del prodotto deve essere inferiore a pH 4,5 per essere sicuri di bloccare lo sviluppo del *Clostridium botulinum*. Tale valore diviene un punto critico di controllo per questi tipi di produzioni e ciò rende necessario effettuare con certezza la misurazione del pH del prodotto (la misurazione deve essere effettuata sul prodotto). La misurazione, oltre che al momento della preparazione, deve essere fatta anche dopo un certo periodo di tempo per essere sicuri che non vi sia stata diluizione da parte dei succhi vegetali e che il pH non si sia innalzato a livelli non sicuri.

Quando si è sicuri sopra ogni dubbio di aver ottenuto tali valori di pH e di mantenerli nel tempo, è possibile non sottoporre a sterilizzazione il prodotto.

I vegetali in genere sono ricchissimi di acqua in quanto questo elemento raggiunge e supera il 90% del peso cosicché, quando sono immersi nell'aceto, una parte dell'acqua di cui sono costituiti per un processo di osmosi fuoriesce dal prodotto e diluisce la concentrazione dell'aceto che può diminuire il livello di acidità, in modo tale da risultare insufficiente per una buona conservazione, come detto sopra. Ecco spiegata la ragione per cui bisogna utilizzare una quantità di aceto superiore al peso del prodotto da conservare e in dose tanto più alta quanto più acquoso è l'ortaggio. L'elevata quantità di aceto può rendere eccessivamente pungente il sapore del prodotto. Per ridurre il gusto acido si può unire qualche grammo di zucchero o di succo di limone, oppure di sale da cucina, con lo scopo anche di rendere più efficace l'azione conservante dell'aceto. La durata dei sottaceti supera abbondantemente l'anno, dopo di che si nota una lenta progressiva degradazione delle qualità organolettiche. Dopo l'apertura del vaso è consigliabile consumare il prodotto entro breve tempo per evitare alterazioni o tenere i barattoli in frigorifero in modo che la bassa temperatura concorra a evitare l'attacco dei microrganismi.

Per la preparazione degli ortaggi si devono utilizzare prodotti freschi, raccolti a idonea maturazione. Bisogna innanzitutto lavare ed esaminare attentamente i prodotti scartando quelli guasti, quelli eccessivamente acerbi, quelli troppo maturi e dando la preferenza a quelli sodi, turgidi e freschi. Conviene anche suddividere gli ortaggi in gruppi di

uguali dimensioni in modo che i tempi di cottura e di macerazione siano uguali; non vanno lasciati immersi nell'acqua, a meno che della terra non incrosti la superficie, ma vanno lavati rapidamente in acqua corrente per allontanare sudiciume, terra, antiparassitari. I frutti vanno poi preparati in modo da eliminare le parti non commestibili quali i peduncoli, le foglie superflue, le radici ecc.

Particolare attenzione deve essere prestata ai recipienti e agli attrezzi da utilizzare per la preparazione e per la conservazione. Le pentole devono essere in acciaio inossidabile; vanno evitati i recipienti smaltati in quanto frequentemente la loro superficie non è integra, così come quelli in ferro, o alluminio, o rame perché l'acidità dell'aceto porta in soluzione tali sostanze che risultano dannose al sapore e al colore. Gli attrezzi devono essere in acciaio o in plastica. Quanto ai vasi in vetro per le conserve devono essere pulitissimi, intatti e avere un tappo a vite o delle guarnizioni in gomma che assicurino un'eccellente chiusura. È preferibile utilizzare i vasi con doppio coperchio, rammentando che quello piatto interno deve essere sempre nuovo. I vasi con il fermaglio in ferro e guarnizione in gomma non sempre chiudono a dovere la bocca del vaso; la gomma deve essere morbida, nuova, inoltre conviene immergerla in acqua bollente per alcuni minuti prima di sistemarla sui vasi.

È sempre bene utilizzare un buon aceto di sei gradi preferibilmente bianco in quanto il colore dei sottaceti ottenuti rimane più naturale e non si avvertono imbrunimenti come quando si usa l'aceto rosso. Può essere utilizzato anche l'aceto di mele che è molto aromatico.

I vegetali possono essere utilizzati direttamente per preparare i sottaceti; più frequentemente conviene far precedere una breve scottatura. Essa riduce la consistenza, distrugge una parte della flora microbica e inattiva gli enzimi, così durante la conservazione si evitano il rammollimento e le modificazioni del colore. I tempi di scottatura in acqua salata (20 g di sale per litro) o in acqua acidulata con limone o aceto (50 g per litro) sono limitati a pochi minuti. L'acqua è bene che sia poco dura, cioè caratterizzata da basse quantità di minerali. I vegetali vanno immersi nell'acqua che deve rimanere in forte ebollizione per tutto il tempo dell'operazione; avvenuta la scottatura, si asciugano su un canovaccio e infine si sistemano nei vasi. Quando nella preparazione si ricorre a un aceto di bassa concentrazione per non avere prodotti pungenti, allo scopo di evitare successive alterazioni è indispensabile procedere a un trattamento termico più o meno prolungato, in modo da assicurare la distru-

zione dei microrganismi. Si fanno così bollire i prodotti per alcuni minuti nell'aceto stesso. Non bisogna utilizzare il medesimo aceto in cui è stata effettuata la scottatura degli ortaggi per la successiva conservazione in quanto con la bollitura l'acido acetico evapora e inoltre la soluzione acidulata viene diluita dai succhi vegetali che vengono perduti durante la bollitura.

I vasi possono essere riempiti sia con aceto freddo che con aceto bollente. Nel primo caso può essere conveniente sostituire l'aceto dopo un certo periodo affinché il prodotto si impregni di una quantità di acido acetico sufficiente a impedire la putrefazione. Più sicura è la conservazione realizzata versando l'aceto caldo sul prodotto perché provoca una certa distruzione dei microrganismi presenti. Quando si usa aceto caldo conviene limitare il tempo dell'ebollizione al minimo indispensabile perché si volatilizzano sia l'acido acetico, sia gli aromi; in genere basta scaldarlo a 50-60°C.

Quando si riempiono i vasi con ortaggi caldi è opportuno che anche i recipienti siano stati fatti precedentemente scaldare in acqua, meglio se sterilizzati. In questo caso i vasi vanno riempiti completamente in quanto durante il raffreddamento avviene una certa diminuzione di volume del liquido e del prodotto. Per una buona conservazione la quantità d'aria nel recipiente deve essere ridotta al minimo.

#### *La conservazione sotto sale*

La caratteristica principale delle verdure preparate con questo metodo è quella di risultare al momento del consumo eccessivamente salate, tanto da non poter essere utilizzate direttamente. Possono comunque servire per preparare minestrone o, come nel caso del prezzemolo e dei capperi, per condire altri cibi; in questo caso la caratteristica del salato non appare controproducente. Tuttavia se si ritiene che la quantità di sale sia in ogni caso eccessiva si potrà all'atto dell'utilizzazione tenere l'ortaggio qualche ora in acqua.

Questo metodo di conservazione si basa sulla riduzione dell'acqua libera presente nel prodotto e quindi sulla creazione di un ambiente inadatto allo sviluppo microbico. Per avere la sicurezza di inibire lo sviluppo di *Clostridium botulinum* occorre arrivare a valori inferiori a 0,94.

Le verdure vanno pulite, lavate e asciugate su canovacci; in seguito, se il tipo di ortaggio lo richiede (per esempio sedano, sedano rapa, carote, rapa), si taglia in pezzi grossolani oppure si tritura, meglio se non molto finemente (basilico, prezzemolo). Solo i capperi si lasciano intatti.

La verdura va pesata; poi vi si aggiunge una quantità di sale grosso in proporzione variabile; si rimescola accuratamente, dopodiché si versa nei vasetti comprimendo leggermente. I vasi vanno chiusi ermeticamente. I capperi e i funghi chiodini si possono sistemare anche a strati alterni con il sale.

#### *La conservazione sotto alcol*

Per evitare che batteri e muffe provochino l'alterazione dei frutti è necessario che il grado alcolico del liquido di governo che accompagna i frutti sia superiore a 45°: questo in genere è il grado alcolico della grappa e del brandy che vengono utilizzati nella preparazione della frutta sotto spirito. L'alcol infatti esercita un'efficacissima azione antagonista nei riguardi dei microrganismi e pertanto assicura la conservazione.

Perché ciò avvenga è necessario che il grado alcolico non scenda sotto determinati limiti. Si può partire anche dall'alcol buon gusto o alcol puro, diluendolo opportunamente con acqua zuccherata, per raggiungere una gradazione di circa 45-50°. In pratica si raddoppia, in tal caso, il volume dell'alcol puro di partenza. Depositando i frutti in alcol a maggiore gradazione, a parte lo spiccato bruciore che si avverte al momento del consumo, è facile constatare un raggrinzimento poco gradevole, dal momento che parte del succo del frutto esce per bilanciare la scarsità di acqua del liquido in cui è depositato.

In genere i migliori risultati nella preparazione dei frutti sotto spirito si ottengono con prodotti di piccole dimensioni che si impregnano rapidamente di alcol, mentre le specie con esemplari alquanto grossi, come le pesche o le prugne, possono subire rammollimenti, cambiamenti di colore e addirittura fermentazioni prima che l'alcol esplichi la sua azione batteriostatica e conservante. Inoltre quando si mette sotto spirito della frutta poco zuccherina si può aggiungere dello zucchero prima di versare l'alcol diluito con acqua zuccherata o grappa.

#### *5.2.5 L'essiccazione e la liofilizzazione*

Questi due metodi, il primo possibile anche a livello artigianale, il secondo solo a livello industriale, si basano sull'abbassamento del valore di acqua libera del prodotto a livelli tali da inibire lo sviluppo microbico.

Ricordiamo che i valori di  $a_w$  che riescono a inibire totalmente lo sviluppo microbico sono al disotto di 0,60. La maggior parte dei microrganismi patogeni e tossigeni sono generalmente molto sensibili alla disidratazione e non si moltiplicano più a umidità relative inferiori a 85-90%.

Entrambi i metodi però non riescono a sanificare l'alimento perché i germi presenti sul prodotto finito non si moltiplicano più ma il loro numero rimane sostanzialmente inalterato rispetto a quello della materia prima. Se il prodotto inoltre si reidrata (in corso di conservazione per cattiva tenuta dei materiali da confezionamento) o perché entra a far parte di altri prodotti, i germi presenti riprendono lo sviluppo. Se pertanto non è possibile ridurre ai livelli indicati l'umidità o mantenerla occorre garantire la conservazione di questi prodotti con la combinazione di più fattori come la riduzione del pH, la refrigerazione, la conservazione sottovuoto.

