

docente Patrizia Cattaneo

Riferimenti bibliografici

Meat and Meat products, Varnam & Sutherland, Chapman & Hall, 1995 (3/217, 3511)

L'Encyclopedie de la Charcuterie - J. C. Frenzt, Soussana ed., Paris, 1982

Handbook of Food Preservation. M. Shafiur Rahman, Marcel Dekker, Inc. New York - Basel, 1999 (1/367, 4193)

Introduzione

Quando si descrivono pratiche di conservazione o prodotti conservati si tende a studiare ogni parametro da solo, (ad esempio a_w , pH, temperatura); in realtà, invece, i microrganismi di un alimento carneo conservato sono inibiti da un insieme di parametri chimici e fisici e da eventuali additivi. Di conseguenza, lo stesso effetto inibente si può raggiungere applicando i diversi parametri (o ostacoli) contemporaneamente, ma a livelli più bassi. Nel 1992 Leistner ha descritto l'effetto di diversi fattori limitanti la crescita come Teoria degli ostacoli (Hurdle concept).

Ogni processo di conservazione si basa su uno o due ostacoli principali e su ostacoli di minore importanza, che devono essere rimossi o controllati per conferire stabilità microbiologica. Ad esempio nel congelamento (come nell'essiccamento, salagione, salatura, liofilizzazione) a_w è l'ostacolo principale.

La tecnica del congelamento inizia su scala industriale nel 19° secolo con lo sviluppo di efficienti impianti (meccanici) di produzione del freddo. Questa pratica conservativa ha permesso di importare in Europa carni congelate da altri paesi e continenti, dalla Nuova Zelanda, dall'Australia, dal Sud America; i procedimenti erano però ancora empirici e il prodotto era di scarsa qualità. Questa fama negativa ha accompagnato a lungo i prodotti congelati, carni e prodotti di origine diversa, e solo con l'avvento del congelatore domestico i congelati hanno avuto sviluppo e ampia diffusione.

Si può affermare che la diffusione dei prodotti congelati, anche non di origine animale, ha cambiato le abitudini alimentari, pur persistendo ancora l'opinione che le carni congelate siano di qualità scadente, anche da parte degli stessi consumatori che utilizzano vegetali congelati.

Il congelamento delle carni è utilizzato principalmente per l'approvvigionamento di carni di interesse industriale, ma ora anche in Italia c'è un crescente interesse per il congelamento di carni porzionate destinate al consumo diretto, per l'ampia diffusione dei fast-food e dei surgelati.

Definizione

Il congelamento è l'operazione che consiste nel raffreddare un prodotto, agendo dall'esterno, portando sotto forma di cristalli di ghiaccio la maggior parte dell'acqua contenuta nell'alimento stesso.

Il congelamento è applicato in quanto la refrigerazione non è sufficiente a bloccare il deterioramento delle carni; per assicurare un periodo di conservazione più lungo si deve quindi agire con una temperatura ancora più bassa per portare a cristallizzazione l'acqua. In queste condizioni l'effetto principale è il blocco della crescita e delle attività microbiche ed un rallentamento delle reazioni enzimatiche.

Per la presenza di soluti, il punto di congelamento del muscolo è di circa -2°C , inferiore a quello dell'acqua pura. La proporzione di acqua allo stato di ghiaccio aumenta con la diminuzione della temperatura; una parte di acqua resta però allo stato liquido a qualsiasi temperatura.

Sotto i -40°C non si ha più variazione nel tenore di ghiaccio nella maggior parte degli alimenti e la % di acqua non congelabile rispetto alla sostanza secca è uguale pur tra alimenti molto diversi.

Acqua che resta allo stato liquido secondo la temperatura:

-2°C	50 %
-8°C	10 %
-13°C	5 %
-20°C	2 %

Durante il processo di congelamento-scongelamento si ha una certa distruzione microbica, ma il congelamento non deve essere considerato un mezzo affidabile per distruggere i microrganismi, a parte i

parassiti. Particolarmente resistenti sono le spore e certi virus. Di regola lieviti e muffe sono più resistenti dei batteri.

Batteri Gram-positivi (lattici, enterococchi, micrococchi) sono molto più resistenti dei Gram-negativi (pseudomonadi e enterobatteriacee). Il *Clostridium perfringens* muore invece rapidamente già a temperatura di frigorifero.

La composizione delle carni influenza la resistenza dei microrganismi: azione protettiva di zuccheri, proteine, grassi, colloidali, mentre bassi valori di pH ed alti valori di a_w espongono di più i microrganismi all'azione del freddo.

Al momento del congelamento si ha una rapida caduta della microflora, segue una riduzione graduale durante lo stoccaggio (fase di selezione, con riduzione dei Gram negativi) ed infine una fase di mantenimento dei sopravvissuti.

