

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



CONGELACIÓN DE ALIMENTOS

Por:

MARCO ANTONIO VELÁZQUEZ RODRÍGUEZ

Monografía:

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Por:

MARCO ANTONIO VELÁZQUEZ RODRÍGUEZ

Monografía:

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

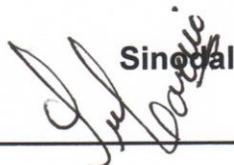
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA

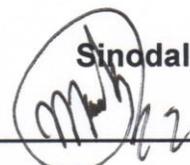
Presidente



Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

 Sinodal

QFB. Ma. Del Carmen Julia García

 Sinodal

Dr. Mario Alberto Cruz Hernández

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Dr. Ramiro López Trujillo

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2011



AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la vida, el don de vivir, por haberme permitido lograr un objetivo más en esta etapa de mi vida, por cuidarme, protegerme, ser mi guía, mi consejero y gracias por darme la mano en los momentos más difíciles de mi vida.

A MI ALMA MATER:

Por abrirme las puertas, formar parte de sus instalaciones, sentirme parte de ella, por haber formado en mí una persona de bien con valores y ser un profesionalista más y sentirme orgulloso de mi "alma terra mater".

*Con admiración y respeto a la **Lic. Laura Olivia fuentes Lara**, que gracias a su confianza me permitió llegar a la conclusión de este trabajo, por el tiempo brindado, ser tan paciente, una excelente persona y por ser una excelente maestra mil gracias.*

*A la **QFB. María del Carmen Julia García** por su colaboración para ayudarme en el presente trabajo y por ser una excelente profesora.*

*Al **Doc. Mario Alberto Cruz Hernández** por su apoyo y colaboración para ayudarme en el presente trabajo y por ser un excelente profesor.*

*A todos mis maestros que intervinieron en mi formación como profesionalista que formaron de mí una persona de bien en toda mi estancia profesional en especial a: **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara, QFB. María del Carmen Julia García, Mario Alberto Cruz Hernández, MC María Hernández, MC Xochitl Rúelas Chacón, MC Oscar Noé Reboloso Padilla.***

Mis grandes e inolvidables amigos de generación I.C.T.A: Juan, Diego, Mario, Benjamín, Miguel, Cauichs, Alfredo, Christopher, Cintia, Elvia y a todos los demás compañeros agradecerles por su amistad por todos esos momentos que compartimos juntos.

A todos mis paisanos del edo. México gracias por su amistad y por compartir malos y buenos momentos juntos. Luís F., Dante, Hugo, Efraín Constantino, Javier, Víctor, Juan, cesar, Luis, rolando, Sergio, Marcelo, Oscar, Alejandro, rolando, Juan Carlos, Aldo, Hugo, Maritza, Angélica, Ana, Guadalupe.

Y a todos mis demás amigos de estados y de especialidades gracias por su amistad.

DEDICATORIAS

Dedicado este trabajo con todo el cariño, respeto y admiración a mi madre:

Sra. Ma. Feliz Rodríguez Avelino

Gracias por darme la vida por haberme traído a este mundo, ser una excelente persona, por todos tus consejos, porque me hiciste una a persona de bien, por hacer todo lo posible porque nunca me faltara nada, aquí se ven reflejados todos tus esfuerzos y sacrificios, todo lo que soy es gracias a ti con todo respeto y amor incondicional te AMO mama.

A mi padre:

Sr. J. Feliz Velázquez García (+)

Sé que desde allá donde estas siempre has estado con migo en las buenas y en las malas, gracias por todo lo que me enseñaste papa te AMO.

Mis hermanos:

Rolando y Mariela. *Gracias por ser creer en mí, por haberme depositado su confianza, sus consejos, regaños, esto que e culminado también es resultado de su apoyo incondicional los quiero mucho.*

A mis tíos (as) primos(as): por haber depositado su confianza de creer en mí, gracias por todo su apoyo incondicional, y por todos sus consejos.

*A mi novia **Anayely García Velázquez** por brindarme todo su amor, cariño, comprensión, gracias por estar con migo en esta estancia en la universidad por todos los momentos maravillosos que me has brindado y perdóname por todo este tiempo en la universidad que ya no voy a estar a tu lado, pero sabes que te voy a estar esperando eres una muy buena persona, te amo mucho y que dios te bendiga.*

ÍNDICE DE CONTENIDO	Pág
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	V
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	
RESUMEN.....	V
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
CAPITULO II	
2. Definición de congelación.....	4
2.1 Historia.....	4
2.2 Mecánica.....	6
2.3 Distinción entre refrigeración y congelación.....	6
2.4 Congelación y almacenamiento en congelación.....	8
2.5 Cambios en la calidad de los alimentos congelados..... durante su almacenamiento	9
2.6 Punto inicial de congelación.....	10
2.7 Curva de congelación.....	11
2.8 Cambios que se producen durante la congelación.....	12
2.9 Efectos de la concentración.....	12
2.2.1 Daño producido por los cristales de hielo.....	14
2.2.2 Velocidad de congelación.....	15
2.2.3 Selección de la temperatura final.....	16

CAPITULO III		Pág
3.	RECOMENDACIONES PARA LOS PRODUCTOS..... CONGELADOS	19
3.1	Recomendaciones para platos precocinados y helados.....	19
3.2	Recomendaciones para pescados y mariscos.....	20
3.3	Recomendaciones para carnes leches y derivados.....	21
3.4	Recomendaciones para frutas y verduras.....	23
3.2.1	EL CRECIMIENTO MICROBIANO A BAJAS..... TEMPERATURAS	24
3.2.2	Microorganismos <i>psicrofilos</i> y <i>psicrotolerantes</i>	24
3.2.3	Alimento, microorganismos, género.....	25
3.2.4	Congelación.....	25
3.2.5	Forma de congelación.....	26
3.2.6	Para qué sirve.....	26
3.2.7	Como actúa la congelación.....	26
3.2.8	Métodos para conservar los alimentos.....	27
3.2.9	Como elegir un alimento congelado.....	29
3.3.1	Consejos al congelar alimentos en el hogar.....	29
3.3.2	Recomendaciones al descongelar alimentos.....	30
CAPÍTULO IV		
4.	PROCEDIMIENTOS DE CONGELACIÓN.....	31
4.1	Congelación rápida.....	31
4.2	Congelación lenta.....	31
4.3	Métodos de congelación rápida.....	31
4.4	Ultra congelación de alimentos.....	32
4.5	Fluidos criogénicos.....	33
4.6	Aplicación en los alimentos.....	34

	pág
4.7	Baja temperatura y conservación..... 35
4.8	Medidas de congelación..... 35
4.9	Qué efecto tiene la congelación en el contenido..... 36 nutricional de los alimentos
4.2.1	Alimentos que no deberían congelarse..... 36
4.2.2	Consejos para congelar..... 37
4.3.1	ASPECTOS FISICOS DE LA CONGELACION..... 37
4.3.2	Formación del hielo..... 37
4.3.3	Cristalización del hielo..... 38
4.3.4	Cambios dimensionales..... 38
4.3.5	Conductividad térmica..... 38
4.3.6	Calor desprendido en el curso de la congelación..... 39
4.3.7	Tiempos de congelación..... 39
4.3.8	Fin de la congelación..... 39
CAPITULO V	
5.	ASPECTOS BIOQUIMICOS DE LA CONGELACION..... 40
5.1	Composición química en reacción con la estructura..... 40
5.2	Cambio de color..... 40
5.3	Modificación del aroma..... 40
5.4	Modificación de textura..... 40
5.2.1	SISTEMAS DE CONGELACION..... 41
5.2.2	Sistemas de contacto indirecto..... 41
5.2.3	Sistemas de contacto directo..... 43
5.3.1	CONGELAR Y DESCONGELAR ALIMENTOS..... 44
5.3.2	Claves de congelación..... 44
5.3.3	El riesgo de la congelación..... 46

CAPITULO VI

	Pág
6. METODOS DE DESCONGELACION.....	47
6.1 Descongelación-cocción.....	48
6.2 Descongelación parcial.....	48
6.3 Descongelación-trasformación.....	48
6.4 Efectos sobre los productos cárnicos y vegetales.....	48
6.5 Descongelación industrial.....	48
6.6 Descongelar carnes y pescado.....	49
6.7 Descongelar fruta.....	50
6.8 Descongelar pan y repostería.....	50
6.9 Descongelar platos preparados.....	51
6.2.1 Descongelar verduras.....	52
6.2.2 Tips para congelar.....	52
6.2.3 Tips para descongelar.....	53
CAPITULO VII	
7. CONCLUSIONES.....	54
CAPITULO VIII	
8. REFERENCIAS BIBILOGRAFICAS.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

Pág

Cuadro 1

Duración aproximada del periodo de almacenamiento durante el cual los productos mantienen una elevada calidad.....18

Cuadro 2

Temperaturas para pescados y mariscos.....21

Cuadro 3

Temperaturas para carnes, leches y derivados.....22

Cuadro 4

Temperaturas para hortalizas.....23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1

Daño producido por cristales de hielo.....14

Figura 2

Congelación.....45

Figura 3

Descongelar carnes y pescado.....49

Figura 4

Descongelar fruta.....50

Figura 5

Descongelar verdura.....52

RESUMEN

La conservación de alimentos mediante congelación se produce debido a diferentes mecanismos. La reducción de la temperatura del producto a niveles por debajo de 0°C produce un descenso significativo en la velocidad de crecimiento de microorganismos y, por lo tanto, en el deterioro del producto debido a la actividad microbiana.

Además la formación de cristales de hielo dentro del producto disminuye la disponibilidad del agua para participar en dichas reacciones. La congelación como medio de conservación produce generalmente un producto de alta calidad para el consumo, aunque dicha calidad depende finalmente tanto del proceso de congelación realizado como de las condiciones de almacenamiento del producto congelado.

La velocidad de congelación o tiempo necesario para que la temperatura del producto disminuya hasta alcanzar valores inferiores a la temperatura inicial de congelación influirá en la calidad del producto, aunque de diferente manera dependiendo del tipo de alimento. Algunos alimentos necesitan una congelación rápida (cortos tiempos de congelación) con el fin de asegurar la formación de cristales de hielo de pequeños tamaños dentro de la estructura del alimento, ocasionando el mínimo daño en la textura del producto.

Además existen otros productos que debido a su forma o tamaño no permiten una congelación rápida. Por otro lado, las condiciones de temperatura existentes durante el almacenamiento influyen de manera significativa en la calidad final de los alimentos congelados. Cualquier aumento de temperatura durante el almacenamiento reduce la calidad, y variaciones en dicha temperatura pueden afectar severamente la calidad final del producto.

Palabras clave: Curva de congelación, pre-enfriamiento, frigorífico, cristalización, efectos de concentración, ultra congelación, fluidos criogénicos.

1. INTRODUCCIÓN

La congelación es uno de los métodos de conservación que además de seguirse empleando, recientemente ha tomado más importancia. Este método de conservación aplicado apropiadamente preserva los alimentos y sistemas biológicos sin producir cambios importantes en su tamaño, forma, color, sabor, textura y valor nutritivo, es un método que hace posible que el trabajo de preparación de un artículo alimenticio o de una comida completa se haga antes de esta etapa y se conserve congelado.

Actualmente, productos tan diferentes como el jamón, los filetes de pescado empanizados, platillos típicos, sustitutos de crema batida, pasteles de frutas o merengues y hasta cenas individuales completas son preparadas mediante técnicas de producción en masa, para posteriormente ser congelados en forma instantánea o rápida, dependiendo de la técnica de congelación. Un alimento congelado en condiciones adecuadas se puede parecer al producto fresco. La tecnología de congelación de alimentos ha avanzado notablemente, y su importancia económica también ha aumentado en todo el mundo.

