

# Appunti del corso di Istituzioni di tecnologia alimentare

## *Parte 5° Stabilizzazione - 2*

ZEPPA G.  
Università degli Studi di Torino



## ***Sterilizzazione su prodotto sfuso → Confezionamento aseptico***

Il prodotto liquido sfuso viene sterilizzato ed in seguito viene confezionato sterilmente caldo o freddo (metodi continui)

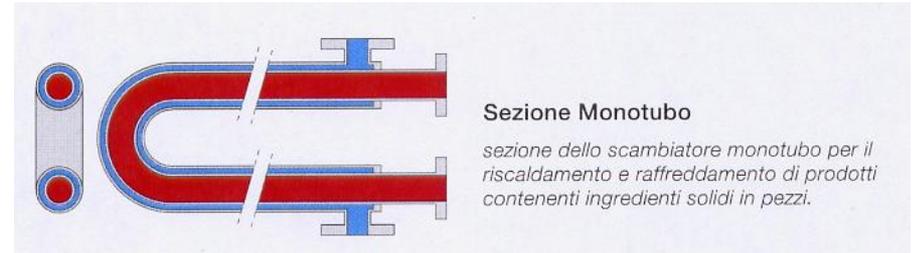
### ❖ con scambiatore (metodo indiretto)

- ❖ iniezione di vapore (uperizzazione)
- ❖ infusione nel vapore
- ❖ sistema ATAD

## *Scambiatori*

- Assicurano il riscaldamento del prodotto tramite una separazione fisica tra il prodotto ed il vapore
- Sono dotati di dispositivi automatici che garantiscono il controllo del processo
- Sono costituiti di acciaio inox e possono essere facilmente sanitizzati con soluzioni basiche ed acide (sistemi CIP)
  - ❖ A fascio tubiero – insieme di tubi nei quali scorre il fluido che scambia calore con quello circolante all'esterno
  - ❖ A superficie raschiata – cilindro nel quale scorre l'alimento e dove ruota un albero coassiale con lame raschianti; il fluido di scambio circola esternamente; adatti per liquidi molto viscosi
  - ❖ A piastre- insieme di piastre metalliche che formano intercapedini nelle quali circolano alternativamente il prodotto ed il fluido

## Scambiatore monotubo



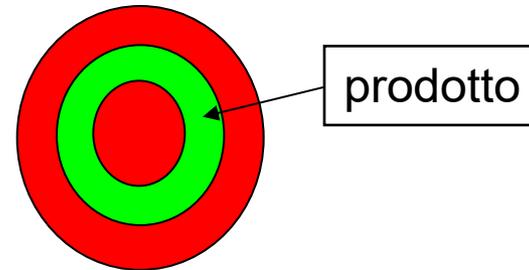
Una tubazione interna che trasporta il prodotto ed una esterna che trasporta il liquido di riscaldamento

## *Scambiatore a tubi concentrici*



Una serie di tubi concentrici a diametro decrescente posti l'uno internamente all'altro.

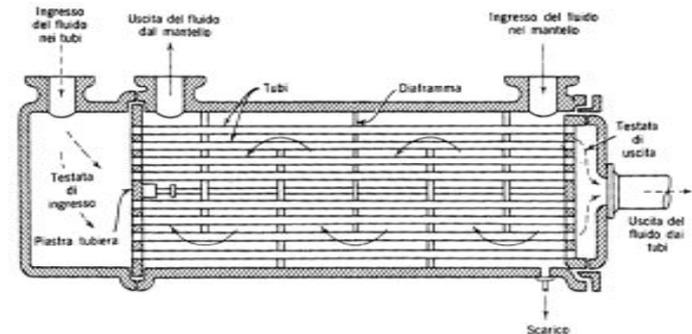
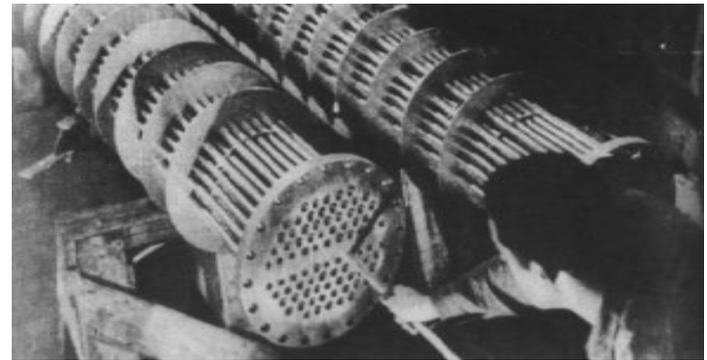
Il prodotto fluisce nella corona anulare centrale mentre i liquidi di riscaldamento/raffreddamento nelle intercapedini interna ed esterna, in controcorrente.

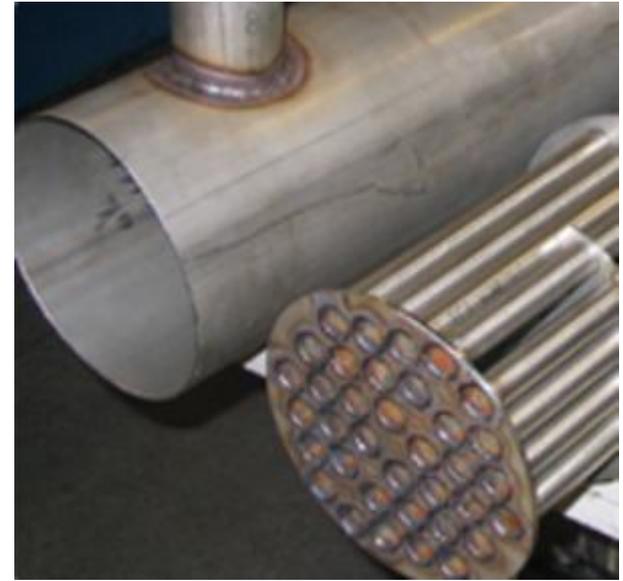
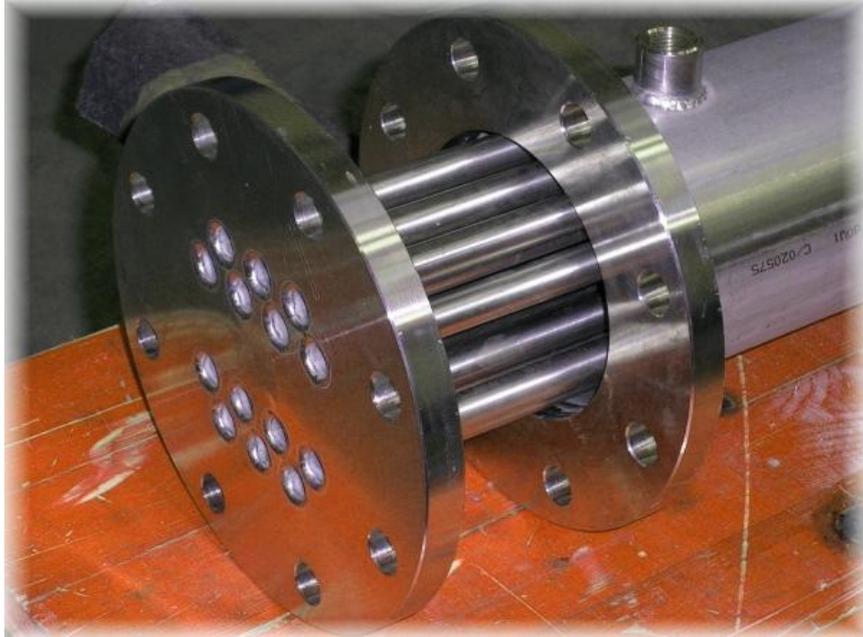


## *Scambiatore a fascio tubiero*



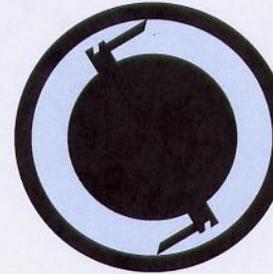
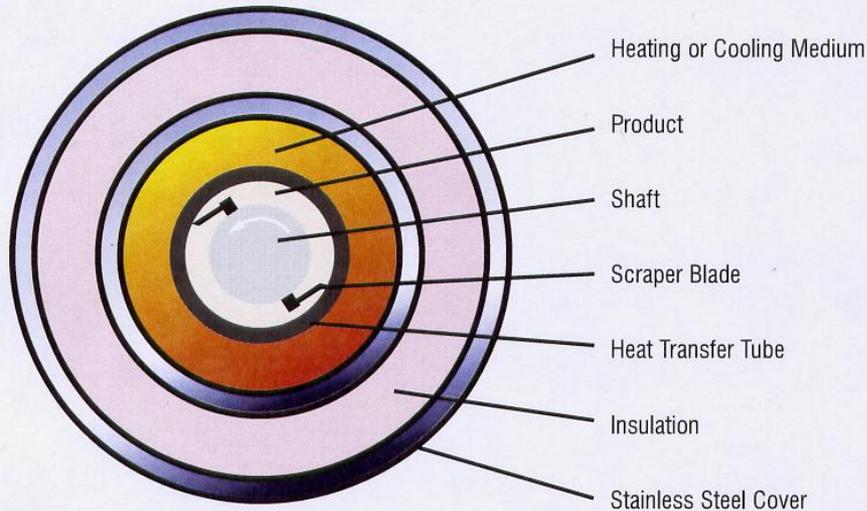
Una serie di tubi inseriti in una camicia esterna. Il prodotto fluisce all'interno dei tubi, mentre i liquidi di riscaldamento/raffreddamento circolano nella camicia esterna.





# Scambiatore a superficie raschiata

## How It Works



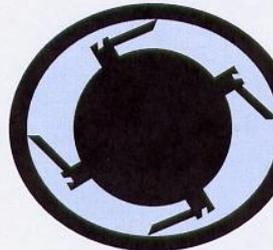
### **Concentric**

For most applications the shaft is mounted in the center of the heat transfer tube, or CONCENTRIC.



