CONCEPTOS GENERALES SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS POR EL FRÍO, CON ESPECIAL REFERENCIA A LOS MÉTODOS DE CONGELACIÓN RÁPIDA

JUAN A. RODRÍGUEZ GARCÍA

Sean mis primeras palabras de reconocimiento a las autoridades de nuestra Sociedad, tanto por las generosas expresiones del señor Presidente acerca de mi persona, como por la amable gentileza en invitarme a hacer uso de esta prestigiosa tribuna profesional, lo que considero un mérito y un honor que desbordan mis modestas condiciones intelectuales.

Podría parecerles extraño a mis colegas que venga a ocuparme de un tema tan alejado de mis actividades profesionales habituales, como es éste de la conservación de los alimentos por el frío, en lugar de disertar sobre algún tópico relacionado con mi tarea docente, lo que hubiera sido más fácil para mí.

Sin embargo, luego de mi regreso de la Gran Bretaña, siempre he considerado que tenía una deuda por saldar con la profesión, cumpliendo, dentro de la precariedad de mis conocimientos, con el deber de informar a los colegas sobre algunos temas que fueron motivo de mis estudios en el extranjero.

En los actuales momentos, en que se aspira a dar a nuestra profesión nuevas orientaciones más en consonancia con sus verdaderas funciones sociales, creo oportuno que me refiera a una actividad que podría resultar una fuente de posibilidades para el médico veterinario.

Me refiero a la congelación de los alimentos.

Durante mi estada en la Gran Bretaña, pude valorar de cerca la importancia extraordinaria alcanzada por la congelación industrial en nuestros días, que gravita directamente tanto sobre las fuentes de producción, como sobre una mejor alimentación del pueblo.

Mientras no dispongamos de escuelas tecnológicas de alimentos como las que existen perfectamente organizadas en los EE. UU., creo que el Médico Veterinario es uno de los profesionales universitarios mejor dotados en nuestro medio para abordar con éxito estas disciplinas, por sus amplios conocimientos en materias esenciales en su aplicación práctica.

En efecto, la beca que me concediera el Consejo Británico, tenía como centro de mis actividades Low Temperature Research Station, en la ciudad de Cambridge, institución que está subvencionada por la propia Universidad de Cambridge y por el Food Investigation Organisation.

Es función del F. I. O. realizar investigaciones sobre las propiedades y destino de los alimentos, comprendiendo desde su producción primaria hasta las conveniencias del consumidor. Sus objetivos prácticos son de dos órdenes, a saber: 1º) reducir el costo de los alimentos al consumidor mediante economías en la elaboración; y 2º) controlar estas operaciones de modo que el consumidor obtenga productos de la más alta calidad, tanto en lo referente al sabor como al valor nutritivo.

Para llevar a cabo esta tarea, cuenta con tres centros de estudios. Uno de ellos es, como dijimos, L. T. R. S., que fué fundada en el año 1932 y así denominada por ser la primera estación experimental dotada de los más modernos equipos de refrigeración. Le corresponde efectuar investigaciones sobre carnes y productos animales en general, con excepción de pescados, frutas y vegetales.

En Aberdeen, Escocia, se encuentra la Torry Research Station, cuya finalidad es estudiar lo concerniente al pescado y, finalmente, en Kent, se halla el Ditton Laboratory, que lleva a cabo investigaciones sobre frutas y vegetales, en una escala mucho mayor de la que puede realizarse en Cambridge.

Mi vinculación a L. T. R. S. me permitió, pues, no sólo apreciar la intensa labor allí desplegada sobre problemas muy variados, sino también observar la práctica de los principios tecnológicos más modernos aplicados en los mismos establecimientos industriales de congelación, los que creo haber visitado en su casi totalidad.

Es sobre esta base que entraremos en materia, anticipando desde ya, que quien les habla no es un erudito ni mucho menos en problemas de refrigeración, sino simplemente un aficionado, eso sí, un aficionado entusiasta de esta forma relativamente novedosa de conservar alimentos; y dicho esto, estoy seguro de contar con la generosa indulgencia del distinguido auditorio a quien tengo el honor de dirigir la palabra.

REVISTA HISTÓRICA GENERAL

La nueva industria de los alimentos congelados está basada principalmente en los métodos de congelación destinados a preservar en grado máximo y por largo tiempo la frescura, el color, el sabor y la textura de los alimentos frescos.

También se ocupa de distribuir estos productos al consumidor, preparados para el uso inmediato y empaquetados higiénicamente.

No nos proponemos hacer un estudio detallado de los primitivos pasos de esta industria; sólo queremos destacar los progresivos adelantos logrados, que han afectado el estado presente de la congelación industrial.

En los países de clima frío, las bajas temperaturas han sido usadas para preservar pescados, aves y otras carnes, desde tiempo inmemoriales. Como ejemplo podríamos recordar la historia tan popular del mastodonte de Siberia.

Sin embargo, la naturaleza no posee un termóstato ni un control rígido de la temperatura; por consiguiente, es muy fácil que se produzca la descongelación y, como consecuencia, la alteración del alimento.

Los relatos históricos de vastas emigraciones de pueblos en busca de alimentos, es fácil de explicar si tenemos en cuenta que la conservación de alimentos por esterilización a altas temperaturas y almacenamiento en recipientes herméticamente cerrados, no fué desarrollada comercialmente hasta el comienzo del siglo XIX. Hasta entonces el hombre debió depender, para la conservación de sus alimentos, del frío natural, del secado al sol, de la cocción o de otros conservadores, tales como la sal, vinagre y especias.

El desarrollo del arte de la conserva merece ser destacado como una gran contribución a la supervivencia y aumento de las poblaciones y a una más amplia y regular distribución del hombre sobre la tierra.

El próximo avance importante en materia de preservación de alimentos, fué posible por los progresos de la refrigeración mecánica, hacia fines del siglo pasado.

Mediante control de temperatura adecuada, durante el almacenamiento y transporte, comprobóse que las frutas y vegetales podían ser llevados desde regiones cálidas a otras frías, sin pérdida apreciable de sus características al estado fresco.

Carnes, pescados, aves, huevos, etc., eran enfriados para una corta preservación o congelados, para evitar su alteración por períodos de tiempo ilimitados.

Cualesquiera sean los defectos primitivos o actuales de su aplicación, la refrigeración ha contribuído notablemente en la distribución económica y conveniente de los productos frescos, permitiendo en muchos países la libertad de vivir en áreas congestionadas, a grandes distancias de las zonas de producción y mantener una variada y saludable dieta, a un costo razonable.

Coincidiendo con el desarrollo de las conservas y de la refrigeración, gracias a los adelantos en materia de manipuleo higiénico y de preparación y envasado, la producción y preparación de los alimentos, así como su conservación y almacenamiento, han ido progresivamente entrando en la órbita de las actividades industriales. Gradualmente los consumidores se han vuelto adictos a los productos envasados en tarros o paquetes. El cambio no ocurrió sin resistencias por parte de individuos conservadores, que criticaron "esas familias despreocupadas, alimentadas mediante productos contenidos en tarros y paquetes de papel".

La preservación por el calor da por resultado un producto cocido, en muchos casos recocido, y es lógico pensar que los consumidores preferirán las frutas, verduras y carnes frescas, cuando menos por la variación y valor nutritivo de la dieta.

Por lo general, la demanda de alimentos frescos no está sincronizada con las estaciones de producción, que es cuando abundan o los hay. Ello ha movido a importarlos desde otras latitudes. Estos productos frescos no están preparados y envasados prontos para el uso y, por consiguiente, la industria se enfrentó con el problema de suministrarlos envasados higiénicamente en cualquier época del año y a precios razonables.

Los productos congelados rápidamente (quick frozen), son actualmente la mejor solución de este problema.

La conservación de frutas y vegetales por congelación, fué practicable por los adelantos en la aplicación de la refrigeración mecánica.

En estos últimos veinte años la congelación de una gran cantidad y variedad de frutas, vegetales y productos animales, se ha desarrollado exitosa y científicamente en muchos países.

Estudios de laboratorio han demostrado que muchos alimentos pueden ser obtenidos en una forma más apetitosa y nutritiva, por congelación y almacenamiento a baja temperatura, que por cualquier otra forma de conservación. En realidad, cuando la manipulación se realiza con propiedad, ciertas frutas y vegetales son superiores a los productos frescos que se consiguen normalmente en el mercado.

El tratamiento de los alimentos antes de la congelación, el cuidado en la operación del equipo congelador, la temperatura de almacenamiento, la descongelación y los métodos de cocción, son factores muy importantes que determinan el valor nutritivo de los alimentos utilizados en la mesa.