Da queste considerazioni appare come sia fondamentale l'importanza di partire da una materia prima con bassi livelli di contaminazione microbica e il più integra possibile. La preparazione della verdura destinata all'essiccazione è nel complesso un'operazione assai semplice e facile. È importante innanzitutto che gli ortaggi siano freschi; vanno scartate le parti non commestibili e naturalmente gli ortaggi andranno lavati, asciugati, tagliati o affettati nelle misure più convenienti. Le cipolle, le carote, le melanzane, i peperoni, gli zucchini, i funghi vanno preparati a fette o a rondelle, mentre conviene tagliare a pezzetti il sedano e i fagiolini. Il prezzemolo e gli spinaci devono essere depicciolati e i pomodori aperti in due valve, dopo aver tolto la zona rugginosa della cicatrice del peduncolo ed eliminati i semi. La frutta è bene sia molto matura perché così, oltre a essere più saporita, è più zuccherina e riesce a seccare più rapidamente. Le albicocche, le pesche, i kaki devono essere ancora sodi anche se ben maturi, mentre le prugne possono essere già tenere. Le albicocche e le prugne vanno aperte, divise in due parti mentre le pere, le mele, le pesche, i kaki è bene vengano affettati in modo da ottenere sezioni di 5-7 mm di spessore. Fatta eccezione per le albicocche e per le prugne, conviene sbucciare tutti i frutti e nel caso specifico delle mele e delle pere, mediante l'apposito attrezzo, eliminare anche il torsolo.

#### *Pretrattamenti*

Sono pochi gli ortaggi che mantengono inalterate le loro caratteristiche nel corso dell'essiccazione senza richiedere alcun trattamento; tra questi ricordiamo pomodori, cipolle, prezzemolo, peperoni. Conviene scottare gli altri ortaggi, perché questa operazione assicura la distruzione degli enzimi e la conseguente possibilità che si verifichino cambiamenti del colore o modifiche dell'aroma nel corso della conservazione. La maggior parte degli

ortaggi richiede una scottatura in acqua in forte ebollizione per un tempo da uno a tre minuti.

Anche fra i frutti sono pochi quelli che mantengono inalterate le proprie caratteristiche nel corso del processo di essiccazione e della successiva conservazione e perciò non richiedono alcun trattamento: tra questi fichi, kaki, prugne, uva. Gli altri è meglio scottarli o fumigarli con anidride solforosa o trattarli con una soluzione di metabisolfito.

Queste operazioni assicurano la distruzione di enzimi e la conseguente possibilità che si verifichino cambiamenti del colore oppure modifiche dell'aroma nel corso della conservazione.

#### *Essiccamento*

L'essiccamento può essere effettuato all'aperto, oppure in forni ed essiccatoi.

#### *Essiccamento all'aperto*

Si realizza stendendo i prodotti su graticci di legno o telai con reti in plastica, che vanno esposti al sole. Specialmente quando l'essiccamento è in fase avanzata i vegetali vanno sistemati ordinatamente su graticci, evitando che i pezzi si sovrappongano. Per evitare che gli insetti vadano a visitare i prodotti conviene stendere una garza direttamente sopra il telaio. È opportuno anche provvedere, nei giorni successivi, a rivoltare i pezzi per facilitare l'essiccamento.

Quando tra il giorno e la notte vi fosse una differenza di temperatura superiore ai 10°C, o l'umidità fosse elevata, conviene ritirare al coperto i telai nelle ore notturne, specialmente dopo alcuni giorni di esposizione al sole, quando il prodotto è già parzialmente secco, per evitare che si reidrati. Se il sole fosse debole converrà deporre sopra il graticcio un telaio per concentrare il calore e accelerare il processo di essiccamento. Si tratta di costruire un telaio di legno, delle medesime dimensioni del graticcio, dotato di supporti che lo tengano sopraelevato di 20-25 cm. Sul telaio si pone una lastra di vetro o di plexiglas o un foglio di polietilene.

#### *Essiccamento in forno*

Quando il clima non è favorevole per assicurare il completo essiccamento del prodotto già parzialmente disidratato al calore del sole, potrà essere utilizzato il forno di cucina per completare l'operazione. Bisogna però tenere bassissima la temperatura del forno, altrimenti i prodotti cuociono o induriscono; la temperatura dovrà oscillare tra i 35 e i 40°C.

Nel forno vanno posti dei graticci preparati con un telaio di metallo e legno dove è fissato un tessuto di plastica a fitta trama, tipo zanzariera. Que-

sti graticci di plastica sono da preferire a quelli di metallo perché più facili da pulire. I graticci sono più razionali dei vassoi di metallo, abitualmente usati nei forni, in quanto facilitano il passaggio dell'aria calda e pertanto l'essiccamento risulta più rapido e uniforme.

Effettuato l'essiccamento, che deve essere spinto a fondo per evitare reazioni dovute all'insediamento di muffa durante la conservazione, bisogna procedere al confezionamento. Da 1 kg di ortaggi si ottiene una quantità di prodotto essiccato molto bassa: dai 50 ai 100 g, ma in alcuni casi può essere anche inferiore.

#### *Essiccatoi*

Per un processo di essiccamento a livello più industriale è necessario utilizzare essiccatoi che garantiscono una perdita di acqua, anche su grandi masse, in tempi più brevi e condizioni più controllate rispetto ai metodi precedenti.

Nel caso di essiccazione di vegetali i tipi di essiccatoi più utilizzati sono quelli ad armadio, a tunnel o a nastro.

Anche se i modelli sono diversi, il principio di funzionamento è simile e si basa sull'immissione sulla massa di prodotto di aria calda e dall'estrazione dei vapori.

#### *Confezionamento del prodotto essiccato o liofilizzato*

La confezione deve essere fatta in modo da evitare che il prodotto possa essere infestato da insetti o che possa assorbire l'umidità dell'ambiente. Assai convenienti le scatole di plastica o di metallo, oppure i sacchetti in laminato, dove alla carta è accoppiato l'alluminio o la plastica; questi tipi di sacchetti sono impermeabili all'aria e difficilmente attraversati dagli insetti. Inoltre viene meglio preservato l'aroma del prodotto. Può essere convenientemente usato anche il sottovuoto. Il tutto va tenuto in un luogo fresco e asciutto.

#### *5.2.6 La fermentazione e la conservazione in agrodolce*

Sono entrambi metodi lunghi e abbastanza laboriosi che si applicano, almeno nel nostro paese, a pochi ortaggi. Tuttavia il prodotto "trasformato" che si ottiene alla fine, se ben curato nei procedimenti, si presenta gustoso e di buona qualità. Sia la fermentazione che l'agrodolce richiedono, alla fine del procedimento, la sterilizzazione per ottenere adeguate garanzie igieniche altrimenti si ottiene una "semiconserva" che ha una durabilità inferiore e deve essere conservata a temperatura controllata.

### *Fermentazione*

Il sale o la salamoia concentrata arrestano lo sviluppo dei microrganismi presenti nei vegetali; quando invece la concentrazione salina è modesta, inferiore al 15%, viene favorita la crescita di specifici microrganismi, i batteri lattici, che producono l'acido lattico (fermentazione lattica). In seguito alla fermentazione, che si protrae per diverse settimane, vengono modificate sia la consistenza, sia le caratteristiche organolettiche del prodotto. Inoltre la nuova acidità creata dall'azione dei batteri lattici rende impossibile la crescita di altri microrganismi responsabili della putrefazione o di altre alterazioni del gusto. La fermentazione è un metodo utilizzato solo per pochissimi ortaggi: in Italia solo per i cavoli nella produzione dei crauti.

### *Agrodolce*

Basandosi sulle tecniche di preparazione e sugli ingredienti utilizzati vengono individuati tre tipi di prodotti in agrodolce: l'ortaggio sottaceto fermentato, il tipo di pronto consumo e il tipo contorno.

### *Sottaceto fermentato*

Nel tipo sottaceto fermentato si impiegano i cetriolini e i cavoli. La preparazione richiede tre settimane. I cetrioli, al termine della trasformazione diventano gialli, di consistenza relativa. I cavo-

li, che vengono in precedenza preparati in sottili striscioline, risultano sodi e croccanti, di colore bianco e cremoso; il prodotto finito prende il nome tradizionale di crauti.

### *Pronto consumo*

Il tipo da pronto consumo è così detto perché va utilizzato entro pochi giorni dalla preparazione; si tratta quindi di una semiconserva da trattare con adeguato riguardo (conservazione in frigorifero). Gli ortaggi affettati o preparati a piccoli cubetti vengono immersi in acqua salata per una notte, poi scottati in aceto bollente aromatizzato con spezie, messi nei vasi, coperti con sciroppo, dopodiché sono pronti per il consumo: rimangono caratterizzati da una relativa croccantezza e consistenza.

### *Contorno*

Il tipo contorno prevede la preparazione di ortaggi a pezzetti e la cottura fino a raggiungere la consistenza desiderata, dopodiché vengono preparati in agrodolce, a seconda del tipo di ortaggio, e utilizzati quindi come contorno. La conservazione è di pochissimi giorni e da effettuare in frigorifero. Qualora durante il periodo che intercorre tra la preparazione e il consumo si evidenziassero muffe, opalescenze, bollicine di gas o cambiamenti di colore, è opportuno non consumare il prodotto.



## 6. Impianti e macchinari

### 6.1 Impianti per la concentrazione degli alimenti

#### 6.1.1 Evaporatori

Un evaporatore è essenzialmente uno scambiatore di calore nel quale un liquido viene portato all'ebollizione, in modo che parte di esso si trasformi in vapore. L'evaporazione presenta una gamma di tecnologie di processo molto ricca, adatta al vasto campo dei prodotti da concentrare.

La soluzione da concentrare può essere riscaldata con vari mezzi:

- mediante vapore proveniente da apposita caldaia;
- mediante resistenze elettriche;
- mediante gas caldi provenienti da una combustione;
- utilizzando fluidi che devono essere raffreddati;
- sfruttando il calore prodotto da alcune reazioni esotermiche che avvengono durante il ciclo produttivo. Il sistema più diffuso è quello che sfrutta il vapore acqueo.