En países que no poseen una industria propia de productos procesados congelados, la utilizan únicamente para conservar la materia prima perecedera, mientras que en países que sí tienen la cadena de frío se desarrolla una mayor variedad de productos. México es un país en donde la congelación aún no tiene el auge que tiene en otros países desarrollados, debido en parte a la abundancia y disposición de alimentos frescos, y en parte a la falta de equipos de refrigeración/congelación en medios rurales.

Muchos productos no se pueden conservar mediante la adición de conservadores, o no son adecuados para conservación por enlatado; lo que aunado a la necesidad de desarrollar productos prácticos, pre cocidos, o para microondas ha dado un amplio campo para la aplicación de la tecnología de congelación. El lograr que un alimento tenga una vida de anaquel mayor, ya no es la única razón por la que las industrias congelan sus productos o utilizan materias primas congeladas. La necesidad de congelar alimentos o materias primas alimenticias para el transporte de alimentos a regiones distantes de su zona de origen, y también el suministro de productos de temporada en todo el año, son dos objetivos muy importantes para congelar alimentos.

1.1 OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es recopilar la información necesaria para analizar el comportamiento de los alimentos mediante el uso de la congelación, para su conservación. Dicha información podrá ser analizada para su publicación.

2. DEFINICIÓN DE CONGELACIÓN

La congelación mantiene la temperatura de los alimentos hasta -18°C . Este proceso provoca la cristalización en hielo del agua contenida en los alimentos. El resultado es un descenso significativo de la actividad del agua, que frena o detiene la actividad enzimática y la actividad microbiana. Por lo tanto, la conservación mediante la congelación de los alimentos puede mantenerse a largo plazo.

2.1 Historia

El hombre siempre ha estado interesado en poder conservar sus alimentos, desde hace miles de años ha utilizado el agua y el hielo para detener su descomposición y preservar para el futuro las presas cazadas, para cuando la caza fuera difícil. En la prehistoria almacenaban sus alimentos en el fondo de cavernas o cuevas de hielo.

Antes de la invención de los frigoríficos, los señores de la edad antigua y de la edad media, generalmente utilizaban las especias y la sal para conservar los alimentos, razón por la cual éstas adquirieron tanta importancia; pero la versión más primitiva que se conoce del refrigerador o frigorífico, era un armario de madera, aislado, en el que había un compartimiento superior, donde se ponía nieve y por eso se le llamo "nevera" y en la parte inferior se almacenaban los alimentos que requerían del frío para conservarse en buen estado hasta su utilización dentro de los platillos.

La historia cuenta que Sir Francis Bacon, barón de Verulam (1561-1626), filósofo y estadista inglés, contrajo una neumonía, que acabaría con su vida, cuando intento congelar pollos rellenándolos de nieve.

En 1784, Mr. William Cullen construyó el primer frigorífico que funcionaba con electricidad, y aunque congelar los alimentos comercialmente se hizo por primera vez en 1842, la Industria de congelados como la conocemos hoy, tiene un origen más reciente que la de envasado, pero la conservación de alimentos a gran escala por congelación comenzó a finales del siglo XIX con la aparición de la refrigeración mecánica.

No fue sino hasta el año de 1927 cuando se fabricaron los primeros frigoríficos de uso doméstico (su fabricante fue la Generic Electric). Sin embargo, hubo que esperar hasta los años treinta para asistir a la comercialización de los primeros alimentos congelados, que fue posible gracias al descubrimiento de un método de congelación rápida.

En 1931 aproximadamente, Mr. Thomas Midgley descubre el freón, un derivado tetrahalogenado del metano que se utiliza como refrigerante, que por sus propiedades ha sido desde entonces muy empleado en frigoríficos, tanto a escala industrial como doméstica.

Este gas, más conocido por el nombre comercial de "Freón 12", ante la Sociedad Química Americana, posteriormente encontró otras aplicaciones, en especial como propulsor de aerosoles, hasta que a finales del siglo XX se descubrió que dañaba la capa de ozono.

Después de tantos años de tratar de congelar y preservar, el hombre descubrió que la congelación conserva los alimentos al impedir la multiplicación de los microorganismos, pero también descubrió que dado que el proceso no destruye a todos los tipos de bacterias, aquellas que sobreviven se reaniman en la comida al descongelarse y a menudo se multiplican mucho más rápido que antes de la congelación.

Hoy en día todas las casas cuentan con un congelador, cuando no es un equipo individual, siempre nuestra domestica nevera, posee un espacio que puede producir hasta 18°C (64°F) bajo cero, que es la temperatura más propicia para conservar alimentos durante 3 o 4 meses.

Quien no tenga un freezer o congelador individual debe aprender a darle un buen uso al congelador que posee su nevera, para congelar las carnes y los platos en pequeña cantidad para ser utilizados en un momento oportuno.

2.2 Mecánica

La congelación conserva los alimentos impidiendo la multiplicación de los microorganismos.

Dado que el proceso no destruye a todos los tipos de bacterias, aquellos que sobreviven se reaniman en la comida al descongelarse y a menudo se multiplican mucho más rápido que antes de la congelación.

Los alimentos pueden permanecer en un congelador doméstico entre 3 y 12 meses con toda seguridad y sin que su calidad se vea afectada.

2.3 Distinción entre refrigeración y congelación

Es importante señalar la diferencia que existe entre refrigeración y almacenamiento en refrigeración, por una parte, y congelación y almacenamiento en congelación, por otra. Por almacenamiento en refrigeración se entiende generalmente aquel que mantiene los productos a temperaturas superiores a las de congelación, desde aproximadamente 16°C hasta -2°C. Los frigoríficos comerciales y domésticos habitualmente operan entre 4,5 y 7°C los equipos comerciales a veces mantienen una temperatura ligeramente inferior cuando se quiere favorecer la conservación de un determinado alimento.

El agua pura se congela a 0°C pero la mayoría de los alimentos no comenzaran hasta cerca de -2°C o menos. El almacenamiento en congelación implica el empleo de temperaturas que mantengan los alimentos en estado congelado, siendo las condiciones optimas las de -18°C o menos. El almacenamiento en refrigeración o en frio permitirá conservar los alimentos perecederos durante días o semanas, dependiendo del tipo de alimento, mientras que si es en congelación se conservaran durante meses e incluso años, si están envasados adecuadamente.

Se puede hacer una distinción adicional entre refrigeración y congelación en relación con la actividad de microorganismos. La mayoría de los microorganismos alterantes crecen rápidamente a temperaturas superiores a 10°C, pero algunos lo hacen incluso a temperaturas menores de 0°C mientras haya agua no congelada disponible. Un alimento mantenido a una temperatura de refrigeración correcta puede, a pesar de todo, deteriorarse por el crecimiento de microorganismos.

Hasta hace poco se pensaba que aunque los alimentos refrigerados podían alterarse por cambios indeseables por color, sabor y aspecto, esto no comprometía la seguridad del alimento ya que a estas bajas temperaturas los microorganismos causantes de enfermedades no se multiplicaban apreciablemente. Y en, efecto esto es cierto para muchos de esos microorganismos.

En los últimos años, sin embargo los bromatólogos han comprobado que algunos microorganismos patógenos crecen, aunque lentamente, a temperaturas tan bajas como 3,3°C. Se conocen como microorganismos patógenos *psicrotrofos* (es decir, causantes de enfermedad y tolerantes al frío). Este es un problema grave porque implica que no puede asegurarse con una refrigeración adecuada los alimentos estén protegidos completamente a cualquier circunstancia.

A temperaturas menores de -9,5°C no se detecta en los alimentos crecimiento significativo de microorganismos alterantes o patógenos. Pero, como se ha señalado anteriormente, la congelación no los destruye completamente; cuando el alimento se descongela, pueden multiplicarse y producir rápidamente su alteración.

2.4 Congelación y almacenamiento en congelación

La congelación, como método de conservación se inicia en el momento en que terminan la refrigeración y el almacenamiento en refrigerado. La congelación ha permitido disponer de comidas más cómodas tanto a nivel domestico, como en restaurantes y establecimientos de restauración colectiva. Puesto que la congelación realizada adecuadamente conserva los alimentos sin provocar grandes cambios en su tamaño, forma, textura, color, aroma y sabor permitiendo que una gran parte del trabajo necesario para la preparación de un producto o de una comida entera se ejecute antes de su congelación.

Así se han transferido a la industria operaciones que antes se desarrollaban en el hogar o en restaurantes. Hoy en día se congelan habitualmente artículos tan diversos como el pastel relleno de pollo, los filetes de pescado empanizado, los platos fuertes de los menees, los recubrimientos batidos, los pasteles esponjosos y de frutas e, incluso menees completos. La gran variedad de productos congelados disponibles, muchos de ellos comercializados en los mismos recipientes en los que se consumen, representa una gran revolución en la industria alimentaria y refleja los enormes cambios que han experimentado los hábitos alimenticios.

Nunca antes se habían consumido tantas comidas fuera de casa. Entre ellas se incluyen las que se hacen en los restaurantes, universidades, programas de comidas escolares, hoteles, aviones, hospitales entre otros. El costo de la mano de obra está aumentando constantemente y, por ello, en los establecimientos de restauración se fuerza al máximo el empleo de productos fáciles de preparar.

Actualmente no hay otra forma de conservación que proporcione alimentos tan fáciles de utilizar como la congelación. Aunque los alimentos deshidratados también son cómodos, exigen la reconstitución de sus componentes individuales por separado para satisfacer las necesidades variables de agua de cada uno de ellos y, además, también requieren calentamiento. Esto no ocurre con los alimentos congelados.

Muchos productos se preparan y se mezclan completamente, sometiéndolos a una única operación simultánea de descongelación-calentamiento antes de su consumo. La calidad de los alimentos congelados se basa, en principios científicos bien establecidos.

2.5 Cambios en la calidad de los alimentos congelados durante su almacenamiento

Un término normalmente utilizado para describir la duración de almacenamiento de alimentos congelados es la vida práctica de almacenamiento. La vida práctica de almacenamiento, es el periodo de almacenamiento, una vez congelado, durante el cual el producto mantiene sus propiedades características y permanece apto para el consumo u otras posibles utilidades.

La temperatura típica de almacenamiento de alimentos comerciales es de -18°C . Sin embargo, para alimentos marinos se aconseja utilizar temperaturas inferiores con el fin de mantener la calidad. Otro término que se utiliza normalmente para definir la vida de almacenamiento de los alimentos congelados es la vida de alta calidad.

Tal como está definida, la HQL es el tiempo transcurrido entre la congelación de un producto de alta calidad y el momento en que, por valoración sensorial, se observa una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$) con respecto a la alta calidad inicial (inmediatamente después de la congelación). La diferencia observada se define como diferencia apenas advertida. En un test triangular realizado para detectar sensorialmente la calidad de un producto, la diferencia apenas advertida se alcanza cuando el 70% de los catadores distingue satisfactoriamente el producto de la muestra, la cual se ha almacenado en condiciones tales que no existe degradación del producto durante el periodo considerado. La temperatura típica utilizada para los experimentos de control es de -35°C .

2.6 Punto inicial de congelación

Una propiedad básica de las soluciones acuosas es que al aumentar la concentración de sólidos disueltos disminuye su punto de congelación. Cuanto mayor sea la concentración de sal, azúcar, minerales o proteínas de una disolución, mas bajo será su punto de congelación y más tiempo tardara en congelarse cuando se introduzca en una cámara de congelación.

