

# *Sostenibilità e innovazione nei processi di trasformazione degli alimenti*

*Paola Tedeschi*

*Scienze e Tecnologie Alimentari*

*Dipartimento di Scienze Chimiche,  
Farmaceutiche ed Agrarie*

*Università di Ferrara*








# ALIMENTO

Il regolamento CE 178/2002 definisce «**alimento**» o “**prodotto alimentare**” o “**derrata alimentare**” “**Qualsiasi sostanza o prodotto trasformato, parzialmente trasformato o non trasformato destinato ad essere ingerito, o di cui si prevede ragionevolmente che possa essere ingerito da esseri umani**”

Nella definizione sono comprese le bevande, le gomme da masticare e qualsiasi sostanza, compresa l’acqua, intenzionalmente incorporata negli alimenti nel corso della loro produzione, preparazione o trattamento.

## I 5 gruppi di alimenti

GRUPPI	ALIMENTO	NUTRIENTI PRINCIPALMENTE FORNITI
<b>Gruppo I</b> Cereali, loro derivati e tuberi 	Tutti i tipi di pane, pasta, riso e loro derivati – Altri cereali minori (mais, avena, orzo, farro, ecc.) – Patate	Carboidrati complessi (amido) – Proteine a basso valore biologico – Alcune vitamine del gruppo B (in particolare B <sub>1</sub> e PP) – Fibra alimentare (soprattutto nei prodotti integrali)
<b>Gruppo II</b> Frutta e ortaggi 	Tutti i tipi di frutta fresca e di ortaggi freschi – Legumi freschi	Caroteni (provitamina A), presenti soprattutto negli ortaggi e nella frutta di colore giallo, arancione e verde (carote, zucca gialla, peperoni gialli, spinaci, bietole, broccoli, cicoria, indivia, lattuga, radicchio verde, albicocche, pesche, kaki, melone giallo, ecc.) – Vitamina C, presente soprattutto negli ortaggi prevalentemente a gemma e nella frutta fortemente acidula (broccoli, cavolfiore, cavolini di Bruxelles, cavolo cappuccio bianco e rosso, pomodori, peperoni verdi, arance, mandarini, limoni, fragole, lamponi, more, kiwi, ananas, ecc.) – Sali minerali (in particolare potassio) – Fibra alimentare – Componenti minori ad azione antiossidante
<b>Gruppo III</b> Latte e derivati 	Tutti i tipi di latte e latticini – Formaggi – Yogurt	Proteine ad alto valore biologico – Calcio in forma altamente biodisponibile per l'organismo – Vitamine, soprattutto del gruppo B e vitamina A – Lipidi (prevalentemente acidi grassi saturi)
<b>Gruppo IV</b> Carne, pesce, uova, legumi secchi 	Tutti i tipi di carne, frattaglie, insaccati – Tutti i tipi di pesce, crostacei e molluschi – Uova – Tutti i tipi di legumi secchi	Proteine ad alto valore biologico (carne, pesce, uova), proteine a medio valore biologico (legumi). Le proteine dei legumi e quelle dei cereali, se consumate insieme, danno origine a una miscela proteica di valore biologico paragonabile a quello delle proteine di origine animale (carne, uova, ecc.) – Alcuni oligominerali quali ferro, zinco, rame (altamente biodisponibile nei prodotti animali) – Vitamine del gruppo B (in particolare B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>12</sub> )
<b>Gruppo V</b> Grassi e oli da condimento 	Tutti i tipi di olio o grasso per condire: olio di oliva, di semi, burro, margarina, panna, lardo, strutto, ecc.	Lipidi in quantità variabile: dal 100% (oli), 80% (burro), al 35% (panna) – Acidi grassi saturi, monoinsaturi e polinsaturi (fra cui gli AGE) – Vitamine liposolubili (A, D, E, K)

# Piramide alimentare



Bere molta acqua

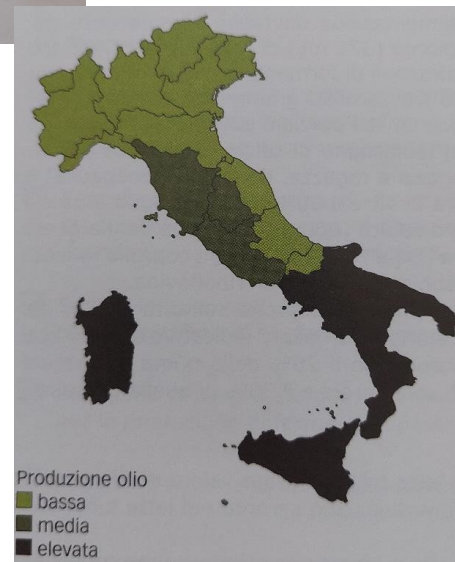
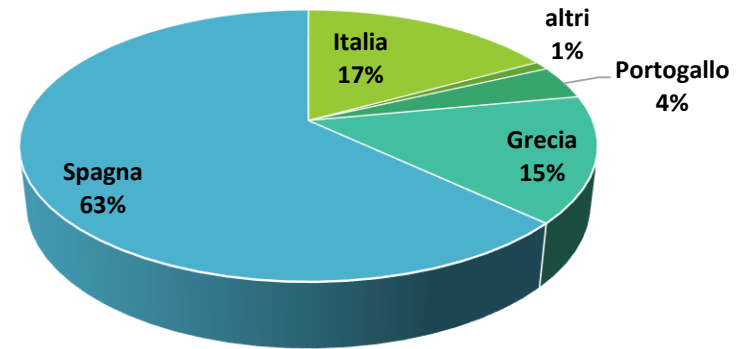


# IL SETTORE OLEARIO



La produzione mondiale di olio di oliva si attesta su 3 milioni di tonnellate, mentre quella della UE circa 2 milioni di tonnellate (circa il 68% della produzione mondiale). Oltre a Spagna e Italia gli altri Paesi importanti sono Portogallo, Grecia, Tunisia, Turchia, Siria, Marocco e Algeria.