Di seguito alcuni esempi della vasta gamma di apparecchiature a disposizione per realizzare operazioni di concentrazione del prodotto.

#### *Evaporatori discontinui*

##### *Concentratore a capsula*

Il concentratore a capsula è un apparecchio aperto all'atmosfera ed è il tipo più semplice. Il riscaldamento si effettua facendo circolare vapore nell'apposita camicia. La capsula è costituita da ghisa o ferro smaltato.

##### *Concentratore a bolla*

Il concentratore a bolla è un concentratore discontinuo impiegato per limitate produzioni.

Può lavorare sotto vuoto ed è quindi collegato con un apposito apparato per creare la depressione. Nella parte inferiore della bolla vi è una doppia camicia per il vapore di riscaldamento. L'agitatore provvede a evitare surriscaldamenti localizzati. Complessivamente l'efficienza termica è piuttosto modesta anche per i bassi coefficienti globali di trasmissione. Per l'elevata versatilità e semplicità d'impiego il concentratore a bolla viene impiegato nelle piccole aziende (per esempio, per produrre concentrato di pomodoro, marmellata, confetture).

#### *Evaporatori a tubi*

Gli evaporatori a fascio tubiero sono molto diversificati. Il fascio tubiero può essere disposto orizzontalmente o verticalmente. Il vapore può circolare internamente o esternamente. Gli apparecchi a circolazione interna sono adatti per i liquidi che non danno luogo a incrostazioni e depositi sul fascio tubiero.

#### *Evaporatori a tubi orizzontali*

L'evaporazione avviene all'interno dei tubi, il vapore prodotto trascina il liquido verso l'alto e la circolazione naturale del prodotto concentrato avviene per mezzo di un canale discendente centrale di grande diametro. Questo tipo di evaporatore è utilizzato particolarmente nell'industria saccarifera, è poco costoso e ha pochi problemi di funzionamento, ma è caratterizzato da una limitata efficienza di scambio termico.

#### *Evaporatori verticali*

In questi apparecchi lo scambiatore a fascio tubiero è disposto verticalmente. In questo caso il vapore condensa sulla superficie esterna dei tubi, mentre all'interno di questi circola il liquido da concentrare. L'evaporazione favorisce un moto ascen-

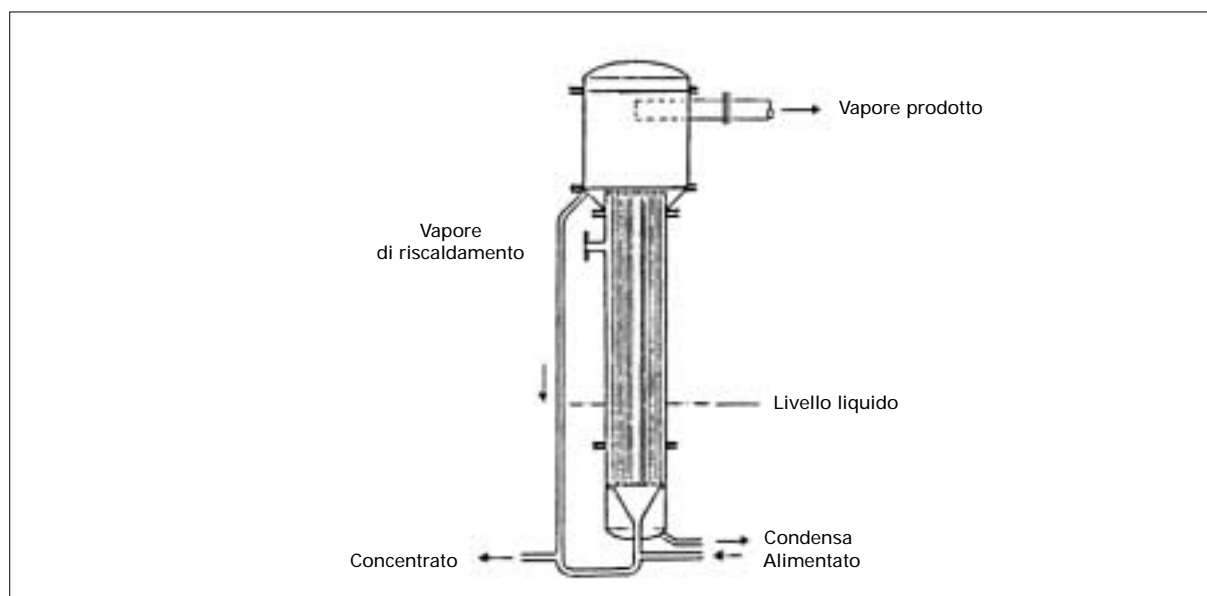


Fig. 5 - Evaporatore a tubi lunghi a film ascendente (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

sionale del fluido attraverso il fascio tubiero, mentre nel condotto centrale il moto è discendente.

Adatto per soluzioni che producono incrostazioni, l'apparecchio presenta nella parte centrale del fascio tubiero un grosso condotto per la circolazione della miscela da concentrare.

#### *Evaporatore Kestner o a "pellicola ascendente"*

La soluzione entra dal basso e circola nell'apparecchio (circolazione naturale a "termosifone") fino a raggiungere la concentrazione voluta. Per effetto del battente idrostatico nella parte inferiore dei tubi non avviene ebollizione del liquido, che invece inizia a svilupparsi nella regione centrale anche per il maggior riscaldamento cui è stata sottoposta la soluzione. Nella zona superiore il vapore generato dalla ebollizione occupa la parte centrale del tubo, mentre il liquido viene proiettato contro la parete ove forma una pellicola sottile. Questo evaporatore è detto per questo a "pellicola ascendente".

#### *Evaporatore a "pellicola discendente"*

Contrariamente all'apparecchio a pellicola ascendente, nei tubi di questo evaporatore non si formano colonne di liquido e quindi non si hanno gli effetti dovuti al battente idrostatico. L'alimentazione della soluzione avviene dall'alto, mentre i prodotti della concentrazione (vapore e concentrato) escono dal basso.

#### *6.1.2 Sistemi di crio-concentrazione*

In molti sistemi di crio-concentrazione la sezione di cristallizzazione è costituita da uno scambiatore di calore a superficie raschiata. Su questa zona, detta anche zona di nucleazione, il ghiaccio si forma alle pareti e pertanto deve essere "raschiato" con opportuni sistemi meccanici. Al centro della massa i cristalli possono accrescersi, ma in genere si preferisce che l'accrescimento dei cristalli di ghiaccio avvenga in una zona diversa (cristallizzatore). I tempi di permanenza nello scambiatore sono quindi molto brevi, in modo da favorire la nucleazione e inibire l'accrescimento.

Poiché il campo di temperature impiegate nella crio-concentrazione oscilla tra  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $-7^{\circ}\text{C}$ , le alterazioni dovute ai danneggiamenti termici dei componenti termosensibili sono in questo caso completamente assenti. Modeste perdite di soluto possono verificarsi per inglobamento nei cristalli di ghiaccio. Se nel corso del congelamento non si verificano surraffreddamenti locali, i cristalli di ghiaccio risultano di elevata purezza e le perdite di soluti possono essere anche dell'ordine dell'1%, mentre i solidi nella soluzione concentrata possono raggiungere livelli del 40-50%. Raggiunta la concentrazione desiderata la sospensione passa dal cristallizzatore al sistema di separazione dei cristalli di ghiaccio dalla soluzione concentrata. Questa fase può essere realizzata mediante l'impiego di presse, di separatori centrifughi, di colonne di lavaggio, oppure utiliz-

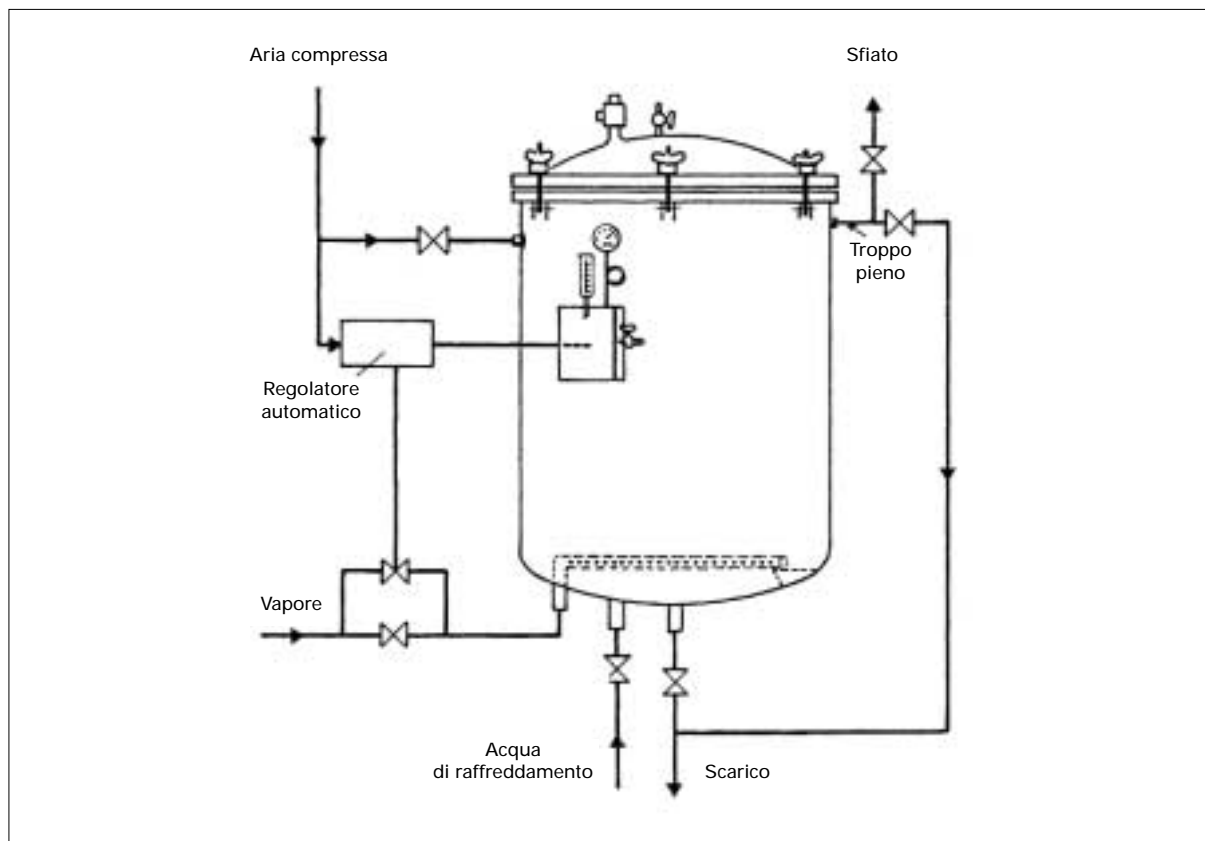


Fig. 6 - Autoclave discontinua (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

zando sistemi che sfruttino una opportuna combinazione delle tecnologie suddette.