PRIMEROS MÉTODOS DE CONGELACIÓN

Es interesante hacer notar que muchos de los principios básicos requeridos para la congelación rápida, fueron conocidos y practicados mucho antes de que nuestros conocimientos químicos y biológicos de sus efectos hubieran avanzado hasta el punto donde fué posible comprender los beneficios de esta forma de preservación.

La técnica histológica que hace posible un estudio exacto de los efectos comparativos entre las congelaciones lenta y rápida, no fué adecuada hasta cerca del año 1907.

Desde 1915, el conocimiento de los efectos de la congelación han progresado rápidamente, aunque existen puntos no suficientemente bien aclarados sobre cambios físicos y químicos que ocurren durante la congelación, almacenamiento en cámaras y descongelación.

En el año 1861, Piper, en EE. UU., inventó un procedimiento en el cual una mezcla de sales y hielo, dentro de un recipiente metálico, fué colocada directamente sobre el pescado mantenido en un compartimiento inferior bien aislado. Este método tenía una gran analogía con los bien conocidos aparatos domésticos para la obtención de helados.

Howel, en 1870, propuso congelar el pescado, colocándolo estrechamente adosado a la superficie interior de recipientes metálicos sobre

los cuales aplicaba el refrigerante. Con esta disposición, decía el autor, "el intenso frío producido atraviesa la delgada lámina metálica en contacto con el pescado y lo congela rápidamente".

En Inglaterra, también, pronto fueron concedidas numerosas patentes para congelar por inmersión directa o indirecta. Entre ellas destacamos la de Hesketh y Marcet, 1889, quienes propusieron congelar carnes y otros alimentos alterables, por inmersión directa en una mezcla salina fría o por inmersión indirecta o por el uso de cajas conteniendo el material, a través de las cuales, por medio de una doble pared, circulaba la mezcla refrigerante.

Los citados, como es natural, son solamente unos pocos métodos y aparatos patentados en ese período, aparentemente capaces de producir una rápida congelación.

El cambio de opinión en lo tocante a la calidad de los alimentos congelados, considerada inferior anteriormente, es explicable teniendo en cuenta que los métodos usados hace veinticinco años para la selección, empaquetado, congelado y almacenamiento de los alimentos, no eran completamente satisfactorios.

El gran adelanto en esta materia tuvo lugar en el año 1925, cuando comenzó a aplicarse en gran escala, en los EE. UU., la congelación rápida del pescado.

No cabe duda de que el enfriamiento debe ser suficiente para congelar el producto, pues de lo contrario éste no resistiría un prolongado almacenamiento y sería finalmente invadido por bacterias y hongos.

El procedimiento de la congelación no es completamente innocuo para el producto de origen animal o vegetal, pues determina alteraciones físicas celulares a causa de la formación de hielo, pero deja intactos, por tiempo indefinido, el color, sabor y contenido químico.

TEORÍAS SOBRE EL EFECTO DE LA CONGELACIÓN

Duhamel y Bufon, Senebier y otros antiguos botánicos, desarrollaron la teoría traumática, la que considera los cambios causados por la congelación como debidos a un aumento en volumen a consecuencia de la formación de hielo, el cual tiende a expandirse injuriando los tejidos.

La teoría de la deshidratación fué propuesta en el año 1830 por Goppert, quien aparentemente rechazó la teoría traumática, mostrando microscópicamente que la trama más o menos elástica de la célula, regularmente permanece intacta durante la congelación, porque cierta cantidad de agua intracelular atraviesa la pared celular y se reune en los espacios intercelulares, donde se congela antes de que lo haga el líquido remanente en el interior.

Muchos autores y sobre todo, recientemente, Woodroof en 1932, han probado la exactitud de la teoría de Göppert y han desarrollado la teoría de la deshidratación. Ellos han demostrado que durante la congelación el agua es enérgicamente extraída de los coloides con los

cuales está combinada. La consecuencia inmediata es: una concentración de sales, precipitación de proteínas en el protoplasma, pérdida de turgencia y parcial colapso de la pared celular. Esta deshidratación mata al protoplasma, y los coloides deshidratados no reabsorberán mayores proporciones de agua al producirse la descongelación.

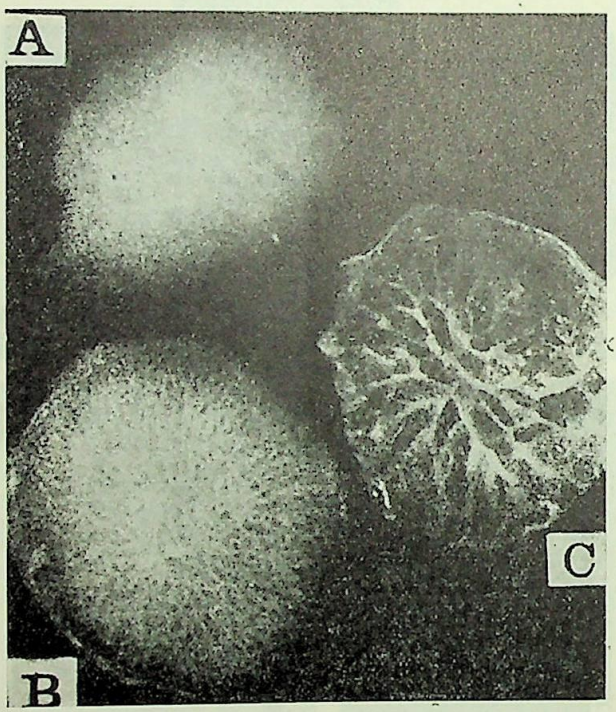

Fig. 1.— Cortes transversales de espárragos congelados por tres métodos distintos: **A**, por nieve carbónica (— 70° C.); **B**, en el congelador de Birdseye (— 25° C.); **C**, en ambiente a — 18° C. Se observa el cambio sufrido por los tejidos en función de la temperatura y de la rapidez con que se efectuó la congelación.

Sin embargo, la teoría de la deshidratación no es completamente aplicable y valedera para cualquier condición de congelación. Esto ha sido demostrado por Plank, Ehrembaum y Reuter, en 1916, quienes mostraron que con una gran velocidad de congelamiento, el líquido extraído de los tejidos congela bajo el aspecto de cristales más pequeños y que por intensa congelación rápida el líquido solidifica dentro de las faces musculares y no en los espacios intercelulares.

Plank puntualiza "que en relación con una congelación particularmente acelerada, los cambios en la distribución del agua interna apa-

recen más pequeños que los producidos cuando se ha congelado a una lenta velocidad. De este modo fué desarrollada la teoría de la velocidad de congelación, que indica la conveniencia de congelar muy rápidamente, estando de acuerdo con el hallazgo de Tamman en 1898, quien estableció que el número de centros de cristalización que se originan en un líquido enfriado, depende directamente de la rapidez con que

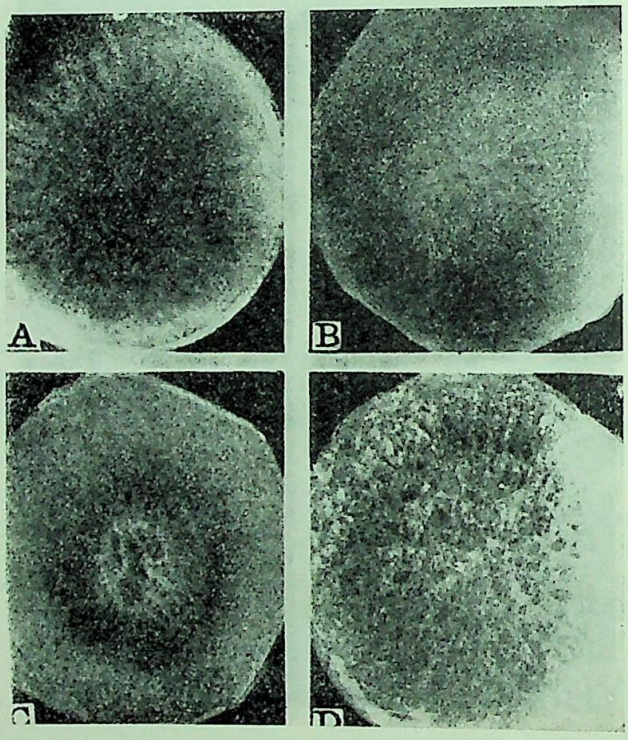

Fig. 2.— Cortes transversales de zanahorias: **A**, fresca; **B**, congelada con nieve carbónica; **C**, congelada en el aparato de Birdseye y **D**, congelada a —18° C.

la temperatura del flúido es bajada, y con Fortuyn en 1915, quien demostró que la congelación rápida no causa ninguna ruptura del sarcolema, contrariamente a lo que ocurre con la congelación lenta.