Influenza della velocità di congelamento sulla qualità

Lo scopo del congelamento è il mantenimento delle caratteristiche originali del prodotto per un periodo più lungo rispetto alla refrigerazione.

Il requisito principale è che il prodotto sia in condizioni ottime all'origine, sia dal punto di vista microbiologico che chimico.

La qualità della carne congelata è influenzata dalle condizioni applicate durante il congelamento e dalla lunghezza del periodo di conservazione. Il congelamento causa delle modificazioni che di solito non sono apportate dal processo di refrigerazione. La carne subisce delle modificazioni fisiologiche irreversibili dovute al fatto che il passaggio dell'acqua dallo stato liquido allo stato solido si accompagna ad un aumento di volume pari a circa il 6 % con conseguenti possibili lesioni.

L'entità delle lesioni dipende principalmente dalla velocità di congelamento, che è di grande importanza specialmente nell'intervallo da -2°C a -4°C , poiché condiziona le dimensioni dei cristalli di ghiaccio.

Nel congelamento lento post-rigor, caso più frequente, la formazione dei cristalli di ghiaccio inizia nei compartimenti acquosi extracellulari, poi in quelli intracellulari. Successivamente congela l'acqua del tessuto connettivo, che ha un contenuto salino inferiore rispetto a quello del tessuto muscolare. Con il procedere della formazione di ghiaccio extracellulare, aumentano la concentrazione del fluido extracellulare e la sua forza ionica, causando una diffusione di acqua verso l'esterno della cellula muscolare, acqua che si condensa sui cristalli già presenti ingrossandoli fino ad un diametro di $150\ \mu\text{m}$ e causando danno e distorsione alle fibre ed agli organuli con fuoriuscita di succhi ed enzimi.

L'alta forza ionica causa la parziale denaturazione di alcune proteine muscolari.

Ne consegue la perdita della capacità legante dell'acqua ed una diminuzione della capacità, da parte della fibrocellula, di riassorbire, durante lo scongelamento, i liquidi persi con il congelamento.

Si hanno modificazioni del pH, con accelerazione o ritardo di reazioni chimiche ed enzimatiche da esso dipendenti. Infine congelerà l'acqua intracellulare.

Congelando lentamente si avranno così più perdite con lo scongelamento.

Quando invece l'intervallo critico di temperatura (da -1°C a -4°C) viene passato rapidamente (entro 80-120 minuti), come nel congelamento rapido, l'acqua nella cellula muscolare congela prima che possa avvenire una diffusione considerevole, si formano numerosi piccoli cristalli di ghiaccio con limitato rischio di deformazione cellulare.

Il terzo caso è il congelamento ultrarapido o surgelazione che riduce ancor più i rischi di danni cellulari per la formazione di numerosissimi e piccolissimi cristalli.

Di solito non si esegue il congelamento in pre-rigor per evitare il fenomeno della contrattura da scongelamento o thaw-rigor. In questo caso la formazione di cristalli è prevalentemente interna alla fibra muscolare. Allo scongelamento si ha una contrazione grave delle fibre muscolari, accompagnata da scissione rapida di ATP e glicogeno. L'effetto è di un notevole indurimento, sia dei muscoli rossi sia bianchi, e di una forte diminuzione della capacità di trattenere acqua, con aumento dell'essudato.

La contrattura da scongelamento danneggia le fibre miofibrillari più del cold-shortening e l'effetto negativo è direttamente correlato alla lentezza del congelamento (vedi lezione n.4).

Variazioni di qualità che avvengono durante il congelamento

Le variazioni nella qualità che avvengono con il prolungarsi della conservazione a temperatura $\leq 10^{\circ}\text{C}$ non sono correlate a crescita batterica o al metabolismo batterico, ma sono di origine chimica-biochimica (es. essiccamento e ossidazione).

I dati in tabella illustrano che, a parte la temperatura, la natura della carne è un fattore decisivo nella determinazione del tempo di conservazione.

Ossidazioni indesiderate e disidratazione che avvengono durante la conservazione allo stato congelato possono essere limitate da un adeguato imballaggio.

La carne macinata con la sua maggiore superficie esposta ad una possibile penetrazione dell'ossigeno, ad esempio, è più sensibile all'ossidazione (irrancimento) rispetto ai pezzi di carne interi.