Oggi il sistema più diffuso è l'impiego di filtri centrifughi, sebbene le perdite siano anche in questo caso piuttosto elevate (anche più del 10%). Il ghiaccio, dopo la centrifugazione, può essere lavato con acqua ottenuta da cristalli fusi ma, se da un lato questa operazione riduce le perdite, dall'altro è inevitabile una diluizione del concentrato.

## 6.2 Sterilizzatori

Gli sterilizzatori utilizzati nell'industria alimentare si distinguono in discontinui (autoclavi) e continui.

### 6.2.1 Apparecchi discontinui (autoclavi)

Le scatole, sistemate in apposite ceste realizzate in filo di ferro o in lamiera forata, vengono trasportate con mezzi meccanici all'interno dell'autoclave. Una volta chiuso il portello superiore, prima di immettere il vapore nell'autoclave vengono aperte le valvole di scarico dei gas incondensabili e

dell'aria, mentre lo scarico dell'acqua viene ovviamente mantenuto chiuso. Il vapore immesso nell'autoclave favorisce la fuoriuscita dell'aria presente. Anche se è molto difficile valutare il momento in cui tutta l'aria è stata allontanata, l'esperienza unita all'osservazione dei dati di temperatura e pressione permette di giudicare il momento più opportuno per chiudere il rubinetto per lo scarico dell'acqua. L'eliminazione dell'aria dall'autoclave si rende necessaria in quanto un miscuglio aria-vapore produce all'interno una distribuzione irregolare della temperatura e inoltre la presenza dell'aria è un ostacolo alla trasmissione del calore.

La durata del trattamento termico, misurata dal momento in cui la temperatura e la pressione hanno raggiunto valori corrispondenti, varia a seconda del tipo di prodotto. La velocità con cui si raggiungono le condizioni operative dipende dalla natura dei contenitori in quanto un aumento troppo rapido di pressione, non bilanciato da un analogo aumento della pressione interna alle scatole, potrebbe provocare una deformazione degli involucri. Per i prodotti confezionati sottovuoto questo problema è evidentemente più grave.

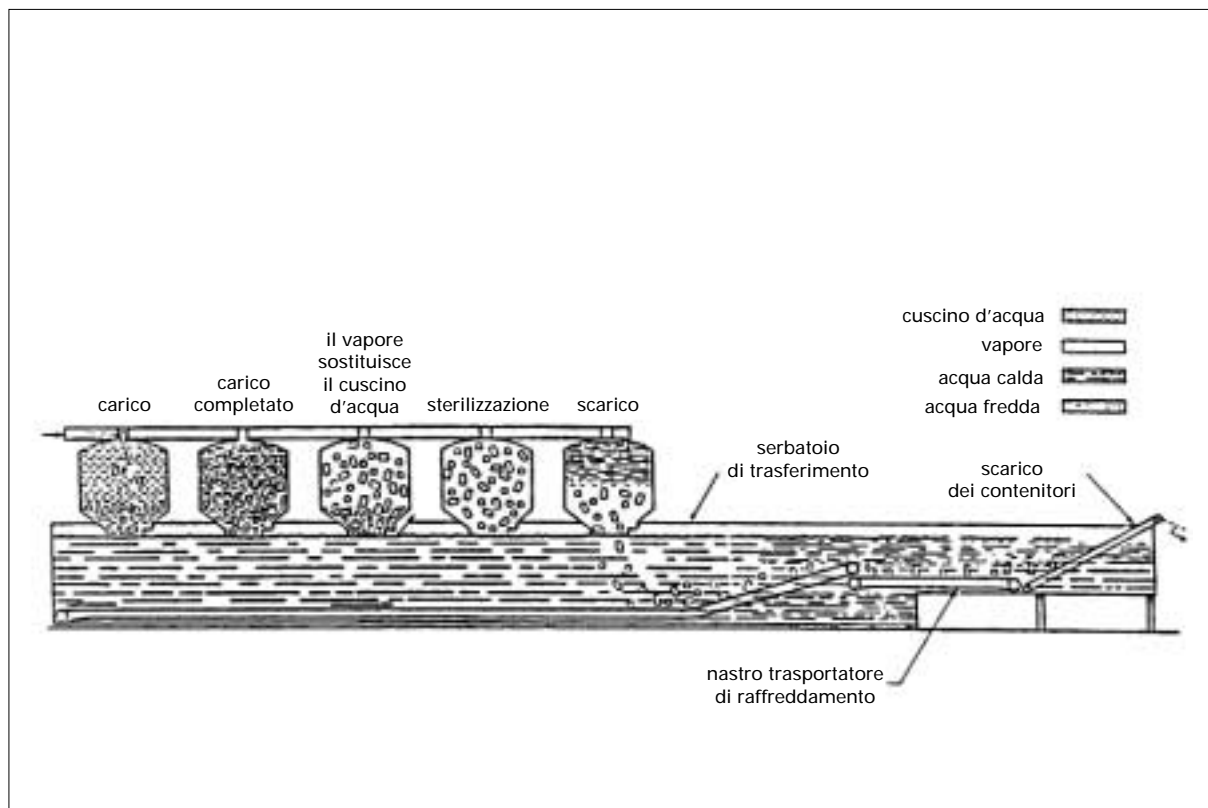


Fig. 7 - Sistemi di autoclavi a funzionamento automatico senza panieri (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

Terminato il periodo di sterilizzazione l'immissione di vapore viene arrestata; lentamente viene aperta la valvola dello scarico dell'aria e, quando la pressione interna si è abbassata fino a eguagliare quella esterna, viene aperto il portello superiore. Le scatole, sia all'interno dell'autoclave che all'esterno, vengono raffreddate con acqua fino a una temperatura di 35-40°C. Solo allora sono pronte per essere inviate ai reparti di etichettatura e imballaggio.

Il successo dell'autoclave nella tecnologia di sterilizzazione da oltre cento anni è dovuto a molte ragioni che si possono così enumerare:

- 1) basso costo d'investimento che rende l'autoclave insostituibile nelle installazioni di piccola capacità;
- 2) possibilità di trattare i prodotti più diversi e di realizzare, insieme alla sterilizzazione, la cottura;
- 3) possibilità di operare sia con recipienti in vetro che in banda stagnata e con le più diverse dimensioni e forme del contenitore;
- 4) possibilità di variare a volontà il ciclo termico;
- 5) facilità di manutenzione e conduzione anche con personale non specializzato.

Per semplificare il sistema di carico delle scatole e automatizzarlo è stato anche messo a punto un sistema di autoclavi senza paniere, a caricamento

diretto, che opera per *batch* successivi in una catena continua.

L'inconveniente principale dell'autoclave classica è che i contenitori rimangono fermi durante il processo e l'andamento dello scambio termico è molto lento. Per ovviare a questa limitazione, tutte le più moderne autoclavi sono dotate di meccanismi che consentono l'agitazione dei contenitori.

### 6.2.2 Apparecchi continui

Particolari dispositivi permettono di ruotare le scatole intorno al proprio asse, il che permette una migliore e più omogenea trasmissione del calore all'interno della confezione. Di conseguenza si ha una riduzione dei tempi di sterilizzazione e in generale un miglioramento delle qualità organolettiche e nutrizionali del prodotto.

La rotazione influenza positivamente la trasmissione del calore, in quanto all'interno delle scatole si ha un rimescolamento del contenuto. Nel caso di prodotti liquidi o aventi una frazione liquida, si creano correnti che facilitano una più uniforme distribuzione della temperatura. Anche il film fluido che si forma all'interno e all'esterno delle pareti del contenitore, in seguito alla rotazione, subisce una sensibile riduzione dello spessore.

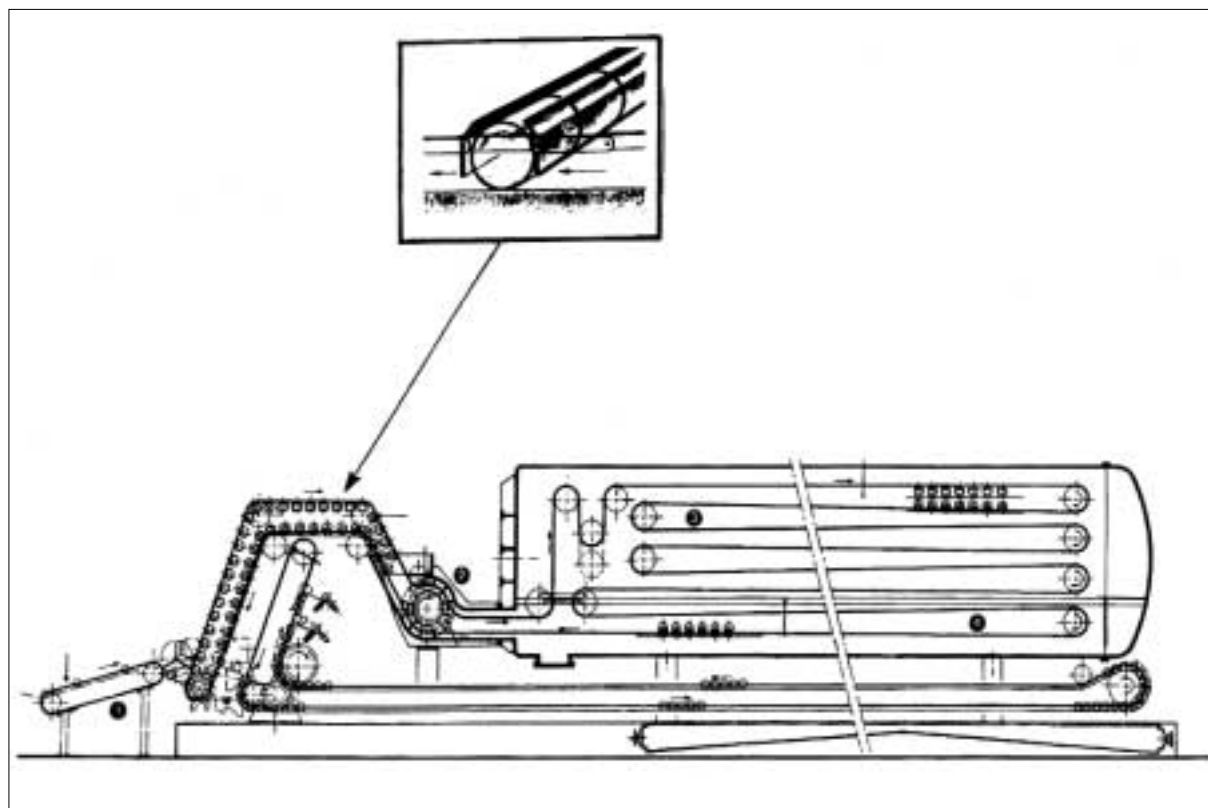


Fig. 8 - Schema funzionale dello sterilizzatore hydrolock (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

La velocità di rotazione delle scatole deve essere scelta a seconda della natura del prodotto: il massimo di turbolenza interna si produce quando la forza centrifuga eguaglia la forza peso del contenuto. In questo caso lo spazio di testa libero va a occupare il centro delle scatole. Una velocità eccessiva, o una troppo lenta, farebbero sì che lo spazio di testa andrebbe a occupare rispettivamente la posizione in basso o in alto della scatola.