Industria olearia in Europa



In Italia ci sono ben 43 denominazioni DOP e 1 IGP di oli extravergini.

Per quanto riguarda la produzione mondiale di oli da colture oleaginose, le specie più utilizzate sono colza, girasole e soia, ma anche mais e arachide.

# L'OLIVA: struttura e composizione



Esocarpo

Mesocarpo

Endocarpo

**BUCCIA (1,5 - 3 %):**

membrana esterna ricoperta da una sostanza cerosa protettiva

**POLPA (75 -85 %)**

**NOCCILOLO (13 -23 %):**

guscio legnoso che racchiude il seme o mandorla

# Lavorazione delle olive

## 1. DEFOLIAZIONE E LAVAGGIO

2. FRANGITURA, consente la fuoriuscita dell'olio dal maggior numero di cellule oleifere della polpa attraverso la frantumazione completa delle olive.



Si ottiene così la PASTA DI OLIVE, intrisa dell'emulsione di acqua e olio estratta dalle drupe (mosto oleoso).

Si utilizzano frantoi a molazze o palmenti (immagine di sinistra) oppure frangitori a martello (immagine di destra)



# Lavorazione delle olive

## 3. GRAMOLATURA

Ha la funzione di rompere l'emulsione acqua/olio e favorire al separazione della frazione lipidica nella successiva fase di estrazione.



Si lavora in modo da mantenere al temperatura al di sotto dei 28-30°C per evitare inneschi di processi ossidativi.

Se si vuole commercializzare un olio con la dicitura «ESTRATTO A FREDDO», la normativa vigente vieta di superare la temperatura di 27°C durante tutto il processo produttivo.

Il lento rimescolamento della pasta di olive promuove la coalescenza delle piccole gocce di olio in gocce più grandi, facilitando così la separazione dell'olio dalla fase acquosa ed evitando la perdita di olio nell'acqua di vegetazione.



# Lavorazione delle olive

## 4. ESTRAZIONE E SEPARAZIONE DELL'OLIO

### TECNICHE DI ESTRAZIONE

- PER PRESSIONE (metodo classico, discontinuo)
- PER CENTRIFUGAZIONE (metodo moderno, continuo)
- PER PERCOLAMENTO MEDIANTE FILTRAZIONE SELETTIVA

Olio vergine

Pressa



# Classificazione degli oli

L'olio di oliva viene classificato sulla base del metodo di produzione utilizzato, sui livelli di alcuni importanti parametri chimici (esempio acidità libera espressa come acido oleico,) e su alcuni aspetti organolettici che ne attestano la qualità.

## 1. OLI OTTENUTI PER SPREMITURA MECCANICA:

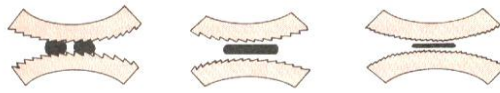
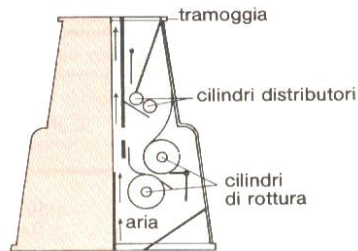
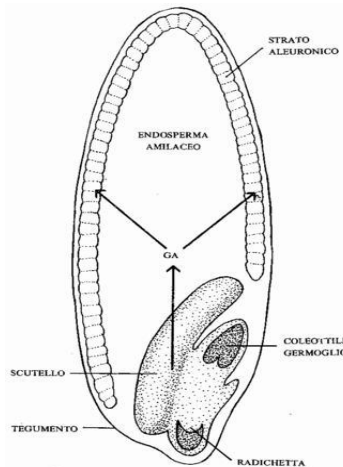
- **Olio di oliva extravergine**, acidità libera  $\leq 0,8\%$ , gusto assolutamente perfetto privo di difetti;
- **Olio di oliva vergine**, acidità libera  $\leq 2\%$ , gusto perfetto
- **Olio di oliva vergine lampante**, acidità libera superiore a  $2\%$ , gusto imperfetto.

L'olio lampante deriva dalla spremitura di olive scadenti, tanto da essere incommestibile, possiede sapore e odore sgradevole tanto da richiedere un trattamento industriale al fine di eliminare i difetti organolettici e correggere i valori analitici entro limiti previsti dalla legge.

2. **Olio di oliva**, ottenuto dal taglio di olio di oliva raffinato con olio di oliva vergine diverso dal lampante, con acidità  $\leq 1\%$ .

3. **OLI DI SANSA di oliva**, contenenti oli provenienti dal trattamento della sansa di oliva rettificati e olio di oliva vergine diverso dal lampante con acidità  $\leq 1\%$ .