### **Eccentric**

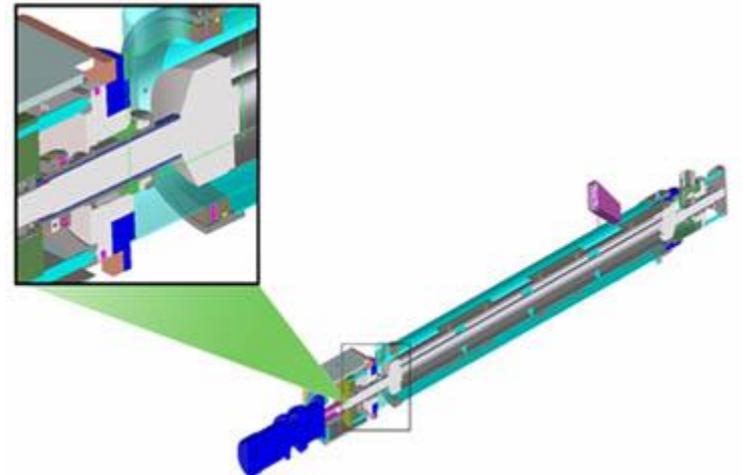
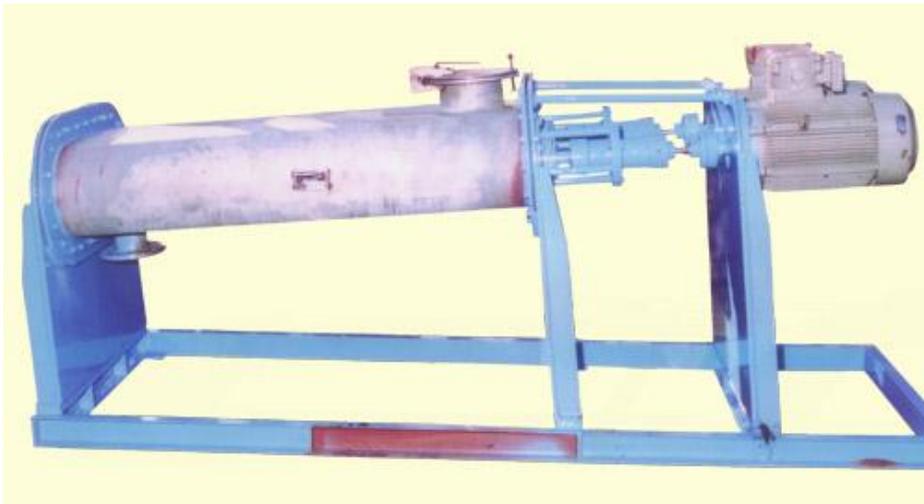
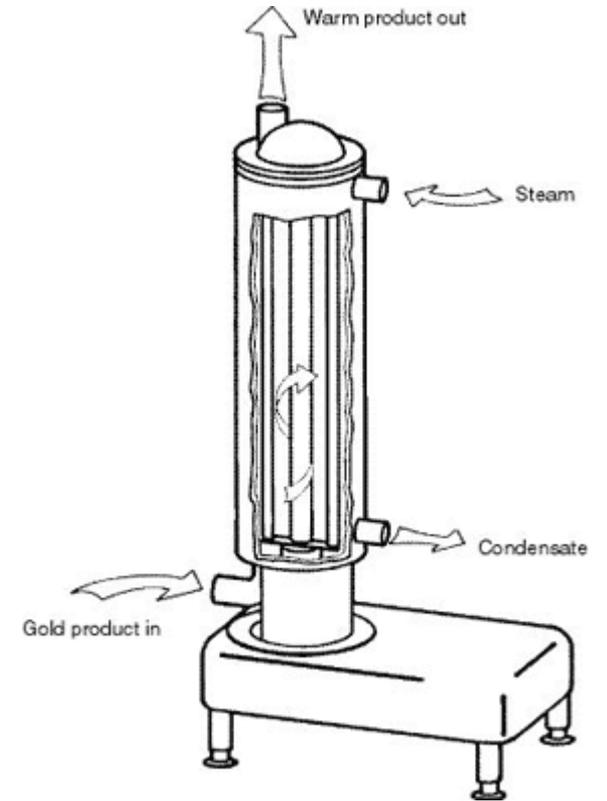
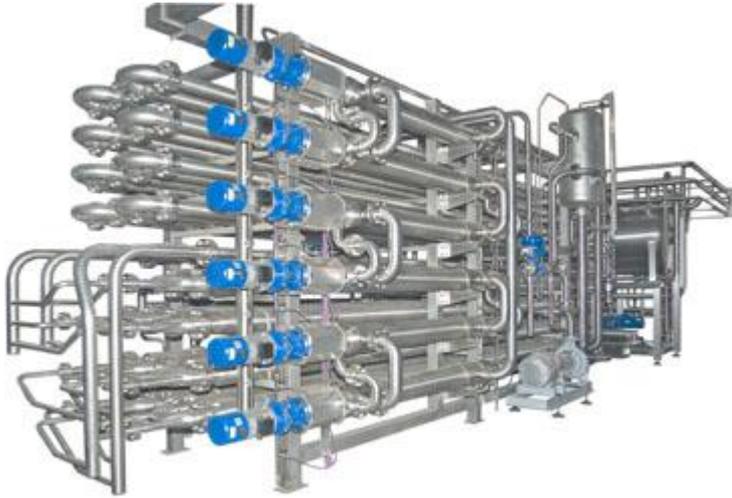
An off centered shaft mount or ECCENTRIC design is recommended for viscous and sticky products. This shaft arrangement increases product mixing, eliminates mass rotation, and reduces the mechanical heat load.

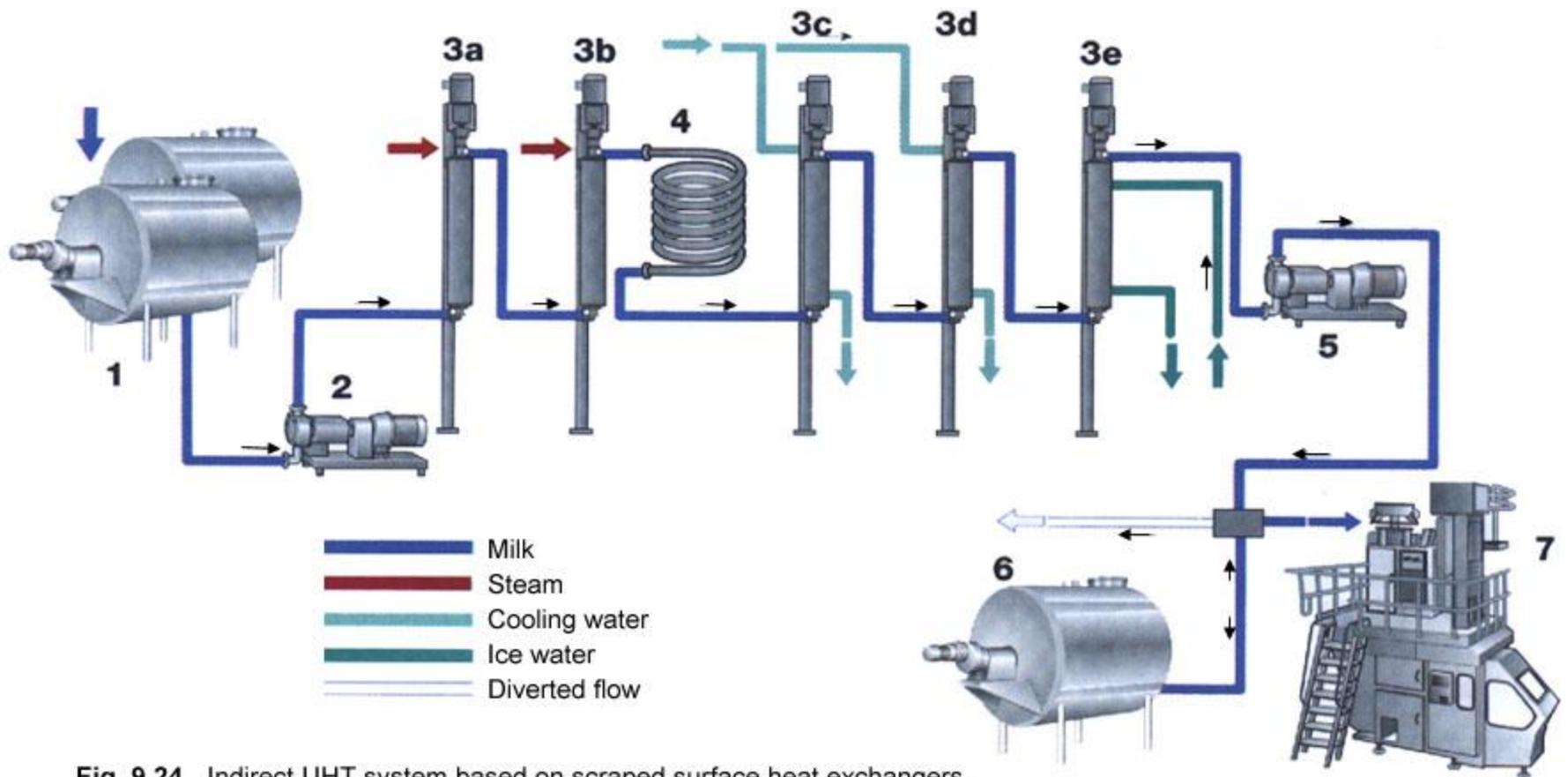


### **Oval Tubes**

Oval tubes are used to process extremely viscous products. This design eliminates product channeling within the tube, it reduces mechanical heat by a double cam action of the scraper blades, and it balances the internal forces to prevent shaft deflection.