Probablemente la velocidad de la congelación es más importante con respecto a productos animales que en tejidos vegetales, por ser los primeros muy susceptibles de sufrir injurias mecánicas por la formación de cristales de hielo. En cambio, en los productos vegetales, parece ser que los daños de origen físicoquímico son mucho más serios que los de origen mecánico. (Figs. 1, 2 y 3.)

Woodroof, a propósito de la teoría de la deshidratación físicoquímica, cita como ejemplo que seis porotos congelados a —73° C. con

nieve carbónica, no sufrieron daño de ninguna especie, mientras que otros seis, congelados a —18° C. fueron gravemente alterados.

De este modo, parece que la velocidad de congelación es un factor importante en la conservación prolongada en frío de vegetales y tejidos animales.

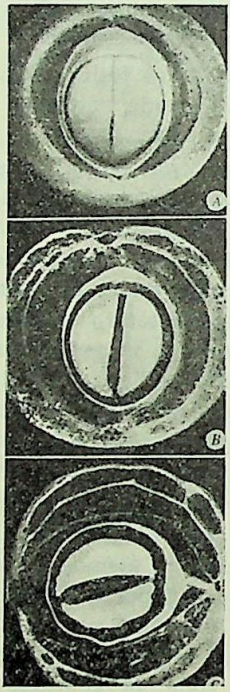

Fig. 3.— Cortes transversales de habas verdes mostrando el efecto de la velocidad del congelamiento sobre las estructuras tisulares. En **A** el tiempo empleado fué de un minuto; en **B** fué de 8 horas y en **C** de 36 horas. En **B** y **C** se observan gruesas masas de hielo en los espacios extracelulares que alteran la estructura del vegetal. En **A** se conserva la estructura normal.

Du Bois y otros autores, en recientes estudios sobre los aspectos más importantes de la calidad de la carne, como resultado de la velocidad de congelación y temperatura de almacenamiento, llegan a las siguientes conclusiones:

a) cuanto más rápidamente fué congelada la carne, mejor resultó ser su calidad;

b) la palatabilidad, sin embargo, cuando la carne fué congelada a velocidad muy lenta, resultó buena, y luego de cocinada resultó tierna, jugosa y de buen sabor.

El cuadro general que emerge como resultado de los primeros estudios es el siguiente: en común con otros sistema biológicos, la carne presenta un cuadro diferente cuando es congelada rápida o lentamente.

En el primer caso, al descongelarse el tejido, retorna a una textura firme y apariencia normal. En el segundo caso permanece fláccido y húmedo y un volumen considerable de líquido pigmentado drena al exterior.

Cortes histológicos apropiados, obtenidos de trozos de carne congelados rápidamente, muestran al microscopio un gran número de diminutos cristales de hielo, dispuestos dentro de las fibras inalteradas. En el caso del tejido congelado lentamente, el cuadro está completamente invertido. Las masas de hielo son gruesas e irregulares, yaciendo en los espacios intercelulares, y los residuos deformados de las fibras aparecen dispuestos a lo largo del borde de estas masas de hielo.

En el primer caso, cuando al tejido es permitido volver a la temperatura ambiente, el agua puede retornar a las estructuras con las cuales estaba asociada en la carne fresca.

En el segundo caso una gran parte del agua es incapaz de volver dentro de las células, permaneciendo en los espacios intercelulares y aprovechando cualquier oportunidad para escurrirse al exterior.

Las substancias proteicas de la carne recuerdan estrechamente a un gel de gelatina. Por causa de la complicada estructura anatómica de la carne, con sus planos de tejido conjuntivo mezclados con tejido adiposo, y las variaciones de una muestra a otra, hacen de ella un material difícil para un estudio crítico. Por ello, los investigadores han vuelto su atención al sistema más simple, representado por la gelatina.

Las investigaciones más importantes en este terreno fueron llevadas a cabo por Moran, trabajando en Low Temperature Research Station, quien estudió los cambios estructurales de la gelatina congelada y determinó el efecto de varias magnitudes de congelación en un cubo, del cual cinco caras permanecían aisladas y una sola expuesta al medio congelante. Adyacente a esta superficie, Moran encontró, al descongelarse el cubo de gelatina, una zona de espesor variable con la temperatura del baño congelante, en la cual la gelatina era blanca, opaca y dura; más allá de esta zona, la gelatina estaba transparente, muy resquebrajada y fracturada por los gruesos cristales de hielo que se habían formado lentamente en su espesor.

Termocuplas colocadas a distancias crecientes de la superficie de enfriamiento, permitieron establecer la temperatura y de este modo verificar que la velocidad de enfriamiento en la banda situada entre las zonas opacas y claras, era casi constante de un experimento a otro, e igual a una caída de temperatura en la región del punto de congelación de 0,4 cm. por minuto. Moran introdujo un método conveniente para expresar la magnitud del enfriamiento, vale decir, en función del tiempo empleado por una temperatura para bajar de 5° C. a —5° C. Expresado en esta forma, el tiempo de enfriamiento en el borde de la zona opaca fué de 161 minutos en un medio congelador a —10° C., de 36 minutos a —20° C. y de 24 minutos a —70° C.

Cubos de carne limpia, congelados de manera análoga, mostraron una disposición similar de las bandas; la diferencia en apariencia entre las regiones rápida y lentamente congeladas desaparecieron al tener lugar la descongelación.

QUÉ SE ENTIENDE POR CONGELACIÓN RÁPIDA (QUICK FREEZING)

En estos últimos quince años de extraordinarios progresos en la técnica de la congelación, un nuevo método ha aparecido, acerca del cual una considerable bibliografía indica que es superior al método básico de la congelación lenta. Este método ha sido denominado, en razón de sus características, con el nombre de congelación rápida.

Existe evidentemente falta de acuerdo y claridad sobre los diferentes conceptos relacionados con la expresión "congelación rápida". Algunos definen el término en base a la formación de hielo en el producto congelado. De este modo, en los tejidos animales, la congelación rápida ha sido referida a una congelación intrafibrilar y la congelación lenta como una formación de hielo principalmente extrafibrilar. Esta clasificación ha sido extendida también a los tejidos vegetales.

Otros autores, Woodroof, etc., han definido la congelación rápida, al menos para alimentos vegetales, en relación a la velocidad con que la zona de hielo progresa a través de la masa del producto. Dicha velocidad debe ser no menor de 0,3 cm. por minuto.

Otros autores han sugerido la siguiente definición: cuando la solidificación (la zona de máxima formación de cristales, entre 0° C. y —4° C.), se produce en treinta minutos o menos. Productos que han pasado por esta zona de temperatura dentro de una hora, también han sido llamados "quick frozen".

Eickelberg define la congelación rápida como la forma de obtener la óptima textura y congelación del producto, manteniendo el color natural, turgencia y apariencia agradable, tanto como la rapidez y economía pueda permitirlo.

Estas y otras muchas definiciones más, no hacen otra cosa que traslucir que la congelación rápida es un término relativo y por lo tanto incapaz de ser definido.

Tressler resume las opiniones de varios especialistas en la materia y establece las siguientes ventajas del método rápido sobre el lento:

a) Los cristales de hielo que se forman en el seno del alimento son mucho más pequeños y por lo tanto causan un menor daño a las células.

b) Siendo el período de congelación mucho más corto, hay menos tiempo disponible para la difusión de las sales y la separación del agua en forma de hielo.

c) El producto es rápidamente enfriado a una temperatura incompatible con la vida de hongos y bacterias, previniendo así la descomposición durante la congelación.

De acuerdo con Birdseye, la congelación lenta de vegetales y frutas da por resultado la formación de cristales grandes, un daño tisular considerablemente mayor y marcado cambio de apariencia.

Por otra parte, el método rápido reduce al mínimo, ruptura de tejidos, oxidación, fermentación y crecimiento orgánico.

Numerosos investigadores han mostrado que la congelación de tejidos vegetales no produce alteraciones de la pared celular. La causa de la muerte es la coagulación del protoplasma, como resultado de la salida del agua fuera de las células, con la formación de hielo en los espacios intercelulares. Solamente en el enfriamiento rápido, la formación de hielo ocurre dentro de las células.

MÉTODOS MODERNOS DE CONGELACIÓN

Como cualquier otro método de transferencia del calor, los sistemas de congelación están basados en transferencia por radiación, conducción y convección. El método de radiación está ilustrado por los productos colocados en el aire en reposo de un congelador agudo. Conducción, por el fondo y tapa metálicas de contacto del congelador "multiplato" de Birds Eye y, por último, convección, por el flujo de aire del túnel congelador o por el líquido circulante del congelador de inmersión.