L'ossidazione della carne durante la conservazione allo stato di congelamento è in gran parte dovuta a differenze nella composizione in acidi grassi, dovute anche a differenze di specie e a differenze tra tessuti. Ad esempio, i lipidi della carne bovina sono più stabili di quelli della carne bianca di pollo; anche la carne suina, contenendo più acidi grassi insaturi, è più suscettibile alla rancidità ossidativa di quella di bovino. La muscolatura di pesce è ancora più sensibile all'ossidazione per l'alto contenuto di acidi grassi PUFA. L'ossidazione durante la conservazione allo stato di congelamento è un problema specialmente per i prodotti carnei, poiché il sale agisce come catalizzatore nelle reazioni d'ossidazione.

Temperatura e durata della conservazione possono influenzare la velocità dell'ossidazione lipidica nella carne, poiché anche a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ l'ossidazione lipidica può avvenire o continuare, anche se lentamente, essendo gli enzimi lipolitici ancora attivi alle basse temperature. L'auto-ossidazione procede più velocemente durante la conservazione a temperature più alte.

La sensibilità dei sistemi degli alimenti congelati all'ossidazione è correlata alla bassa attività dell'acqua: mentre la carne fresca ha a_w 0,99, il tessuto muscolare congelato a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ha una a_w di 0,6 e sembra che i pigmenti eme promuovano l'ossidazione dei grassi a valori a_w di 0,6-0,8.

La Mb del suino sembra meno stabile all'ossidazione della Mb delle altre specie. Il congelamento accelera la formazione di metglobina, anche per l'essiccamento superficiale che provoca una concentrazione del pigmento, che contemporaneamente si ossida, causando una variazione di colore indesiderabile, ma difficilmente evitabile e che deve essere accettata.

La carne congelata rapidamente è più chiara di quella congelata lentamente.

Il processo di congelamento provoca perdite di acqua per evaporazione, inversamente proporzionali alla velocità di congelamento, evitabili però con un imballaggio idoneo.

Se l'imballaggio è impermeabile al vapore d'acqua si può avere all'interno la formazione di brina.

Le perdite nei prodotti non confezionati vanno da 0,5 a 1,5 % secondo temperatura, velocità di congelamento, ventilazione, tecnica di congelamento, natura del prodotto.

Se la disidratazione è spinta e brutale, specialmente nel caso di derrate delicate (frattaglie), si osserva la presenza di macchie bianco-grigiastre alla superficie causate dalla sublimazione di cristalli di ghiaccio, con formazione di piccole tasche d'aria che disperdono la luce incidente determinando il fenomeno noto come bruciatura o ustione da freddo.

La disidratazione superficiale, con denaturazione proteica, impedisce l'arrivo dell'acqua da strati sottostanti, aumentando l'essiccamento superficiale.

I tessuti di colore scuro risultano scoloriti, mentre quelli di colore chiaro, come la pelle del pollo, risultano imbruniti. Le ustioni da congelamento sono irreversibili, ma possono essere prevenute da un adeguato imballaggio impermeabile al vapore d'acqua o con la glassatura, cioè immersione in acqua o docciatura del materiale appena congelato: l'acqua a contatto con il prodotto congelato, congela formando un sottile strato di ghiaccio. La tecnica è molto usata con gli alimenti ittici. Nel caso dei volatili l'imballaggio è indispensabile.

Anche con tecniche di congelamento idonee si può avere una concentrazione di sali solubili all'interno della cellula muscolare che causa una denaturazione delle proteine ed una variazione nel pH del prodotto. La prima variazione tessutale che avviene nelle carni rosse congelate e nel pollame è un'augmentata porosità.

Anche nei prodotti ittici il congelamento e la conservazione allo stato congelato possono causare variazioni tessutali sgradite: il muscolo può diventare più duro, secco, e perdere la sua capacità di legare acqua.

La diminuzione generalizzata dell'estraibilità delle proteine è attribuita principalmente alle alterazioni nella frazione miofibrillare (legame miosina-actina) ed è dovuta probabilmente ad un aumento del numero di legami crociati tra proteine miofibrillari.

La natura dei gruppi reattivi responsabili dell'aggregazione non è ben chiarito. Si ipotizza che la formaldeide, prodotto della decomposizione di TMAO, sia coinvolta nel legame crociato covalente tra le proteine nel pesce congelato, essendo altamente reattiva e con più gruppi funzionali.

In generale, fluttuazioni nella temperatura di stoccaggio possono permettere la fusione dei piccoli cristalli di ghiaccio, causando la ricristallizzazione e la formazione di cristalli grandi.

Questo può condurre ad un danno esteso della membrana ed a problemi successivi con aumento di rancidità e gocciolamento.

Il criterio fondamentale per ottenere carni congelate di buona qualità è di congelarle con congelamento rapido, dopo aver raggiunto in regime di refrigerazione il grado di frollatura desiderato. Un congelamento troppo lento potrebbe causare deterioramento in carni di volatili e pesci. Le carni congelate devono raggiungere una temperatura interna inferiore o uguale a $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ed essere poi immagazzinate a temperature non superiori.