#### *Altri tipi di sterilizzatori continui*

Negli ultimi anni sono comparsi diversi tipi di sterilizzatori continui, nei quali la rotazione assiale delle scatole è ottenuta per rotolamento su nastri e condotte che, attraverso un percorso tortuoso, si portano in sezioni a diversa temperatura per la sterilizzazione e il raffreddamento.

L'*hydrolock* è una macchina a sviluppo orizzontale; questo tipo di sterilizzatore è largamente utilizzato per la sterilizzazione di prodotti confezionati in busta flessibile *retort pouch*; in questo caso è indispensabile che la pressione all'esterno del contenitore sia sempre un po' più alta di quella interna e ciò si ottiene utilizzando per il riscaldamento non vapore condensante ma una miscela di aria e vapore (circa 80% in peso di vapore).

L'*hydroflow* è uno sterilizzatore continuo caratterizzato dal fatto che i contenitori sono trasportati e mantenuti in agitazione da una corrente d'acqua in un tubo di forma appropriata. L'acqua che nelle diverse sezioni dell'apparecchio è portata a diverse temperature per iniezione di vapore, costituisce anche il mezzo di riscaldamento. Possono essere variate sia la temperatura e la portata dell'acqua, sia la lunghezza del percorso mediante opportuni by-pass, variando di conseguenza il rapporto tempo-temperatura a seconda della necessità del processo e delle caratteristiche del prodotto.

Gli sterilizzatori idrostatici realizzati inizialmente per la sterilizzazione del latte in bottiglia, sono oggi largamente diffusi per ogni tipo di conserva e di contenitore.

#### *Sterilizzatori a fiamma*

Negli sterilizzatori a fiamma i contenitori sono sterilizzati per passaggio su bruciatori a gas. Durante il passaggio i contenitori rotolano rapidamente provocando un'efficace agitazione del prodotto. Durante il trascinarsi attraverso le varie sezioni i contenitori vengono mantenuti in oscillazione dal moto di va e vieni della barra di supporto e ciò contribuisce a migliorare il trasporto di

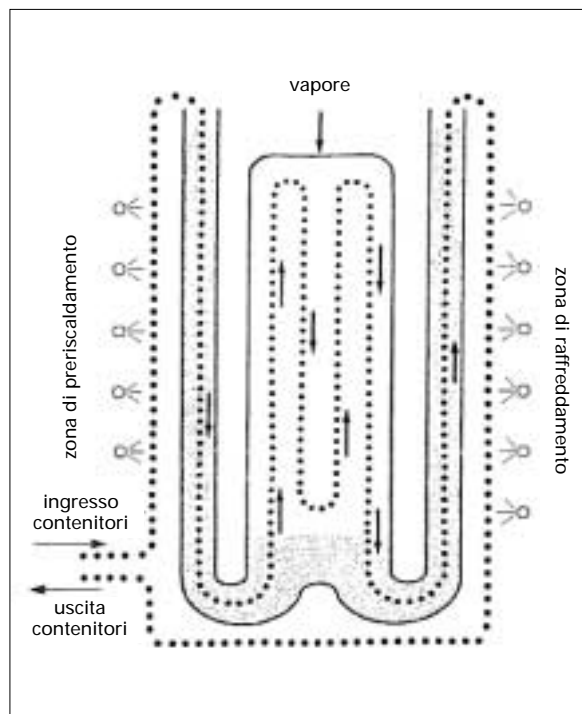


Fig. 9 - Sterilizzatore idrostatico; i punti rappresentano i contenitori (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

calore e a rendere omogenee le temperature interne. Le temperature di sterilizzazione sono limitate soltanto dalla tenuta dei coperchi del contenitore alla pressione interna che non è più bilanciata, come nelle autoclavi a vapore, dalla pressione esterna. Occorre in ogni caso operare con spazi vuoti relativamente importanti nel contenitore e, per i formati di maggiori dimensioni, con scatole e fondelli rinforzati. Un'importante variante del processo consiste nell'eliminare l'aria dal contenitore prima dell'aggraffatura per riscaldamento a 100°C; il vapore che si produce elimina completamente l'aria sicché, dopo l'aggraffatura e nel normale ciclo di sterilizzazione, non si generano pressioni eccessive. Dalla sosta si passa alla zona di raffreddamento con nebulizzatori ad acqua, nella quale la temperatura scende fino a circa 40°C. Maggiore resistenza al trasporto di calore è rappresentata dalla conduzione all'interno del prodotto.

Il vantaggio principale di questi sterilizzatori è di consentire trattamenti molto brevi che realizzano il concetto dell'HTST; ciò permette un'ottima conservazione dei caratteri sensoriali e la minimizzazione degli effetti di imbrunimento.

### 6.2.3 Sterilizzatori per prodotti sfusi

La sterilizzazione di prodotti sfusi in scambiatori di calore continui seguita dal confezionamen-

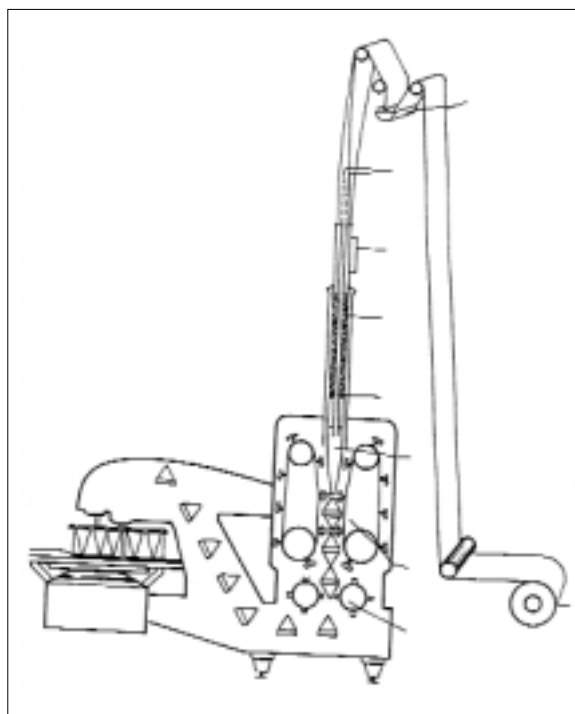


Fig. 10 - Schema di confezionatrice asettica per Tetrapack (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

to asettico ha costituito un vero salto di qualità delle tecnologie di sterilizzazione. È divenuto possibile attuare con notevole rigore il concetto dell'HTST, con un netto miglioramento delle qualità sensoriali e nutritive dei prodotti. Per quanto concerne il trasporto di calore, la sterilizzazione dei prodotti sfusi può essere attuata in due modi:

- con apparecchi a scambio indiretto a piastre, tubolari e, per i prodotti più viscosi, con "votator";
- con apparecchi a iniezione diretta di vapore. In questo caso il raffreddamento è attuato con un'evaporazione flash.

È evidente che questi metodi di sterilizzazione possono essere applicati soltanto a prodotti fluidi e questa ne è la principale limitazione. L'esempio più classico di queste tecniche è quello della sterilizzazione del latte, che consiste in un trattamento di pochi secondi a 140-145°C e nel successivo confezionamento asettico.

## 6.3 Pastorizzatori

### 6.3.1 Pastorizzatori continui per prodotti condizionati

Per i trattamenti termici a più bassa temperatura e a pressione atmosferica (pastorizzazione), ven-

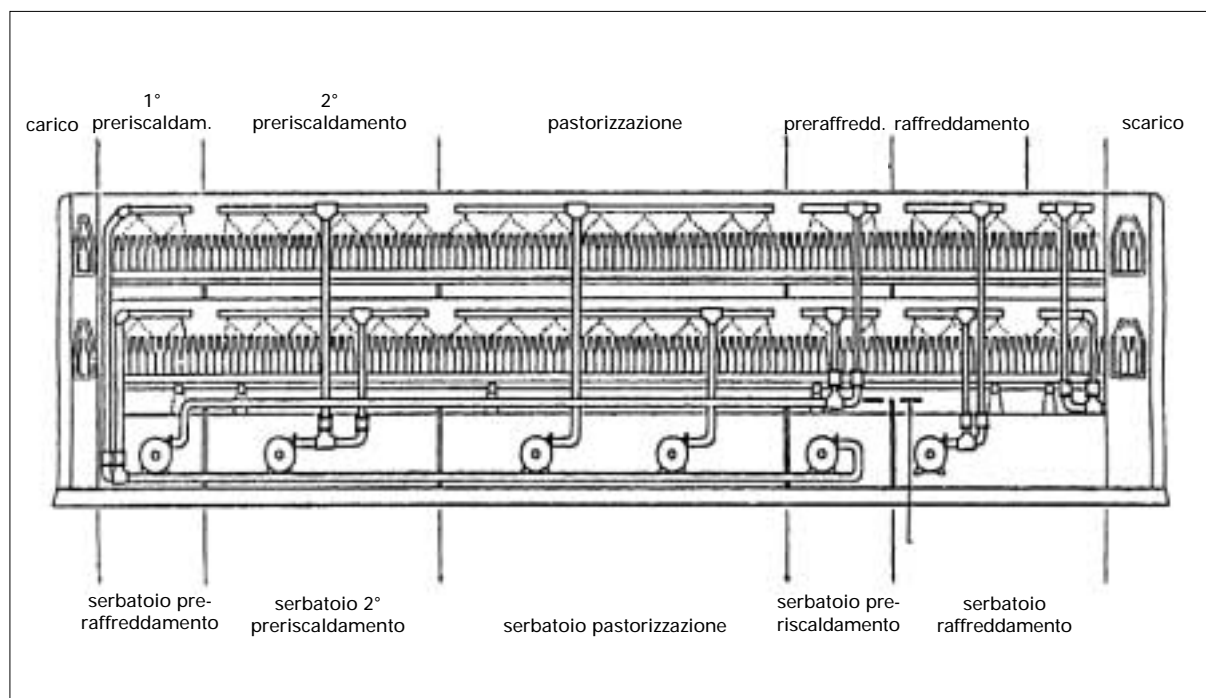


Fig. 11 - Pastorizzatore continuo a tunnel per prodotti in bottiglia (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

gono utilizzati apparecchi continui a tunnel, nei quali i contenitori, generalmente bottiglie, vengono trasportati da un nastro e investiti da una pioggia d'acqua a opportuna temperatura.