Los métodos modernos combinan por lo general los sistemas descriptos de extracción del calor.

Se acepta unánimemente que la rapidez de la congelación es esencial para obtener un buen producto, pero no hay unanimidad en cuanto al tiempo y la temperatura conveniente para obtener el mejor producto. El hecho de que productos congelados bajo diferentes métodos hayan demostrado ser comercialmente aceptables, indica que hay cierta elasticidad en las operaciones comerciales sin afectar seriamente la calidad, o que el consumidor no está suficientemente familiarizado con las distintas marcas de alimentos "frozen" como para reconocer finas distinciones de calidad.

Todos los métodos de congelación rápida, con sus muchas variaciones, tienen sus proponentes.

Los distintos sistemas de congelación actualmente en uso, pueden ser agrupados en tres clases, a saber:

a) congelación por inmersión directa;
b) por contacto indirecto con el refrigerante;
c) por soplo de aire frío (air blast freezing).

Haremos una muy somera reseña de estos tres sistemas.

En la congelación por inmersión directa, se colocan los productos sobre bandejas o soportes generalmente de alambre, dentro de un compartimiento, donde, mediante un atomizador, se crea una nube de líquido refrigerante constituído por una solución salina de cloruro de sodio o de jarabe, que baña el material a congelar. Este método suele ser llamado Z, como homenaje a su creador, Zarotschenzeff. Cuando se trabaja con frutas, se emplea generalmente el jarabe al 50 % de azúcar invertido.

Las ventajas que ofrece este sistema pueden ser resumidas como sigue: contacto más perfecto entre el medio refrigerante y el producto, produciendo un ritmo de transferencia del calor muy alto; asimismo, las frutas se congelan con una cubierta de jarabe solidificado, que mantiene el color y sabor de las mismas durante el almacenamiento en las cámaras.

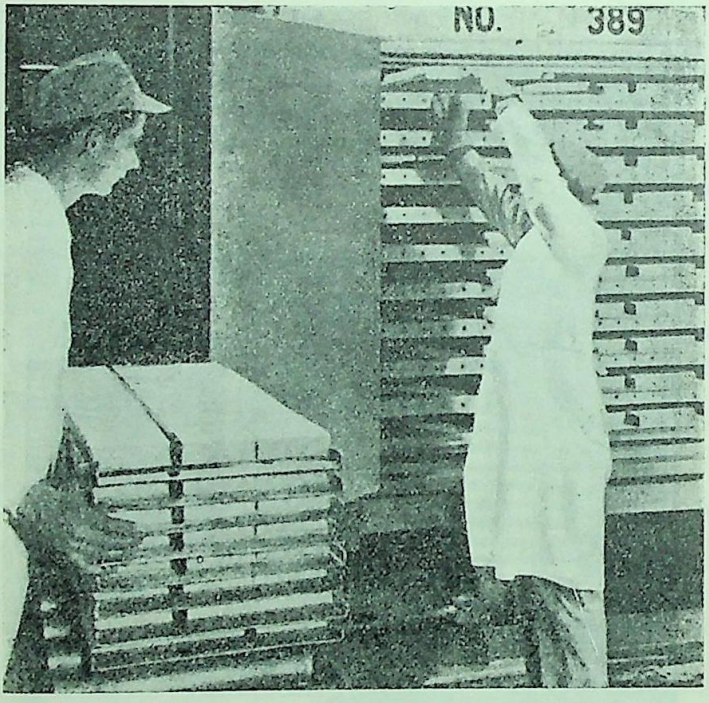

Fig. 4.— Congelador "multiplacas" de Birdseye en el momento de ser cargado con los productos empaquetados.

Las desventajas son: el cloruro de sodio no puede ser empleado para congelar las frutas; la temperatura del líquido refrigerante debe ser rigurosamente controlada, pues de lo contrario, si la misma es alta, penetrará al producto por ósmosis y si es muy baja, solidificará el medio congelante.

Otro método consiste en congelar el alimento por contacto indirecto con el refrigerante.

En principio es uno de los sistemas más antiguos, siendo un ejemplo las máquinas caseras para hacer helados (tipo siberiana).

Por lo general se colocan los productos sobre superficies metálicas refrigeradas por salmuera o por expansión directa de algún gas, como ser amoníaco.

En la actualidad se usa extensamente el congelador multiplacas de Birdseye, el que como su nombre lo indica, consiste en una serie de bandejas o placas de aluminio sobrepuestas, que presentan en su espesor pasajes sinuosos por donde circula el líquido o gas refrigerante (fig. 4).

Los materiales a congelar se colocan sobre las placas, quedando por debajo y por arriba en contacto con las superficies enfriantes.

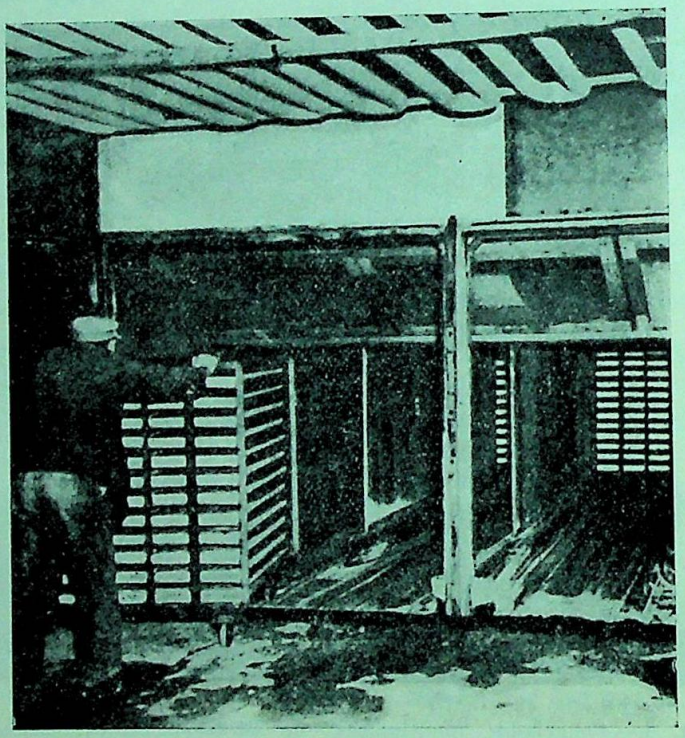

Fig. 5.— Frente del túnel congelador o "air blast freezer".

Mediante un dispositivo hidráulico se puede regular automáticamente la presión de contacto ejercida por las placas sobre los productos.

La mayor parte de los establecimientos de congelación rápida de pescados que visité en Escocia, están provistos de este sistema, el cual se presta admirablemente para la congelación de los paquetes de filetes.

Generalmente se trabaja con temperaturas de —18° y el tiempo de congelación varía, como es natural, con el espesor del paquete. Por lo general puede fijarse aproximadamente en noventa minutos para paquetes de 5 cms. de espesor.

El otro método de congelación que nos queda por tratar es el "air blast freezing" o túnel congelador (fig. 5).

Se basa en el empleo de una corriente de aire muy frío, que se hace incidir sobre los alimentos. La referida tromba de aire se obtiene mediante poderosos ventiladores, y antes de llegar a los productos atraviesa una red de tubos refrigerados. En algunos equipos, la corriente de aire es producida dentro del mismo túnel, en otros en una pieza adjunta. Si se desea obtener temperaturas aun más bajas, es recomendable dotar al túnel de una buena aislación.

Mediante un transportador sin fin, los paquetes salen de la mesa de trabajo sobre bandejas y entran en el túnel, en donde, por medio de una correa en movimiento, los materiales avanzan progresivamente. La velocidad de progresión es variable, de acuerdo con el tiempo necesario para congelar el producto. Luego de efectuar su recorrido a lo largo del túnel, los materiales ya congelados salen por la puerta posterior de éste. Generalmente el aire frío es introducido en el túnel por el lado opuesto a donde entran los productos a congelar, o sea contra la corriente de éstos. La temperatura del aire oscila por lo regular entre —20° y —35°, aunque a veces suele ser más baja.

La velocidad del aire circulante varía según las ideas del industrial, pero si se desea obtener una congelación muy rápida, es necesario hacer recircular un gran volumen de aire, a fin de obtener una relativamente pequeña elevación de su temperatura a medida que toca y deja el producto. En algunos establecimientos se hace pasar una doble corriente de aire enfriado por el fondo y por la parte superior del túnel, obteniéndose así una buena distribución del frío.