(per le tecniche di congelamento vedere i lucidi)

Scongelamento

Molti studi si sono concentrati sul congelamento mentre è stato a lungo ignorato il processo di scongelamento. Lo scongelamento è una fase delicata, spesso più dannoso del congelamento stesso

poiché la temperatura sale rapidamente vicino al punto di fusione e vi rimane per tutto lo scongelamento, permettendo anche la ricristallizzazione dell'acqua.

Nel prodotto decongelato, se il danno cellulare è esteso, la quantità di essudato, contenente proteine solubili, vitamine, sali, aumenta. La quantità di essudato è un elemento importante di qualità.

Di solito lo scongelamento lento dà un prodotto migliore, cioè è preferibile scongelare a temperatura di refrigerazione che a temperature più alte. Il tempo di scongelamento non dovrebbe però essere troppo lungo, poiché permetterebbe la proliferazione microbica. Il lento scongelamento inoltre un certo riassorbimento dei fluidi da parte del tessuto. L'effetto della velocità dello scongelamento sulla qualità dipende però dal tipo di congelamento che ha subito la carne (vedi lucido).

La scongelazione delle carni è regolata dal D.M. 3.2.1977 e dal D.M. 3 aprile 1986; si può condurre negli stabilimenti autorizzati, può essere fatta in celle frigorifere a temperatura tra + 2° e +4°C o mediante impiego di acqua, avente temperatura non superiore a 14°C, con sistemi a doccia o per immersione in vasca con acqua corrente. L'acqua deve possedere i requisiti di potabilità e deve essere rinnovata di continuo. L'uso di acqua è permesso su parti non inferiori al quarto e per i suini su parti non inferiori alla coscia o spalla, ed è vietato per scongelare carni di pezzature inferiori (questo per evitare perdite di nutrienti per dilavamento).

All'interno delle masse muscolari la temperatura non deve superare i +4°C. Al termine dello scongelamento deve seguire un procedimento di prosciugamento, eseguito in celle frigorifere, mediante impiego di aria forzata a temperatura tra 0 e +4°C.

Il ricongelamento è consentito solo limitatamente ad esigenze di disossamento e sezionamento, per l'immissione al consumo diretto delle carni congelate e può essere fatto solo negli stabilimenti autorizzati e non negli esercizi per la vendita.

Circolare n.33/SAN/89 del 9 ottobre 1989 Regione Lombardia "Precisioni in merito alle sostanze alimentari sottoposte a raffreddamento a -18°C in esercizi pubblici di somministrazione di alimenti e bevande". Secondo questa circolare le sostanze alimentari possono essere congelate o surgelate esclusivamente negli stabilimenti a tal fine autorizzati.

Requisiti dell'imballaggio

I requisiti dell'imballaggio per i cibi congelati sono diversi da quelli per i prodotti freschi perché il deterioramento microbico non è più un problema primario.

Gli alimenti congelati possono essere conservati per mesi secondo la temperatura e il grado di protezione offerto dall'imballaggio, che deve proteggere da disidratazione, ossidazione ed evitare l'ustione da freddo. L'imballaggio deve quindi avere resistenza meccanica, essere una barriera sufficiente al vapore d'acqua per inibire qualsiasi perdita visibile di acqua durante la conservazione e all'ossigeno. La vita commerciale delle carni congelate sarà, infatti, inversamente proporzionale alla velocità di migrazione di ossigeno nel pacchetto.

SURGELAZIONE

www.istitutosurgelati.org/surgelati.htm

Per surgelato s'intende un alimento che ha subito un veloce raffreddamento, tale da portare la temperatura a cuore a valori uguali o inferiori a -18°C. I surgelati sono tutelati dal Decreto Legge n. 110, 27 gennaio 1992, Attuazione della direttiva 89/108/CEE in materia di alimenti surgelati destinati all'alimentazione umana, che integra e modifica la legge 27.1.1968, n.32 "Norme per la vendita al pubblico degli alimenti surgelati".

Il surgelato è definito all'art. 2 (vedi lucido), con due requisiti, il primo che si riferisce al modo di produzione e alla temperatura di - 18°C, il secondo rispetto alla commercializzazione. All'art. 4 è fissato il limite massimo di temperatura a -18°C e la tolleranza di temperature superiori con un massimo di 3°C di fluttuazione per esigenze di trasporto, distribuzione e commercializzazione. All'art.5 sono indicati i mezzi criogenici usabili per contatto diretto (aria, azoto, CO₂) che devono rispondere a criteri di purezza. All'art.7 si definisce la confezione per i surgelati destinati al consumatore, che deve essere originale, chiusa dal fabbricante o dal confezionatore, di materiale che protegga il contenuto da contaminazioni microbiche o di altro genere e dalla disidratazione.