Si se colocan en un congelador, por ejemplo, agua, y sumo de fruta, el agua se congelara antes que el zumo de fruta. A no ser que la temperatura del congelador sea considerablemente inferior al punto de congelación del agua pura, el zumo nunca se congelara completamente si no que se convertiría en un líquido pastoso y frio en cristales de hielo. Lo primero que se congela en el zumo es el agua que contiene, dejando los líquidos disueltos en una solución más concentrada que requiere para congelarse una temperatura aun más baja.

Como los distintos alimentos difieren en su contenido de agua y en los tipos y en cantidades de sólidos disueltos, la temperatura a la que se iniciara la congelación será diferente para cada uno y, en las mismas condiciones, requerirán tiempos distintos para alcanzar el estado de congelación completa. Esto explica en gran parte que las variedades de cultivo de una misma fruta u hortaliza, que tienen una composición ligeramente diferente, no se comporten igual durante la congelación.

La misma variedad diferirá en composición dependiendo del método de riego y de fertilización; estas diferencias afectan incluso al contenido mineral que absorben de los fertilizantes. Por esta razón, los fabricantes de alimentos congelados que desean tener un control estricto sobre el proceso de la congelación especifican la variedad a cultivarse, incluso, suministran las semillas y el fertilizante para asegurar el control de la composición y de otras de las propiedades de la materia prima.

2.7 Curva de congelación

La curva de congelación representa gráficamente el curso típico del proceso de congelación de alimentos. El diagrama varía según la influencia de los siguientes factores: método de congelación, tamaño, forma, composición química y propiedades físicas del producto, y tipo de envasado (o ausencia de éste). De la curva de congelación del agua pura pueden determinarse tres etapas o fases.

1º fase: en éste se produce la refrigeración del producto a congelar la temperatura desciende en forma rápida hasta la temperatura crioscópica o temperatura de congelación, no existe cambio de estado. Se conoce esta fase con el nombre de zona de pre-enfriamiento.

2º fase: es el período de cambio de fase. Una vez que se alcanza el punto de congelación no se observa variación de temperatura retirándose gradualmente el calor latente de solidificación, es decir, se produce gradualmente un cambio de estado. La curva adquiere una condición isotérmica.

3º fase: se denomina período de templado, una vez alcanzada la conversión total de agua en hielo nuevamente se inicia un gradual y permanente descenso de la temperatura. En alimentos, este comportamiento es tan claro, ya que la conversión de parte del agua en hielo implica un incremento en la concentración de diversas sales en el agua líquida remanente, consecuentemente se produce un descenso en el punto de congelación

2.8 Cambios que se producen durante la congelación

Las conducciones de agua pueden estallar cuando el agua se congela en su interior. No debería sorprender, por lo tanto, que la congelación de los alimentos, pueda desbaratar su textura, romper emulsiones, desnaturalizar proteínas y provocar otros cambios de naturaleza tanto física como química, a no ser que se controle adecuadamente. Muchos de esos cambios están relacionados con la composición del alimento que depende, a su vez, de las prácticas agrícolas empleadas mucho antes del proceso de congelación.

2.9 Efectos de la concentración

Para que se mantenga la calidad de los alimentos durante su almacenamiento en congelación, la mayoría deben estar completa o casi completamente congelados. Su textura, color, sabor, aroma y otras propiedades se alteraran si en el producto queda un núcleo sin congelar o una zona sola parcialmente congelada. Además del posible crecimiento de microorganismos psicótopos y de la mayoría de la actividad enzimática que se observa cuando el agua no se congela, una de las principales causas del deterioro de los alimentos parcialmente congelados es la elevada concentración de solutos en el agua restante.

Por ejemplo, cuando la leche se congela lentamente, como puede ocurrir durante el invierno si se deja esta en el ambiente exterior, la concentración de sus minerales y sales puede desnaturalizar las proteínas y romper la emulsión grasa, haciendo que coagule y se formen granos de mantequilla. Además también se producen cambios en el sabor.

El daño debido a los efectos de la concentración puede ser de varios tipos:

- Si los solutos precipitan de la solución, como ocurre cuando hay concentraciones demasiado altas de lactosa durante la congelación de los helados, el alimento puede presentar una textura arenosa.
- Los solutos que no precipitan sino que permanecen en la solución concentrada pueden provocar la desnaturalización de las proteínas por un efecto de “precipitación por salado”.
- La concentración de los solutos ácidos puede causar un descenso de pH por debajo del punto isoeléctrico (punto de mínima solubilidad), dando lugar a la coagulación de las proteínas.
- Las suspensiones coloidales se encuentran en un delicado equilibrio con respecto a la concentración de iones y cationes. Algunos de esos iones son esenciales para mantener los coloides y su concentración o precipitación puede romper dicho equilibrio.
- Los gases en solución también se concentran cuando el agua se congela. Esto puede ocasionar la sobresaturación de los gases y, en último término. Forzarlos a salir de la solución, la cerveza o los refrescos carbonatados pueden tener este efecto.
- El efecto de concentración también puede causar una deshidratación de los tejidos adyacentes a nivel micro ambiental. Cuando los cristales de hielo se forman en el líquido extracelular, la concentración de los solutos en la cercanía de los cristales de hielo provoca la difusión del agua del interior de las células, a través de las membranas, hacia la región de mayor concentración de solutos para restablecer el equilibrio osmótico. Este desplazamiento del agua rara vez revierte durante la descongelación y puede causar pérdida de agua de la membrana del alimento.

2.2.1 Daño producido por los cristales de hielo

Los alimentos sólidos constituidos por tejidos vivos, como carnes, pescado, frutas y hortalizas tienen una estructura celular como paredes y membranas celulares delicadas. Tanto en el interior de las células como en el espacio intercelular existe agua. Cuando el agua se congela rápidamente, forma diminutos cristales de hielo y mantiene su valor nutritivo; cuando se congela lentamente, produce cambios de textura y valor nutritivo.

Forma cristales de hielo de gran tamaño y grupos de cristales. Los cristales de hielo grandes, que se forman en el interior o entre las células, causan mayor ruptura física y separación de las células que los de tamaño pequeño. Un ejemplo de ello es el cambio que experimenta la textura de las fresas como consecuencia de la congelación. Los cristales de hielo de gran tamaño no solo dañan este tipo de alimento que contienen células (carne, pescacado, frutas), sino que también pueden romper emulsiones como la mantequilla, espumas congeladas como el helado y geles como los pudines y los rellenos de tartas.

En el caso de la mantequilla, los cristales de hielo que crecen dentro de las gotas individuales de agua dispersas en la fase grasa continua pueden atravesar la grasa y llegar a unirse. Cuando esta mantequilla se descongele posteriormente se formaran bolsas de agua que goteara. En los helados, los cristales de hielo de gran tamaño pueden perforar las burbujas de la espuma congelada. Esto dará lugar a una pérdida del volumen durante su almacenamiento y su fusión parcial.



www.okdietas.com

Figura 1 Daños producidos por los cristales de hielo

2.2.2 Velocidad de congelación

La importancia relativa del efecto de la concentración y del daño físico producido por los grandes cristales de hielo durante la congelación y el almacenamiento en congelación dependerá de cada alimento. Sin embargo para obtener productos de gran calidad la congelación siempre a de ser rápida.

Durante la congelación rápida se forman cristales de hielo diminutos. La congelación, rápida, además reduce al mínimo los efectos de la concentración al disminuir el tiempo que los solutos concentrados están en contacto con los tejidos, los coloides y los distintos constituyentes individuales durante la transición desde el estado inicial no congelado, al completamente congelado.

Por estas razones, los métodos y los equipos modernos de congelación están diseñados para llevar a cabo una congelación muy rápida, pudiéndose justificar el mayor costo por la gran calidad del alimento. Generalmente cuando más rápida sea la velocidad de congelación mayor será la calidad del producto. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, una velocidad de congelación equivalente a unos 1.3 cm por hora es satisfactoria para la mayoría de los productos.

Esto significa que en un paquete plano de alimentos de 5 cm de espesor, que se congela exponiendo sus dos superficies principales al medio frío, su centro estará congelado (a -18°C o menos) en unas dos horas. esto se consigue fácilmente con los congeladores de placas; este tiempo se puede reducir a unos pocos minutos con los congeladores de nitrógeno líquido. Desafortunadamente, los congeladores domésticos suelen tener una velocidad de congelación mucho más lenta.

2.2.3 Selección de la temperatura final

Si se consideran todos estos factores-cambios de textura, reacciones químicas enzimáticas y no enzimáticas, cambios microbiológicos y costos se llega a la conclusión general de que los alimentos deben congelarse a una temperatura interna de -18°C y menos y mantenerse a la misma durante su transporte y almacenamiento. Las consideraciones económicas generalmente excluyen el empleo de temperaturas inferiores a -30°C durante el transporte y almacenamiento, aunque muchos alimentos se congelen normalmente a temperaturas inferiores a esta para obtener las ventajas de una congelación rápida.

La elección de -18°C o menos como condición recomendada para la congelación y el almacenamiento se basa en una gran cantidad de datos y representa un compromiso entre la calidad y el costo. Desde el punto de vista microbiológico no sería estrictamente necesario mantener la temperatura del almacenamiento a -18°C , ya que los microorganismos patógenos no crecen por debajo de los $3,3^{\circ}\text{C}$ y los alterantes habituales no lo hacen por debajo de $-9,5^{\circ}\text{C}$. Pero es de esperar que, cualquiera que sea su valor, la temperatura seleccionada y establecida en los medios de transporte y en las instalaciones de almacenamiento experimente alguna variación.

El empleo de -18°C proporciona un margen de seguridad razonable con respecto a los microorganismos alterantes y más que razonable frente a los patógenos. De hecho, los alimentos congelados, han gozado de una excelente reputación a lo largo de los años a lo que respecta en su incidencia en la salud pública. En cuanto al control de las reacciones enzimáticas, -18°C no es una temperatura excepcionalmente baja puesto que algunas enzimas retienen su actividad incluso a -73°C , si bien la velocidad de su reacción es extremadamente lenta.

La velocidad de las actividades enzimáticas es más rápida en el agua sobre enfriada que en el agua congelada a la misma temperatura. En la mayoría de los alimentos, en los que a $-9,5^{\circ}\text{C}$ queda una cantidad considerable de agua sin congelar, el almacenamiento a largo plazo a una temperatura provoca una alteración grave de la calidad, debido a la actividad enzimática, especialmente a la naturaleza oxidativa. El almacenamiento a -18°C reduce la actividad de muchas enzimas presentes en los alimentos lo suficiente como para evitar un deterioro significativo. En el caso de las frutas y hortalizas, las enzimas se inactivan antes de la congelación mediante el escaldado o el tratamiento químico.

Las reacciones químicas no enzimáticas no se detienen completamente a -18°C , pero prosiguen muy lentamente. En el rango de temperaturas empleadas por la congelación, no siempre es aplicable la generalización de que la velocidad de reacción se reduce a la mitad por cada 10°C de descenso de la temperatura. Esto se debe a que muchas reacciones requieren que los reactivos estén en solución y, en este rango de temperaturas, la concentración de la solución está cambiando rápidamente a medida que el agua se congela. No obstante, cuando más baja sea la temperatura, más lentas serán las velocidades de reacción y menor será la cantidad de agua presente sin congelar que sirva como disolvente para los restantes químicos.

En la tabla 1 se indica el efecto global de las bajas temperaturas en el almacenamiento a largo plazo de varios alimentos. La mayoría de las hortalizas, frutas y carnes no grasas, envasadas y congeladas de forma adecuada, retienen una buena calidad cuando se almacenan a -18°C durante 12 meses o un periodo más largo de tiempo. La mayoría de los pescados son menos estables. A temperaturas más altas, entre -9 y -7°C , la calidad se conserva durante periodos más cortos, de tan solo unos días o unas pocas semanas, dependiendo del producto.