Este sistema tiene hoy en día muchos partidarios, habiendo tenido oportunidad de visitar varias plantas de congelación de frutillas y arvejas, provistas con esta clase de equipos.

El túnel que acabamos de describir, tiene dos grandes inconvenientes. Uno consiste en el problema de la deshidratación del producto durante la congelación y el otro inconveniente, consecuencia del anterior, es la necesidad de proceder a la "descongelación" del equipo a frecuentes intervalos, con la consiguiente pérdida de tiempo.

Estos son, muy someramente descriptos, los sistemas más corrientes utilizados en la obtención de productos congelados rápidamente. Cada fabricante tiene sus preferencias de acuerdo con numerosos factores, como ser la naturaleza del alimento, volumen a congelar, tiempo a invertir en el proceso, etc.

Existen, además, variadas innovaciones alrededor de los métodos citados, ofreciendo, los fabricantes de equipos, un tipo para cada exigencia industrial del productor.

CAMBIOS QUE OCURREN DURANTE LA CONGELACIÓN

Ya hemos hablado acerca de la influencia de la velocidad de congelación con respecto al tamaño de los cristales de hielo formados y de la apariencia microscópica del tejido muscular congelado a diferentes velocidades y temperaturas.

Un punto sumamente importante a considerar en las carnes congeladas y que tiene interés no solamente en lo que respecta a la apariencia, sino, y esto es lo más importante, a la real calidad de las carnes, es el escurrimiento de líquidos al exterior o "drip".

Este defecto de las carnes congeladas fué medido por Cook, Love, etc., colocando cortes uniformes de las carnes descongeladas bajo ligera presión entre dos hojas de papel secante. Estos investigadores mostraron que la cantidad de líquido escurrido así medido, variaba con la rapidez de la congelación, de 0, cuando ésta era inmediata, en aire líquido, por ejemplo, a un 8 %, cuando gruesas piezas, tomando más de una hora en congelar, eran estudiadas.

Pero no solamente el factor temperatura interviene en la producción del "dripping". Tienen participación muy grande los cambios en la reacción ácida o alcalina del tejido muscular. A este respecto, Empey en Australia y Cook en Canadá, han aportado interesantes comprobaciones. Empey hizo un amplio estudio de las variaciones del dripping entre diferentes músculos del mismo animal, diferentes carcasas (vacuno y ovino), con varios tiempos de congelación, variando los tiempos después de la muerte y variando la acidez de los músculos después del "rigor mortis" completo.

Contrariamente a las experiencias de Moran y otros, no encontró diferencias en la velocidad de congelación. La importancia de su trabajo reposa en el descubrimiento de que diferencias debidas a cambios de acidez superan a todos los otros factores, tanto en magnitud como en regularidad.

La acidez fué medida en términos de pH. Neutralidad en esta escala es casi exactamente 7. Valores más altos, indican una reacción más alcalina; más bajos, una reacción más ácida.

El pH de la carne de un animal recién muerto, es un poco mayor de 7. Cuando se establece la rigidez cadavérica y se forma ácido láctico, el pH desciende a 5,3 como valor límite. En vacunos se obtiene uniformemente un valor de 5,7 a 5,4. Los valores encontrados en ovinos no son tan regulares, variando entre pH 5,4 a 6,0. Los cerdos son más variables aún, pudiendo llegar a pH entre 5,3 y 6,4. El valor alcanzado en cualquier tipo de carne, depende de la magnitud de las reservas de glucógeno en los músculos inmediatamente antes de la muerte.

Empey encontró que la cantidad de líquido eliminado por la carne descongelada, disminuye progresivamente a medida que el pH aumenta, alcanzando un valor mínimo a pH 6,3.

Una disminución similar de la cantidad de drip puede ser lograda tratando la carne con una solución alcalina antes de congelarla. En un experimento en el cual el pH fué llevado de 5,6 a 6,3, el drip disminuyó de 13,5 % a 1,3 %.

Cook completó estas observaciones y pudo explicar algunas discrepancias entre los resultados de Empey y los de otros investigadores previos, con respecto a los efectos de la rapidez de congelación sobre la cantidad de drip producido al descongelar.

Carne a pH 6,4 o más alto, no escurre como resultado de una congelación que requiera menos de tres días para pasar de 0° a —4°. A pH 5,2 a 5,5, la cantidad de drip llega al máximo y en esta región un aumento de la velocidad de congelación reduce la cantidad de drip obtenido. Esta conducta puede ser explicada por la alta capacidad de retención de agua de las proteínas tisulares a pH 6,4, resultando una completa retención del agua producida al descongelar, sin intervenir el tamaño de los cristales formados durante la congelación.

Si se tiene en cuenta los diferentes pH de la carne de vacuno, ovino y cerdo, es fácil explicar el comportamiento variable de esas carnes con respecto al congelamiento y drenaje de líquidos.

Otro factor que facilita el escape de líquido en la carne congelada lentamente, es la subdivisión en pequeños trozos. El jugo contenido en el seno del músculo puede drenar libremente por las superficies musculares cortadas, mientras que en las unidades anatómicas más pequeñas del ovino y del cerdo, el escape es impedido por las membranas de tejido conjuntivo que rodean los músculos intactos.

Por esta razón, la cantidad de drip obtenido cuando se descongelan aves enteras y medias reses de vacuno, ovino y cerdo, es muy reducida comparada con la producida por las mismas carnes cortadas en trozos pequeños.

EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS "QUICK FROZEN"

Solamente la congelación no basta para asegurar una eficiente distribución de los productos perecibles. A este respecto es necesario emplear una adecuada técnica de almacenamiento, cosa tan importante como la propia congelación.

La comercialización de productos rápidamente congelados, ha traído nuevos significados así como nuevas aplicaciones de la refrigeración y del depósito refrigerado. Refrigerar significa mantener frío. En la industria de la congelación rápida, el uso del término refrigeración se refiere solamente a la temperatura del aire y no a la temperatura del producto, puesto que éste ya está congelado cuando es almacenado en la cámara de conservación.

Por lo tanto, la refrigeración se aplica con el fin de evitar que el aire exterior robe el frío de los productos, lo que podría causar una elevación de su temperatura y posiblemente una total o parcial descongelación.

El depósito refrigerado es de la mayor importancia. Es un factor comercial que se extiende tanto en tiempo como en espacio. Por medio de la refrigeración móvil, vagones, camiones y barcos, el área comercial se ha expandido en beneficio tanto de los productores como de los consumidores. A través de la refrigeración fija —establecimientos frigoríficos—, las estaciones (del año) comerciales se han alargado.

Para el preparador de productos congelados, las óptimas condiciones para un almacenamiento refrigerado son aquellos conducentes a mantener sus productos sin deteriorar en su estado original, garantizando el estado de frescura al retardar alteraciones microbianas y cambios químicos.

Debe entenderse por almacenamiento frío aquel que posee como máximo una temperatura de —18°. El propósito de la congelación rápida es preservar indefinidamente la calidad, textura, apariencia y saludables propiedades del producto fresco.

Sabido es que el frío detiene o inhibe cambios naturales, y el calor, por otra parte, acelera estos cambios, ocasionando modificaciones indeseadas y mismo la destrucción o inadaptabilidad para el consumo.

Como consecuencia la industria ha debido enfrentarse con dos problemas importantes. El primero es la preservación de las propiedades inherentes, tales como el aroma, sabor, color, de los alimentos "quick frozen". El segundo problema consiste en el mantenimiento de los primitivos valores que poseen los productos congelados.

Esta condición es cumplida mediante el depósito de los productos ya congelados en ambientes donde reinan temperaturas casi constantes, desde el momento de su colocación hasta el de su retiro para el consumo.

Los tres principales agentes que tienden a bajar la calidad de la mayor parte de los productos durante la congelación y depósito son: la desecación, la oxidación y la autólisis. Desecación es la evaporación gradual de la humedad del alimento; oxidación, es la combinación del O^2 con las grasas y aceites naturales del producto, y autólisis podría definirse, en general, como una autodigestión enzimática.

Las acciones enzimáticas pueden ser controladas durante la preparación previa, pero la desecación y oxidación deben ser prevenidas tanto durante la congelación como en el período de almacenamiento.

La única seguridad contra la desecación y oxidación, es guardar al alimento del contacto con el aire. Por lo tanto las envolturas apropiadas son vitales.

Cuando comenzó la industria de la distribución de productos congelados, ninguna planta preparadora poseía depósitos o cámaras de conservación refrigeradas. Asimismo existían pocos camiones u otros vehículos aptos para el transporte. Grandes vagones eran escasos en número. Grandes recipientes para colocar productos congelados destinados a ser distribuídos en vehículos, no existían.