Per consumatore s'intendono anche ospedali, ristoranti, mense e collettività.

Art. 8: l'etichetta deve indicare la denominazione + il termine surgelato.

La vecchia normativa del 1971 (abrogata con il D. M. 25 settembre 1995, n.493 – Regolamento di attuazione delle direttive 92/1/CEE, relativa al controllo e verifica delle temperature degli alimenti surgelati, e 92/2/CEE, relativa alle modalità di campionamento e al metodo di analisi per il controllo delle temperature) prevedeva un tempo massimo di surgelazione di 4 ore, quindi, di fatto, date le tecniche disponibili all'epoca, imponeva che gli alimenti da surgelare fossero in pezzature di spessore tale da consentire la penetrazione del freddo con raggiungimento di -18°C in quattro ore. Ora non è più imposto un

tempo massimo e il ciclo di surgelazione è in funzione del prodotto da trattare, ciclo che viene definito e consigliato da Enti proposti e Centri di ricerca, tale da superare il punto critico del processo, la zona di cristallizzazione, con la rapidità necessaria. Il risultato è l'ottenimento di surgelati di qualità superiore, ottimizzando i costi di produzione.

I sistemi di surgelazione sono di due tipi principali, uno che sfrutta aria raffreddata meccanicamente a -30°C (compressione/espansione di fluidi refrigeranti come ammoniaca, freon, ora sostituito o in sostituzione perché rappresenta un grave inquinante dell'ambiente), l'altro che usa sistemi criogenici ad azoto liquido o anidride carbonica che scambiano calore per contatto diretto con il cibo. L'alimento viene immerso nel liquido criogenico o viene a contatto con il fluido nebulizzato. L'uso di fluidi criogenici risulta più vantaggioso.

Fondamentale è che i surgelati sono prodotti commercializzati come tali, cioè in confezioni che li identificano, sigillate dal fabbricante o dal confezionatore, e che rendono impossibile la sostituzione del contenuto.

La legge (art. 8 del D.L. n.110) stabilisce che sulla confezione siano riportate, oltre al termine minimo di conservazione in mese-anno, istruzioni relative alla conservazione del prodotto dopo l'acquisto, completate dall'indicazione della temperatura di conservazione o dell'attrezzatura necessaria. Tali istruzioni sono semplificate mediante l'uso di tabelline sulla confezione riportanti le stelle, anche se uno dei decreti del 1971, nel quale erano riportate le istruzioni relative alla conservazione del prodotto dopo l'acquisto, con l'indicazione dei tempi entro i quali il prodotto doveva essere consumato in funzione delle diverse condizioni di conservazione domestica, è stato abrogato con gli altri emessi nello stesso giorno dal D. M. 25 settembre 1995, n.493.

Le istruzioni indicavano una suddivisione di temperatura/tempi in relazione al grado di freddo del frigorifero domestico, riconoscibile appunto per le stelle apposte sul frigorifero:

- Comparto a $t \leq -18^{\circ}\text{C}$ contrassegnato con 777 o 7777. "consumare preferibilmente entro la data indicata"
- Comparto a $t \leq -12^{\circ}\text{C}$ contrassegnato con 77. consumare entro 1 mese
- Comparto a $t \leq -6^{\circ}\text{C}$ contrassegnato con 7. consumare entro 1 settimana
- Comparto del ghiaccio consumare entro tre giorni
- Nel frigorifero consumare entro un giorno dallo scongelamento

TECNICHE DI CONGELAMENTO

A-Fase preliminare : PRECONGELAMENTO

Prerefrigerazione (10 °C per 8 ore)

Refrigerazione rapida (aria 0-2°C per almeno 16 ore)

Scopo : facilitare la risoluzione completa del rigor, l'estrazione del calore interno e l'inizio della maturazione.

Fase che può essere ridotta con elettrostimolazione.

B-CONGELAMENTO

1) Raffreddamento fino alla temperatura di inizio del congelamento (-1/-2°C).

Limite critico di velocità di avanzamento del fronte di congelamento:

2,1-2,3 cm/ora, sopra il quale la cristallizzazione è endocellulare.

Sotto 1 cm/ora cristallizzazione esocellulare evidente.

Sopra 5 cm/ora lacerazioni.

2) Fase di congelazione p.d. (-2°/-6°C):

Congela la maggior parte dell'acqua congelabile.

Periodo critico che va superato il più presto possibile : si forma la maggior parte dei cristalli di ghiaccio.

3) Fase di sottoraffreddamento:

Si raggiunge la temperatura di conservazione.