### 6.3.2 Pastorizzatori per prodotto sfusi

La pastorizzazione continua dei prodotti liquidi sfusi avviene con sistemi del tutto analoghi a quelli descritti per la sterilizzazione. I prodotti vengono riscaldati in scambiatori a scambio indiretto, a piastre o tubolari o "votator", e successivamente confezionati con sistemi di confezionamento asettico.

## 6.4 Essiccatori

Di norma l'essiccamento viene preceduto da operazioni di preconcentrazione, in modo da ridurre il contenuto in acqua, per unità di sostanza secca, che deve essere allontanata. Motivazioni principalmente di carattere economico suggeriscono, infatti, di ricorrere all'essiccamento solo dopo che una larga porzione dell'acqua libera presente nel materiale sia stata rimossa con altri sistemi.

Nel caso di prodotti liquidi come latte, caffè, succhi di frutta ecc., la preconcentrazione viene effettuata mediante evaporazione. Un particolare

interesse stanno attualmente suscitando le tecniche di concentrazione a freddo quali la crioconcentrazione e i processi per membrana.

Per gli alimenti che si presentano sotto forma di particelle più o meno grandi disperse in un mezzo acquoso, l'essiccamento viene preceduto da operazioni di separazione meccanica quali filtrazione, sedimentazione, centrifugazione.

L'essiccamento di un prodotto umido presuppone due operazioni fondamentali:

- somministrazione di calore;
- rimozione del vapore generato.

Il calore può essere fornito al materiale facendo lambire la superficie della sostanza umida da una corrente d'aria calda; in questo caso è la stessa aria che provvede a rimuovere il vapore d'acqua che si libera dal prodotto. L'evaporazione dell'acqua presente nel solido viene condotta normalmente a una temperatura inferiore al punto di ebollizione dell'acqua, specialmente se il prodotto può subire alterazioni.

Le principali grandezze che regolano l'operazione sono;

- superficie lambita, che deve essere la più elevata possibile;
- temperatura dell'aria: con l'aumentare della temperatura aumenta la quantità di calore fornita dal prodotto e quindi la velocità di essiccamento;

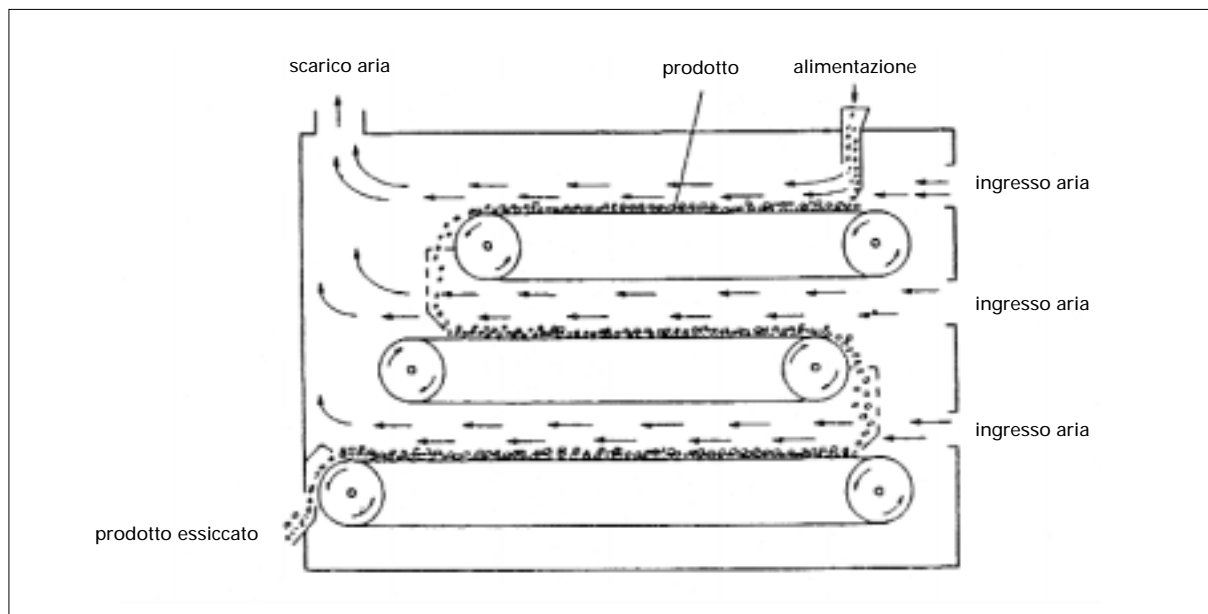


Fig. 12 - Essiccatore a nastri sovrapposti, ad alimentazione tangente d'aria (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

- velocità dell'aria: con l'aumentare della velocità aumenta lo scambio termico e l'evaporazione;
- pressione di esercizio: operando a bassa pressione aumenta l'evaporazione;
- umidità dell'aria: deve essere chiaramente inferiore a quella del solido.

Il controllo dell'umidità dell'aria in entrata e in uscita permette di eseguire il processo e di evitare possibili sprechi o addirittura gravi danni nel prodotto, come conseguenza di un riscaldamento eccessivo.

In altri apparecchi il calore viene fornito per mezzo di una parete di scambio. In questi casi l'apparato deve essere provvisto di un sistema per la rimozione del vapore. Esistono numerosissimi tipi di essiccatori che vengono classificati in base ai più diversi criteri riguardanti i materiali essiccati, i modi di funzionamento degli impianti, le loro caratteristiche meccaniche ecc. Di seguito verranno sommariamente descritti alcuni esempi di essiccatori.

#### 6.4.1 Essiccatore discontinuo ad armadio

È il tipo più semplice. Consiste in una camera a pareti adiabatiche, nell'interno delle quali sono disposte varie intelaiature in grado di accogliere gli appositi vassoi contenenti il materiale da essicare. I vassoi sono a larga superficie e piccolo spessore. L'aria circola mediante un ventilatore e appositi scambiatori provvedono al suo riscaldamento. I vassoi possono essere forati, così da permettere il passaggio dell'aria.

#### 6.4.2 Essiccatore a tunnel

In questi essiccatori una serie di carrelli si muove in modo continuo all'interno di un tunnel nel quale circola aria calda. Materiale e aria possono muoversi in controcorrente o in equicorrente oppure l'aria può essere inviata in direzione ortogonale alla direzione del movimento dei carrelli. L'apparecchio risulta quindi particolarmente versatile e trova largo impiego nell'industria alimentare, proprio nel settore dei prodotti vegetali.

#### 6.4.3 Essiccatore a schiuma

Sistema relativamente recente, l'essiccamento a schiuma permette di ottenere polveri ben disidratate e ad alto grado di reidratabilità anche nel caso di prodotti ad alto tenore zuccherino quali i succhi di frutta. L'apparecchio consiste in una serie di unità disposte in tunnel. Il materiale, addizionato di emulsionanti, viene disposto - sotto forma di schiuma - su un nastro trasportatore forato. Un leggero flusso d'aria, attraversando il nastro provoca la "craterizzazione" della schiuma. Nel tunnel il materiale, investito da correnti d'aria prodotte da ventilatori, attraversa zone a temperature decrescenti, fino a uscire completamente disidratato. Al terminale il prodotto viene scaricato sotto forma di scaglie. Le scaglie possono essere ulteriormente ridotte per macinazione o compressione tra rulli.



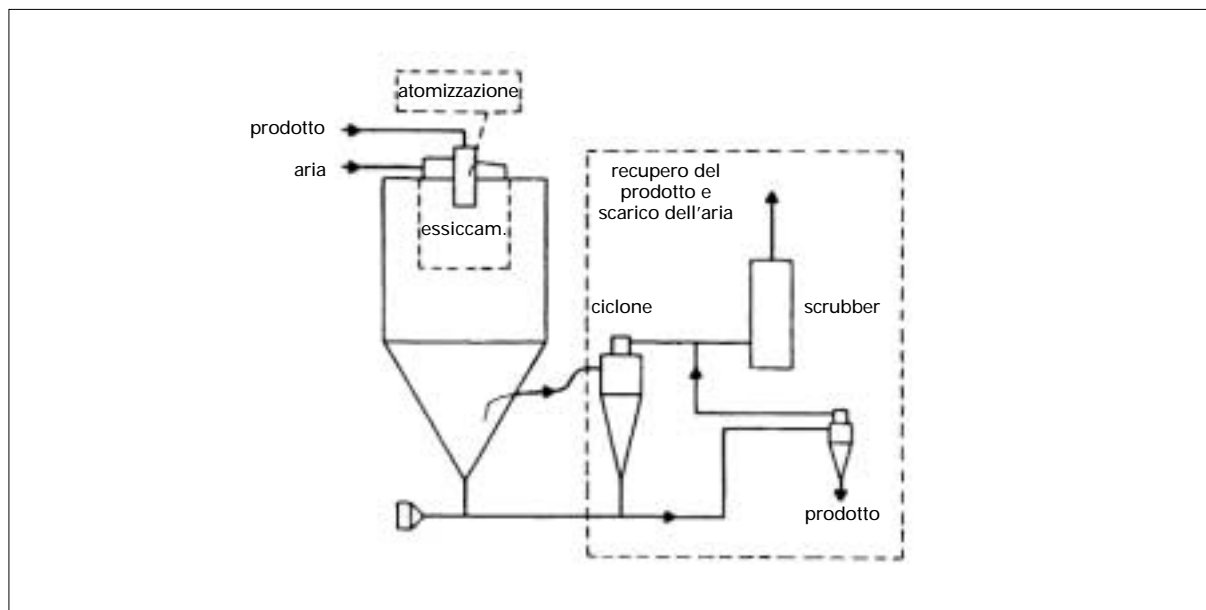


Fig. 13 - Essiccatore spray a ciclo aperto (fonte: PERI C., ZANONI B., *Manuale di tecnologie alimentari. Parte III - Macchine e impianti*)

#### 6.4.4 Spray-Drying

Questo apparecchio fa parte di un secondo gruppo avente in comune una caratteristica: il materiale, ridotto in gocce o granuli, viene essiccato per contatto con una corrente di fluido riscaldato. Le particelle, cioè, sono disidratate mentre si trovano "sospese" nella corrente del fluido essiccante.