# *Scambiatore a superficie raschiata*

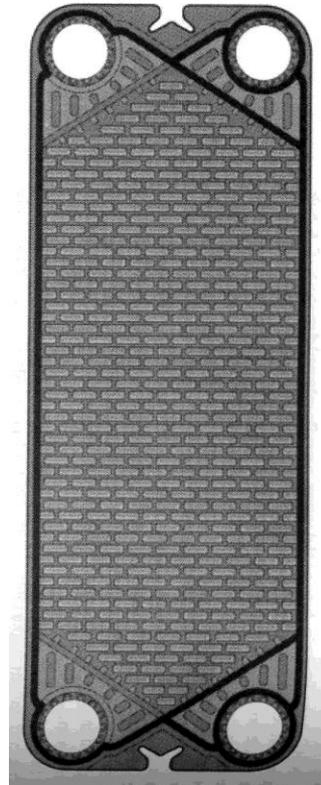


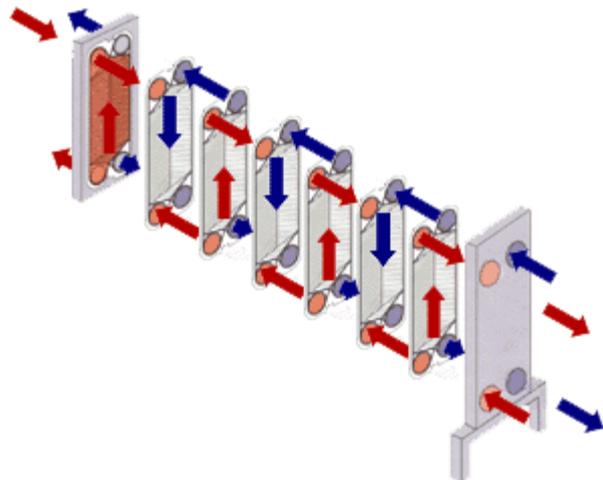
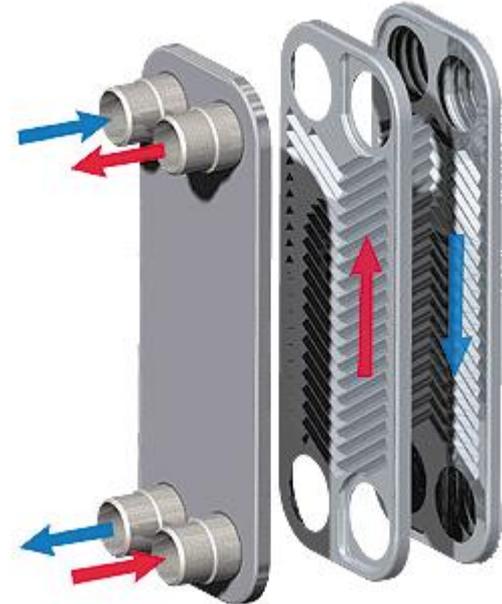
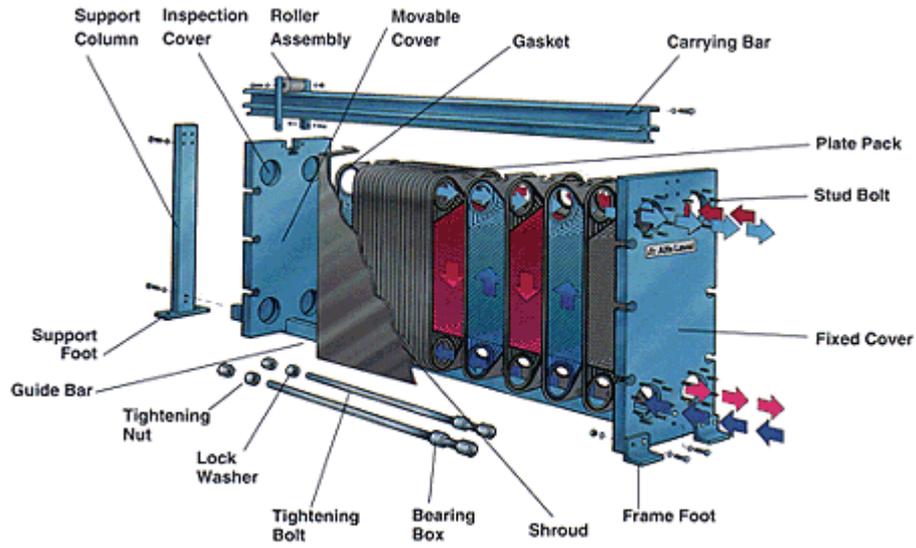


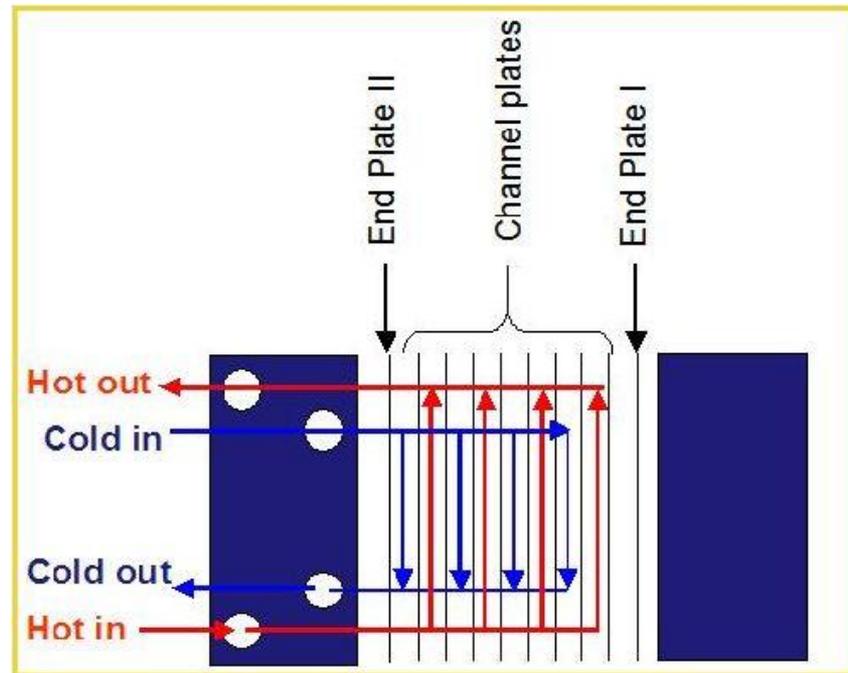
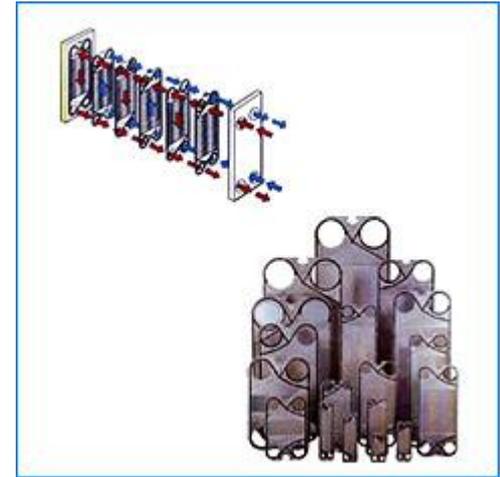
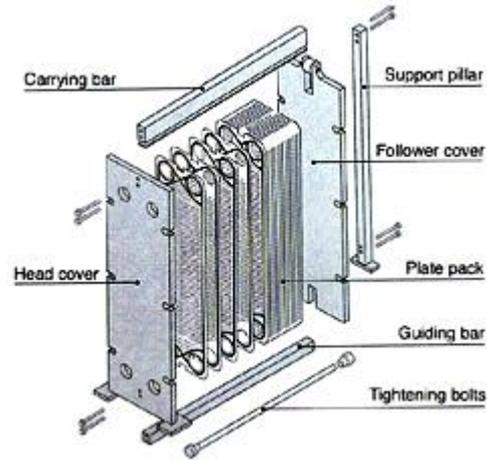
**Fig. 9.24** Indirect UHT system based on scraped surface heat exchangers.

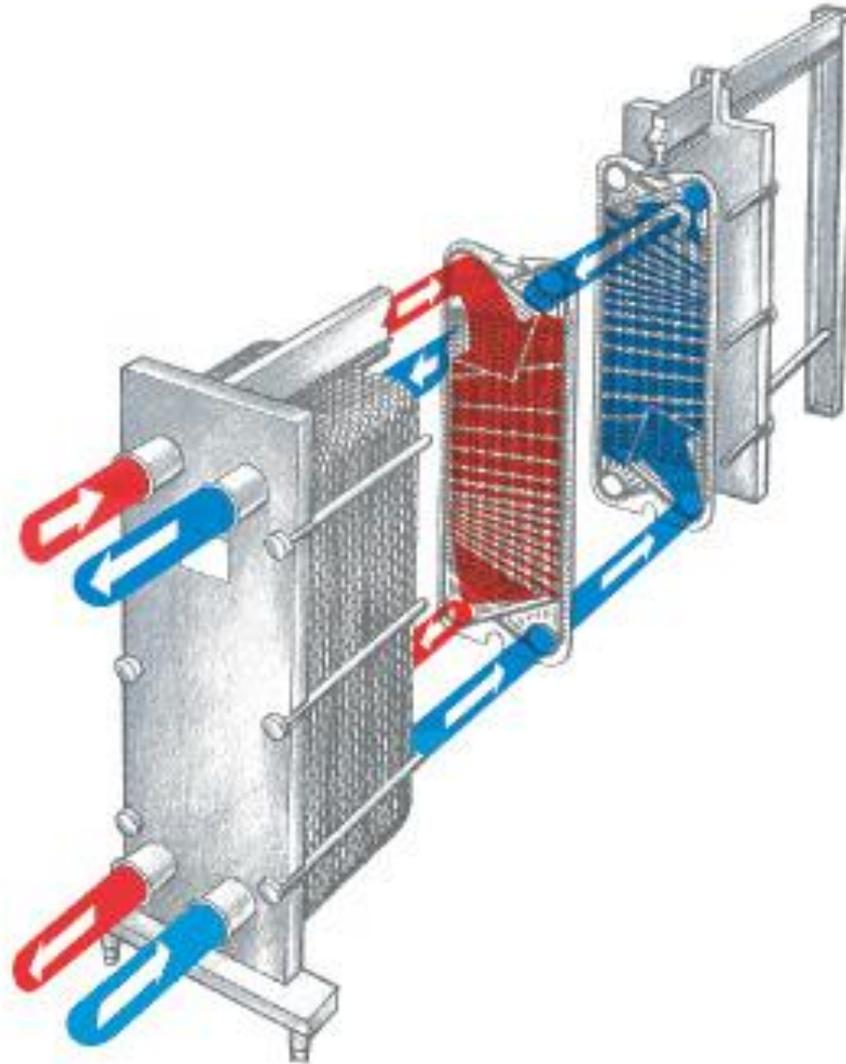
- |                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| 1 Product tank                    | 4 Holding tube    |
| 2 Positive feed pump              | 5 Positive pump   |
| 3 Scraped surface heat exchangers | 6 Aseptic tank    |
| 3a Preheating section             | 7 Aseptic filling |
| 3b Final heating section          |                   |
| 3c Cooling section                |                   |
| 3d Cooling section                |                   |
| 3e Cooling section                |                   |