Mezzene e quarti: -12°C a cuore, corrispondenti a - 25°C in superficie (durante il deposito la temperatura raggiunge l'equilibrio).

Piccoli tagli : - 15°C

Prodotti porzionati: -18°C.

IMPIANTI DI CONGELAMENTO

Si differenziano secondo il mezzo utilizzato per trasferire il freddo.

- Congelatore ad aria forzata: più frequente, a tunnel o a camera.
Adatto a quarti e mezzene, carni disossate di forma irregolare, tagli anatomici sottovuoto.
Temperatura aria -35°C , velocità aria 5 m/sec.
Posteriore di bovino : 8 ore per portarlo a -12°C .
- Congelatore a piastre nelle quali circola un liquido frigorifero a $-30/-40^{\circ}\text{C}$. Prodotti a spessore 5, cm massimo 12 cm, forma regolare.
Adatto a carni disossate in imballaggi rigidi 8-25 kg (2 ore per 8 cm di spessore, contro le 4 ore del tunnel).
- Congelatore ad immersione (liquido) : per volatili o pezzature piccole e irregolari imballati.
- Congelatore ad azoto liquido(da preferire) o a CO_2 :
Vengono nebulizzati sul prodotto in tunnel; temperatura -196°C .
Tempo per hamburger : 3 minuti.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA PENETRAZIONE DEL FREDDO

- Spessore della derrata
- Forma Regolare o irregolare
 Piatta, globosa
- Coefficiente di conduttività termica della derrata
- Quantità totale di calore da estrarre
- Scarto tra temperatura da raggiungere e quella del mezzo di raffreddamento
- Coefficiente superficiale di scambio tra il mezzo di raffreddamento e la superficie da raffreddare
- Umidità relativa dell'aria
- Velocità di scorrimento o di rimescolamento del mezzo di raffreddamento (aria, miscele frigorifere liquide, ecc.)

tab.1

DURATA DELLA CONSERVAZIONE ALLO STATO CONGELATO:
RELAZIONE TRA TEMPO DI CONSERVAZIONE E TEMPERATURA

	temperatura (°C)	tempo (mesi)
bovino	- 18	12
	- 25	18
	- 30	24
carne macinata bovina	- 18	6
suino	- 18	12
	- 25	12
	- 30	5
carne macinata suino	- 18	6
vitello	- 18	9
agnello	- 18	9
pollo	- 18	6
	- 30	12
pesce	- 18	6
	- 30	12

PERDITA DI PESO (DISIDRATAZIONE)

Le perdite di peso per evaporazione, inversamente proporzionali alla velocità di congelamento, sono di circa 0,5-1,5 %.

Sono dovute anche a :

- temperatura
- ventilazione
- tecnica di congelamento
- natura del prodotto.

Possono essere evitate da un imballaggio idoneo (se impermeabile al vapore d'acqua possibilità di brina).

L'essiccamento superficiale provoca una concentrazione ed un'ossidazione dei pigmenti: IMBRUNIMENTO (praticamente inevitabile).

Una disidratazione spinta provoca (specie con derrate delicate e frattaglie) macchie bianco-grigiastre, SCOTTATURA DA FREDDO, dovute a sublimazione di cristalli di ghiaccio con formazione di piccole tasche d'aria, che disperdono la luce incidente, e a denaturazione proteica.

Si può evitare congelando rapidamente e proteggendo il prodotto:

- glassatura (molto usata nel pesce)
- imballaggio impermeabile al vapore d'acqua (indispensabile per i volatili).

STOCCAGGIO DELLE CARNI CONGELATE

- Evitare variazioni di temperatura e shock meccanici
- Uso di imballaggi impermeabili
- Limite superiore di temperatura – 12°C

(decreto legislativo 18 aprile 1994, n.286, allegato I, Deposito: “le carni congelate devono raggiungere una temperatura interna inferiore o uguale a – 12°C ed essere poi immagazzinate a temperature non superiori”)

MODIFICAZIONI DURANTE LO STOCCAGGIO

(se protratto o fatto male)

1. Chimiche

- ossidazione dei lipidi
- imbrunimento enzimatico
- graduale perdita aromi caratteristici
- insolubilizzazione proteine
- degradazione vitamine (riboflavina e tiamina)

