

# Surgelazione e refrigerazione dei prodotti alimentari

## ■ Surgelazione e refrigerazione

È un fatto indiscutibile che l'impiego del freddo nei processi produttivi alimentari, già in uso comune nei Paesi più industrializzati, tenderà a svilupparsi sempre più nel futuro. Scopo del suo utilizzo è:

- impedire la degradazione biologica del prodotto
- conservare la vita dei prodotti alimentari per un tempo maggiore.

Le tecniche del freddo applicate all'industria alimentare sono fondamentalmente la surgelazione e la refrigerazione.

## ■ Surgelazione criogenica

La surgelazione consiste in una intensa applicazione del freddo onde ridurre rapidamente la temperatura ad un minimo di  $-18^{\circ}\text{C}$ , a cuore del prodotto, in un tempo massimo di 4 ore (Legge N°32 del 27-01-68 Art. 2). Tale valore provoca la solidificazione o "surgelazione" del prodotto. Operando in questo modo si bloccano efficacemente le reazioni biochimiche e si prevengono i processi batteriologici ed enzimatici che alterano gli alimenti ottenendo una conservazione in condizioni perfette per vari mesi. L'azione del freddo inizia la sua efficacia nella conservazione degli alimenti nel momento in cui la loro temperatura scende al di sotto di  $0^{\circ}\text{C}$  impedendo di conseguenza l'azione distruttiva dei batteri. Essa prosegue sotto i  $-7,5^{\circ}\text{C}$  quando cessano di essere attivi altri microrganismi fino al blocco totale dell'attività degli enzimi, il cui effetto sarebbe quello di alterare il sapore e la consistenza degli alimenti al di sotto di  $-18^{\circ}\text{C}$ . I tessuti che formano gli alimenti sono costituiti da cellule nell'interno delle quali, oltre che sali minerali, proteine,... c'è dell'acqua.

Abbassando il prodotto a temperature inferiori allo  $0^{\circ}\text{C}$  quest'acqua congela.

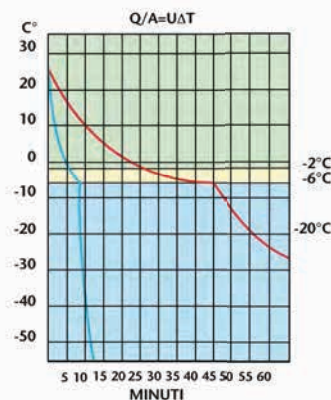
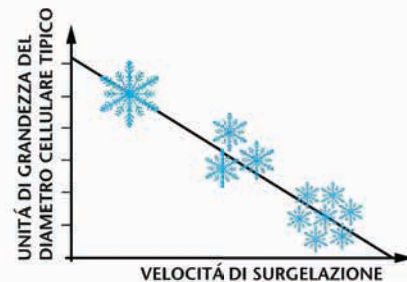
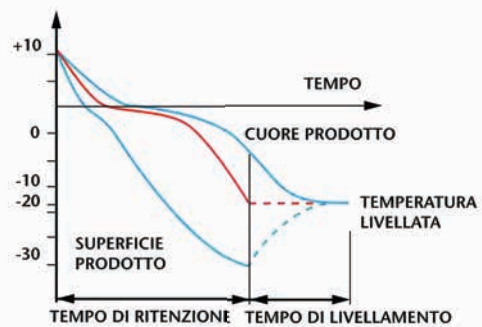
Se l'applicazione del freddo è molto lenta, i cristalli di ghiaccio che si formano sono grandi a spigoli vivi e a forma tale da rompere le pareti delle cellule. Pertanto durante lo scongelamento dell'alimento per il consumo il liquido cellulare, che contiene tutto il valore nutritivo, fuoriesce dalle lacerazioni prodotte e la qualità dell'alimento si deteriora.

Quando il freddo si applica rapidamente, durante il processo di surgelazione si formano molteplici cristalli di ghiaccio microscopici che non rompono le pareti delle cellule. Di conseguenza l'alimento mantiene integre le sue qualità nutritive ed organolettiche. Il raffreddamento mediante l'uso di azoto liquido, o surgelazione criogenica, permette di raggiungere la temperatura di  $-18^{\circ}\text{C}$  in un tempo che può variare da pochi minuti (in tunnel) a poco meno di un'ora (in armadio).