## *Scambiatori a piastre*











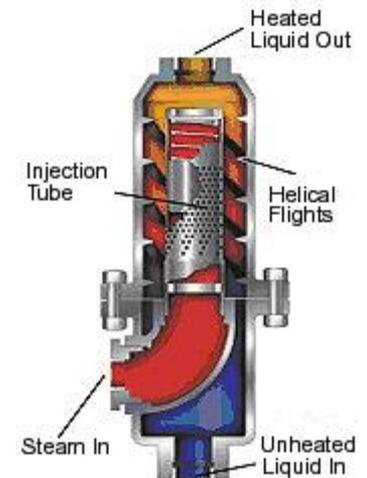
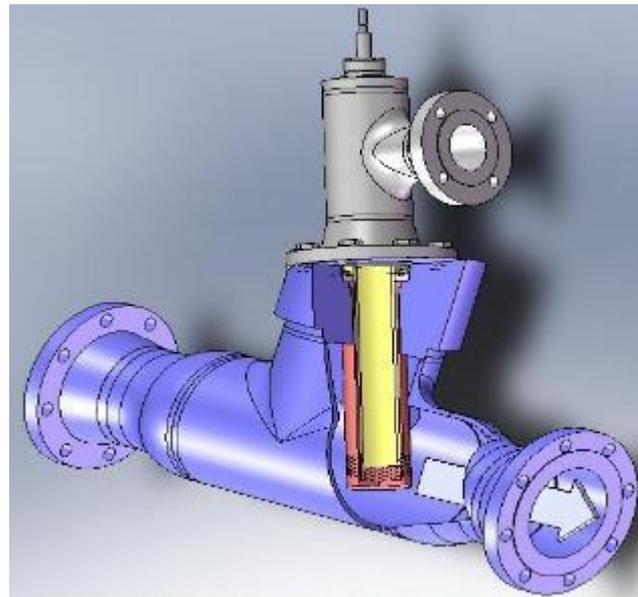
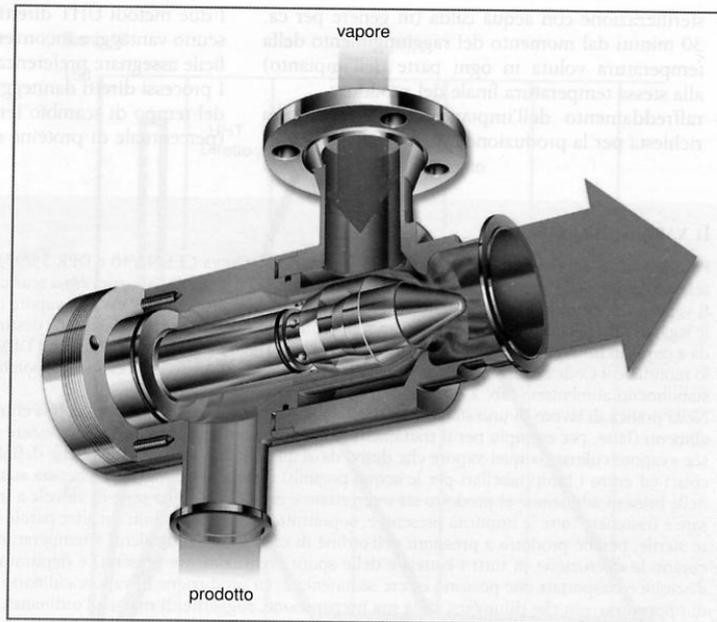
## *Sterilizzazione su prodotto sfuso → Confezionamento aseptico*

Il prodotto liquido sfuso viene sterilizzato ed in seguito viene confezionato sterilmente caldo o freddo (metodi continui)

- ❖ con scambiatore (metodo indiretto)
- ❖ iniezione di vapore (uperizzazione)
- ❖ infusione nel vapore
- ❖ sistema ATAD

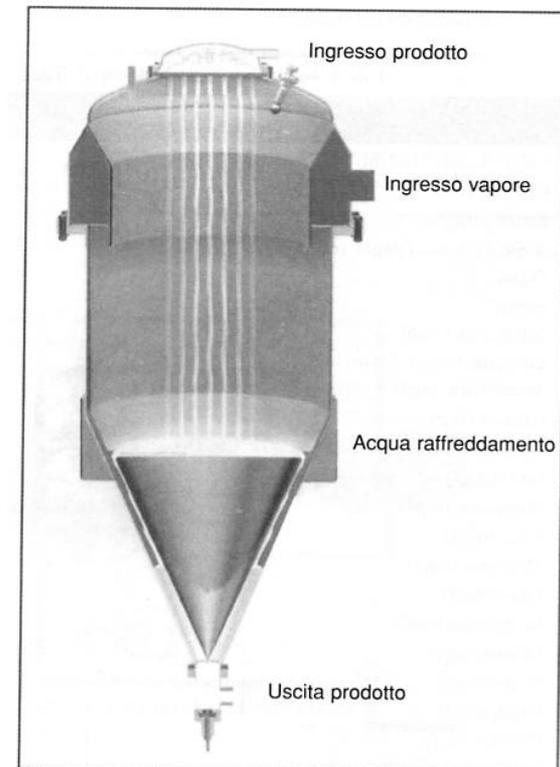
## *Iniezione di vapore*

- il vapore ad alta pressione viene introdotto nel liquido; dopo viene raffreddato sottovuoto così da rimuovere l'acqua in eccesso
- riscaldamento e raffreddamento molto veloci → ottimo per liquidi sensibili al calore
- va bene solo per liquidi a bassa viscosità
- problemi di sterilità
- richiede vapore da acqua potabile
- facilità di otturazione degli iniettori

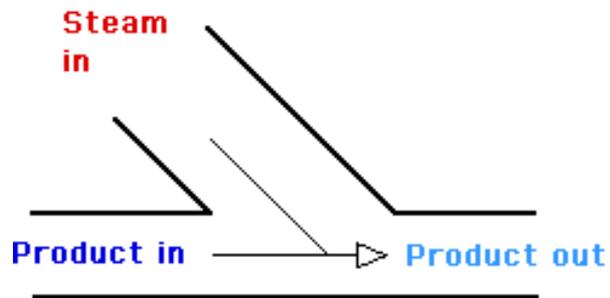


## *Infusione nel vapore*

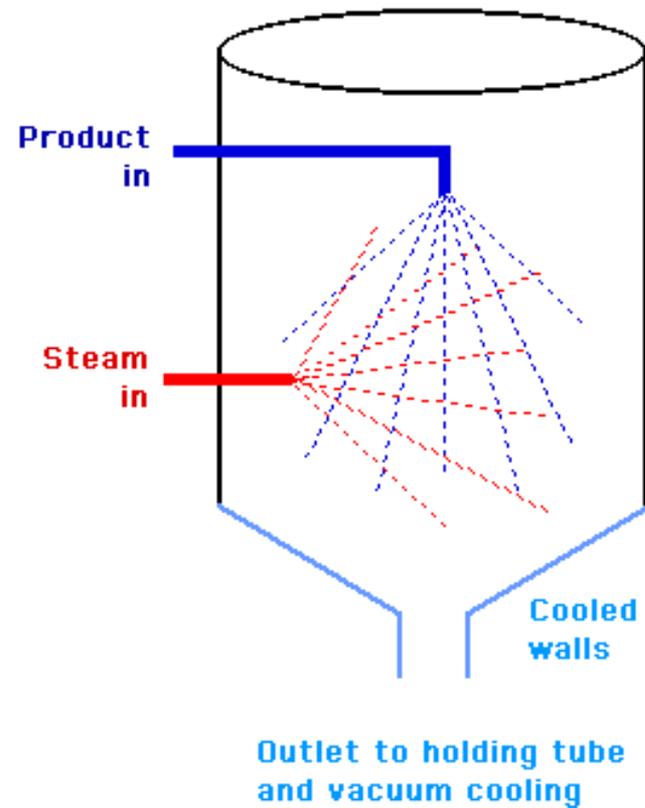
- il liquido ad alta pressione viene spruzzato come film sulle pareti in un serbatoio pressurizzato e riscaldato a 142-146 °C; dopo viene raffreddato sottovuoto così da rimuovere l'acqua in eccesso
- diminuiscono le possibilità di caramellizzazione
- mantenimento delle qualità del prodotto
- va bene anche con liquidi viscosi (minestre concentrate, formaggi fusi, creme, budini)