La calidad y el periodo de almacenamiento de muchos alimentos mejorarían empleando durante la congelación y el almacenamiento temperaturas mucho más bajas que -18°C. Existen varios métodos que permiten congelar con relativa facilidad los alimentos a -30°C o a una temperatura inferior, sin que su costo sea excesivo. Lo que es más difícil y más costoso económicamente, sin embargo, es mantener ese alimento a -30°C o una temperatura inferior durante su transporte y almacenamiento tanto como en las vitrinas de los supermercados. Muchos camiones refrigerados de los que se emplean actualmente no permiten ni siquiera mantener una temperatura de -18°C y los mostradores de exposición de los supermercados a menudo tienen temperaturas mayores de -18°C cerca de la parte superior, aunque puedan estar más fríos en la zona inferior.

Cuadro 1. Duración aproximada (meses) del periodo de almacenamiento durante el cual los productos mantienen una elevada calidad.

Temperatura de almacenamiento			
Producto	-18°C (0°F)	-12°C(10°F)	-6,7°C(20°F)
Zumo de naranja (calentado)	27	20	4
Melocotones	12	<2	6 días
Fresas	12	2,4	10 días
Coliflor	12	2,4	10 días
Judías verdes	11-12	3	1
Guisantes verdes	11-12	3	1
Espinacas	6-7	<3	$\frac{3}{4}$
Pollo crudo (adecuadamente envasado)	27	15 $\frac{1}{2}$	<8
Pollo frito	<3	< 30 días	< 18 días
Pastel de povo o platôs preparados a base de povo	>30	9 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$
Carne de vacuno (cruda)	13-14	5	<2
Carne de porcino (cruda)	10	<4	<1,5
Pescado (magro)	3	<2 $\frac{1}{4}$	<1,5
Pescado (graso)	2	1 $\frac{1}{2}$	0,8

3. RECOMENDACIONES PARA LOS PRODUCTOS CONGELADOS

Que se haga bien la congelación y la descongelación, ya que el tamaño de los cristales de hielo, la rotura de las células, depende de la velocidad de enfriamiento, que es función del coeficiente superficial del fluido enfriador y de la diferencia de su temperatura y la temperatura de cambio de fase del producto. El inicio de la congelación suele ser entre -2 a -3°C , pero su terminación, puede llegar a ser de -14 a -15°C , por lo que las temperaturas de conservación, deben encontrarse entre -18°C a -20°C . Se pensaría que podría durar más tiempo su conservación a bajas temperaturas, pero se considera no justificado en estos momentos de alza del precio de la energía. El empleo de -60°C para la conservación de pescado sólo está justificado cuando se le congela a esa temperatura y se quiere consumir crudo.

La humedad relativa en las cámaras de congelados es siempre muy alta, próxima al 100 % y la pérdida de peso es poco significativa, no suele llegar al 0,2 % por mes. En grandes cámaras, que tienen ventajas energéticas, se pueden hacer paradas diurnas de hasta 8 horas, tiempo que no se debe sobrepasar, pues pueden aparecer temperaturas elevadas en las zona altas, llegando a -12°C , que pueden dañar a los productos almacenados en esa franja.

3.1 Recomendaciones para platos precocidos y helados

En helados y algunos platos precocidos, que tienen menos contenido de agua que los alimentos tradicionales, se han impuesto las temperaturas de conservación de -24 a -25°C , pues se estropeaban al subir la temperatura. Estos productos congelados pueden resistir gran tiempo, cubriendo los meses de verano, lo que es normal en las cadenas de helados que se fabrican a lo largo de todo el año. En el caso de grandes eventos, como ferias de muestras, los precocidos se preparan con mucha anterioridad de tiempo. Aparte de los problemas sanitarios de la proliferación de microorganismos, se encuentran otros como la posible oxidación de los compuestos grasos, que se favorece cuando aumenta la temperatura de conservación.

3.2 Recomendaciones para pescados y mariscos

Estos productos son muy delicados de conservación en estado refrigerado, en particular las especies costeras o pelágicas, que requieren de unas condiciones higiénicas especiales, es difícil que se puedan superar los tres días de conservación. No deben conservarse ni transportarse con otros productos, pues pueden contaminarlos y transmitir sus olores. El empleo masivo de hielo en escamas o picado, tanto en los barcos, como en el transporte y venta, es una seguridad por diversas razones, aparte de mantenerlos a la temperatura adecuada, entre 0 a 2°C, el salvaguardar la humedad superficial y el propio lavado del producto.

En el transporte por carretera o por avión, está prohibido el empleo del hielo, por razones de higiene o seguridad vial, si no se recoge adecuadamente el agua de fusión del hielo.

En los puestos de venta de algunas tiendas, se les rocía periódicamente con agua pulverizada, hasta ahora no se conocen casos de contaminación por bacteria *Legionella* por esta práctica, pudiera darse en zonas cálidas a los empleados o a los mejores clientes.

Los pescados congelados no tienen problemas importantes y pueden conservarse por grandes tiempos con calidad, si se les congelan y descongelan bien, en el cuadro 1 se muestran las temperaturas en el caso de congelados y refrigerados y los tiempos de conservación de los primeros.

Cuadro 2 Temperatura para pescados y mariscos

PESCADOS			
	Refrigerados	Congelados	
	Temperatura °C	Temperatura °C	Conservación días
Pescado			
Graso	0 a 2	-18	120
Magro	0 a 2	-18	240
Planos	0 a 2	-18	270
Moluscos	0 a 2	-18	120
Crustáceos	0 a 2	-18	180

3.3 Recomendaciones para carnes leches y derivados

En general los productos cárnicos, son delicados y la comercialización en régimen de refrigeración es corta. Debe separarse su conservación que las de otros productos perecederos, lo más usual de conservación y de transporte es en medias canales, también se hace deshuesado o troceado, requiriendo un cuidado especial y extremo cuando esta picada.

En los embutidos los jamones etc., en los que se requiere el frío junto a otros tratamientos, como: desalación o ahumado, en estos productos la desecación y pérdida de peso no es una consecuencia, sino un fin y se debe hablar más del ciclo térmico, que de temperatura de conservación. Se juntan los procesos de transmisión de masa (o pérdida de peso por evaporación), con los procesos térmicos. En los secaderos de carne de cerdo, el intervalo de temperaturas puede estar comprendido entre 2 a 7°C, el de humedades relativas entre el 75 a 28 y las velocidades de aire desde 0,1 a 0.5 m/s.

Cuadro 3 Temperaturas para carnes, leches y derivados

PRODUCTO		REFRIGERACIÓN		CONGELADO	
	Temperatura	Humedad relativa	Duración conservación	Temperatura	Duración conservación
	°C	%	Días	°C	días
Vaca	0,-1,5	90	10 a 28	-18 a -20	365
Tenera	-1,0	90	7 a 21	-18 a -20	300
Cordero	-1,0	90 a 95	7 a 14	-18 a -20	270
Cerdo	0, -1,5	90 a 95	7 a 14	-18 a -20	160
Tocino	-3,-1	80 a 90	30	-18 a -20	90
Sebo	-1,0	80 a 95	90 a 150	-18 a -20	
Manteca	-1,0	80 a 95	120 a 240	-18 a -20	270
Despojo	-1,0	85 a 90	7	-18 a -20	
Aves	0 a 2	85 a 90		-18 a -20	
Huevo	0 a 1	85 a 90	160 a 190		
Leche					
Normal	0-4				
yogurt	2 a 5				
Esterilizada	0-22				
En polvo	0-24	60 a 70			
Evaporada	5				
Nata	0 a 2		2 a 3		
Mantequilla	4 a 6		14 a 21	-18 a -20	240
Quesos					
Frescos	0 a 5		2		
Blandos	0 a 2				
Duros	0 a 5				
Fundidos	10 a 12	60			
Azules	0 a 5				

3.4 Recomendaciones para frutas y verduras

Cuadro 4 Temperaturas para hortalizas

Producto	Temperatura	Humedad Relativa	Duración Recomendada
	° C	%	días
Acelga	0-1	90-95	10 a 14
Alcachofa	0-1	90-95	7 a 21
Col de Bruselas	0-1	85-90	21 a 42
Champiñón	0-1	85-90	3 a 5
Espárrago	0-1	85-90	14 a 21
Lechuga	0-1	90-95	7 a 21
Nabo	0-1	90-95	120 a 150
Puerro	0-1	90-95	30 a 90
Rábano	0-1	90-95	10 a 14
Remolacha	0-1	90-95	30 a 90
Ajo	0,-1,5	70-75	180 a 240
Cebolla	0-1	85-90	
Cebolla sv	0,-3	70-75	180
Guisante v	0,5, -0,5	85-90	60
Zanahoria	1,-1	90-95	120 a 180
Remolacha	0	90-95	30 a 90
Tomate v	0	85-90	21 a 35
maduro	11,5-13	85-90	7 a 14
Patata			
temprana	3 ,4	85-90	14 a 24
siembra	2,7	85-90	120 a 240
tardía	4,5-10	85-90	120 a 240
Aceituna	7,10	85-90	28 a 42
Berenjena	7,10	85-90	10
Pimiento			
verde	7,8	85-90	12 a 21
Calabaza	10,13	70-75	60 a 180
Pepino	10,12	85-90	150 a 240
Setas	10,13	70-75	14 a 42

3.4.1 EL CRECIMIENTO MICROBIANO A BAJAS TEMPERATURAS

3.4.2 Microorganismos *psicrofilos* y *psicrotolerantes*

Los microorganismos con temperaturas óptimas bajas se llaman psicrofilos. Puede desarrollarse a partir de temperaturas de 20°C o inferior.

Muchos de los métodos empleados para preservar los alimentos se basan, no en la destrucción o eliminación de los microorganismos sino en retrasar su germinación o impedir su crecimiento.

Las bajas temperaturas retardan las reacciones químicas, la acción de las enzimas y retrasan o inhiben el crecimiento y actividad de los microorganismos. Cuanto más baja sea la temperatura más lenta serán las reacciones químicas, la acción enzimática y el crecimiento bacteriano.

Se admite que cualquier alimento de origen vegetal o animal contiene un número variable de bacterias, levaduras y mohos que para alterarlo solo necesitan condiciones de crecimiento adecuadas. Cada uno de los microorganismos tiene una temperatura de crecimiento óptima y otra mínima por debajo de la cual no puede multiplicarse.

A medida que la temperatura desciende por debajo de la óptima, el ritmo de crecimiento del microorganismo decrece, siendo mínimo a la temperatura de crecimiento mínimo. Las temperaturas más frías previenen el crecimiento, pero aunque lentamente continúa la actividad metabólica.

Por tanto rebajar la temperatura produce efectos diferentes en los distintos microorganismos. Una disminución de 10 grados, puede detener el crecimiento de unos y retrasar el de otros.

3.4.3 ALIMENTO, MICROORGANISMOS, GÉNERO

Frutas y verduras

Bacterias: *Erwinia, pseudomonas, corynebacterium*

Hongos: *Aspergillus, botrytis, geotrichium, rhizopus, penicillium*

Carnes frescas, aves y mariscos

Bacterias: *Acinetobacter, aeromonas, pseudomonas, corynebacterium*

Hongos: *Mucor, torula, rhodotorula, candida, cladosporium*

Leche y sus productos

Bacterias: *Streptococcus, leuconostoc, lactococcus, lactobacillus, pseudomonas, proteus.*

Alimentos azucarados o procesados con poca aw

Bacterias: *Clostridium, bacillus, flavobacterium.*

Hongos: *Saccharomyces, torula, penicillium.*

Importante saber

Las bajas temperaturas en algunas ocasiones no destruyen los microorganismos, solo inhiben su acción y cuando el producto es retirado de la refrigeración o descongelado, los gérmenes recobran su actividad y lo deterioran.