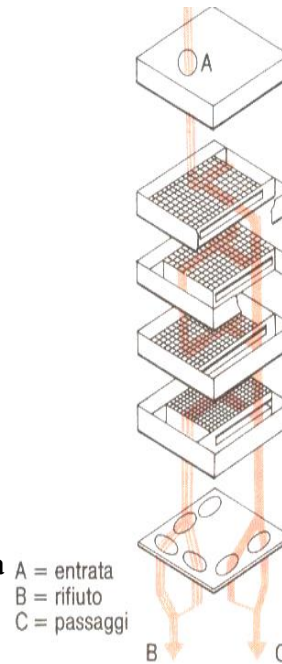
# Dal FRUMENTO a Pane e pasta (*Triticum durum*; *Triticum vulgare*)



Rottura

Svestimento

Rimacina



Farina	Ceneri (%)	Cellulosa (%)	Umidità (%)	Proteine minime (azoto x 5,7)
00	max 0,55 %	assente	14,5 %	9,00
0	max 0,65 %	0,20	14,5 %	11,00
1	max 0,80 %	0,30	14,5 %	12,00
2	max 0,95 %	0,50	14,5 %	12,00
integrale	da 1,3 % a 1,7 %	1,60	14,5 %	12,00

# VINO

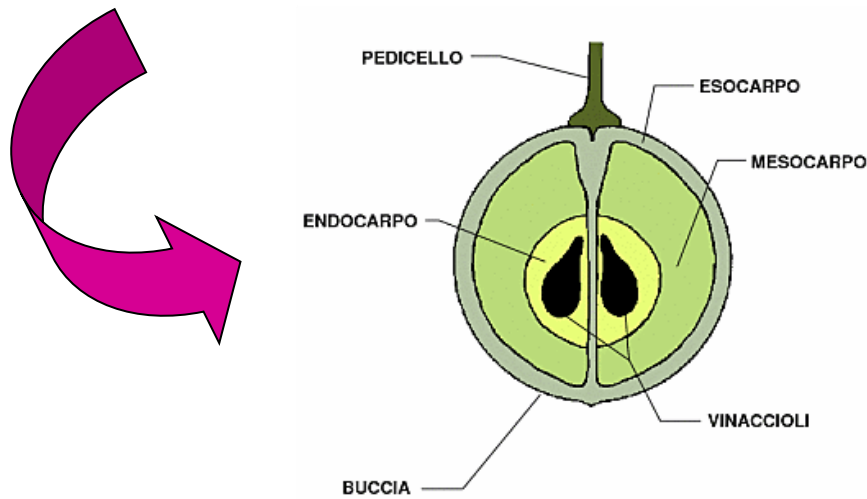


*“Prodotto che si ottiene dalla fermentazione alcolica totale o parziale dell’uva fresca, ammostata o mosto d’uva” (D.P.R. 163/65)*

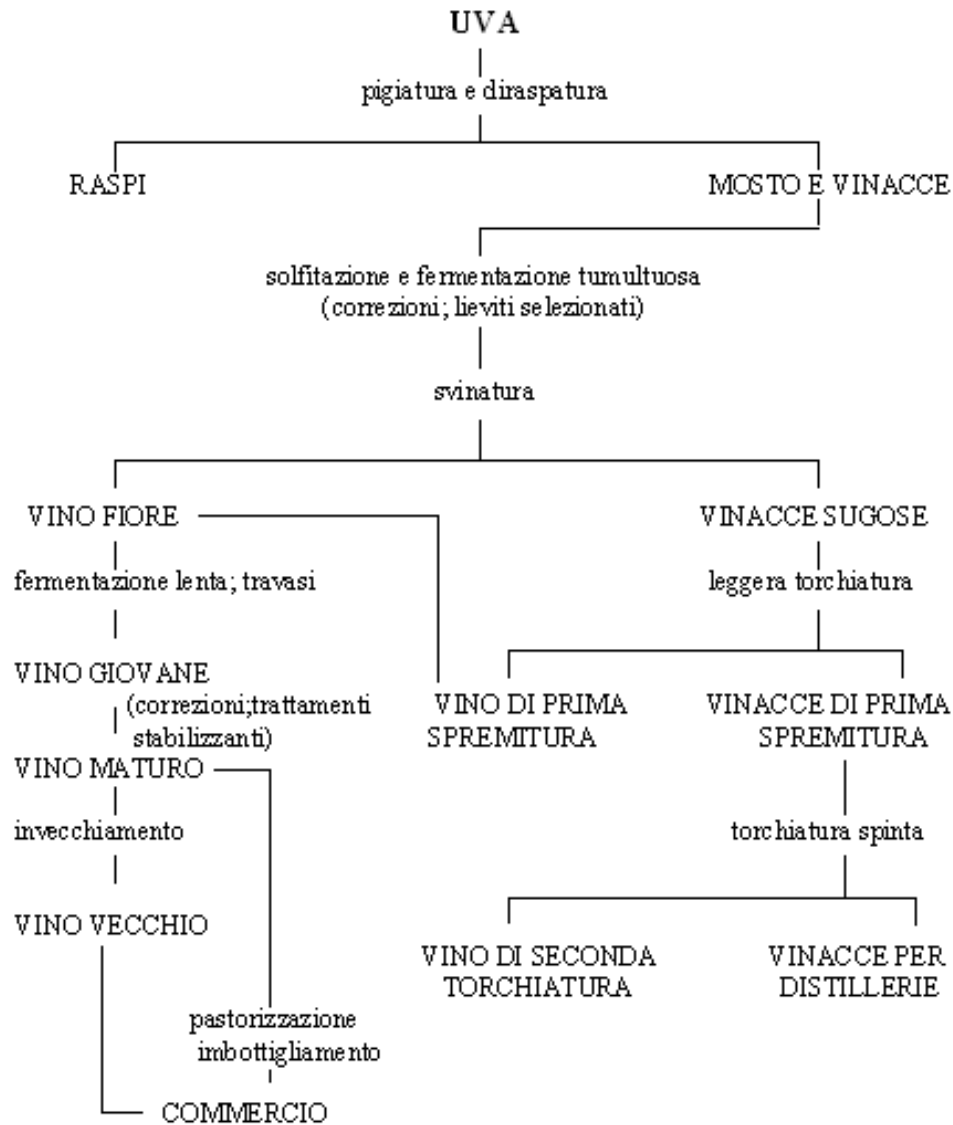
## **E’ considerato un alimento in quanto:**