2. fisiche

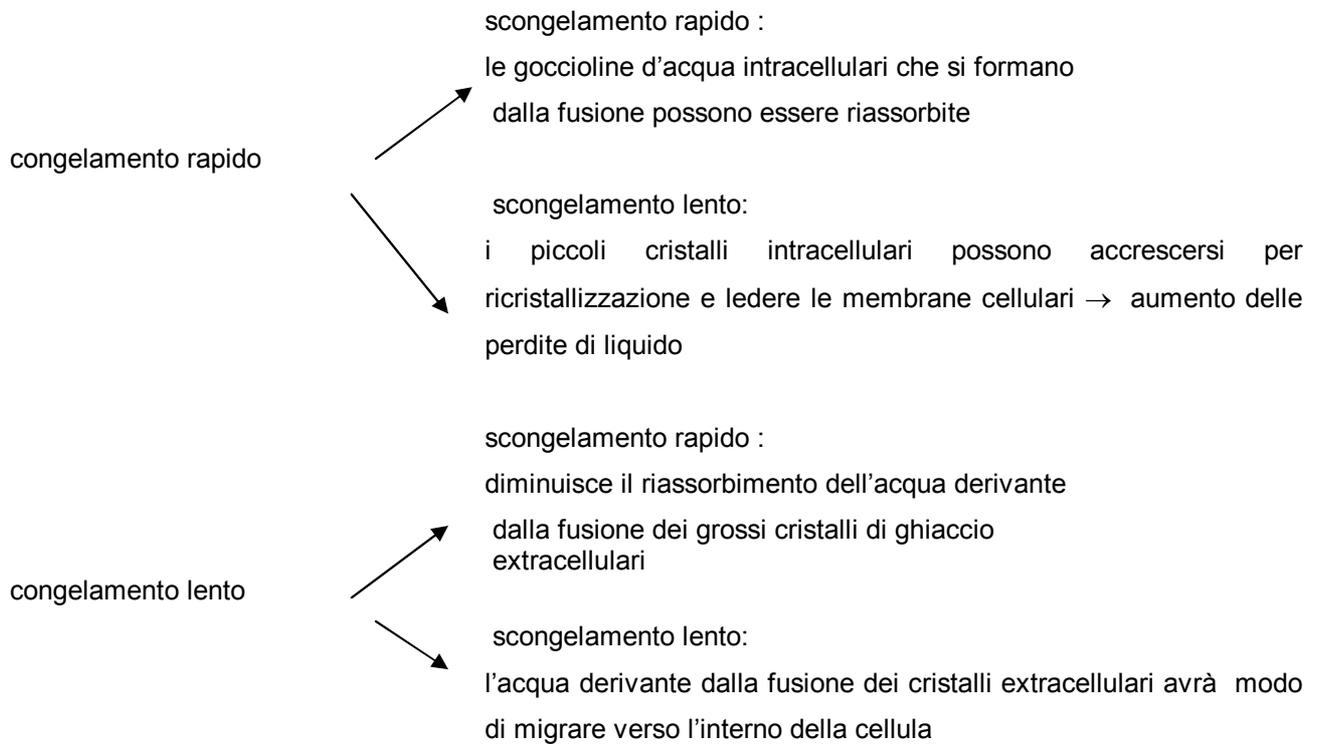
scottature da freddo

SCONGELAMENTO

- Processo inverso della congelazione
- Il processo di trasferire calore all'alimento congelato per scongelarlo richiede più energia del processo di congelamento (a parità di intervallo di temperatura) perché il trasferimento di calore attraverso lo strato di acqua che si forma è più difficile che attraverso lo strato di ghiaccio che si sta ispessendo, per cui lo scongelamento è più lento.
- La difficoltà è anche causata dalla necessità di mantenere bassa la temperatura della fonte riscaldante per evitare il rischio microbiologico e danni fisici all'alimento.
- Grandi tagli richiedono tempi di scongelamento maggiori e c'è rischio di crescita microbica superficiale prima dello scongelamento completo dell'interno
- Lo scongelamento in acqua può causare perdite di nutrienti per dilavamento
- Episodi sporadici di Salmonellosi e Campylobatteriosi in carni avicole sono stati ricondotti a cattivo scongelamento (presenza parti scongelate che non hanno raggiunto in cottura la temperatura di inattivazione)

EFFETTO DELLA VELOCITA' DI SCONGELAMENTO

(In relazione con il tipo di congelamento)



COMPARAZIONE TRA CONGELAMENTO LENTO E SURGELAZIONE

	CONGELAMENTO LENTO	SURGELAZIONE
Spessore delle derrate	fino a 30 cm	inferiore a 10 cm (spesso 3-4 cm)
Temp. esterna	raramente inferiore a -20°C	sempre inferiore a -20°C (N_2 liquido -196°C)
Temp. finale a cuore	da -5°C a -10°C	-18°C o inferiore
Velocità del trattamento	da 4 ore a 4 giorni	inferiore a 2,5 ore, spesso meno di 30'
Cristalli di ghiaccio: posizione grandezza numero	Extracellulare grossi pochi	extra e intracellulare minuscoli moltissimi
Lesione meccanica della membrana cellulare	Frequente	rara
Tempo di cristallizzazione iniziale	lungo	corto
Denaturazione proteica	spesso importante	non significativa
Liberazione di contenuto cellulare	spesso importante	non significativa
Essudazione allo scongelo	spesso importante	molto limitata
Qualità del prodotto	Deprezzato	quasi come prodotto fresco

RICONOSCIMENTO DELLE CARNI SCONGELATE DA CARNI FRESCHE

Il congelamento ed il successivo scongelamento causano la presenza di enzimi lisosomiali e mitocondriali nel liquido sarcoplasmatico.