3.4.4 Congelación

La industria de la alimentación ha desarrollado cada vez más las técnicas de congelación para una gran variedad de alimentos: frutas, verduras, carnes, pescados y alimentos pre cocidos de muy diversos tipos.

3.4.5 Forma de Congelación

Para ello se someten a un enfriamiento muy rápido, a temperaturas del orden de -30°C . Con el fin de que no se lleguen a formar macrocristales de hielo que romperían la estructura y apariencia del alimento.

Con frecuencia envasados al vacío, pueden conservarse durante meses en cámaras de congelación a temperaturas del orden de -18 a -20°C , manteniendo su aspecto, valor nutritivo y contenido vitamínico.

3.4.6 Para qué sirve

El fundamento de la congelación es someter a los alimentos a temperaturas iguales o inferiores a las necesarias de mantenimiento, para congelar la mayor parte posible del agua que contienen.

3.4.7 Como actúa la congelación

Para detener la vida orgánica, ya que enfría el alimento hasta los 20°C bajo cero (en congeladores industriales llega hasta 40°C bajo cero). Es un buen método, aunque la rapidez en el proceso influirá en la calidad de la congelación.

La temperatura de -10°C tiene mucha significación ya que marca la línea bajo la cual los mohos y las levaduras apenas se reproducen, algunas bacterias pueden multiplicarse muy lentamente a estas temperaturas pero no causa prejuicios.

Si las bacterias, mohos y levaduras no fueran los únicos agentes que causan descomposición, no habría necesidad de mantener los alimentos por debajo de 10°C .

Es muy importante conocer algo más de estos alimentos, ya que dado el ritmo de vida que llevamos, muchas veces optamos por este tipo de productos al hacer la compra, debido a que ya están limpios, o porque en pocos minutos tenemos un plato listo.

Además de la practicidad que un producto o alimento congelado nos da, no debemos olvidar que la congelación es en sí, una forma o un método de conservación del alimento, y si la misma está realizada de manera correcta, conservará todas las cualidades y nutrientes de ese alimento.

Es necesario hacer una pequeña aclaración. No es igual un alimento congelado en forma individual como son verduras, carnes, o pescados, que aquellos alimentos ya precocidos, preparados o listos para microondas, es decir productos alimenticios ya hechos.

La gran ventaja de la congelación es que además de conservar los alimentos, evita la proliferación de microorganismos.

Es importante tener en cuenta este comentario, ya que esa oferta de productos alimenticios, no es la adecuada para mantener una dieta saludable y baja en grasas. No hay nada mejor como los alimentos frescos y su posterior preparación en casa, aunque esto suponga disponer de un poco más de tiempo.

3.4.8 Métodos para conservar los alimentos

La congelación y la refrigeración son dos sistemas diferentes de conservar los alimentos mediante el frío. Mientras que la refrigeración conserva y preserva dificultando la proliferación de microorganismos a una temperatura de entre 3 a 5 °C, la congelación almacena el alimento durante mucho tiempo a una temperatura de -18°C. Congelar es convertir el agua que el alimento posee, en cristales de hielo, quedando el alimento temporalmente deshidratado. Esto es lo que permite un mayor tiempo de conservación.

La gran ventaja de la congelación es que además de conservar los alimentos, evita la proliferación de microorganismos, ya que por debajo de -10°C , el crecimiento de los mismos se detiene.

Ahora, si el alimento estaba contaminado antes de ser congelado, cuando se descongele seguirá igual. La congelación evita la proliferación de bacterias, pero no las elimina.

El punto de congelación de cada alimento es diferente, ya que el agua de los mismos no es agua pura, sino que contiene sales minerales, azúcares y proteínas suspendidas en un líquido, por lo cual las temperaturas de congelación varían según la composición del alimento.

Podemos mencionar ejemplos como las frutas y verduras que contienen mucha agua, donde el punto de congelación varía entre los 0°C y los -4°C . En cambio alimentos con poca cantidad de agua, como los quesos, o aquellos productos precocidos, que antes mencionábamos, tienen su punto de congelación entorno de los -10°C .

Tanto la congelación, transporte y la descongelación deben realizarse de manera correcta para garantizar que todas las propiedades nutritivas del alimento queden intactas. En otras palabras para que el valor nutritivo de un congelado sea igual a un alimento fresco, la manipulación desde el comienzo debe ser adecuada, puesto que influye en la calidad final.

La base es que toda congelación se realice de forma rápida, para que se formen pequeños cristales y así no dañar la estructura del alimento. A mayor velocidad de congelación (cristales pequeños), la calidad del alimento será superior.

Al congelar, el producto o alimento aumenta de volumen, por lo tanto si la congelación la realizamos en casa, hay que poner atención en los envases o recipientes a utilizar.

3.4.9 Como elegir un alimento congelado

Un punto más que importante es el que mencionábamos antes: la calidad del alimento o su óptimo valor nutritivo. Por ello tengamos en cuenta los siguientes puntos a la hora de elegirlos:

- Realizar la compra de congelados en aquellos establecimientos con mucha demanda, es decir con mucho movimiento de productos, muchas ventas, para así asegurarnos que no permanecen largos períodos de tiempo en las neveras.
- Los envases de estos alimentos o productos deben estar sanos, sin roturas, en perfecto estado y sin escarchas.
- Ponerlos en el carrito de la compra en el último momento y llegar rápido a casa, para que no comiencen a descongelarse.

3.5.1 Consejos al congelar alimentos en el hogar

En el caso de querer congelar en casa, también debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Lo primero es tener congelador y este debe ser de 4 estrellas, si es que queremos congelar, pero para conservar congelados basta con uno de 3 estrellas.
- Envolver el alimento, según sea más conveniente, para evitar quemar o enranciar algunas zonas.
- El papel transparente es adecuado para verduras y frutas, en cambio el de aluminio es para carnes y pescados.

- La carne debe congelarse siempre deshuesada y limpia.
- Los líquidos o zumos deben guardarse en envases plásticos, pero sin llenarlos al tope, ya que el volumen aumenta un 10% tras la congelación.
- El pan y la bollería se congelan muy bien. Debe hacerse cuando están aún bien tiernos y siempre envueltos. Conviene descongelarlos a temperatura ambiente durante un par de horas. Si es pan en rebanadas lo mejor es congelarlas de a una y envueltas también. Cuando el pan es descongelado al horno queda muy crujiente, pero se endurece al cabo de poco tiempo.
- Los productos de temporada no conviene congelarlos, ya que podemos disponer de ellos frescos, como pueden ser huevos, la leche y algunas frutas como peras y manzanas.
- En el caso de congelar huevos, hay que separar las claras de las yemas y guardarlas en bolsitas. A las yemas añadirles un poco de sal o azúcar.
- Si se congelan quesos duros, al cortarlos ya descongelados se desmigajarán.
- La nata se congela en porciones muy pequeñas y en recipientes cerrados herméticamente.

3.5.2 Recomendaciones al descongelar alimentos

La descongelación, un proceso también muy importante para poder conservar la calidad del alimento, debe cumplir con algunos requisitos o normas:

- Las verduras y demás hortalizas se descongelan en agua hirviendo, en un tiempo muy breve, o también directamente al microondas según las indicaciones que cada producto lleve en el envase.
- Con respecto a las carnes, si los trozos son muy pequeños, pueden cocinarse directamente. De lo contrario se los puede descongelar a temperatura ambiente, o bajarlos primero al frigorífico (es lo más higiénico) lo cual requiere un tiempo superior.
- Lo mismo con los pescados, si es pequeño directamente se cocina, sino la descongelación será en la parte baja del frigorífico o nevera.

- No es adecuado descongelar los alimentos directamente bajo el chorro de agua, debido a que la misma arrastrará con algunos nutrientes. Si así se hiciera, el alimento siempre debe permanecer envuelto, para que de esta manera el agua no toque de forma directa el alimento.

CAPÍTULO IV

4. PROCEDIMIENTOS DE CONGELACIÓN

Congelación rápida

Congelación lenta

4.1 Congelación rápida

Es el proceso en que el producto se va congelando a razón de 0,3 cm por minuto o más rápido o es la congelación que se produce en menos de 90 minutos. Mantiene las características nutritivas y organolépticas.

4.2 Congelación lenta

Se refiere a la congelación en aire circulante, o en algunos casos el aire puede estar movido por ventiladores eléctricos. La temperatura suele ser de - 23 grados, variando entre -15 y - 29 grados, teniendo lugar la congelación entre 3 y 12 horas. Produce cambios de textura y valor nutritivo.

4.3 Métodos de congelación rápida

Sistema por contacto directo: Se emplean soluciones incongelables (salmuera, jarabes) que se enfrían a temperaturas muy bajas. En unos casos los alimentos se sumergen en la solución y en otros la solución se pulveriza sobre el alimento. En ambos casos el producto está sin envasar.

4.4 Ultra congelación de alimentos

La congelación es una de las técnicas de conservación de alimentos más eficaces y usados. Tanto la congelación como la ultra congelación, utilizada en la industria, suponen un método de preservación que garantiza la inocuidad de los alimentos así como el mantenimiento de la calidad sensorial y organoléptica de los mismos. No obstante, el control del proceso de ultra congelación resulta vital para garantizar la posterior conservación y seguridad de los productos.

El agua es el principal componente de la mayoría de los alimentos y la principal responsable de su textura. Congelar los alimentos significa congelar el agua que contienen. Lo mejor es hacerlo de manera rápida, así se forman más cantidad de cristales de hielo de pequeño tamaño y se mantiene la textura y el aroma natural de los alimentos. Sin embargo, si la congelación es lenta, se forman pocos cristales de gran tamaño, que provocan la rotura de tejidos celulares en los alimentos con la consiguiente pérdida de textura durante el descongelado. Durante la posterior descongelación, estos alimentos no podrán reabsorber toda la cantidad de agua y se convertirán en un producto seco.

Los productos alimenticios ultra congelados son aquellos que se han sometido a un proceso de congelación rápida, en cuya ejecución sufren un enfriamiento brusco para alcanzar rápidamente la temperatura de máxima cristalización en un tiempo no superior a cuatro horas. El proceso se completa una vez lograda la estabilización térmica del alimento a -18°C o inferior. El producto, una vez congelado, se deberá mantener en cámaras a bajas temperaturas, lo más bajas posible, pudiendo llegar hasta los -35°C . Cuanto más baja sea la temperatura de almacenamiento más larga será la vida útil del producto congelado.

4.5 Fluidos criogénicos

Para disminuir la temperatura de los alimentos se suele trabajar con congeladores mecánicos, que utilizan el aire o el contacto con superficies frías como medio de congelación. Otra manera de garantizar el descenso de la temperatura es el uso de los fluidos criogénicos, principalmente nitrógeno líquido y anhídrido carbónico, y que dan lugar a los productos ultra congelados.

Los congeladores criogénicos contactan directamente con los alimentos. Por ello, los fluidos deben ser lo bastante inertes como para no ceder a los alimentos componentes que puedan suponer un peligro para la salud del consumidor. Tampoco deben originar una modificación inaceptable en la composición del alimento ni alterar sus características organolépticas. La Directiva 89/108 de la Unión Europea autoriza como sustancias congelantes, exclusivamente, al nitrógeno, el anhídrido carbónico y el aire.