- ha un valore energetico
- stimola la digestione

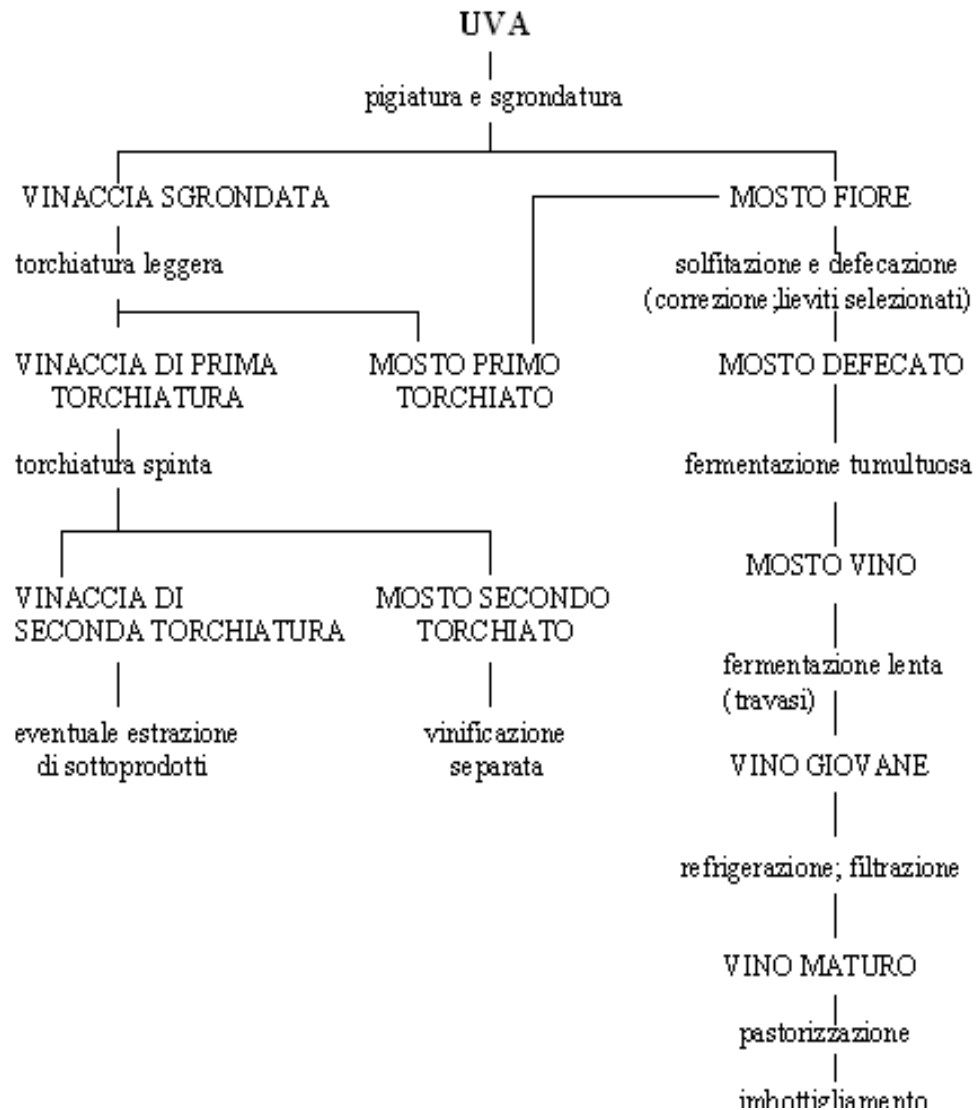
**UVA** ⇒ **MOSTO** ⇒ **VINO**



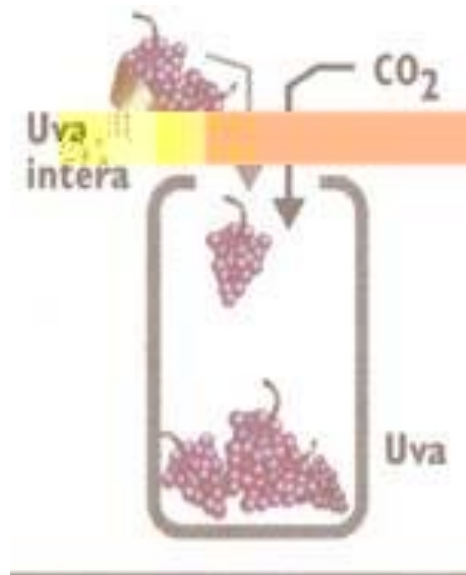
# VINIFICAZIONE IN PRESENZA DI VINACCE



# VINIFICAZIONE IN ASSENZA DI VINACCE



## Vinificazione con macerazione carbonica: in ambiente privo di ossigeno per 6 - 8 - 12 giorni.



Vino novello, si commercializza dal 30 ottobre al 31 dicembre dell'anno di raccolta uve.

Gradazione alcolica minima 11%



# BURRIFICAZIONE

Insieme delle operazioni che consentono la trasformazione della crema (emulsione di grasso in acqua) in burro (emulsione di acqua in grasso).

Pastorizzazione della crema (90-95 °C per 30")



Cristallizzazione (6-7 °C per 2 h)



Addizione di colture batteriche

(batteri acidificanti: *Streptococcus lactis* e *cremoris*; batteri aromatizzanti: *S. diacetalactis* e *Betacoccus citrovorus*)



Maturazione (in tank a 16-21 °C per 10 h)



Zangolatura



Latticello



Lavaggio



Impastamento, formatura e confezionamento



Resa: da 1 hl di latte si ottiene circa 4 kg di burro.

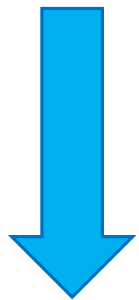
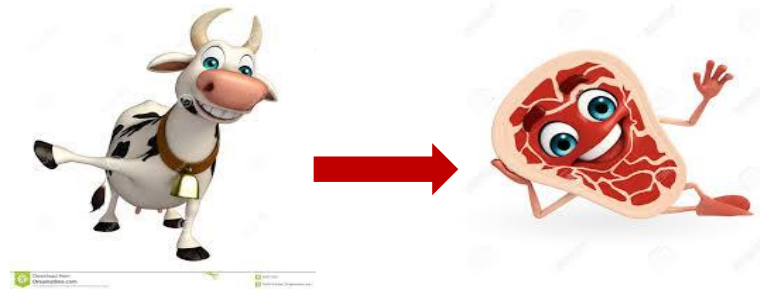


# Fabbricazione del formaggio

**Resa: 7-12 kg per  
1 hl di latte**



- 🌱 i prodotti alimentari sono deperibili
- 🌱 conservazione fra raccolta o macellazione e utilizzazione
- 🌱 parti non commestibili
- 🌱 parti non gradite
- 🌱 presenza di composti tossici
- 🌱 presenza di fattori antinutrizionali



Trasformazioni  
chimico-fisiche  
per:



- ☑ renderli digeribili
- ☑ preservare le qualità organolettiche
- ☑ preservare il valore nutritivo
- ☑ renderli igienicamente consumabili
  - ➡ livello microbiologico
  - ➡ livello chimico

**Prodotti edibili e  
salubri**

# Conservazione con il calore

La maggior parte dei processi termici prevede il riscaldamento o raffreddamento indiretto, attraverso una parete metallica che separa il prodotto dal fluido scaldante o refrigerante.

Gli scambiatori di calore in base alla struttura si distinguono in:

## - SCAMBIATORI A PIASTRE



**SCAMBIATORI A FASCIO TUBIERO e TUBI CONCENTRICI:** costituiti da un insieme di tubi nei quali scorre il fluido che scambia calore con quello circolante all'esterno.



## PASTORIZZAZIONE

*Trattamento termico atto a distruggere le forme patogene, la maggior parte di quelle vegetative, dei microrganismi presenti nell'alimento e a disattivare gli enzimi.*

Con la pastorizzazione non si raggiungono temperature sufficienti a devitalizzare i microrganismi termofili e spore.

La durata del trattamento varia in relazione alla natura dell'alimento e al grado di contaminazione.

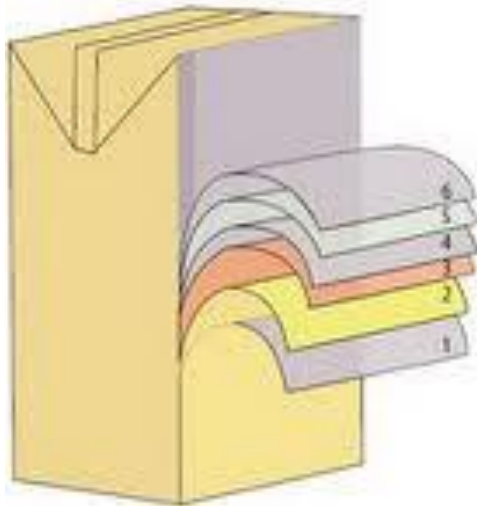
Tipo di pastorizzazione	T °C	Durata (tempo)	Osservazioni
P. Bassa	60-65	30 min.	Vino, birra, latte per caseificazione
P. Alta	75-85	2-3 min.	Sostituito da HTST
P. Rapida (HTST, high temperature short time) o <i>flash</i> pastorizzazione	75-85	15-20 sec.	Per alimenti liquidi
ESL (Extended shelf-life) (alta temperatura)	80-135	1-4 sec.	Per alimenti liquidi