## INJECTION VALVE

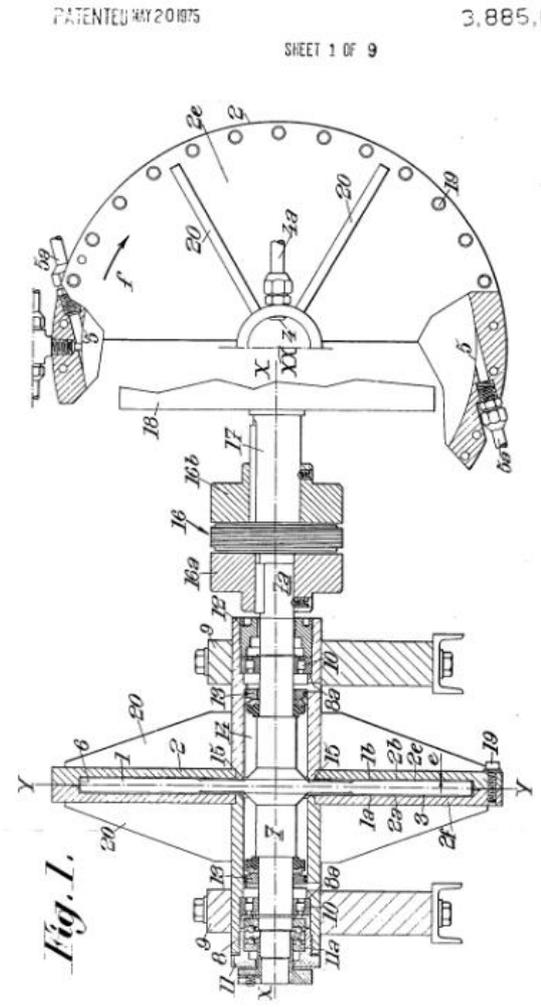
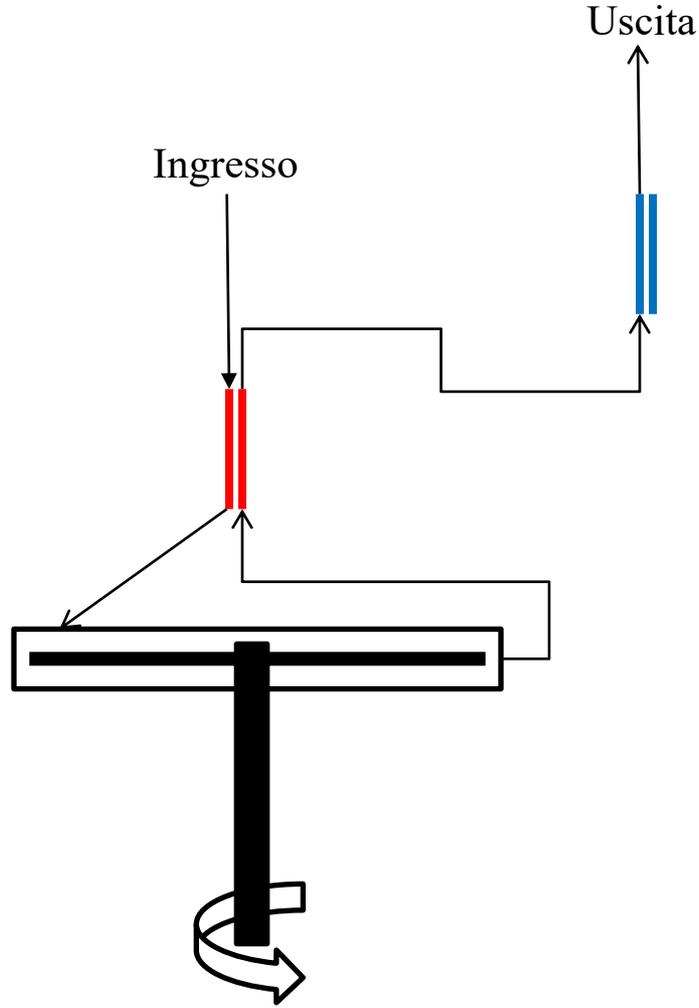


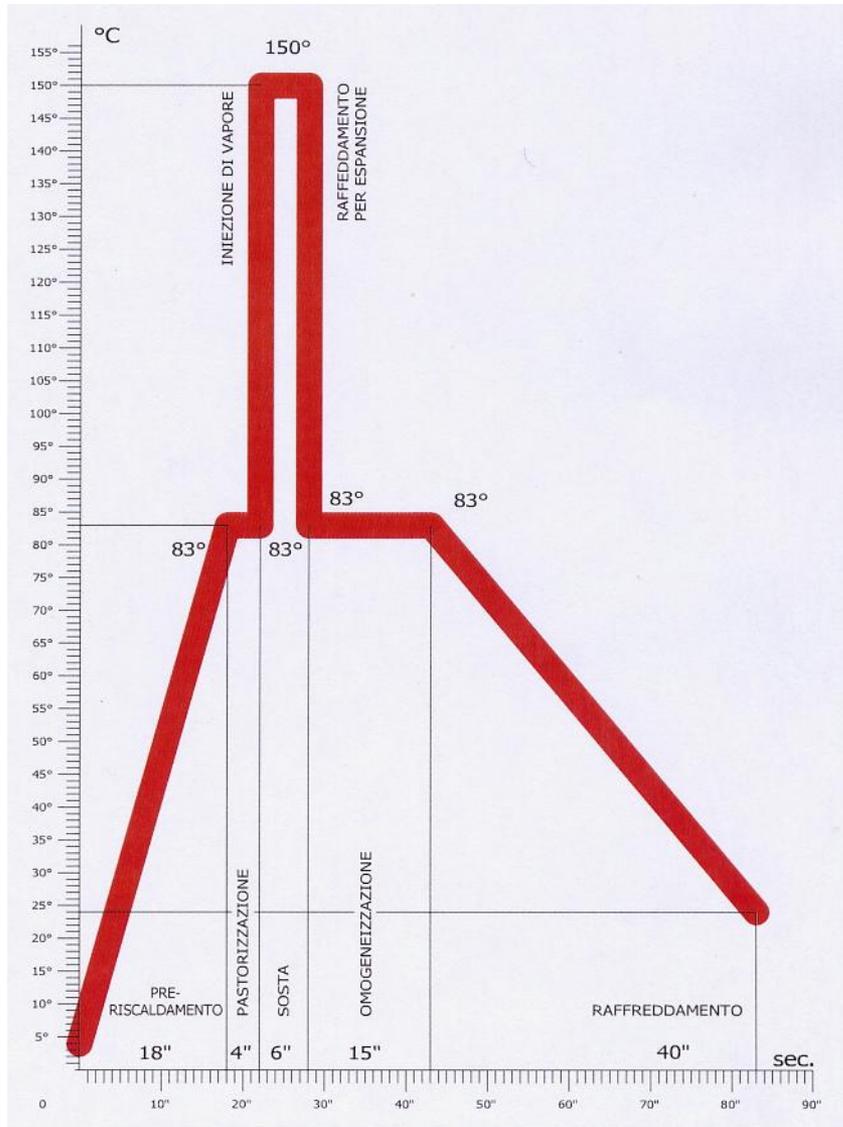
## INFUSION CHAMBER



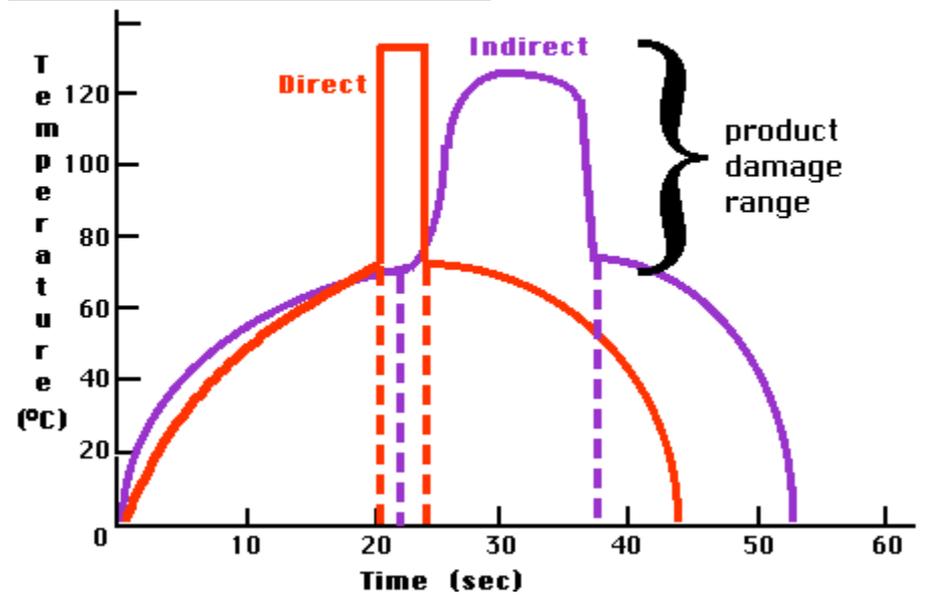
## ***Sistema ATAD (Approvisionnement-Transport Aerien-Distribution)***

- Sistema molto recente basato su riscaldamento ultrarapido mediante attrito (Brevetto US 3885057 A)
- Il liquido viene inviato su un disco che ruota ad alta velocità (4-5000 rpm) in uno spazio interstiziale molto stretto (0.3 mm)
- Per forza centrifuga il liquido è spinto verso un'apertura periferica raggiungendo temperature molto elevate ( $>140$  °C) in tempi rapidi ( $<0.5$  sec)
- Usato per latte
- Determina anche l'omogeneizzazione





### Direct and Indirect Continuous Sterilization



## *Pastorizzazione*

- trattamento meno energico della sterilizzazione con **parziale** distruzione della microflora
- effettuata a  $T < 100$  °C e spesso abbinata ad altre tecniche di conservazione soprattutto se  $pH > 4.0-4.5$ ; se  $pH < 4.0$  i risultati sono simili alla sterilizzazione
- in genere è fatta in modo continuo con tecnica HTST
- si utilizza soprattutto quando la sterilizzazione compromette la qualità del prodotto finito (prosciutto)
- si utilizza se il prodotto ha  $pH < 4.0$  e quindi i batteri patogeni non si sviluppano
- si utilizza se il prodotto ha  $pH > 4.5$  ma la scadenza è molto breve (latte)

Succo frutta	65 °C / 30 min 77 °C / 1 min 88 °C / 15 sec
Birra	65 °C / 20 min 72 °C / 2 min
Latte	63 °C / 30 min 71.5 °C / 15 sec 88 °C / 1 sec 94 °C / 0.1 sec
Uova	64.4 °C / 2.5 min 60 °C / 3 min
Gelato	65 °C / 30 min 71 °C / 10 min 80 °C / 15 sec

Il trattamento termico di **pastorizzazione** si può effettuare:

• **sul prodotto solido o liquido già in contenitori**

- ❖ discontinui - richiedono operazioni di carico e scarico manuali od automatiche
  - ✓ bagni aperti (bacinelle) : sono grandi recipienti dove gli inscatolati vengono riscaldati completamente immersi; ovviamente la temperatura non può essere superiore a 100 °C
- ❖ continui – sistemi a tunnel in cui i recipienti da pastorizzare sono trasportati da dispositivi automatici; regolando la velocità e la lunghezza del percorso è possibile variare il tempo di pastorizzazione

• **sul prodotto liquido sfuso che in seguito viene confezionato sterilmente caldo o freddo** (metodi continui)

- ❖ con scambiatore (metodo indiretto)



## *Confezionamento aseptico*

- Fa parte delle tecnologie “delicate” o **mild technologies** che hanno lo scopo di limitare il deterioramento degli alimenti conservandone la qualità nutrizionale e sensoriale
- Si basa sul principio del trattamento termico in continuo del prodotto sfuso seguito dal confezionamento in ambiente sterile in contenitori sterilizzati a parte o puliti nel caso di alimenti a breve shelf-life (latte pastorizzato) o con acidità elevata
- E' recente (anni '20) ed ha numerosi vantaggi pratici ed economici → ampia diffusione