Los depósitos de almacenamiento consistían en cámaras simplemente enfriadas a 0°, siendo necesario disponer de cámaras a —18° como máximo. Cuando en el año 1930 comenzó la producción y distribución de alimentos congelados en escala comercial, las disponibilidades de buenos depósitos eran muy escasas.

La mayor parte de los dueños de plantas frigoríficas eran fabricantes de hielo, siendo los depósitos de productos una actividad secundaria. No obstante esto, los frigoríficos públicos ofrecieron un servicio: espacio refrigerado.

Estas áreas refrigeradas poseían temperaturas por encima del punto de congelación o escasamente por debajo de él. Existían, en esa época, nociones escasas acerca de la circulación del aire y del control de la humedad.

En ciertos casos las cámaras eran demasiado pequeñas para algunas operaciones. Las instalaciones de tubos enfriadores carecían de dirección adecuada; equipo, maquinaria y poder, eran generalmente insuficientes. Sin embargo, la industria de las cámaras refrigeradas atendió las demandas de la industria de los alimentos congelados. Fueron surgiendo cambios y adiciones. Algunas plantas agregaron cámaras para productos "quick frozen" o convirtieron algunas en espacio a —18°. Con la construcción de nuevas, o la modernización de las antiguas cámaras de conservación, vino el estudio de nuevos métodos mejorados para su funcionamiento. Paredes, techos y pisos, fueron engrosados con nuevos materiales aisladores. Estos nuevos materiales no sólo eran resistentes al calor, inodoros y livianos, sino que eran también resistentes a la desintegración por la humedad, combustión espontánea, vapor, insectos, roedores y agua.

Los tubos evaporadores fueron más anchos en las nuevas cámaras, más numerosos y mejor orientados para mantener el máximo de baja temperatura, con un mínimo de fluctuaciones. Sistemas de refrigeración, tubos de expansión y controles termostáticos fueron mejorados para servir paralelamente los progresos de la congelación rápida.

Otro paso importante en el almacenamiento, consistió en la manera de disponer los materiales, o sea el apilado, evitando la formación de bolsones de aire caliente que podrían descongelar y dañar los productos. Aun en las más modernas cámaras para productos "quick frozen", suelen existir filtraciones de calor que pueden poner en peligro los alimentos depositados. Dichas fuentes de calor proceden de las paredes, aperturas de puertas, luces eléctricas, motores, pilas de productos almacenados y de las propias personas que trabajan en el interior.

Cuando los productos son dispuestos contra las paredes, el calor de éstas es absorbido por los primeros, puesto que poseen una temperatura más baja.

Actualmente las cámaras se cargan de acuerdo con un standard, el cual figura en todo contrato de arrendamiento. Algunas de estas reglas prescriben que los paquetes serán colocados a 15 cms. de la pared y se extenderán hacia el centro de la cámara. Antes de colocar las cajas, se dispondrán en el piso una serie de listones de 5 por 10 cms., encima de los cuales irán las cajas o paquetes. Los recipientes grandes van colocados sobre listones a una altura de 15 cms. del piso y a 15 cms. de la pared y a una distancia no menor de 45 cms. del techo o de los tubos de expansión. Además debe haber una separación entre cada pila de paquetes. Respetando estas condiciones, se crea un "termosifón". El aire en la cámara circulará libremente y los productos congelados serán mantenidos a una temperatura constante y segura. En cambio, el ciclo de circulación del aire es fácilmente quebrado por

mal acondicionamiento de los materiales, por ejemplo: acumulados en el piso, contra las paredes, muy cerca del techo, etc. Los productos "quick frozen" deben ser colocados a no menos de 1,5 mt. de los ascensores, escaleras y otros lugares no refrigerados. Asimismo, los alimentos no congelados, no deben ser colocados en la misma cámara con otros congelados, a menos que se desee que estos últimos actúen como refrigerantes de los primeros (fig. 6).

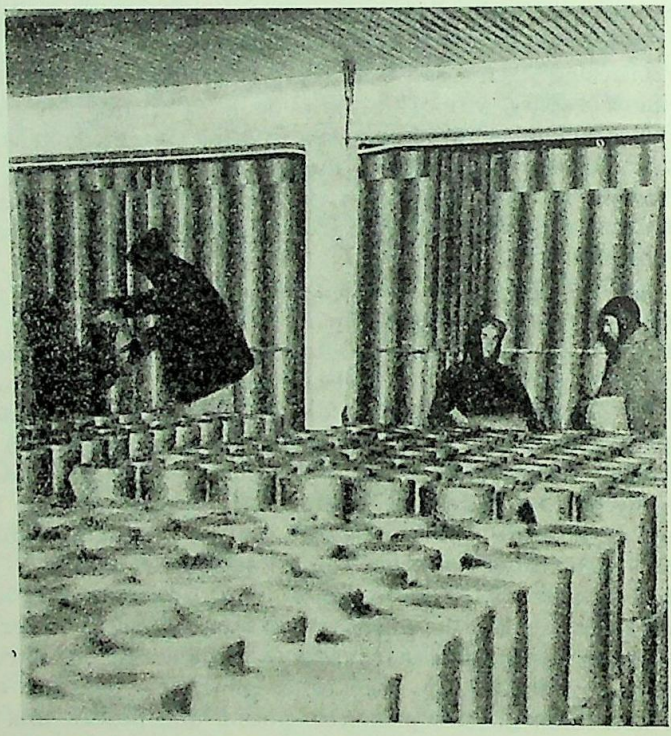

Fig. 6.— Vista parcial de una cámara de almacenamiento o "cold storage".

La importancia de la temperatura.— Investigaciones modernas indican que para la conservación o almacenamiento de aves, carnes, frutas y vegetales, la temperatura apropiada debe ser de —18°. En ningún caso la conservación se hará a más de —15°. Hay autores que recomiendan temperaturas de hasta —30°. Sin embargo se puede aceptar en forma concluyente que la temperatura de —18° es perfectamente adecuada. Algunos pocos productos deberían ser almacenados a —21° o —22° (espárragos, hongos, porotos, manzanas, habas, aves y peces gordos).

Hemos leído en una publicación del Departamento de Agricultura de EE. UU., que arvejas envueltas en cartulina y depositadas durante veinte meses a —10°, perdieron dos veces más peso que aquellas conservadas a —20°, en las mismas condiciones de empaquetado y de humedad del medio.

IMPORTANCIA DE LA HUMEDAD.— La desecación de los productos congelados mantenidos en depósitos, ha sido reconocida como el mayor problema desde el establecimiento de esta industria. No sólo ocasiona pérdidas de peso, sino también de sabor, color y frescura. A menos que se tomen precauciones adecuadas, la pérdida de peso puede alcanzar hasta el 20 % dentro del término de un año. En las aves, la desecación produce decoloración, opacidad y pérdida del color natural de la carne fresca, o, como llaman los autores sajones, "bloom". Muchos autores se han ocupado de este fenómeno y han tratado de buscar sus causas. Entre otros, Cook llega a las siguientes conclusiones: en aves congeladas, la pérdida de bloom durante el depósito, depende principalmente de la evaporación. Bajas temperaturas y altas humedades ayudan a preservar el bloom.

Según Birdseye, durante el proceso de la congelación rápida de peces, la evaporación desde las superficies ocurre en la proporción de 1,5 a 4 % en el caso de peces en bloques; de 3 a 7 % en pescados aislados.

El mismo autor ha comprobado que frutillas impropiamente empaquetadas, perdieron más del 50 % de su peso en el período de un año. Cook encontró que aves congeladas y depositadas en ambientes con humedades menores del 95 %, resultaron no satisfactorias, y en general el producto fué seriamente afectado por desecación en un plazo de dos a tres meses. Humedades del 98 al 100 % mantuvieron el producto en buenas condiciones durante ochenta y tres semanas. Tejidos severamente deshidratados fueron examinados, viéndose que contenían sólo 50 a 55 % de agua, en vez del 72 % normal.

MECANISMO DE LA DESECACIÓN EN LOS PRODUCTOS CONGELADOS.— El agua y otros componentes volátiles son afectados por la desecación, siendo el aire el medio de transferencia. La propia naturaleza de la refrigeración requiere una temperatura diferencial, siendo por ello que los tubos refrigerantes son los lugares más fríos, mientras que los productos y las paredes son los más calientes.