# STERILIZZAZIONE

*Trattamento termico atto a distruggere tutti i microrganismi che possono riprodursi nell'alimento durante lo stoccaggio e la distribuzione.*

<b>Tipo di sterilizzazione</b>	<b>T° C</b>	<b>Durata</b>	<b>Osservazioni</b>
Classica o appertizzazione	100-120	≥ 20 min.	Per alimenti inscatolati, in bagno aperto o in autoclave
<b>UHT indiretto</b> (Ultra High Temperature)	140-150	Pochi sec.	Alimenti sfusi con scambiatori di calore
<b>UHT diretto</b> (Ultra High Temperature)	140-150	Pochi sec.	Iniezione o infusione di vapore surriscaldato nel prodotto sfuso.

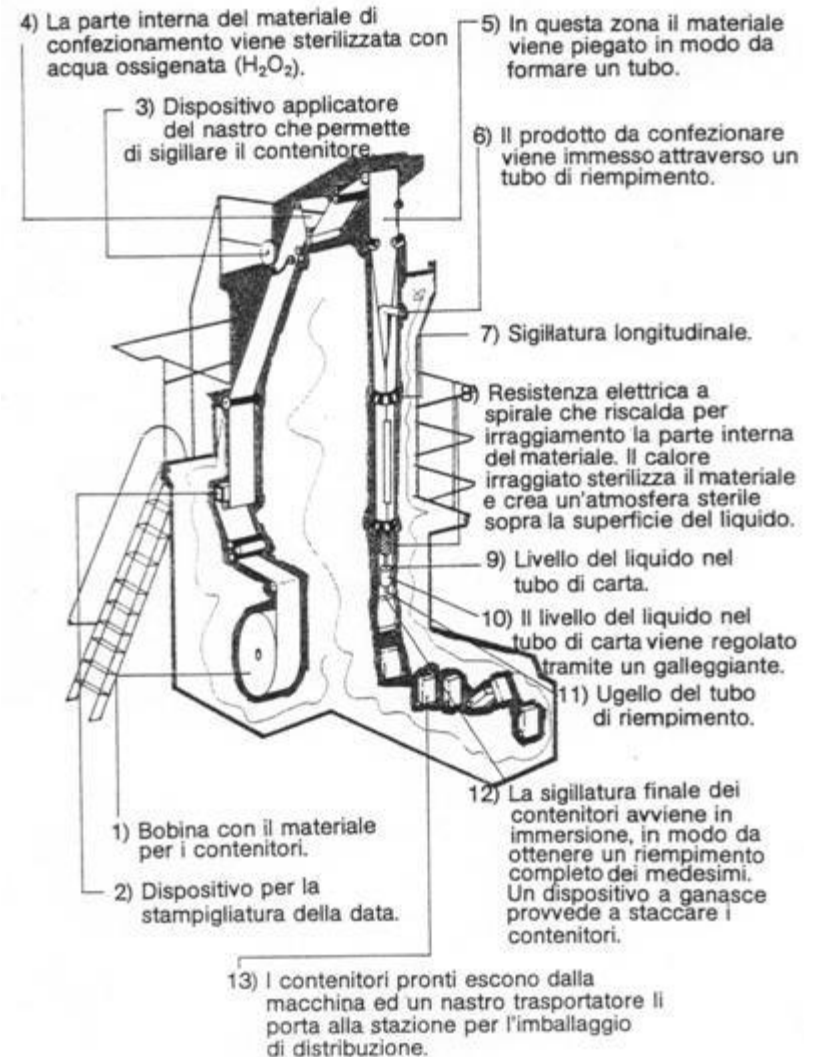
# CONFEZIONAMENTO ASETTICO



**Materiali riciclabili**

## Contenitori flessibili in triplice strato:

- 1) polietilene esterno: protegge dall'umidità
- 2) carta: conferisce robustezza e stabilità
- 3) polietilene: funziona da strato adesivo
- 4) alluminio: funziona da barriera nei confronti della luce, dell'ossigeno e di altri agenti esterni
- 5) polietilene: funziona da strato adesivo e sigilla il liquido all'interno



# APPERTIZZAZIONE

Tecnica di conservazione in contenitori sigillati:

- **Preparazione del prodotto**

Vegetali: lavaggio cernita, sbucciatura, denocciolatura

Animali: disossamento, taglio, eviscerazione, filettatura

- **Pretrattamento**

Precottura, scottatura (blanching), concentrazione

- **Confezionamento**

Con depressione o vuoto parziale prima della chiusura

- **Trattamento termico**

pH < 4,5 (pomodoro e frutta) 90 – 100 °C

pH ≥ 4,5 (ortaggi, carne, pesce) 100 – 120 °C

- **Raffreddamento**

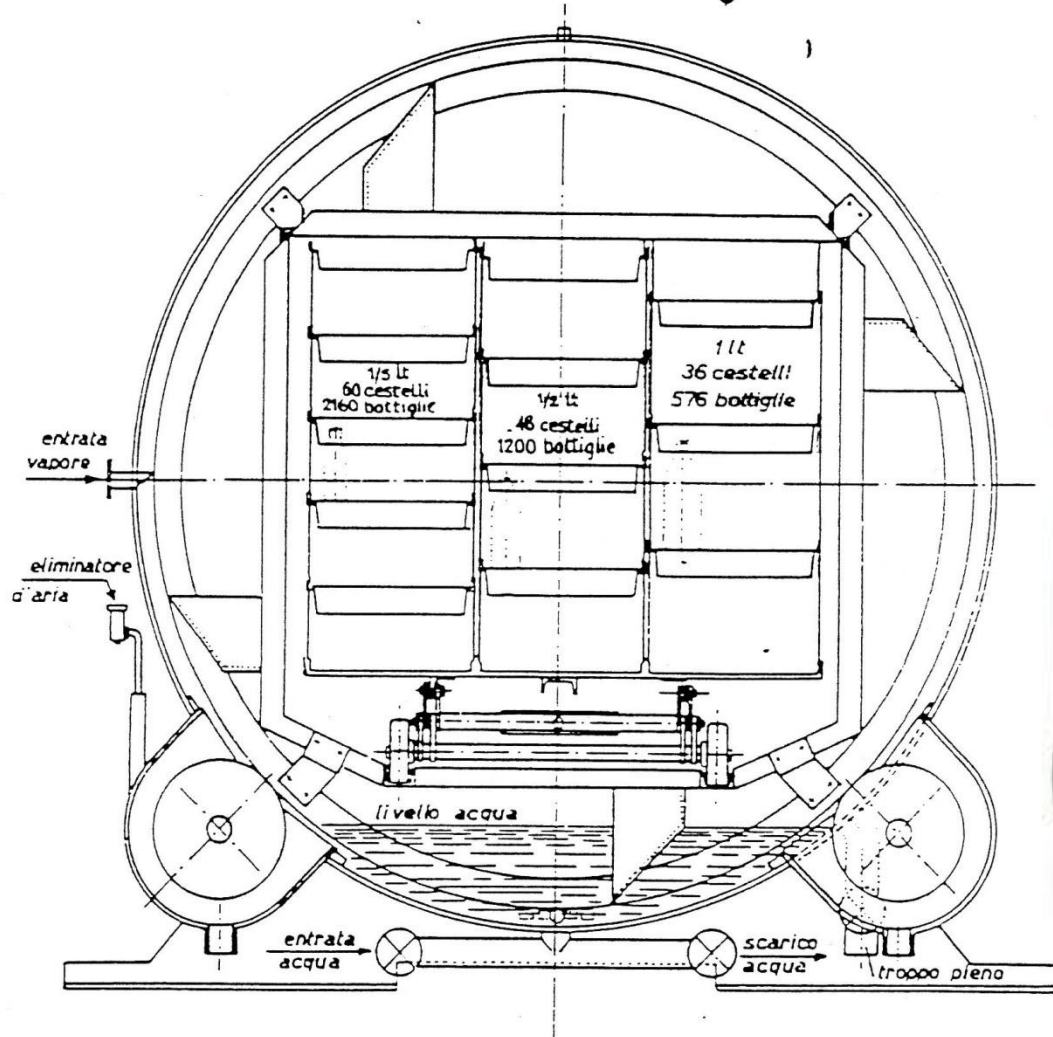
Fino a 35 – 40 °C

- **Stoccaggio**

Da 2 a 5 anni



# AUTOCLAVE A PANIERE ROTANTE



Sezione di autoclave di sterilizzazione rotativa. Le bottiglie ruotano attorno al loro asse trasversale mentre vengono asperse all'esterno dall'acqua sollevata dalle quattro pale; la temperatura di sterilizzazione è di 132° C.



# CONGELAMENTO

Un prodotto si definisce congelato se la temperatura alla quale viene portato provoca la cristallizzazione dell'acqua e solidificazione dell'alimento.

L'acqua è presente negli alimenti sottoforma di acqua libera (congela tra  $-0,5/-4^{\circ}\text{C}$ ) e acqua legata a proteine, zuccheri, amido, cellulosa, (punto di congelamento molto più basso).

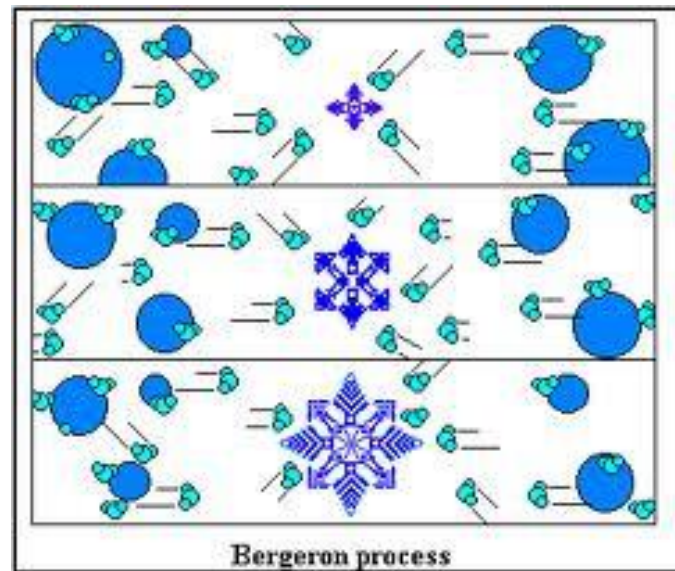
Durante il raffreddamento l'acqua si concentra sempre più e abbassa il suo punto di gelo fino a oltre  $-40^{\circ}\text{C}$ : questa parte rimane allo stato liquido consentendo lo sviluppo delle reazioni di degradazione (per quanto molto rallentate).