El uso de esta técnica se basa en el contacto del líquido a muy bajas temperaturas con el alimento que se va a congelar; la transmisión térmica es notablemente superior y el proceso de congelación se realiza de manera muy rápida. Estos fluidos no son tóxicos ni transmiten gusto u olor al alimento. El producto final es el alimento ultra congelado de gran calidad pero también de elevado costo.

Los equipos más utilizados en la industria son los túneles criogénicos, que emplean nitrógeno líquido como fluido. Sus ventajas frente a la congelación mecánica son muchas pero el elevado costo del tratamiento hace que no sea una de las técnicas más utilizadas. La ultra congelación supone:

- Menor gasto de instalación en comparación con los sistemas de frío mecánico.
- Los equipos utilizan menos espacio físico.
- Una reducción en las pérdidas de peso del producto por deshidratación.
- Menor consumo energético.

Por el contrario:

- Los fluidos se evaporan al contactar con el alimento.
- No son reutilizables.
- Conllevan un gasto económico muy elevado.

4.6 Aplicación en los alimentos

En la industria alimentaria la ultra congelación se aplica a una amplia gama de productos, entre los que destacan los panificados, las carnes, los pescados, los mariscos, los vegetales y las comidas preparadas. Para todos estos productos es imprescindible el correcto uso de medidas de seguridad durante todo el proceso de congelación así como en su posterior conservación. Los envases deben asegurar una buena preservación y resistencia a los procedimientos de ultra congelación y al posterior calentamiento culinario si es el caso.

El etiquetado de los alimentos ultra congelados debe incluir la denominación de venta, la mención “ultra congelado” y la identificación del lote. También debe aparecer la fecha de duración mínima, el período durante el cual el destinatario puede almacenar los productos ultra congelados, la temperatura de conservación y el equipo de conservación exigido.

Las técnicas de ultra congelación actuales no sólo pretenden evitar el desarrollo de microorganismos, la actividad enzimática o la pérdida nutritiva, sino también conservar las características sensoriales y organolépticas de los alimentos. El mercado de los congelados es imparable y se convierte en uno de los más dinámicos dentro del conjunto de productos alimentarios. Su estudio, control y potencial hacen de esta técnica una de las más importantes en lo que a seguridad y calidad alimentaria se refiere.

4.7 Baja temperatura y conservación

Las variaciones de temperatura durante el almacenamiento o el transporte, así como las que sufren los alimentos en el punto de venta, son inevitables por razones técnicas. Sin embargo, éstas serán tolerables siempre y cuando se garantice que no pelagra la seguridad del alimento.

Ante este hecho, la industria debe garantizar la seguridad de los alimentos mediante correctas prácticas de conservación y distribución. La temperatura es uno de los principales culpables de la proliferación bacteriana. Disminuirla hasta niveles en los que sea imposible la vida bacteriana hace posible la seguridad en los alimentos así como la conservación de los mismos durante largos períodos de tiempo.

Los congelados constituyen uno de los productos más seguros del mercado y raramente se producen intoxicaciones alimentarias en productos congelados. No obstante, a la hora de adquirirlos es necesario:

- Rechazar los envases con escarcha, los que al presionarlos con los dedos estén blandos o cuando el producto se encuentre apelmazado. Esto indica que en algún momento se ha roto la cadena de frío.
- Comprobar que el producto esté bien etiquetado. Debe incluir la fecha de elaboración y de caducidad, así como las normas de almacenamiento y preparación.

4.8 Medidas de congelación

Debe vigilarse la temperatura de las neveras, congeladores, transportes, etc., manteniéndola al nivel apropiado y evitando fluctuaciones.

Los alimentos a refrigerar o congelar deben estar en óptimas condiciones. Las neveras deben recibir una limpieza adecuada, las paredes y techos deben pintarse con pinturas a prueba de mohos. –Deben evitarse la recongelación de alimentos que se hayan descongelado.

4.9 Qué efecto tiene la congelación en el contenido nutricional de los alimentos

La congelación tiene un efecto mínimo en el contenido nutricional de los alimentos. Algunas frutas y verduras se escaldan (introduciéndolas en agua hirviendo durante un corto periodo de tiempo) antes de congelarlas para desactivar las enzimas y levaduras que podrían seguir causando daños, incluso en el congelador. Este método puede provocar la pérdida de parte de la vitamina C (del 15 al 20%).

A pesar de esta pérdida, las verduras y frutas se congelan en condiciones inmejorables poco después de ser cosechadas y generalmente presentan mejores cualidades nutritivas que sus equivalentes "frescas". En ocasiones, los productos cosechados tardan días en ser seleccionados, transportados y distribuidos a los comercios. Durante este tiempo, los alimentos pueden perder progresivamente vitaminas y minerales. Las bayas y las verduras verdes pueden perder hasta un 15% de su contenido de vitamina C al día si se almacenan a temperatura ambiente.

En el caso de la carne de ave o res y el pescado congelados, prácticamente no se pierden vitaminas ni minerales debido a que la congelación no afecta ni a las proteínas, ni a las vitaminas A y D, ni a los minerales que ellos contienen. Durante su descongelación, se produce una pérdida de líquido que contiene vitaminas y sales minerales hidrosolubles, que se perderán al cocinar el producto a no ser que se aproveche dicho líquido.

4.2.1 Alimentos que no deberían congelarse

La congelación puede dañar a algunos alimentos debido a que la formación de cristales de hielo rompe las membranas celulares. Este hecho no tiene efectos negativos en términos de seguridad (de hecho, también mueren células bacterianas), sin embargo, el alimento queda menos crujiente o firme. Entre los alimentos que no resisten a la congelación se encuentran las verduras para ensaladas, los champiñones y las bayas.

Los alimentos con mayor contenido de grasa, como la nata y algunas salsas, tienden a cortarse cuando se congelan, la congelación comercial es más rápida, gracias a lo cual los cristales de hielo que se forman son más pequeños. De esta forma, se reduce el daño ocasionado a las membranas celulares y se preserva aún más la calidad.

4.2.2 Consejos para congelar

- A diferencia de los frigoríficos, los congeladores funcionan mejor cuando están llenos y sin mucho espacio entre los alimentos, deben estar a -18°C o menos.
- Es importante proteger los alimentos para evitar quemaduras de congelación utilizando bolsitas especiales y recipientes de plástico.
- No introduzca alimentos calientes en el congelador ya que aumentaría la temperatura del congelador afectando negativamente a otros alimentos. Deje enfriar los alimentos antes de congelarlos.
- Asegúrese de que los alimentos congelados se hayan descongelado por completo antes de cocinarlos. Los alimentos que se han congelado y descongelado nunca deben volver a congelarse.

4.3.1 ASPECTOS FÍSICOS DE LA CONGELACIÓN

4.3.2 Formación de hielo

En alimentos que son enfriados bajo los 0°C ; se comienza a formar hielo a la "Temperatura crioscópica" (comienzo de la congelación), que es también la temperatura característica de fusión, es decir, temperatura a la cual se funde el último cristal de hielo en una descongelación suficientemente lenta. El comienzo de la congelación depende en gran medida de la concentración de las sustancias disueltas y no de su contenido en agua.

En general, los alimentos son grupos heterogéneos tanto del punto de vista físico y químico; por lo que la congelación está dada por la existencia de la temperatura a la que aparecen los primeros cristales de hielo y de un intervalo de temperatura para que el hielo se forme. Si el hielo permanece en el exterior de las células, no hay peligro en que se produzca una lesión grave o irreversible.

4.3.3 Cristalización del hielo

Una vez que el agua ha comenzado a congelarse, la cristalización es función de la velocidad de enfriamiento, al mismo tiempo que a la difusión del agua a partir de las disoluciones o geles que bañan la superficie de los cristales de hielo. Si la velocidad de congelación es lenta, los núcleos de cristalización serán muy pocos por lo que los cristales de hielo crecen ampliamente, los que pueden provocar un rompimiento de las células, ya que éstas están sometidas a una presión osmótica y pierden agua por difusión a través de las membranas plasmáticas ; en consecuencia, colapsan ya sea parcial o totalmente. Mientras que si la velocidad de congelación es mayor, el número de cristales aumenta y su tamaño disminuye, evitando de esta manera el gran daño en el producto.

En resumen una congelación muy lenta puede llevar a un excesivo exudado en la descongelación, mientras que una congelación rápida permite preservar la textura de ciertos productos.

4.3.4 Cambios dimensionales

La congelación del agua se ve acompañada de un aumento de volumen, el que en alimentos es de un 6% aproximadamente, ya que únicamente se congela una parte del agua y también porque ciertos alimentos contienen aire. En el diseño de equipos se debe considerar ésta dilatación.

4.3.5 Conductividad térmica

La conductividad térmica del hielo es cuatro veces mayor que la del agua. Este factor juega un papel importante en la rapidez de congelación. La conductividad térmica varía mucho según los productos y según la temperatura; dependiendo de la orientación estructural de los tejidos.

4.3.6 Calor desprendido en el curso de la congelación

En la congelación de alimentos la cantidad de calor eliminado depende mayormente del agua congelable. Ésta cantidad depende de tres factores:

- 1.- Variación de entalpía correspondiente al enfriamiento de la temperatura inicial al punto de congelación.
- 2.- Calor latente de congelación
- 3.- Variación de entalpía correspondiente al enfriamiento del punto de congelación a la temperatura final.

4.3.7 Tiempos de congelación

El tiempo real que dura el proceso de congelación va a depender de diferentes factores, ya sean relativos al producto como al equipo utilizado:

Temperaturas inicial y final

Temperatura del refrigerante

Coeficiente de transferencia del producto

Variación de entalpía

Conductividad térmica del producto

4.3.8 Fin de la congelación

El término de la congelación es cuando la mayor parte del agua congelable se transforma en hielo en el centro térmico del producto; en la mayoría de los alimentos la temperatura del centro térmico coincide con la temperatura de almacenamiento.

5. ASPECTOS BIOQUÍMICOS DE LA CONGELACIÓN

5.1 Composición química en relación con la estructura

Tanto frutas como hortalizas están constituidas por células microscópicas muy unidas entre sí, con pequeños espacios intercelulares. La congelación destruye la integridad celular; en la descongelación las membranas de las células muertas se vuelven muy permeables. En esta última etapa el exudado comienza a difundir (sales, azúcares, pigmentos, etc.), reduciendo así el valor alimenticio.

5.2 Cambio de color

Durante el almacenamiento en estado congelado no se producen pérdidas importantes de pigmentos. Sin embargo se tiene una mayor preocupación por la formación de pigmentos pardos, los que se deben a reacciones de oxidación enzimática de precursores fenólicos incoloros, por lo tanto se debe realizar la inactivación de las enzimas antes de comenzar el proceso de congelación.

5.3 Modificación del aroma (flavour)

El proceso de congelación no altera marcadamente el aroma de las frutas, salvo si la operación dura un tiempo muy prolongado. En un almacenamiento prolongado la primera modificación es la pérdida de aroma característico de la fruta fresca, también pueden desarrollarse aromas desagradables. En el caso de las hortalizas, éstas deben ser escaldadas para conservar un aroma aceptable y además para inactivar las enzimas responsables de la formación de aromas desagradables.

5.4 Modificación de la textura

Hay ciertas frutas que están propensas a cambios en la textura en la descongelación, lo que se puede deber a modificaciones de las paredes celulares debidas a diversos procesos físicos y fisicoquímico durante la congelación. Sin embargo, los cambios de textura en hortalizas se producen cuando se congelan crudas o si el escaldado realizado fue insuficiente, ya que las enzimas actúan sobre las sustancias pécticas.