## ■ Refrigerazione rapida con gas criogenici

La refrigerazione è l'applicazione del freddo per ridurre la temperatura degli alimenti a valori compresi fra  $+4$  e  $0^{\circ}\text{C}$  in un periodo di tempo inferiore alle due ore. Mediante la refrigerazione si ottiene un rallentamento delle reazioni chimiche e biochimiche nocive, mantenendo le caratteristiche del prodotto fresco che può essere conservato a questa temperatura per alcuni giorni.

La refrigerazione ultrarapida con gas criogenici permette un rapido abbassamento della temperatura in modo tale da ridurre considerevolmente il tempo di permanenza del prodotto a temperatura compresa fra  $+60$  e  $+10^{\circ}\text{C}$ . Gli alimenti raffreddati con il sistema criogenico potranno quindi conservarsi per periodi di tempo maggiore.



Comparazione dei tempi di surgelazione tra un surgelatore criogenico (linea blu) e un surgelatore tradizionale (linea rossa). Il grafico indica la caduta molto rapida con il sistema criogenico fra il livello immediatamente al di sopra del punto di congelamento e il livello al di sotto dello stesso. Con il sistema criogenico (linea blu) si ha una formazione trascurabile di cristalli in confronto al surgelatore tradizionale (linea rossa) e la conseguente preservazione della struttura cellulare degli alimenti.

## ■ Attrezzature criogeniche per surgelazione e raffreddamenti rapidi

### ■ Tunnel lineare

I tunnel di surgelazione criogenica utilizzano azoto liquido o anidride carbonica liquida come mezzo refrigerante. Queste attrezzature, sono capaci di surgelare o raffreddare praticamente tutti i tipi di prodotti alimentari freschi o precotti.

L'utilizzazione di questi tunnel è particolarmente raccomandata per l'industria della carne, del pesce, della pasta alimentare, dei cibi precotti, della pasticceria, del gelato, della frutta e della verdura.

I tunnel di surgelazione criogenica sono composti essenzialmente dai seguenti elementi:

- un nastro trasportatore posto all'interno del tunnel superisolato, mosso da un variatore di velocità che permette di regolarne la velocità al tipo di prodotto da surgelare o raffreddare;
- un collettore di iniezione per il gas criogenico;
- una serie di ventilatori per l'omogeneizzazione della temperatura;
- un controllo di temperatura che regola l'iniezione del gas criogenico liquido al fine di mantenere costante la temperatura nella zona di surgelazione;
- una centralina di controllo e regolazione per tunnel;
- il tunnel propriamente detto dotato di un sistema automatico per la pulizia.

**La regolazione modulata e continua permette di ottenere, in tutti i momenti, un consumo minimo di gas in funzione del carico di prodotto.**

Per rispettare le normative in vigore nell'industria alimentare tutti gli elementi situati all'interno del tunnel sono costruiti in acciaio inossidabile.

**N.B.: Tutti i nostri tunnel sono costruiti secondo la concezione della modularità. In tale modo, al crescere delle esigenze, non è necessario sostituire il tunnel ma è sufficiente aggiungere al tunnel esistente un modulo già predisposto di nastro, ventilatori, ecc.**

**La conseguenza è l'incremento rapido della vostra produzione con bassi costi di investimento.**

### ■ Tunnel a banda spirale

Una soluzione alternativa al tunnel lineare è il tunnel a banda spirale il cui nastro di trasporto ha forma di spirale. Questo surgelatore è particolarmente adatto per produzioni medio-elevate, in special modo dove esistono spazi

ristretti a disposizione per l'installazione.

Di questo tunnel esistono versioni diverse come potenzialità e come sistema di bande di trasporto.

È quindi consigliabile dimensionare l'impianto in funzione del prodotto specifico.

### ■ Armadio (cold box)

Gli armadi di surgelazione o raffreddamento permettono di trattare rapidamente qualunque prodotto principalmente per due fattori: la bassa temperatura ottenibile e l'elevato potere refrigerante dei gas criogenici. Gli armadi di surgelazione sono composti essenzialmente dai seguenti elementi:

- una struttura costruita in acciaio inox, completa di ventilatori ad alta velocità che permettono una perfetta omogeneizzazione della temperatura del prodotto;
- un sistema di iniezione del gas criogenico regolato da un termostato e da un temporizzatore;
- uno o due carrelli porta prodotto provvisti di ripiani dove appoggiare l'alimento.