**DISAFA**  
Università degli studi di Torino

## Appertizzazione

- ✦ riempimento e chiusura dei contenitori in ambiente non sterile
- ✦ sterilizzazione del recipiente con l'alimento
- ✦ riscaldamento lento
- ✦ consumo energetico elevato
- ✦ perdite notevoli di componenti
- ✦ variazioni sensoriali elevate
- ✦ necessari contenitori robusti, pesanti ma di capacità limitata
- ✦ costi elevati di trasporto e distribuzione
- ✦ impianti semplici
- ✦ conservazione molto lunga anche a T ambiente
- ✦ trattamento anche di alimenti solidi o molto viscosi o con solidi

## Confezionamento aseptico

- ✦ elevato numero di alimenti sterilizzabili
- ✦ shelf-life elevata
- ✦ danni termici limitati
- ✦ processo termico indipendente dal contenitore finale
- ✦ uso di contenitori leggeri, flessibili, economici, con volumi anche elevati
- ✦ costi ridotti di trasporto e distribuzione
- ✦ minori interazioni fra alimento e contenitore
- ✦ si possono sterilizzare singolarmente i componenti che vengono uniti solo al confezionamento
- ✦ maggiore automazione
- ✦ minori perdite di componenti
- ✦ minore consumo energetico
- ✦ tecnica "delicata"
- ✦ problemi di sicurezza
- ✦ temperature elevate che possono innescare reazioni
- ✦ difficoltà con solidi, pastosi o pezzi grandi

## *Confezionamento aseptico - Contenitori*

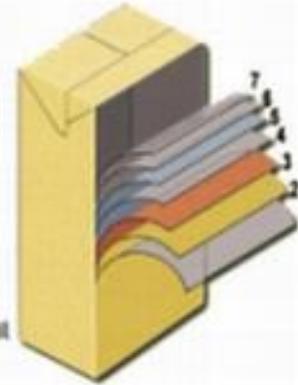
- ❖ contenitori per semilavorati (sacchi plastici di capacità notevole con supporti rigidi e valvole - bag in box)
  
- ❖ contenitori per prodotti di consumo diretto:
  - recipienti in plastica termoformati (dessert, dolci ecc.)
  
  - recipienti in metallo
  
  - contenitori flessibili in triplice strato
    - ▶ sistema della bobina (Tetra-Pak)
  
    - ▶ contenitore preformato







- 1 - Polietilene : protegge dall'umidità esterna
- 2 - L'inchiostro di stampa
- 3 - Carta - Stabilità e resistenza
- 4 - Polietilene - strato adesivo
- 5 - Alluminio - protegge da ossigeno, luce, sapori
- 6 - Polietilene - strato adesivo
- 7 - Polietilene - contiene il liquido



## *Sterilizzazione contenitori*

Calore	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ vapore saturo</li> <li>■ aria calda</li> <li>■ calore di estrusione</li> <li>■ raggi infrarossi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ metallico</li> <li>■ composito</li> <li>■ plastico</li> <li>■ vetro</li> </ul>
Germicidi chimici	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li> <li>■ etanolo</li> <li>■ iodofori</li> <li>■ ossido etilene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ composito</li> <li>■ plastico</li> <li>■ metallico</li> <li>■ vetro</li> </ul>
Radiazioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ UV</li> <li>■ raggi <math>\gamma</math></li> <li>■ raggi <math>\beta</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ plastico</li> </ul>

## *Trattamenti non convenzionali*

### *→ Termici*

- Riscaldamento ohmico*
- Microonde*
- Radiofrequenze*

### *→ Non Termici*

- Alte pressioni (HPP)*
- Campi elettrici pulsati*
- Radiazione ultravioletta*

## *Riscaldamento ohmico*

- Tecnica di trattamento termico per alimenti che utilizza il passaggio di corrente elettrica per generare calore all'interno del prodotto stesso, grazie alla sua resistenza elettrica naturale
- Si ha una distribuzione del calore rapida e uniforme, preservando la qualità degli alimenti e riducendo i tempi di processo e i consumi
- Si fa passare una corrente alternata attraverso il prodotto alimentare, che funge da resistenza elettrica. Il calore viene generato direttamente all'interno dell'alimento, evitando il surriscaldamento superficiale e preservando le caratteristiche organolettiche, come colore, sapore e consistenza.



- $P (W) = R * I^2 = V^2 / R$

- Il danno termico in termini di denaturazione delle sieroproteine e di formazione di furosina è simile ad un trattamento termico ad alta temperatura (120-140 °C)
- L'inattivazione microbica è legata sia alle alte temperature che alla elettroporazione (formazione di pori sulla parete cellulare)

### **Vantaggi del riscaldamento ohmico:**

- ✓ Efficienza energetica: raggiunge fino al 98% di efficienza, convertendo direttamente l'energia elettrica in calore all'interno del prodotto
- ✓ Uniformità del riscaldamento: assicura una distribuzione termica omogenea, evitando zone di sovrariscaldamento e garantendo una cottura uniforme
- ✓ Risparmio di tempo: riduce i tempi di processo, anche fino a 10-90 secondi, a seconda del prodotto e del tipo di trattamento
- ✓ Mantenimento delle caratteristiche qualitative: mantiene inalterate le proprietà organolettiche degli alimenti, come colore, sapore e consistenza
- ✓ Adatto a prodotti con particelle: è particolarmente efficace per alimenti contenenti pezzi, in quanto riscalda uniformemente tutta la matrice, evitando che le particelle si cuociano troppo
- ✓ Riduzione del rischio di surriscaldamento: elimina il rischio di bruciature o incrostazioni superficiali, comuni con i metodi di riscaldamento tradizionale

### **Svantaggi del riscaldamento ohmico:**

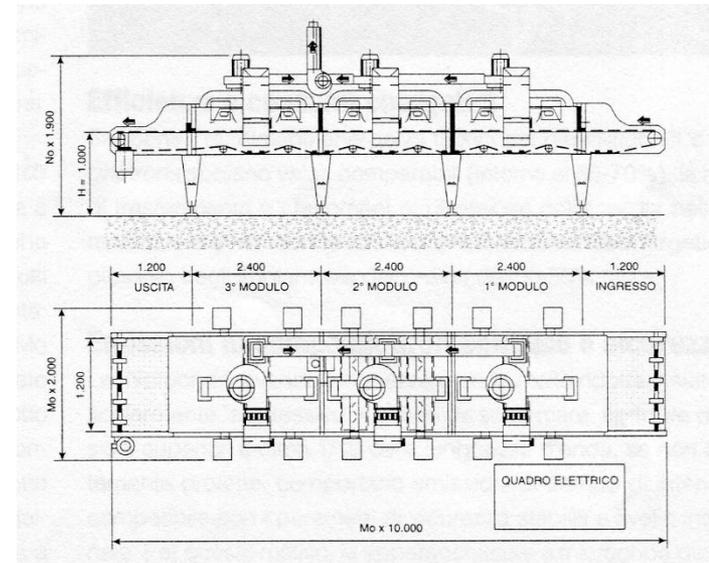
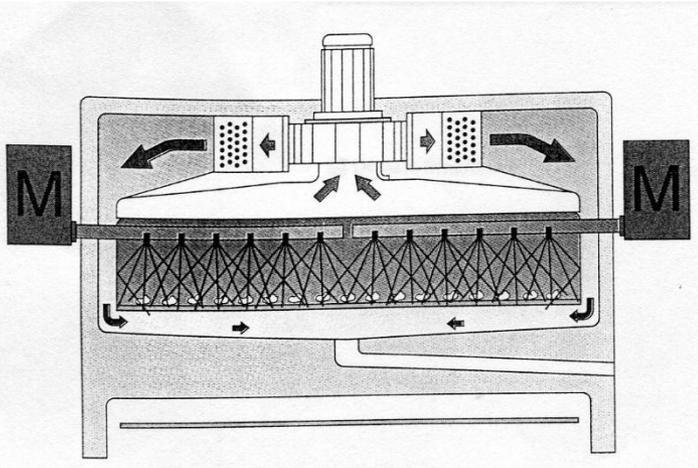
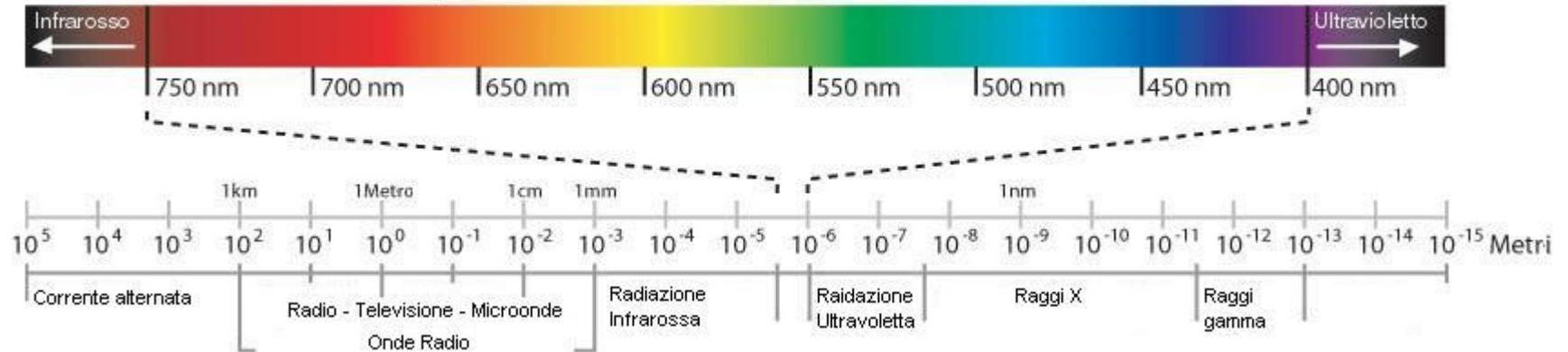
- Impianti costosi e complessi da utilizzare
- Effetto che dipende dalla composizione del mezzo (il grasso è un isolante e causa un riscaldamento non uniforme)