5.2.1 SISTEMAS DE CONGELACIÓN

Para congelar un alimento, el producto debe exponerse a un medio de baja temperatura durante el tiempo suficiente para eliminar los calores sensible y latente de fusión del producto. La eliminación de estos calores produce una disminución de la temperatura del producto así como la transformación del agua de su estado líquido al estado sólido.

El proceso de congelación puede lograrse mediante sistemas de contacto directo o indirecto. En la mayoría de los casos, el tipo de sistema utilizado dependerá de las características del producto, tanto antes de la congelación como después de ella. Existe una gran variedad de circunstancias que hacen prácticamente imposible la utilización de un contacto directo entre el producto y el medio refrigerante.

5.2.2 Sistemas de contacto indirecto

En numerosos sistemas de congelación de alimentos, el producto y el refrigerante están separados por una barrera durante todo el proceso de congelación.

Aunque muchos sistemas utilizan una barrera impermeable entre el producto y el refrigerante, se considera incluido dentro de los sistemas de congelación indirecta cualquier sistema de contacto que no sea directo, por ejemplo aquellos donde el material del envase hace de barrera.

a) Congeladores de placas: es el sistema de congelación indirecta más común. El producto se congela mientras se mantiene entre dos placas refrigeradas. En la mayoría de los casos la barrera entre el producto y el refrigerante incluirá tanto a la placa como el material del envase.

La transmisión de calor a través de la barrera puede aumentarse mediante la utilización de presión. Los sistemas de congelación de placas pueden operar tanto de modo discontinuo como de modo continuo.

b) Congeladores por corriente de aire: en muchas situaciones, el tamaño y/o la forma del producto hacen que el congelador de placas no sea práctico, pudiendo utilizarse alternativamente los sistemas de congelación por corriente de aire. En estos casos, el envase supone la barrera para la congelación indirecta siendo la fuente de la refrigeración una corriente de aire frío.

Los congeladores por corriente de aire pueden ser de un diseño simple, como es el caso de una habitación refrigerada. Esta supone una operación discontinua y la habitación refrigerada puede actuar como almacén además de como compartimento de congelación. En esta situación los tiempos de congelación serán altos debido a las bajas velocidades del aire alrededor del producto, la imposibilidad de alcanzar un buen contacto entre el producto y el aire frío y los menores gradientes de temperatura existentes entre el producto y el aire.

Sin embargo, la mayoría de los congeladores por corriente de aire son continuos. En estos sistemas, el producto se coloca sobre una cinta transportadora que se mueve a través de una corriente de aire que circula a elevada velocidad. El tiempo de congelación o de residencia viene determinado por la longitud y velocidad de la cinta transportadora. Estos tiempos pueden ser relativamente pequeños si se utiliza aire a muy baja temperatura, altas velocidades de aire y un buen contacto entre el producto y el aire frío.

c) Congeladores para alimentos líquidos: en la mayoría de los casos la forma más eficaz de retirar la energía térmica de un alimento líquido puede lograrse antes del envasado. El tipo más utilizado es el sistema de superficie rascada, aunque podría utilizarse cualquier cambiador de calor indirecto diseñado para líquidos.

En la congelación de alimentos líquidos, el tiempo de residencia del producto en el compartimento de congelación es el suficiente para reducir su temperatura varios grados por debajo de la temperatura inicial de formación de cristales. Los sistemas de congelación para alimentos líquidos pueden operar de forma continua o discontinua.

5.2.3 Sistemas de contacto directo

Existen varios sistemas de congelación que operan por medio del contacto directo entre el refrigerante y el producto. En la mayoría de las ocasiones, estos sistemas operarán más eficazmente si no existen barreras a la transmisión de calor entre el refrigerante y el producto. Los refrigerantes que se utilizan en estos sistemas pueden ser aire a baja temperatura y altas velocidades o líquidos refrigerantes que cambian de fase en contacto con la superficie del producto. En cualquier caso, los sistemas se diseñan para alcanzar una rápida congelación, aplicándose el término de congelación rápida individual.

a) Corriente de aire: una forma de IQF, cuando el producto es de pequeño tamaño, consiste en la utilización de corrientes de aire a bajas temperaturas y altas velocidades que entran en contacto directo con el producto. La combinación de aire a bajas temperaturas, elevados coeficientes de transmisión de calor por convección (alta velocidad del aire) y el pequeño tamaño del producto permiten la rápida congelación del mismo.

Los tipos de producto que pueden congelarse en estos sistemas se limitan a aquellos de geometría apropiada y que necesitan una rápida congelación para alcanzar la máxima calidad.

b) Inmersión: La superficie exterior del producto puede alcanzar temperaturas muy bajas sumergiendo el alimento dentro de un refrigerante líquido. Si el tamaño del producto es relativamente pequeño, el proceso de congelación se alcanza rápidamente en condiciones IQF. Para algunos alimentos concretos, con este sistema se consiguen menores tiempos de congelación que cuando se utilizan corrientes de aire o sistemas de lecho fluidizado.

El proceso consiste en introducir el producto en un baño de líquido refrigerante y se transporta a su través, mientras que el líquido refrigerante se evapora absorbiendo calor del producto. Los refrigerantes más comunes son el nitrógeno, el dióxido de carbono y el Freón.

Una de las mayores desventajas de los sistemas de congelación por inmersión es el costo del refrigerante, ya que éste pasa del estado líquido a vapor mientras se produce la congelación del producto, resultando muy difícil recuperar los vapores que se escapan del compartimento.

5.3.1 CONGELAR Y DESCONGELAR ALIMENTOS

La congelación es un magnífico sistema de conservación de alimentos porque permite hacer compras en grandes cantidades, disponer de productos de temporada fuera de estación y a buen precio. Sin embargo, no respetar unas correctas normas, tanto a la hora de congelar alimentos como de descongelarlos, puede poner en peligro la seguridad de su consumo, lo que se traduce en un importante riesgo alimentario. No está de más, especialmente en épocas en las que la compra previa de productos frescos y su posterior congelación es una práctica previsoras tan habitual como ahorrativa, recordar unos principios básicos que pueden evitar que las comidas terminen en toxiinfección alimentaria.

5.3.2 Claves de la congelación

- Elegir alimentos muy frescos y de buena calidad. Que posteriormente vayan a ser congelados no es excusa para adquirir productos con menor garantía.
- Cualquier alimento crudo puede, en principio, congelarse. Antes, deben retirarse las partes no comestibles. Las verduras tienen que ser escaldadas previamente y las frutas se congelan una vez cocidas. El marisco es también preferible congelarlo cocido. Debe evitarse congelar alimentos de alto riesgo como carnes picadas.
- Los platos cocinados deben dejarse enfriar antes de ser congelados ya que de lo contrario no sólo tardarían excesivamente en congelarse, sino que además descongelarían los productos congelados con los que entren en contacto. Una vez terminada su elaboración se dejan enfriar, no más de una hora, y se congelan en recipientes tapados.

- Envasar los productos para congelar correctamente, en recipientes herméticos o envoltorios adecuados que los protejan de posibles contaminaciones y eviten las pérdidas de líquidos, así como su contacto con el aire. Si se congelan líquidos debe dejarse un margen para su dilatación. Es preferible congelar los productos separados por raciones que se consuman a la vez. Separar en el congelador por compartimentos los diferentes tipos de productos y los crudos de los cocinados.
- La congelación deberá ser lo más rápida posible, así se minimiza el riesgo y se mantienen mejor sus propiedades organolépticas.
- El grado de frío que alcanza un congelador se mide en estrellas: para lograr una buena congelación es recomendable un aparato de cuatro estrellas que garantice una temperatura de mantenimiento de al menos 18 °C bajo cero con potencia extra para congelación que alcance los 30 °C bajo cero. No congelar demasiados productos a la vez. La limpieza periódica y el buen mantenimiento (evitar la escarcha) del aparato es fundamental para su correcto funcionamiento. Vigilar el visualizador de temperatura.
- Resulta muy difícil establecer un tiempo recomendado de almacenamiento para cada tipo de alimento congelado en el hogar. Dependerá no sólo del producto, sino también de su calidad y frescura inicial, de su posterior manipulación y condiciones de almacenamiento. Una recomendación general sería conservar los alimentos congelados durante un plazo de dos a tres meses.



Figura 2 Congelación

5.3.3 El riesgo de la congelación

Las temperaturas de congelación no destruyen los microorganismos causantes del deterioro de los alimentos y de las toxiinfecciones alimentarias, sino que detienen su crecimiento y desarrollo (dependiendo del tipo de microorganismo y de las condiciones ambientales. Tampoco las enzimas (sustancias químicas que degradan progresivamente los alimentos) se eliminan, sino que simplemente detienen su actividad. Así, cuando cesa el frío intenso, a temperaturas intermedias (desde la descongelación al cocinado), los microorganismos comenzarán a multiplicarse rápidamente, así como también los procesos de deterioro del alimento que vuelven a reactivarse.

Si en este momento en vez de consumir se recongela de nuevo, lo único que conseguiremos es congelar un alimento que no sólo ya ha comenzado a deteriorarse sino que además contiene un número mayor de microorganismos que se volverán a desarrollar la próxima vez que se descongele. Algo parecido ocurrirá si tras descongelarlo lo mantenemos almacenado un tiempo excesivo en condiciones de riesgo, dando a los microorganismos la oportunidad de proliferar. La única excepción es re congelar un alimento cocinado que ya había estado congelado en crudo: la razón es que el cocinado (al calor intenso) sí elimina la mayoría de los microorganismos patógenos del frío.

A pesar de que la mayoría de los patógenos no se multiplican por debajo de 4°C, y que por debajo de 10°C lo hacen muy lentamente, no podemos considerar a los alimentos refrigerados como carentes de riesgos microbiológicos. El problema no radica en los patógenos clásicos como '*Salmonella*', sino en los llamados patógenos emergentes, que se caracterizan por su capacidad para multiplicarse, aunque más lentamente, a temperaturas de refrigeración o cercanas a los 0°C. Los más destacados son *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* y *Aeromonas hydrophila*.

- ***Listeria monocytogenes***: los alimentos más implicados son los quesos frescos, los derivados de la leche y los embutidos y carnes, especialmente si están cortados en lonchas y envasados al vacío. La principal vía de diseminación son las superficies, sobre todo si se encuentran húmedas. Para evitar este riesgo es fundamental mantenerlas limpias, desinfectadas y secas.

- ***Aeromonas hydrophila***: se encuentra preferentemente en el agua, cuya contaminación se considera una de las principales fuentes de infección. Puede hallarse en cantidades importantes en pescado, marisco y productos derivados. También si ha sido aislado en carnes envasadas al vacío o en atmósferas modificadas, alimentos preparados y en redes de abastecimiento de agua.

- ***Yersinia enterocolitica***: se encuentra principalmente en la carne y productos cárnicos, sobre todo productos frescos derivados del cerdo, principal reservorio de las formas patógenas. No obstante, es un microorganismo que puede ser vehiculado también por muchos otros productos si ha existido una contaminación cruzada previa. Es sensible a los tratamientos térmicos convencionales y, por tanto, a la cocción, y también a otros tratamientos como la irradiación. Su presencia se asocia a una refrigeración insuficiente de la carne que permita una proliferación importante de otras enterobacterias, sobre todo si la carne se envasa al vacío.