Il sistema spray, detto anche atomizzazione, è forse il più diffuso nell'essiccamento industriale dei prodotti liquidi. Anche nell'industria alimentare l'atomizzazione riveste un ruolo di primaria importanza. Fra i prodotti ottenuti con il sistema spray si possono ricordare il latte, i lattini artificiali (latte magro addizionato di grassi animali), siero di latte, ma anche succhi di frutta ecc.

L'apparecchio atomizzatore permette di realizzare cicli di essiccamento continui, impiegando le condizioni operative più idonee. La sua versatilità in questo senso è infatti molto elevata.

Le caratteristiche del prodotto essiccato per atomizzazione sono quelle di un materiale il cui contenuto in acqua (con un massimo iniziale di circa il 50%) è stato ridotto gradualmente e per effetto evaporativo: in queste condizioni i soluti sono migrati verso la superficie con l'acqua e rimanendo su di essa, hanno formato una crosta superficiale. Questa zona ricca di soluti in superficie crea problemi di dissoluzione in condizioni poco dinamiche quali quelle di una sospensione statica della polvere in mezzo liquido, problemi dovuti soprat-

tutto ai fenomeni di saturazione nell'intorno del granulo, per concentrazione. La caratteristica merceologica più importante di un prodotto in polvere è la sua reidratibilità, cioè la rapidità e completezza con cui può essere disciolto in acqua. Si è osservato innanzitutto che le polveri più fini si reidratano con maggior fatica di quelle grosse e quelle più leggere più difficilmente di quelle a maggiore densità. Per questo motivo i fini che si ottengono nell'essiccamento spray non sono riuniti al resto delle polveri ma vengono riciclati per favorirne l'agglomerazione con le polveri che si vanno formando nell'essiccatore. Ciò avviene generalmente a livello dell'atomizzatore.

Le polveri "instant" consistono pertanto in agglomerati che hanno qualche millimetro di diametro; questi si reidratano facilmente poiché assorbono avidamente, per capillarità, l'acqua nel loro interno e una grande superficie viene così bagnata. Si evita così il fenomeno di formazione di grumi che si verifica per aggregazione superficiale quando una polvere costituita da tante piccole particelle singole viene messa in acqua.

#### 6.5 Impianti di refrigerazione

Vi possono essere varie tipologie a disposizione, più o meno efficienti e funzionali.

La cella frigorifera è ovviamente l'impianto più classico di refrigerazione, di cui possiamo trovare in

commercio varie tipologie e dimensioni. Questo impianto è pertanto flessibile alle esigenze dell'industria, di semplice funzionamento e manutenzione. Lo svantaggio è dovuto al fatto che il raffreddamento è molto lento, quindi il sistema è più adatto allo stoccaggio del prodotto già refrigerato. Per raffreddare più rapidamente l'alimento vengono usati i refrigeranti ad aria forzata costituiti da tunnel, nei quali passano nastri trasportatori su cui è posato l'alimento, in cui è immessa aria fredda a velocità elevata. In questo modo viene accelerato soprattutto il raffreddamento superficiale del prodotto.

Un'altra soluzione è data dagli idrorefrigeratori, impianti nei quali il prodotto è spruzzato o immerso in vasche di acqua fredda e dove la trasmissione del freddo anche all'interno del prodotto è velocizzata. In alternativa si può effettuare la refrigerazione in regime di sottovuoto, in tal caso l'assenza di aria provoca un fenomeno superficiale di evaporazione flash che determina una maggiore velocità di raffreddamento ma, nello stesso tempo, una piccola disidratazione del prodotto e un certo calo di peso.

## 6.6 Impianti di congelamento e surgelazione

Gli impianti di congelamento possono essere ad aria ferma oppure a piastre, dove l'alimento passa attraverso due piastre refrigeranti. La corrente d'aria può anche essere forzata, in questo caso di parla di *air blast* e vengono utilizzati per prodotti confezionati (*air blast carton* per i gelati) o sfusi (per esempio, pizze). Tale tecnologia è utilizzata anche per la surgelazione.

Gli impianti di surgelazione IQF (*Individual Quick Freezer*) sono fra i più moderni ed efficienti. Consistono in grossi tunnel ruotanti in cui piccoli pezzi di prodotto sono lambiti da aria fredda (-30/40°C) immessa ad alta velocità. La surgelazione avviene rapidamente e permette di mantenere separati i singoli pezzetti (per esempio, piatti pronti).

Infine la tecnica criogenica in cui viene utilizzata l'immersione in azoto liquido (-200°C) o anidride carbonica (-70°C) per ottenere una surgelazione velocissima.

## 7. Alterazioni e difetti delle conserve vegetali

Nelle conserve acide e non acide possono svilupparsi varie specie microbiche, anche se i maggiori responsabili delle alterazioni sono i batteri sporigeni. Questi infatti, grazie alle loro forme di resistenza, le spore, possono sopravvivere ai trattamenti termici di sterilizzazione commerciale e, con il passare del tempo, provocare alterazioni al prodotto finito.

Tra i germi alteranti più frequenti vi sono dei bacilli (*Bacillus coagulans* e *polymyxa*) e clostridi (*Clostridium thermosaccharolyticum*, *pasteurianum* e *butyricum*) responsabili della fermentazione butirrica. Questi germi riescono a svilupparsi in condizione di assenza di ossigeno (tipica delle conserve) e a valori di acidità bassi e medi. Il difetto alterativo è dato dalla produzione di gas che tendono a far gonfiare il contenitore (bombaggio), alla comparsa di cattivi odori e talvolta anche da alterazioni della consistenza del prodotto.

In altri casi si ha come effetto solo l'incidimento del prodotto (*flat sour*) senza la comparsa del bombaggio; in questo caso i maggiori responsabili sono batteri sporigeni termofili che possono sopravvivere alle temperature in cui la spora del *Clostridium botulinum* viene normalmente distrutta (*Bacillus stearothermophilus* e *thermoacidurans*).

Un altro difetto è l'annerimento del prodotto provocato dalla reazione con il ferro del contenitore con un prodotto a base di zolfo prodotto dal germe alterante *Desulfotomaculum nigrificans*.

Un'altra alterazione a cui possono andare incontro polpa, succhi di pomodoro e frutta è una deacidificazione provocata da muffe (in presenza di ossigeno) e lieviti o batteri (in assenza di ossigeno) che utilizzano gli acidi organici presenti nel prodotto e determinano l'innalzamento del pH in prodotti normalmente acidi. Questo può essere molto pericoloso quando viene usato il fattore pH come solo elemento di controllo del *Clostridium botulinum*.

Appare fondamentale l'importanza di impedire assolutamente l'ingresso di ossigeno nelle confezioni che potrebbe permettere lo sviluppo di muffe, l'innalzamento dell'acidità e la possibilità di sviluppo di tossina botulinica anche nelle conserve naturalmente acide sottoposte a semplice pastorizzazione.

Uno dei fenomeni alterativi a cui possono andare incontro le conserve vegetali sottolio è l'irrancimento degli acidi grassi insaturi che compongono l'olio, con alterazione del gusto e dell'odore del prodotto finito. Anche questo fenomeno è provocato dalla presenza di aria nella confezione.

Nelle conserve vegetali sottoposte a trattamenti termici particolarmente intensi e non controllati possono avere luogo le seguenti alterazioni che determinano una riduzione del potere nutritivo e la modifica delle caratteristiche organolettiche del prodotto finale:

- perdita di vitamine ed enzimi;
- degradazione delle proteine;
- reazioni di imbrunimento non enzimatico (reazioni di Maillard) che provocano la produzione di composti chimici di colore bruno a carico di zuccheri e proteine, rendendo pertanto il prodotto di colore scuro e riducendone il valore nutritivo.

Appare pertanto fondamentale trovare sempre il giusto equilibrio fra l'energia del trattamento termico e il mantenimento delle caratteristiche organolettiche del prodotto finito.

Le semiconserve (non acide), per loro natura, non sono ottenute con trattamenti sterilizzanti, per cui lo sviluppo dei microrganismi sopravvissuti deve essere controllato mediante altri fattori, in particolare la temperatura di conservazione a livello di refrigerazione o surgelazione e l'uso di additivi con proprietà batteriostatiche. La loro conservazione è comunque limitata nel tempo.