Estas diferencias de temperaturas originan corrientes de aire; el aire más caliente se eleva a lo largo de las paredes y llegado a los caños se enfría considerablemente. Por lo tanto es imposible mantener una temperatura constante y uniforme. El aire caliente en contacto con los tubos refrigerantes cede su humedad, la cual se deposita en los tubos en forma de hielo o nieve. Este mismo aire enfriado y por lo tanto más denso, desciende por las paredes de la cámara o por los productos, y

estando por debajo de la saturación, tiende a absorber humedad en donde le es posible. Cuando vuelve a subir hasta los tubos, el ciclo se completa con formación adicional de nieve en los mismos.

De esta manera el movimiento lento del aire es la fuente de desecación de los alimentos depositados en la cámara. La única forma de

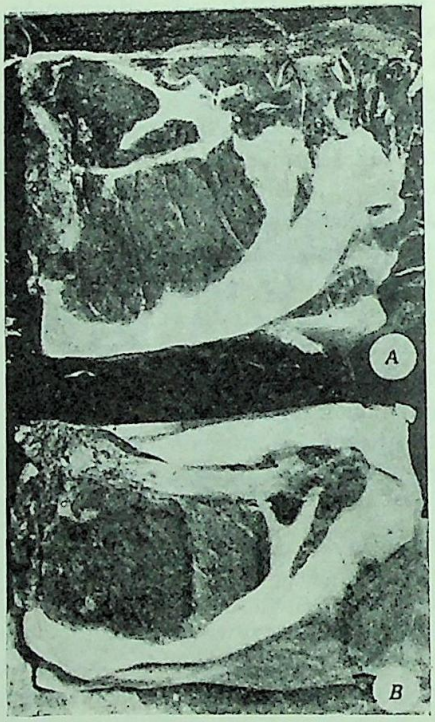

Fig. 7.— Trozos de carne congelada, mostrando el cambio de apariencia luego de varias semanas de almacenamiento a bajas temperaturas. **A**, convenientemente protegido por papeles impermeables; aspecto normal. **B**, sin protección adecuada; deshidratación acompañada de retracción de los tejidos.

evitar este inconveniente, es previniendo la evaporación de las superficies mediante adecuada protección. Cook comprobó que la magnitud de la evaporación varía directamente con la temperatura e inversamente con la humedad relativa. Una eficaz medida consistiría en proteger los alimentos con papeles impermeables y mantener una temperatura uniforme. La temperatura fluctuante en la cámara es el factor simple más grande causante de desecación de los productos congelados.

En el simple almacenamiento frío a temperatura por encima de 0°, humedades elevadas son perjudiciales, pues favorecen el desarrollo de hongos. Para reducir este peligro se utilizan recipientes conteniendo $CaCl^2$.

En cambio en los depósitos muy fríos, —18°, una elevada humedad del aire es ventajosa. Resumiendo los conocimientos acerca de los factores que favorecen la desecación de los productos depositados o almacenados, Woodroof indica los siguientes métodos capaces de impedir su producción:

a) Proveer de humidificantes, como equipo suplementario.
b) Mantener en lo posible una temperatura constante y uniforme; nunca usar la cámara de almacenamiento para congelar productos.
c) Mantener bajas temperatura, por ejemplo, —30° o menos.
d) Usar materiales impermeables para el empaquetamiento de los alimentos, como ser: vidrio: látex, celofán, etc. (fig. 7).
e) Glacear la superficie del producto durante o inmediatamente después de su congelación.
f) Evitar que alternativamente los productos descongelen y congelen.
g) Evitar excesiva circulación de aire en la cámara.

ENVASADO DE LOS PRODUCTOS CONGELADOS

El problema del empaquetado de los productos congelados, sigue en importancia a los métodos de congelación. La industria de los productos "quick frozen" no ha standardizado todavía lo relativo al empaquetado, el cual es muy importante, si se le considera desde los tres ángulos siguientes:

1º) Protección de la calidad del producto.
2º) Costo.
3º) Incrementación de las ventas, gracias a envases atractivos y convenientes.

Al seleccionar los envases, el industrial debe considerar los siguientes puntos:

1º) Que los mismos confieran suficiente protección al producto, para lo cual deben ser rígidos, herméticos, impermeables a la humedad y vapor de agua, que no trasmitan olores y sabores desagradables y que no afecten el color y la calidad.
2º) Que sean adaptables al llenado y envuelto automático.
3º) Que economicen espacio en el transporte y depósito.
4º) Tamaño, costo, leyendas y aspecto atrayente (figs. 8, 9 y 10).

Fig. 8.— Un método de empaquetamiento usual.

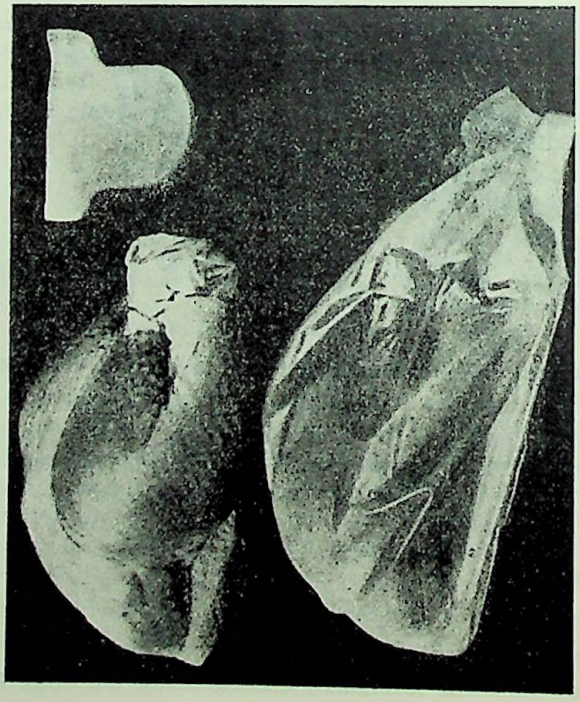

Fig. 9.— Otro método de empaquetamiento usual.

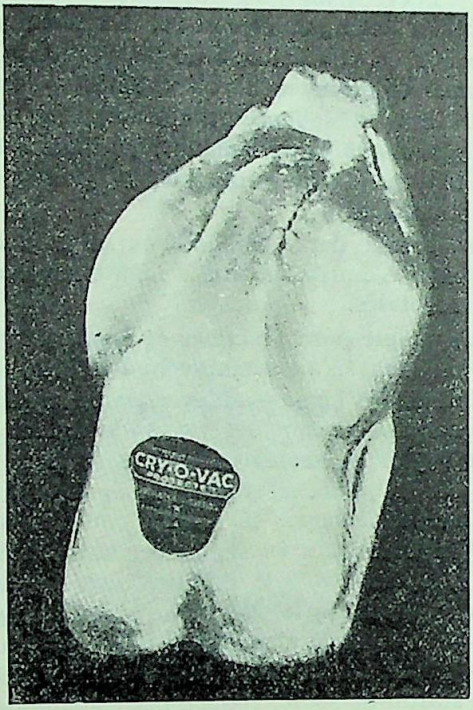

Fig. 10.— Otro método de empaquetamiento usual.

PREPARACIÓN DE LOS ALIMENTOS PARA LA CONGELACIÓN

Dada la naturaleza tan diferente de los diversos alimentos susceptibles de ser congelados industrialmente, consideraremos estas operaciones según se trate de vegetales, frutas o carnes.

Comenzaremos por los vegetales. La lista de especies que pueden ser preservados por congelación, ha aumentado considerablemente en estos últimos quince años. Las más recientes adiciones son boniatos, zapallos, pimientos y tomates, que hace diez años se consideraban inaptos a tal propósito, pero gracias a nuevos métodos su congelación se realiza satisfactoriamente.

Solamente vegetales de la más alta calidad deben ser congelados. Los productos frescos tienen un tiempo específico dentro del cual presentan su óptimo y luego se deterioran rápidamente. Por tal motivo los vegetales deben ser manipulados y congelados el mismo día en que son cosechados. Los vegetales a congelar tienen que ser tiernos, suculentos, bien coloreados, frescos y cosechados seis horas antes de dar comienzo a las operaciones preliminares a la congelación, pues hasta este momento están permanentemente sometidos a influencias deteriorantes resultantes de acciones enzimáticas y microbianas.

Las enzimas y microorganismos pueden ser destruídos por exposiciones a temperaturas del agua hirviendo. La feliz aplicación de este principio es observada en el escaldado de los vegetales antes de la congelación. Su primer objetivo es el de detener la acción de enzimas oxidantes y respiratorias, responsables del endurecimiento, cambios de color, producción de olores desagradables, pérdida del sabor y reducción del valor nutritivo que ofrecen al descongelarse los vegetales no sometidos a esta operación.