## *Microonde*

- Il funzionamento si basa su di un magnetron che genera un campo elettromagnetico a 2.45 GHz (usata anche 0.915 GHz) con potenze di 800-1000 W. Una guida d'onda (in genere un tubo metallico cavo di sezione rettangolare, circolare o ellittica in cui il campo elettromagnetico è confinato attraverso la "riflessione" sulle pareti della guida d'onda stessa) invia le radiazioni formate alla camera di cottura.
- L'acqua, i grassi e le molecole polari presenti nel cibo assorbono l'energia delle microonde, vengono indotti a vibrare e questa vibrazione genera calore.
- La camera di cottura è una gabbia di Faraday che impedisce la fuoriuscita delle microonde
- Nei forni a microonde anche il vetro frontale ha una rete metallica con maglie inferiori alla lunghezza d'onda delle microonde (12 cm) e quindi blocca le microonde senza avere effetti sulle radiazioni visibili
- E' molto rapido, riscaldando solo il prodotto ma richiede la rotazione per rendere omogeneo il riscaldamento. Inoltre non si può utilizzare per prodotti "chiusi" (uova, frutta ecc.) che esplodono → necessaria una preparazione particolare

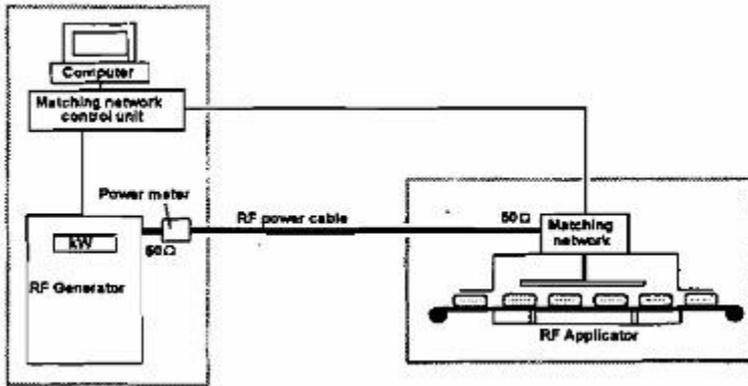
- Buona inattivazione termica (sino a 5 log per *Staphylococcus aureus*)
- Elevata produzione di prodotti di Maillard e denaturazione di sieroproteine
- Fondamentale la composizione dell'alimento che può portare a riscaldamento non omogeneo
- Ottimo per trattamenti su granaglie, pastorizzazione di pasta, scongelamento, essiccazione etc.

## Spettro di luce visibile all'occhio umano



## *Radiofrequenze*

- Una radiofrequenza, nota anche con la sigla RF, indica generalmente un segnale elettrico o un'onda elettromagnetica ad alta frequenza non ionizzante che si propaga nello spazio o in un cavo coassiale.
- Le radiofrequenze hanno una lunghezza d'onda maggiore rispetto alle microonde (circa 10 m; frequenza 1-200 MHz), permettendo una penetrazione più profonda nel materiale da trattare
- Possono essere utilizzate le bande 13.56, 27.12 e 40.68 MHz
- Rispetto ai metodi tradizionali, il riscaldamento a radiofrequenza offre:
  - ✓ Rapidità: Riscaldamento più veloce
  - ✓ Uniformità: Riscaldamento omogeneo del materiale
  - ✓ Precisione: Controllo accurato della temperatura
  - ✓ Rispetto delle proprietà del materiale: Minore impatto sulle proprietà biologiche, chimiche e organolettiche dei prodotti
  - ✓ Sicurezza: Le radiofrequenze utilizzate non sono ionizzanti e non danneggiano i tessuti.
- Il riscaldamento è più lento rispetto alle microonde permettendo quindi di trattare i prodotti più delicati che richiedono un riscaldamento più lento
- Impianti costosi il cui funzionamento deve essere definito in base all'alimento



## *Pastorizzazione «fredda»*

- La pressione può essere utilizzata anche per stabilizzare gli alimenti (HPP – High Pressure Processing; UHP – Ultra High Pressurisation)
- Il prodotto liquido sfuso od in contenitori plastici od il prodotto solido “elastico” (carne, pesce) viene sottoposto a pressioni di 3000-10.000 atm (300-1000 MegaPascal) per alcuni minuti.
- Il trattamento può essere a freddo od a caldo ed è discontinuo
- Vengono favorite le reazioni chimiche con diminuzione del volume (transizioni di fase, denaturazione delle proteine, gelificazione dei carboidrati) → attività sulle cellule microbiche
- Non applicabile su spore (servirebbero più di 1000 Mpa e T di 60-90 °C)
- Il processo è indipendente dal volume e dalla forma del prodotto poiché la pressione è distribuita in modo omogeneo in ogni parte del prodotto
- Impianti però molto costosi, discontinui → costo finale prodotto molto elevato

**GHEZZI** AZIENDA    PRODOTTI    COMUNICAZIONE    RICETTE    CONTATTI

**I NOSTRI PRODOTTI**

**SCELTA PER LINEA**



**SCELTA PER TIPOLOGIA**

- aocughe e filetti di alici
- aringhe e filetti di aringhe
- baccalà
- bottarga
- brosme
- freschi
- ling
- prodotti biologici
- prodotti di tonnara
- pronto a cucinare
- salacche
- sarde
- sardine
- sgombri
- stoccafisso
- tonno



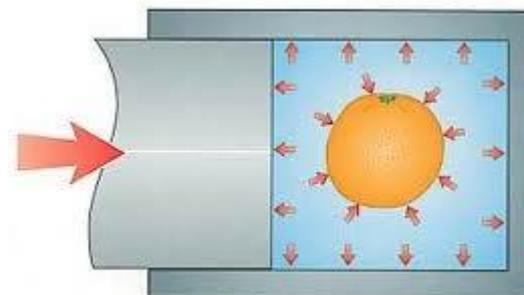
**La ricetta del mese**



**Conosci il tonno?**

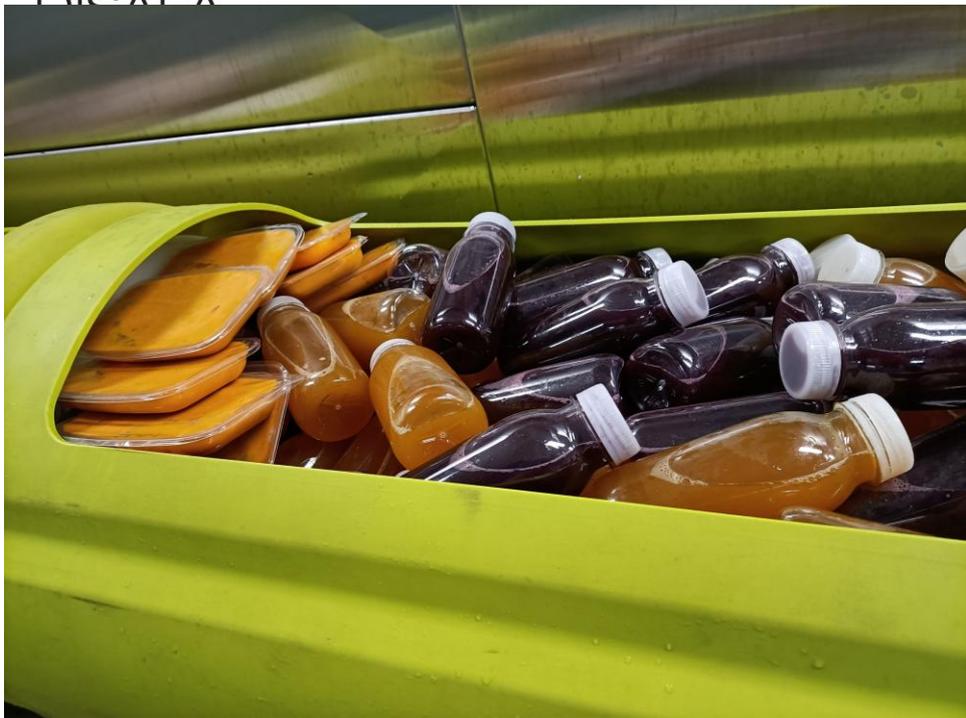


**Assistenza CLIENTI**











## BACCALÀ E STOCCAFISSO PRONTI A CUCINARE

I nostri Baccalà e Stoccafisso "Pronti a Cucinare" grazie all'utilizzo di un innovativo metodo di conservazione, l'alta pressione idrostatica (High Pressure Processing), mantengono inalterate le loro caratteristiche organolettiche pur acquisendo una conservazione più lunga.

I prodotti trattati ad alta pressione idrostatica risultano essere assolutamente sani e genuini perchè non contengono alcun tipo di additivi o conservanti che possono alterare le qualità di un prodotto delicato come il pesce.

Una volta dissalato e imbustato il prodotto viene immerso in un cilindro pieno d'acqua fredda e mantenuto per alcuni minuti sotto pressione: è solo grazie a questa pressione che, mantenendo inalterate la bontà e la gustabilità del prodotto, se ne aumenta la conservazione.



GHEZZI

[www.ghezziitalia.com](http://www.ghezziitalia.com)



Technology  
**freshpress**

ultimate food protection

Protection from microorganisms and enjoyment of freshly cut products for longer, with the guarantee of the newest American technology

[www.freshpress.gr](http://www.freshpress.gr)



## SPREMUTA LOME SUPER FRUIT

**PRATICITÀ  
E SALUTE**

**UN PIENO DI NUTRIENTI**

**SENZA  
CONSERVANTI**



**FILIERA CORTISSIMA**

**100% FRUTTA  
FRESCA DA BERE**

### AZIENDA

Masseria Fruttirossi

### DESCRIZIONE

Spremute di melagrana e altri frutti realizzate a partire da frutta fresca coltivata nelle piantagioni di Castellaneta Marina (Ta), senza zuccheri aggiunti. La gamma comprende sia spremute fresche, realizzate con la tecnologia Hpp in otto gusti diversi, sia succhi ambient pastorizzati in modo naturale. La lavorazione delle spremute avviene nel nuovo stabilimento dotato delle più avanzate tecnologie, che consente di non aggiungere altri ingredienti oltre la materia prima.

### PACKAGING

Le spremute fresche Hpp sono disponibili in bottiglie in Pet da 200, 250 e 500 ml. I succhi ambient in bottiglie di vetro da 200, 250 e 500 ml.

### PREZZO CONSIGLIATO

Formati 200 ml 1,85 €; formati 250 ml 1,99 €; formati 500 ml 3,89 €

### CATEGORIA MERCEOLOGICA

Succhi e spremute fresche/succhi ambient

### TARGET

Il prodotto si rivolge a un target giovane-adulto alla ricerca della migliore frutta da bere, che coniuga praticità e benessere.