Ciò è dovuto a danni alle strutture organizzate intracellulari per:

- Ragioni osmotiche (rimozione di acqua dall'interno verso l'esterno)
- Azione meccanica dei cristalli di ghiaccio

Tra questi enzimi HADH, β -idrossiacil-CoA-deidrogenasi, enzima mitocondriale, corrisponde meglio di altri ai tre requisiti essenziali per poterlo utilizzare ai fini della distinzione tra carne scongelata e carne refrigerata:

1. Viene liberato dal congelamento e successivo scongelamento, ma non nell'invecchiamento
2. La sua attività è costante durante la conservazione
3. È facilmente determinabile nel succo di pressione

Inoltre HADH non ha isoenzimi sarcoplasmatici.

Principio del metodo spettrofotometrico:



La velocità di conversione a NAD^+ viene determinata misurando la diminuzione dell'assorbimento del NADH a 340 nm

DEFINIZIONE DI ALIMENTI SURGELATI, secondo il Decreto Legge n.110 del 27 gennaio 1992 in attuazione della direttiva 89/108/CEE, art.2 :

“Per alimenti surgelati si intendono i prodotti alimentari:

- a) sottoposti ad un processo speciale di congelamento, detto “surgelazione”, che permette di superare con la rapidità necessaria, in funzione della natura del prodotto, la zona di cristallizzazione massima e di mantenere la temperatura del prodotto in tutti i suoi punti, dopo la stabilizzazione termica, ininterrottamente a valori pari o inferiori a - 18°C;
- b) commercializzati come tali.

Art. 5 : “i mezzi criogenici che possono essere usati per contatto diretto con gli alimenti da surgelare sono:

- a) aria,
- b) azoto,
- c) anidride carbonica.”

La Circolare Ministero della Sanità 27 aprile 1992, n.21 specifica che il decreto di cui sopra va ad integrare ed in parte a sostituire alcune norme contenute nella legge 27 gennaio 1968, n.32 (Norme per la vendita al pubblico di alimenti surgelati) e i suoi decreti di applicazione in data 15 giugno 1971 e detta specifiche disposizioni sulla produzione, commercializzazione e vendita degli alimenti surgelati destinati all'alimentazione umana, nonché sull'importazione da Paesi non appartenenti alla CEE.

Il tempo massimo di surgelazione di 5 ore, previsto dalla precedente legge (Decreto Ministeriale 15 giugno 1971 Determinazione dei tempi massimi da impiegare per la surgelazione degli alimenti) non viene più imposto, ma il ciclo di surgelazione risulta essere in funzione del prodotto da trattare.

Il non imporre genericamente un tempo massimo permette di scegliere per ogni tipo di prodotto un trattamento mirato in funzione della sua natura (composizione, dimensioni cellulari e del singolo pezzo) per superare con la rapidità necessaria la zona di cristallizzazione con il risultato di ottenere un surgelato di qualità superiore.

CATENA DEL FREDDO

Per catena del freddo si intende l'insieme di apparecchiature ed operazioni atte a mantenere i prodotti congelati e surgelati alle temperature indicate per legge, dal luogo di produzione al luogo di vendita o di somministrazione, allo scopo di non compromettere la salubrità e la qualità dei prodotti per cause di interruzione della temperatura.

Si riconoscono sette stadi nel trasporto dal luogo di produzione a quello di destinazione finale:

1. Primo stadio: conservazione dopo la produzione (celle a - 20° / - 25°C)
2. Secondo stadio: depositi centrali (celle a - 20°C per alcune settimane)
3. Terzo stadio: automezzi autorizzati e dotati di termometri tarati a non meno di - 18°C, posizionati al piano di massimo carico e a metà altezza, facilmente leggibili
4. Quarto stadio: banchi di vendita almeno a -18°C per i surgelati, termometro visibile
5. Quinto stadio: frigorifero del consumatore o congelatore aziendale ⇒ stelle
6. Sesto stadio: scongelamento in frigorifero il giorno prima del consumo
7. Settimo stadio: i locali di produzione e deposito, i mezzi di trasporto, i locali di vendita devono essere dotati di teletermometro registratore, per la corretta gestione e per la verifica da parte degli organi di vigilanza