## Bibliografia

- AA.VV. (1996) – *Manuale di corretta prassi igienica per la produzione di conserve vegetali stabilizzate mediante trattamenti termici (conserve vegetali appertizzate)*, SICA per conto di ANICAV.
- BENI C., DI DIO C., IANICELLI V. (2001) – *Il condizionamento dei prodotti ortofrutticoli*, Calderini Edagricole.
- BERTOLDI A., GALLI A. (1998) – *Igiene degli alimenti e HACCP*, EPC Libri.
- GOLA S., MIGLIOLI L. (2002) – *Clostridium botulinum e alimenti conservati: considerazioni microbiologiche e implicazioni tecnologiche*. Atti del 7° Corso in Scienza degli Alimenti organizzato da AITA - novembre/dicembre 2002.
- GORINI F. (1992) – *Conservare e trasformare la frutta*, I manuali di vita in campagna, Edizioni L'Informatore Agrario.
- GORINI F. (1992) – *Conservare i prodotti dell'orto*, I manuali di vita in campagna, Edizioni L'Informatore Agrario.
- GORINI F., PRATELLA G.C., SANSAVINI S. (1994) – *Conservazione e qualità della frutta*, Calderini Edagricole.
- LERCKER G., LERICI C. (1983) – *Principi di tecnologie alimentari*, CLUEB, Bologna.
- MASSINI R., MIGLIOLI L., PITTIA P., QUINTAVALLA S. (1990) – *Strumenti termometrici per la determinazione e il controllo del processo di sterilizzazione applicato a prodotti alimentari inscatolati*. Industria Conserve 65.
- PERI C., ZANONI B. (2003a) – *Manuale di Tecnologie Alimentari I - Parte prima: Modelli e Teoria delle Operazioni Unitarie*, CUSL.
- PERI C., ZANONI B. (2003b) – *Manuale di Tecnologie Alimentari I - Parte Terza: Macchine e Impianti*, CUSL.
- POMPEI C. (1978) – *Tecnica delle conserve alimentari*, Cooperativa Libreria Editoriale per le Scienze Agrarie e Veterinarie.
- TIECCO G. (2001) – *Igiene e tecnologia alimentare*, Calderini Edagricole.

# ARSIA, la comunicazione istituzionale al servizio dell'agricoltura

## L'attività editoriale

L'ARSIA svolge la propria attività editoriale attraverso una specifica linea, articolata in varie collane (monografie, quaderni tecnici, atti di convegni e seminari, manuali tecnici) e provvede direttamente alla loro diffusione. L'Agenzia regionale, infatti, pubblica i risultati di studi, ricerche e sperimentazioni, realizzati dai propri tecnici o commissionati

all'esterno, con l'intento di fornire attraverso la stampa (o utilizzando gli strumenti telematici) il materiale tecnico per la divulgazione e l'aggiornamento.

L'elenco aggiornato di tutte le pubblicazioni edite dall'ARSIA è consultabile in internet all'indirizzo:

[www.arsia.toscana.it/vstore](http://www.arsia.toscana.it/vstore)

## Collana Quaderni ARSIA

- 1/97. Supporti conoscitivi per l'attività di consulenza gestionale alle imprese agricole  
*a cura di G. Franchini, G. Lorenzini*
  - 2/97. Progetto di meccanizzazione di vigneti su pendici terrazzate a forte declività  
*a cura di M. Vieri, M. Giovannetti, P.P. Lorieri, S. Tarducci, M. Zoli, M. Beltrami*
  - 3/97. Indagine sugli aspetti ecologici ed economici dei vigneti nell'Appennino Tosco-emiliano  
*a cura di I. Ronchieri, T. Mazzei*
  - 4/97. L'analisi del processo decisionale in agricoltura secondo il modello EPAAV nell'applicazione a un caso concreto. *I. Malevolti*
  - 5/97. Vitigni extraregionali: osservazioni comparative sul comportamento agronomico e tecnologico di 17 cultivar a uva bianca in ambiente collinare toscano. *G. Di Collalto, S. Mancuso, R. Bandinelli*
  - 6/97. Alcuni vitigni regionali minori tradizionalmente coltivati in Toscana: principali caratteristiche descrittive  
*G. Di Collalto, R. Bandinelli*
  - 7/97. Osservazioni comparative su alcune forme di allevamento della vite in Toscana  
*G. Di Collalto, R. Bandinelli, P. Petroni*
  - 8/97. Osservazioni comparative sulla produttività delle viti e la maturazione dell'uva in alcuni cloni di vitigni toscani  
*G. Di Collalto, M. Giovannetti*
  - 9/97. Ricerche sul germoplasma viticolo della Toscana: 1. Vitigni a uva da colore  
*P.L. Pisani, R. Bandinelli, A. Camussi*
- 
- 1/98. Il bacino idrografico del torrente Sova in Casentino. Studio preliminare per la pianificazione degli interventi di sistemazione idraulico-forestale in un bacino montano. *R. Chiarini, C. Fani, M. Miozzo, G. Nocentini*
  - 2/98. Introduzione alla "Qualità" nel settore agroalimentare. *P. De Risi, R. Moruzzo*
  - 3/98. Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 155/97 nelle aziende agricole toscane. Settore viticolo
  - 4/98. Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 155/97 nelle aziende agricole toscane. Settore oleicolo
  - 5/98. Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 155/97 nelle aziende agricole toscane. Settore miele
  - 6/98. Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 155/97 nelle aziende agricole toscane. Settore ortofrutticolo
  - 7/98. L'innovazione nell'agricoltura toscana. Analisi del fabbisogno e criteri per la definizione delle priorità di azione  
*G. Brunori*
  - 8/98. Il Vin Santo in Toscana. Composizione e caratteri sensoriali. *P. Buccelli, F. Giannetti, V. Faviere*
- 
- 1/99. Linee guida per l'allevamento di galliformi destinati al ripopolamento e alla reintroduzione  
*F. Dessi Fulgheri, A. Papeschi, M. Bagliacca, P. Mani, P. Mussa*

- 2/99. Il latte ovino in Toscana. Indagine sulle aziende di produzione e studio dell'influenza dei fattori alimentari sulla qualità del latte
- 3/99. Rapporto sull'economia agricola della Toscana, *a cura di R. Pagni*
- 4/99. Strategie delle imprese agricole familiari e sviluppo rurale integrato, *a cura di I. Malevolti*
- 5/99. I danni causati dal cinghiale e dagli altri ungulati alle colture agricole. Stima e prevenzione
- 6/99. Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 155/97 nelle aziende agricole toscane. Settore cerealicolo
- 7/99. Il formaggio pecorino toscano, *a cura di R. Bizzarro*
- 8/99. Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 155/97 nella produzione delle conserve vegetali
- 9/99. Il legno di castagno e di douglasia della Toscana. Qualità del legno e selvicoltura.  
Classificazione e valori caratteristici del legname strutturale
- 1/2000. Le tecniche di immissione della piccola selvaggina. *R. Mazzoni della Stella*
- 2/2000. Risultati delle prove funzionali su linee gocciolanti integrali (Parte I). *M. Bertolacci*
- 3/2000. La coltivazione del fungo pioppino in Toscana. Valutazione della fattibilità tecnica ed economica di un sistema produttivo. *G. Nocentini, M. Coluccia, G. Gaggio, S. Salvadorini*
- 1/2001. L'oidio della vite in Toscana. *P. Cortesi, M. Ricciolini*
- 2/2001. Linee guida per la ricerca europea nel settore agricolo-forestale e della pesca. *G. Torta*
- 3/2001. L'igiene dei prodotti agroalimentari. Guida pratica
- 4/2001. Metodologie alternative di lotta alle parassitosi gastrointestinali degli ovini
- 1/2002. Il miele in Toscana. Miglioramento della qualità e valorizzazione
- 2/2002. Il monitoraggio fitosanitario delle foreste, *a cura di A. Guidotti*
- 3/2002. Risultati delle prove funzionali su linee gocciolanti integrali e irrigatori a pioggia. Parte II. *M. Bertolacci*
- 1/2003. Anagrafe bovina - Istruzioni per l'uso
- 2/2003. Uso razionale delle risorse nel florovivaismo: i fabbisogni energetici (+ CD). *M. Vieri, M. Ceccatelli*
- 3/2003. Come produrre energia dal legno. *G. Mezzalana, M. Brocchi Colonna, M. Veronese*
- 4/2003. Interventi di ingegneria naturalistica in Toscana. Prime esperienze di monitoraggio  
*A.L. Freschi, G. Nocentini, F. Dinardo*
- 5/2003. Macchine irroratrici agricole: controlli e tarature per una maggiore efficienza e sicurezza di impiego  
*R. Rusu, M. Vieri*
- 1/2004. Miglioramento qualitativo delle produzioni vitivinicole e del materiale di propagazione  
*a cura di A. Gemmiti*
- 2/2004. Uso razionale delle risorse nel florovivaismo: i fertilizzanti  
*a cura di P. Baroncelli, S. Landi, P. Marzialetti, N. Scavo*
- 3/2004. Trasformare la comunicazione rurale. Scenari ed esperienze in alcuni paesi europei  
*G. Brunori, P. Proietti, A. Rossi*
- 4/2004. Un nuovo metodo ecologico per la prevenzione dei danni da uccelli alle colture agricole  
*F. Santilli, S. Azara, L. Galardi, L. Gorreri, A. Perfetti*
- 5/2004. Uso razionale delle risorse nel florovivaismo: l'acqua (+ CD)  
*a cura di A. Pardossi, L. Incrocci, P. Marzialetti*
- 6/2004. Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm
- 7/2004. La produzione delle conserve vegetali  
*M.G. Migliorini*





Annotazioni

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal lines.

Finito di stampare  
nel dicembre 2004  
da Tipolito Duemila srl  
a Firenze  
per conto di  
ARSIA • Regione Toscana

Quaderno ARSIA 7/2004

## La produzione delle conserve vegetali

La produzione di conserve vegetali è una delle trasformazioni alimentari più critiche dal punto di vista igienico-sanitario e qualitativo. Nel contempo permette di realizzare prodotti ben apprezzati dai consumatori sia per i loro aspetti organolettici, sia per il contenuto di servizio.

L'obiettivo di ottenere una conserva stabile e allo stesso tempo gustosa e nutriente deve essere raggiunto tenendo conto della particolarità delle materie prime, tanto ricche di sostanze nutritive quanto delicate nella loro conservazione, delle innumerevoli metodologie di trasformazione che la tecnologia alimentare mette a disposizione, dei controlli che devono essere necessariamente adottati per garantire l'integrità microbiologica e chimica del prodotto.

Questa pubblicazione vuole fornire alle aziende agricole, ai tecnici e ai consulenti aziendali uno strumento per affrontare con le adeguate basi tecnico-scientifiche l'attività di trasformazione delle conserve vegetali, agevolando la conoscenza dei requisiti per l'ottenimento di prodotti standardizzabili, sicuri igienicamente e di eccellenza organolettica.



**L'ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, istituita con la Legge Regionale 37/93, è l'organismo tecnico operativo della Regione Toscana per le competenze nel campo agricolo-forestale, acquacoltura-pesca e faunistico-venatorio.**

REGIONE  
TOSCANA