Una segunda ventaja del escaldado, es la notable reducción del contenido microbiano. Asimismo ayuda a mantener el color verde atrayente de algunos vegetales.

El método más simple para practicar el escaldado, consiste en colocar los productos en canastos de alambre que se sumergen en recipientes con agua hirviendo. En otros establecimientos se lleva a cabo, sometiendo los materiales a la acción del vapor de agua hirviendo. No es posible establecer reglas generales con respecto a las temperaturas y tiempos óptimos que requiere el escaldado, puesto que cada vegetal tiene sus exigencias particulares. Se indica para las arvejas una temperatura de 100° durante 50 a 60 segundos; habas, igual temperatura, durante 4 minutos; espárragos, 3 ½ minutos, etc. El escaldado no debe ser muy prolongado, pues de lo contrario podría originar pérdida de algunas vitaminas y sales minerales. En lo que respecta a la vitamina C o ácido ascórbico, se ha comprobado que la adición al agua de escaldado de 0,3 % de sulfito de sodio, reduce marcadamente su destrucción.

Tomando como ejemplo, porotos, las diversas operaciones pueden ser sintetizadas de la siguiente manera: *descascarado, pesada, lavado, clasificación, escaldado, enfriado, inspección, congelación, empaquetado, almacenamiento.* Todas estas operaciones se practican actualmente en gran escala mediante maquinarias adecuadas (fig. 11).

A continuación nos ocuparemos de las frutas. Todas ellas son aptas en una u otra forma para la congelación. Frutas pequeñas, como las frutillas o higos, son congelados enteros; manzanas, duraznos, peras, etc., son pelados y cortados en rodajas. Las uvas son generalmente reducidas a puré.

Las diversas etapas en la preparación de las frutas son simples, pero muy importantes; en primer lugar deben ser cosechadas en óptimo estado de madurez. Muchas frutas alcanzan ese estado en la misma planta, pero según la experiencia más moderna, las frutillas, higos, duraznos y otras frutas, se tornan blandas en la planta, estropeándose en las manipulaciones con facilidad. En estos casos se deben cosechar al estado de madurez firme y dejarlas estacionar durante 12 a 36 horas, para que pasen al de madurez blanda.

Las frutas deben ser preparadas cuidadosamente, manipulándolas con delicadeza. El lavado, separación de tallos, pelado, sacada de carozos y pulpación, deben ser hechos inmediatamente antes de la conge-

lación. Los duraznos oscurecen rápidamente y para evitar este fenómeno se deben tratar con una solución de ácido cítrico al 2 % y luego envolverlos en azúcar en la proporción de 3:1.

Para evitar el oscurecimiento de las manzanas y peras, se las somete al vapor de agua hirviendo durante 2 a 3 minutos. Las frutillas conservan su sabor agregándoles azúcar, que al disolverse, forma una capa protectora envolviendo cada pieza.

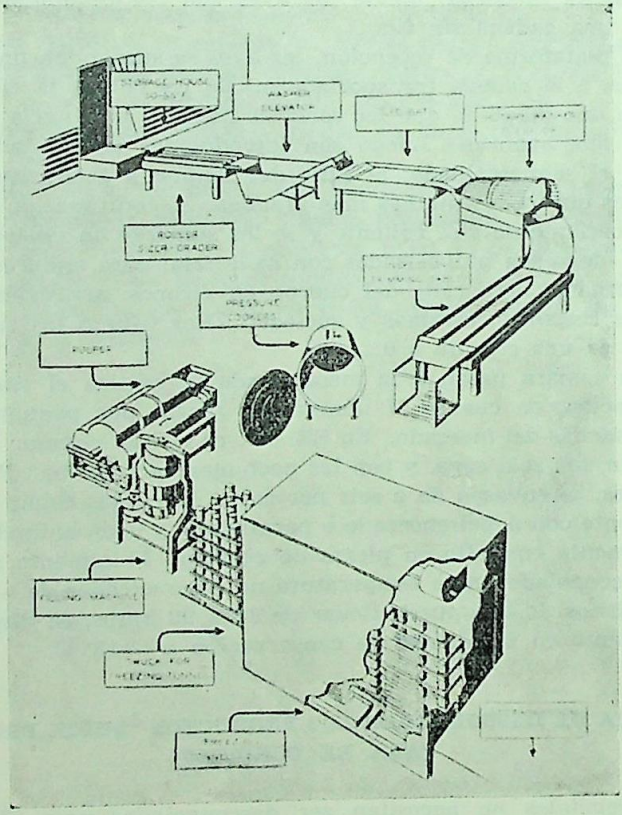

Fig. 11.— Esquema general mostrando las diversas operaciones por las que pasan algunos vegetales hasta el momento de ser congelados.

El agregado de peptina en pequeñas cantidades, mejora mucho la textura y apariencia de la mayor parte de las frutas al ser descongeladas.

El empaquetado se practica generalmente antes de la congelación y el material debe ser hermético, rígido e impermeable a la humedad.

Finalmente se conservarán en cámaras a —18°. Si todas las operaciones que hemos citado se realizaron correctamente, la calidad del

producto, al cabo de varios meses, estará supeditada a la temperatura de la cámara, debiendo ser baja y constante, pues las fluctuaciones favorecen la desecación con la consiguiente pérdida de aroma, sabor, color y más de un 10 % de peso al cabo de seis meses.

Aves.— Dada la premura del tiempo, sólo nos referiremos en este capítulo a las diversas operaciones que comprende la congelación de las aves.

En forma sumaria haremos una descripción de los métodos usados en una planta moderna, donde las aves son continuamente transportadas por una cadena sin fin.

En la plataforma de recepción, las aves se suspenden por las patas, con anillos, a la cadena transportadora. Se les coloca la cabeza en el soporte de una máquina que les corta el cuello y la sangría tiene lugar a medida que avanzan. Luego son introducidas en un tanque donde se realiza el semiescaldado; al salir del tanque y mientras escurre el agua, se les quitan las plumas más grandes. A continuación se les seca con una corriente de aire caliente y se les sumerge en un baño de cera fundida y luego son pulverizadas con agua fría, para endurecer la capa de cera. Ésta es arrancada del cuerpo en girones, arrastrando consigo las plumas restantes, escamas y suciedad. Por último las carcasas son dispuestas en una cámara a 0°.

De la cámara pasan a la mesa donde se realiza el empaquetado. Esta operación, en cuanto al número de piezas por paquete, depende de las demandas del mercado. En EE. UU. es común envasar doce pollos por caja en una sola capa, y con las pechugas para arriba. Pollos grandes y pavos, se envasan de a seis por caja. Las cajas están recubiertas interiormente con papel encerado o parafinado, y cada animal está independientemente envuelto en piezas de celofán. Finalmente se introducen en el congelador cuya temperatura no debe exceder de —23° y una vez congelados, lo que puede llevar de 12 a 96 horas, se disponen convenientemente en la cámara de conservación a —18° C.

FORMA DE DESCONGELAR LOS PRODUCTOS "QUICK FROZEN" PARA EL CONSUMO

Los vegetales no necesitan ser descongelados para el consumo. La mayor parte de ellos mantienen un volumen más grande, mejor apariencia y textura, si son cocinados sin previa descongelación.

Las frutas, como es natural, deben ser previamente descongeladas para su consumo. Esta operación puede acelerarse, colocando los paquetes impermeables en agua ligeramente tibia, lo que, de acuerdo con el tamaño standard de los mismos, puede llevar unos treinta minutos, o simplemente dejarlos a temperatura ambiente, insumiendo en este caso alrededor de tres horas.

Las aves en general requieren ser descongeladas antes de cocinarlas, pues de lo contrario podría ocurrir que mientras el centro se encuentra crudo, la superficie quede recocida.

Para finalizar, resumiremos las ventajas de los productos "quick frozen", como sigue:

1º) Ahorran trabajo, puesto que ya se encuentran prontos para cocinar y servir.
2º) Ahorran tiempo en la preparación de las comidas, por venir prontos y limpios.
3º) Ahorran espacio en el refrigerador casero, por estar acondicionados adecuadamente.
4º) Los vegetales se cocinan en menos tiempo que el usual.
5º) El consumidor compra porciones aptas, sin desperdicios, tallos, etc., y en perfecto estado de conservación.
6º) Aseguran una amplia variedad de alimentos durante todo el año.
7º) Alta calidad uniformemente mantenida en todas las estaciones.
8º) Economía por la standardización y el estudio realizado desde la misma fuente de producción hasta el consumidor, a quien llega en las mejores condiciones de calidad, pureza y conservación, en cualquier época del año, regulando la oferta y la demanda.