**Alimento congelato:** 80-90% di acqua trasformata in ghiaccio e la temperatura è compresa fra  $-10$  e  $-25^{\circ}\text{C}$ .

# Processo di congelamento

**Nucleazione o cristallizzazione:** si formano i cristalli di ghiaccio oltrepassato il punto crioscopico (compreso fra 0 e  $-7^{\circ}\text{C}$ ) con una minima separazione dell'acqua allo stato solido.

**Accrescimento:** i cristalli formati diventano sempre più grandi, fino alla totale solidificazione dell'alimento.



# SISTEMI DI CONGELAMENTO RAPIDO O ULTRARAPIDO

**Congelamento ad aria forzata:** gli alimenti sfusi, senza confezione, vengono sottoposti a un getto di aria a  $-40$ ,  $-50^{\circ}\text{C}$  dentro gallerie o tunnel (prodotti di varia forma e volume).



# SCONGELAMENTO DI SURGELATI E CONGELATI

Lo scongelamento rappresenta una operazione delicata con la quale si deve consentire all'acqua di rientrare a fare parte dei sistemi colloidali delle soluzioni. La riattivazione del prodotto deve essere compiuta in modo da evitare perdite di liquidi interstiziali.

**IN AMBITO INDUSTRIALE:** le derrate vengono scongelate passando in tunnel riscaldati elettricamente o per mezzo di aria umida alle  $T = +2; +10^{\circ}\text{C}$ . Risultano molto utilizzati anche i microonde.

**IN AMBITO DOMESTICO:**

- Sosta a  $T$  ambiente o più prolungatamente in frigo
- Utilizzo di forni a microonde

**E' SCONSIGLIATO:** l'impiego di acqua calda e l'esposizione di prodotti privi di involucro a un getto di acqua fredda.

# SCONGELAMENTO DI SURGELATI E CONGELATI

Quando il prodotto viene scongelato, deve essere utilizzato e mai ricongelato perché si otterrebbe una cristallizzazione di tipo lento con macrocristalli e deterioramento del prodotto stesso.

La qualità del surgelato dipende, oltre che dalla genuinità del prodotto di partenza, dal rigoroso mantenimento della catena del freddo.

**Intelligent packaging:** l'etichetta viene inserita nella fase di packaging e, quando è avvenuto uno scongelamento, manifesta un colore rosso nella zona attiva del centro.



# DISIDRATAZIONE

I vari processi di essiccazione hanno come scopo la rimozione della quasi totalità di acqua contenuta negli alimenti.

Da valori del 65-95% si passa infatti ad un contenuto idrico massimo del 10-15%. Il processo può avvenire secondo:

- **Metodi naturali**
- **Metodi artificiali**

**Metodi naturali:** praticati fin dall'antichità, consistono nell'espore al sole e all'aria per un periodo di settimane o di mesi gli alimenti, per lo più vegetali, fino ad un loro totale prosciugamento.

Si pratica generalmente in Paesi a clima caldo-asciutto, ma anche in alcuni Paesi nordici (stoccafisso in Norvegia), e a volte si affianca l'affumicamento.



## Essiccatori ad armadio

Apparecchi discontinui consistenti in camere adiabatiche di dimensioni variabili, all'interno delle quali sono disposti supporti per accogliere vassoi con il materiale da essiccare.



## Essiccatori a tunnel



Sistemi continui, largamente impiegati. Nei tunnel, lunghi 10-15 metri, il prodotto viene disposto su nastri scorrevoli o carrelli mobili. L'aria calda può circolare in equicorrente o controcorrente, o in ambedue i modi in alcuni tratti per ottenere un'essiccazione ancora più spinta. Talvolta il flusso viene diretto ortogonalmente.

# LIOFILIZZAZIONE

Preparazione del materiale

↓  
Congelamento

↓  
Liofilizzazione

Sublimazione sotto vuoto  
Evaporazione sotto vuoto  
Rottura del vuoto

↓  
Confezionamento





## Confezionamento

Confezionamento automatizzato e con elevati standard igienici. L'umidità è molto bassa. E' indispensabile, nel corso dell'operazione, contrastare al massimo la tendenza del prodotto a reidratarsi assorbendo umidità dall'ambiente.

I contenitori più usati sono buste in triplice strato (polietilene, poliammide, alluminio). Il riempimento avviene sottovuoto o sotto azoto.

I prodotti già sperimentati con successo consistono soprattutto in zuppe di legumi iperproteiche e ipercaloriche, minestrone a base di verdure e di carne, carne granulare di manzo, succhi, tè e caffè solubili.



# Sostenibilità

Soddisfare i bisogni della generazione presente senza compromettere quelli della generazione futura



- Ridurre sprechi alimentare
- Economia circolare
- Utilizzare energie rinnovabili
- Packaging (assenza di imballaggi in eccesso e etichettatura ambientale)
- Intelligenza artificiale

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo sostenibile è il programma d'azione per le persone, il Pianeta e la prosperità sottoscritto il 25 settembre 2015 dall'Assemblea generale dell'Onu.



*Grazie della cortese attenzione*