**Il funzionamento di questi armadi è molto semplice, dovendo regolare unicamente la temperatura dell'armadio e la durata del ciclo adeguata al prodotto da surgelare o raffreddare.**

La semplicità di funzionamento, la ridotta dimensione, la flessibilità dell'impianto, la sua affidabilità e il basso costo di investimento, fanno dell'armadio criogenico un elemento insostituibile, nelle scuole, negli ospedali, nelle fabbriche di cibi precotti, nell'industria della carne, ecc.



# Surgelazione e refrigerazione dei prodotti alimentari

## ■ Qual è il refrigerante adatto?

Il problema del refrigerante adatto dipende dalle esigenze specifiche del prodotto. Gli esperti del Gruppo Sapiro potranno consigliarvi al meglio.

Ecco alcune differenze tra due refrigeranti: **azoto e anidride carbonica**.

## ■ AZOTO (N<sub>2</sub>)

L'azoto è un gas inerte, inodore, insapore e non esercita alcun effetto inquinante sugli alimenti.

Esso è il principale componente dell'aria dove è presente con una percentuale del 78,05 in volume e per mezzo della rettificazione a bassissime temperature è possibile ricavarlo dall'aria allo stato purissimo (99,95%).

A pressione atmosferica (1.0133 bar) ha una temperatura di ebollizione di -196°C. Per questo nel suo stoccaggio è necessario usare tanks isolati sotto vuoto.

La pressione che si forma nel contenitore (fino a 16 bar) viene utilizzata per il trasporto del liquido.

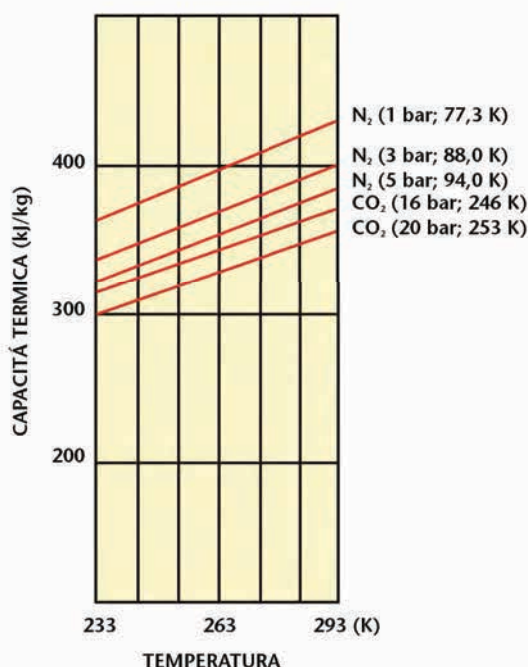
## ■ ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

L'anidride carbonica è un gas antiossidante. È facile da liquefare, perché la sua temperatura critica (31,1°C) è relativamente alta.

Ad una pressione di circa 35 bar e ad una temperatura di 0°C è quindi possibile condensare l'anidride carbonica sotto forma di liquido incolore.

A pressione atmosferica e ad una temperatura di -78,5°C l'anidride carbonica si solidifica sotto forma di ghiaccio secco.

L'anidride carbonica liquida è stoccata come l'azoto, in tanks isolati sotto vuoto.



## ■ DATI FISICI – AZOTO (N<sub>2</sub>)

Temperatura di ebollizione 77,3 K (-196°C) a 1,01 bar

Entalpia per kg N<sub>2</sub> liquido:

Entalpia di evaporazione 185kJ

Entalpia sensibile 172kJ

Entalpia complessiva 357kJ

I dati si riferiscono ad una pressione di tank di 3 bar e ad una temperatura finale di 253 K (-20°C).

Valore MAK -

## ■ ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

Temperatura di sublimazione 194,6 K (-78°C) a 1,01 bar

Entalpia per kg di CO<sub>2</sub> liquida:

Entalpia di sublimazione 285kJ

Entalpia sensibile 48 kJ

Entalpia complessiva 333kJ

I dati si riferiscono ad una pressione di appoggio di 16 bar e ad una temperatura finale di 253 K (-20°C).

Valore MAK: 5.000 p.p.m..

Le capacità frigorifere specifiche utilizzabili (entalpia di evaporazione più calore sensibile) dell'azoto e dell'anidride carbonica sono quasi uguali alle consuete condizioni di pressione. In generale per entrambi i refrigeranti possono venire impiegati impianti identici indipendentemente dalle lievi differenze di iniezione e trasporto dei gas.