CAPÍTULO VI

6. MÉTODOS DE DESCONGELACIÓN

Un método de descongelación adecuado permite obtener alimentos de buena calidad, en caso contrario la pérdida de materia (sales, humedad, y otros componentes) hacen que los productos no logren recuperar las características iniciales (Normalmente no se llega al 100%). Por supuesto que eso depende de igual manera del método de congelación utilizado previamente (rápida/lenta, adición de sustancias protectoras), lo que determinara el tipo de formación de cristales de hielo y el daño mecánico sobre las estructuras celulares de los alimentos.

6.1 Descongelación-cocción

Cuando se descongela el producto para consumirlo inmediatamente, como es el caso de los domicilios particulares o establecimientos de restauración. Se cuece directamente el producto congelado. En este método se unen la rapidez y la seguridad sanitaria. Se considera que con este método se endurece algo la carne.

6.2 Descongelación parcial

Cuando se fabrican porciones individuales congeladas a partir de productos congelados. En este caso se eleva la temperatura del producto hasta -5°C , donde el 60-70% del agua está todavía en forma de hielo pero la consistencia del producto permite la manipulación y preparación de las raciones.

6.3 Descongelación-transformación

La descongelación completa es necesaria para efectuar sin dificultad operaciones como el deshuesado de carcasas de aves, piezas de carne, etc.

6.4 Efectos sobre los productos cárnicos y vegetales

Sobre estos productos es más aconsejable una descongelación lenta para preservar la textura, de esta manera se permite una redifusión del agua y su regreso a la posición inicial. Sobre vegetales y en especial sobre frutas delicadas es más aconsejable forzar la descongelación.

6.5 Descongelación industrial

En la industria la descongelación tiene como finalidad:

- Proceder a la venta del producto descongelado, como las canales.
- Procesar el producto y luego recongelarlo, como las aves.
- Utilizar el producto como materia prima, como la carne y los vegetales.

Una descongelación larga, de varios días, tiene el inconveniente de que hay que disponer de grandes instalaciones y dificulta la programación de la producción en función de las necesidades.

El calor necesario para descongelar el producto puede ser aportado desde la superficie, por procedimientos clásicos o directamente desde el interior mediante microondas. Se debe de saber que el descongelado correcto de algunos alimentos es primordial en su sabor, textura y calidad final del producto. Los expertos en salud alimenticia recomiendan deshielar los alimentos en el refrigerador, microondas o poner el paquete en una bolsa hermética de plástico sumergida en agua fría y cambiarla cada 30 minutos.

6.6 Descongelar carnes y pescados

El tiempo de descongelación de las carnes y los pescados es similar, aproximadamente 5 horas, los productos de gran tamaño, como son los pollos, la carne para asados y guisados y los pescados enteros, tienen que ser descongelados en el frigorífico, en recipientes cubiertos, durante 12 a 24 horas antes de empezar a cocinar.

Nunca se debe descongelar la carne bajo el grifo del agua caliente, los alimentos de dimensiones pequeñas, como los filetes, si pueden descongelarse a temperatura ambiente, ya que el tiempo que requieren es breve y el riesgo de que se estropeen es muy bajo, la carne y el pescado cortados en rodajas o filetes, que estén completa o parcialmente congelados, pueden ser puestos directamente en la sartén.



Figura 3 Descongelar carnes y pescado

6.7 Descongelar fruta

Si la fruta va a ser consumida cruda, hay que destapar el envase y dejar que se descongele en el frigorífico durante por lo menos 24 horas. La fruta de pequeñas dimensiones (fresas, grosellas...) congelada por piezas antes del envasado en una bolsa de plástico o de papel de aluminio puede utilizarse directamente. Se puede agregar a macedonias o tartas ya cocidas, colocándola en este caso entre dos capas de gelatina para evitar que la pasta se humedezca y dejándola descongelar a temperatura ambiente.

Si se desea consumir este tipo de frutas solas, hay que dejarlas descongelar en el frigorífico, en el caso de que la fruta congelada vaya a ser utilizada para hacer una compota, puede ponerse directamente en la cacerola, sobre fuego suave.



Figura 4 Descongelar fruta

6.8 Descongelar pan y repostería:

Este tipo de productos pueden descongelarse en el frigorífico o a temperatura ambiente, conviene quitarles el papel de aluminio o la hoja de plástico que envuelve el producto congelado.

Si se quiere descongelar el pan con mayor rapidez, éste puede ponerse en el horno, a temperatura mínima. Es conveniente colocar un recipiente bajo y ancho con agua caliente en el fondo del horno para evitar que el pan se seque y se resquebraje la corteza.

La pasta quebrada que se ha congelado cruda puede ponerse directamente en el horno, sin descongelar. Lo mismo puede hacerse con los discos de pizza, que se pueden cubrir con los ingredientes elegidos y hornearse sin necesidad de descongelarlos previamente.

Los pasteles que se han congelado ya rellenos y con su glaseado, deben descongelarse siempre en el frigorífico, quitándoles previamente el envoltorio.

6.9 Descongelar platos preparados

Los platos que deben ser consumidos fríos se descongelan dentro del frigorífico, mientras que los restantes, pueden pasar directamente del congelador al horno o al microondas.

Los bloques congelados de salsas, sopas, moluscos..., pueden ponerse directamente en el recipiente escogido para descongelarse a fuego directo. Se les añade un poco de agua o caldo.

Los recipientes semirrígidos de aluminio y las cajas de plástico que contengan platos preparados o precocidos deben ser puestos sin abrir, debajo del agua fría del grifo. Luego se vierte el contenido en el recipiente escogido, donde el plato se calentará y alcanzará el punto óptimo de cocción.

6.2.1 Descongelar verduras

Las verduras congeladas que vayan a hervirse pueden verse directamente en agua salada en ebullición. El punto de cocción se alcanza en pocos minutos, (tardan en cocerse 1/3 del tiempo menos que las verduras frescas).

Cuando las verduras descongeladas vayan a utilizarse en guisos con jugo abundante, pueden cocinarse junto con el resto de los ingredientes frescos, echándolas en el recipiente usado en el momento indicado para respetar los tiempos de cocción.

Las verduras cortadas en rodajas o tiras pueden guisarse directamente en la cazuela con un poco de aceite o mantequilla, o bien coserse, como las demás verduras, en agua hirviendo.



Figura 5 Descongelar verduras

6.2.2 Tips para congelar

- Nunca congeles nuevamente un alimento descongelado.
- Congela por porciones que acostumbras consumir, evita congelar cantidades grandes que te obliguen a descongelar todo el alimento.
- Empaca tus alimentos en bolsas especiales para congelación, o en moldes que no se vean afectados por las bajas temperaturas, siempre debes proteger completamente el alimento para evitar que se quemé o se contamine.

- Si vas a congelar un alimento preparado, primero deja que se enfríe completamente antes de ponerlo en el congelador.
- Etiqueta los productos con la fecha de congelación y fecha de caducidad.
- El tiempo que transcurra entre la compra del alimento y su congelación debe ser mínimo.
- Elige siempre alimentos frescos y de buena calidad.

6.2.3 Tips para descongelar

- La descongelación es un proceso contrario a la congelación: se va aumentando la temperatura poco a poco; entonces la estructura rígida inicial va desapareciendo, y los tejidos celulares recuperan su apariencia natural.
- Solamente descongela el alimento que vas a consumir.
- Consume el alimento descongelado el mismo día.
- Saca el alimento del congelador y pásalo a la parte más baja del refrigerador, para que se descongele gradualmente y sin cambios bruscos de temperatura. Procura colocar el alimento sobre una charola limpia para evitar que gotee sobre otros alimentos y los contamine.
- No descongeles un alimento bajo el sol, o con agua caliente. Es mejor en un lugar fresco.
- Puedes descongelar un alimento sumergiéndolo en agua fría, dentro de un envase o bolsa de plástico herméticos.
- El tiempo de descongelación depende de la cantidad del alimento, te sugerimos tomar tiempo para programar su preparación.
- Asegúrate de que tu congelador mantenga una temperatura de -4° .
- Las hortalizas pueden ser cocinadas al vapor sin necesidad de descongelarlas.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información recopilada acerca del uso de la congelación de los alimentos empleada en la industria alimentaria, se concluye lo siguiente:

- La congelación es considerado como un método practico para la conservación de los alimentos.
- El frío conserva todos los valores nutritivos de los alimentos.
- Permite el almacenamiento y trasporte de los alimentos por grandes periodos de tiempo.
- Permite una mejor y más prolongada conservación de productos, evitando su deterioro por reacciones bioquímicas o microbiológicas indeseadas.
- Las bajas temperaturas en algunas ocasiones no destruyen los microorganismos solo inhiben su crecimiento, y cuando es retirado de la congelación recobran su actividad y deterioran al alimento.
- La congelación rápida es más eficaz.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashrae. 1983. Handbook. Equipment. American society of heating, refrigerating, and air- conditioning engineers, Atlanta, GA.

Ashrae. 1985. Handbook. Fundamentals Inch-pound edition. American society of heating, refrigerating, and air-conditioning engineers, Atlanta, GA.

Ashrae. 1984. Handbook. System. American society of heating, refrigerating, and Air-conditioning Engineers, Atlanta, GA.

Cano-Muñoz, G.1991. Manual on meat cold store operation and Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Cleland, A.C. 1990. Food refrigeration proceses. Analysis, desing and simulation. Elsevier science publishers Ltd., Barking, UK.

Dennis, C. and Stringer, M. (Editors). 1992. Chilled Foods: A Comprehensive guide. Ellis Horwood Ltd., chichester.

DESROSIER, 1966. Conservación de alimentos. Editorial CECOSA. México.

D. SOUTHGATE. 1992. Conservación de frutas y hortalizas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.

Hallowell, E.R. 1990. Cold and Freezeer Storage Manual. 2nd ed. AVI Publishing Co., Westport, CT.

Heldman, D.R. 1982. Food properties during freezing. Food Technol. 36(2), 92-96.

Heldman, D.R. 1983. Factors influencing Food freezing rates. Food Technol. 37(4), 103-109.

Kornacki, J.L. and Gabis, D.A. 1990. Microorganisms and refrigeration temperatures. Dairy, Food Environ. Sanitat. 10(4), 192, 194-195.

MAFART, P. 1994. Ingeniería Industrial Alimentaria. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. Volumen I.

Mallett, C.P. (Editor). 1993. Frozen Food Technology. Chapman, Hall, London, New York.

Moberg, L. 1989. Good manufacturing practices for refrigerated foods. J.Food Protec. 52(5), 363-367.

NORMAN W. DESROSIER, 1963. Conservación de alimentos. Editorial Continental S.A DE C.V México.

PAGINAS WEBB

http://www.alipso.com/monografias/congelado_de_frutos/

<http://digital.csic.es/bitstream/10261/15514/1/RECOMENDACIONES%20PARA%20LA%20CONSERVACION%20Y%20TRANSPORTE%20DE%20ALIMENTOS%20PERECEDEROS.pdf>

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/05/11/185182.php>

<http://www.mailxmail.com/curso-cocina-alimentos-congelados/historia-congelacion>

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion.htm>

<http://www.zonadiet.com/comida/alimento-congelacion.htm>

<http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/150460/Congelar-y-descongelar-alimentos.html>

<http://www.eufic.org/article/es/artid/congelacion-alimentos-calidad-seguridad/>

http://www.okdietas.com/images/alimentos_congelados

<http://www.forofrio.sevillabt.com/files/refrigeracion%20y%20congelacion.pdf>

http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumir_bien/congelacion/alimentos.htm

<http://www.rena.edu.ve/primeretaeta/Ciencias/conseralimen.html>

<http://www.nutricion.pro/17-07-2008/alimentos/caracteristicas-d-la-congelacion-de-alimentos>

www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r2232.DOC

<http://www.slideshare.net/Paulknew/alimentos-congelados-1797597>