#### REFERENZE

8 linea spremute fresche Hpp  
5 linea succhi ambient



#### FORMATO

200, 250 e 500 ml



#### SHELF LIFE

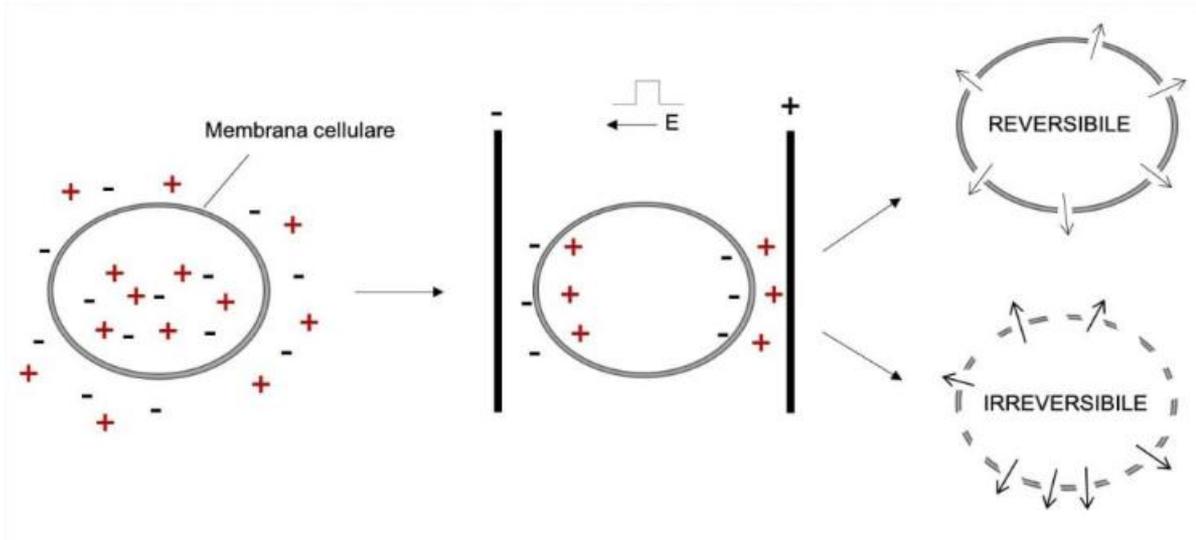
Spremute fresche:  
oltre 30 giorni  
Succhi ambient: 18 mesi

[www.lomesuperfruit.com](http://www.lomesuperfruit.com)  
[info@masseriafruttirossi.com](mailto:info@masseriafruttirossi.com)

## *Campi elettrici pulsati (PEF)*

- Vi è un passaggio di corrente attraverso l'alimento senza che si produca un effetto termico in quanto la corrente è a impulsi di micro o nano-secondi ad elevate tensioni (sino a 50 kV/cm)
- Applicando impulsi elettrici brevi e ad alta tensione a tessuti biologici o alimenti tra due elettrodi, si induce l'elettroporazione della membrana cellulare.
- Questo processo aumenta temporaneamente o permanentemente la permeabilità delle membrane cellulari, modificando la struttura plasmatica e permettendo il passaggio di sostanze dentro e fuori la cellula. In ambito alimentare, ciò migliora l'estrazione di composti, come polifenoli, e permette trattamenti antimicrobici non termici
- Effetti a seconda della durata e intensità dell'impulso:
  - ✓ Permeabilizzazione temporanea: Se gli impulsi sono più deboli e brevi, si verifica una permeabilizzazione temporanea, utile per l'estrazione di sostanze
  - ✓ Rottura permanente (irreversibile): Con impulsi più intensi e lunghi, la membrana si rompe in modo permanente, portando alla morte cellulare

## Elettroporazione



Quando si supera il potenziale critico si formano cariche con segno opposto sui due lati della membrana, con compressione della membrana e formazione di pori.

La dimensione dei pori dipende dal campo elettrico e dal numero di impulsi.

Quando l'area totale dei pori supera una certa percentuale della superficie della membrana cellulare, quest'ultima si rompe irreversibilmente, altrimenti i pori possono chiudere e la cellula, seppure danneggiata, può sopravvivere ai trattamenti

### Fattori cellulari:

- Dimensioni
- Forma
- Orientamento

- ✓ Cellule piccole sono più resistenti di cellule grandi
- ✓ Gli eucarioti più sensibili dei procarioti
- ✓ Le cellule di forma bastoncellare sono più sensibili se l'asse minore è perpendicolare alla direzione del campo
- ✓ A parità di dimensione i Gram negativi sono più sensibili dei Gram positivi

## **Fattori che influenzano l'effetto di trattamenti PEF:**

### *Fattori di processo*

- Forza del campo elettrico (kV/cm)
- Numero e durata degli impulsi
- Forma degli impulsi
- Temperatura iniziale

### *Parametri relativi al prodotto*

- Composizione
- Forza ionica
- aW
- Conduttività

## **VANTAGGI**

- rappresentano una tecnologia di stabilizzazione per alimenti liquidi, e consentono di preservarne gli attributi di qualità
- sono efficaci nell'inattivare molti microrganismi, in particolare lieviti ma anche batteri Gram positivi e Gram negativi
- non sono in grado di inattivare la maggior parte degli enzimi alimentari, di denaturare le proteine, né di destabilizzare le emulsioni
- possono essere applicati come trattamento preliminare a successive operazioni tecnologiche, quali essiccamento e processi di estrazione (olio, mosto, succhi di frutta)

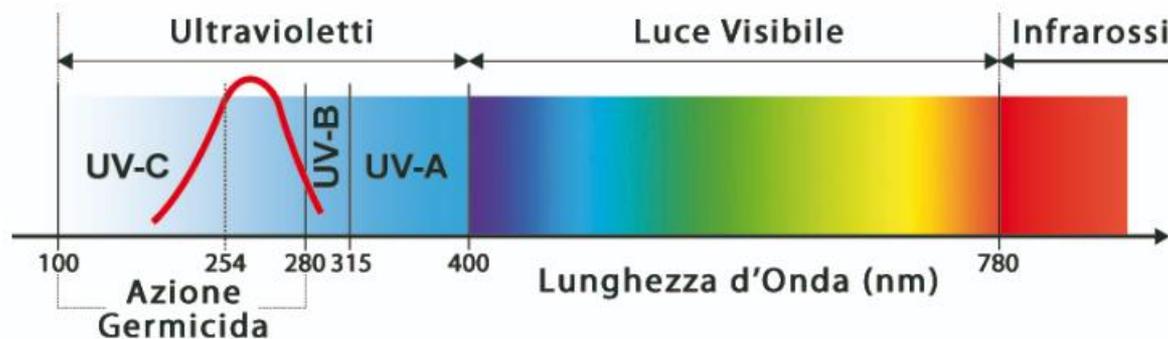
## **SVANTAGGI**

- tecnica ancora costosa
- inattiva sulle spore batteriche
- intenerimento di carne e pesce

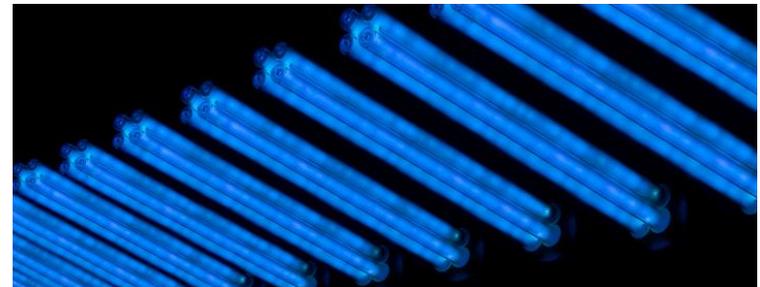


## *Radiazione ultravioletta*

- E' un metodo di sterilizzazione che usa la luce ultravioletta (UV) con lunghezze d'onda comprese nella banda UV-C (tra 100 e 280 nanometri), che modifica il DNA o l'RNA dei microorganismi e quindi impedisce loro di riprodursi o di essere dannosi.
- È utilizzata in una varietà di applicazioni, per esempio la disinfezione di cibo, acqua e aria. La luce UV è stata considerata un mutagene a livello cellulare da più di un secolo.
- Ad una lunghezza d'onda di 2537 Angstrom (254 nm) l'UV distrugge i legami molecolari del DNA dei microorganismi, producendo dimeri di timina nel loro DNA e distruggendoli, rendendoli inoffensivi o impedendone la crescita e la riproduzione.



- L'UV germicida è fornito da una lampada a vapore di mercurio che emette UV alla lunghezza d'onda germicida. Il vapore di mercurio emette a 254 nm.
- Molte lampade UV germicide usano speciali trasformatori per assicurare un costante flusso di elettricità e mantenere costante la lunghezza d'onda. Dato che l'UV germicida ha una larghezza di banda ristretta, le fluttuazioni di potenza potrebbero rendere inefficace la disinfezione. In alcuni casi, le lampade UVGI senza elettrodi possono essere eccitate con le microonde, conferendo una lunga e stabile vita e altri vantaggi. Questo è conosciuto come "microwave UV"



## **Applicazioni comuni**

- **Trattamento dell'acqua:** La sterilizzazione UV è efficace per disinfettare acqua potabile, acque reflue e piscine, eliminando patogeni senza l'uso di prodotti chimici
- **Purificazione dell'aria:** Viene usata in sistemi di ventilazione, filtri per l'aria e per disinfettare le superfici in ambienti chiusi e occupati
- **Sanificazione di superfici e attrezzature:** Lampade e unità mobili UV-C disinfettano sale operatorie, attrezzature mediche e superfici negli ambienti sanitari e industriali.

## **Benefici e limitazioni**

- ✓ **Efficacia:** È un metodo ecologico e fisico molto efficace contro un'ampia gamma di microrganismi, inclusi virus come il SARS-CoV-2
- ✓ **Sicurezza:** Le radiazioni UV-C sono dannose per l'uomo e altre forme di vita, per cui i dispositivi devono essere utilizzati con attenzione e in presenza di personale protetto o in assenza di persone
- ✓ **Nessun prodotto chimico:** Il trattamento UV non utilizza sostanze chimiche e non lascia residui pericolosi, a differenza di alcuni metodi di disinfezione.