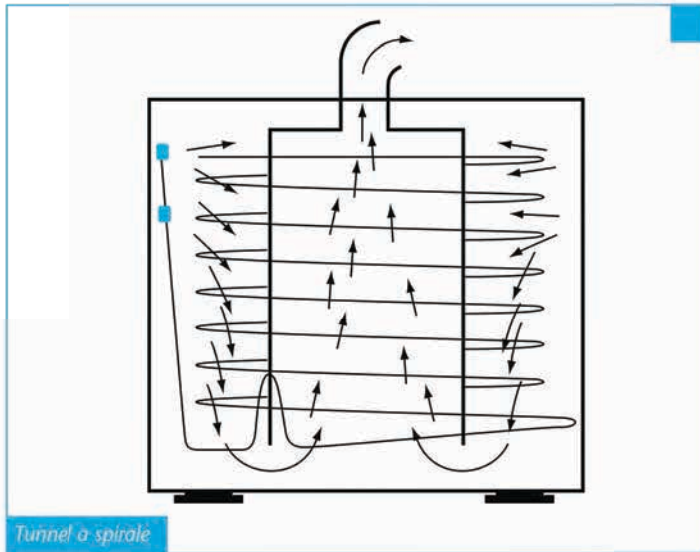
## ■ Vantaggi della surgelazione criogenica

### Attrezzature:

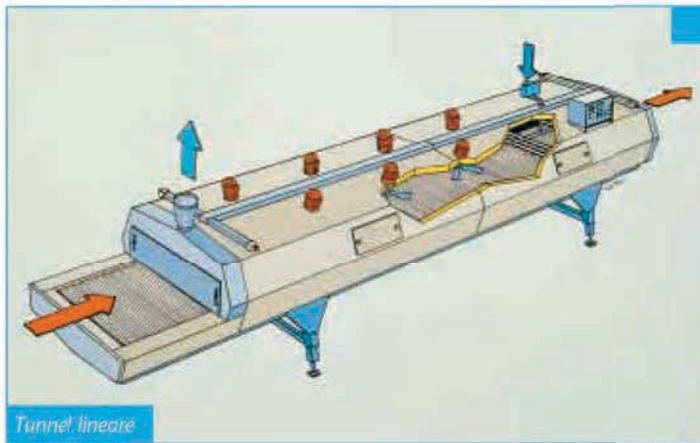
- Minor investimento
- Minor mano d'opera
- Minori costi di manutenzione
- Minor spazio richiesto
- Maggior flessibilità
- Maggior produttività

### Prodotto (si ottiene):

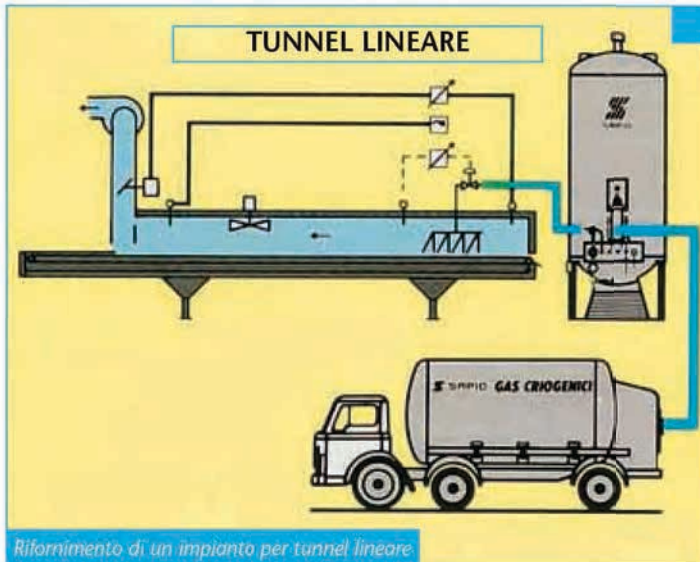
- Minor disidratazione
- Minor perdita di peso durante la scongelazione
- Minor deterioramento enzimatico e batteriologico
- Minor ossidazione
- Miglior aspetto
- Una surgelazione totale



Tunnel a spirale



Tunnel lineare



Rifornimento di un impianto per tunnel lineare