

Llenamos tu vida de Sabor



MANE

MANE, un recurso poderoso en el diseño de un sabor ganador.

Con los centros de Investigación y Desarrollo más avanzados de hoy alrededor del mundo **MANE** es un socio global dedicado a ofrecer un gusto superior. Nuestro equipo de Creativos Saboristas, Marketing y Laboratorios de Aplicaciones y Evaluación Sensorial, están comprometidos a desarrollar perfiles de sabor adecuados a las necesidades del consumidor para la Industria Láctea, de Panificación, Bebidas, Confitería, Snacks, Culinarios y Nutraceuticos

La Satisfacción del consumidor y nuestro éxito van de la mano...



MANE ARGENTINA
(MANE DO BRASIL
INDUSTRIAL E COMERCIO LTDA).
Fitz Roy No. 201 CP 1414,
Buenos Aires Argentina
Tel: (54) 11 4856 3918
Email: mane@manearb.com.ar

MANE DO BRASIL
Oficinas: Av. Indianapolis No. 1460 Planalto Paulista CEP 04062-001 SAO PAULO SP
Tel: (5511) 5581 7500 Fax: (5511) 5581 9447
Planta: Estado do Guereque 1421 CEP 22713-000
Jacarepagua Rio de Janeiro
Tel (5521) 2196 1500 Fax: (5521) 2196 1501
Email: sac@manedobrasil.com.br

MANE COLOMBIA
Carrera 51 No. 6 Sur,
Sur 27
Medellin Colombia
Tel: (574) 3613366
Fax: (574) 3611473
Email: clientes@mane.com.co

MANE CHILE
Calle Juliet No. 2300, Comuna
Independencia,
Santiago de Chile
Tel: (56) 2732 6393 y 0387
Fax: (56) 2732 1969
Email: manechi@entelchile.net

MEXICO
Oficinas: Emilio Carranza No. 438 Col. El Retoño 09440 México D.F.
Tel: (52) 5532 7531 Fax: (52) 5674 0558 / 01800-5904-900
Planta: Calle Nemesio Diez No. 9
Parque Industrial "El Cerillo II" Lerma México C.P. 52050
Tel: (01728) 282 - 2760 Fax: (01728) 285 - 1959
Email: mx-lerma.ism@mane.com

Optimización del Proceso de Congelación de Alimentos para una Máxima Calidad de Producto

Dennis R. Heldman*

La calidad máxima de alimentos congelados se logra cuando los tamaños de los cristales de hielo son pequeños y la distribución de los tamaños de cristales es uniforme



Foto: Chabacanos IQF

Introducción

Para muchos alimentos congelados, el tamaño y la distribución de cristales de hielo formados durante el proceso de congelación tienen influencia directa en la calidad de los productos congelados. Basados en experiencias con el proceso tradicional IQF (congelación-individual-rápida, por sus siglas en inglés), la calidad máxima de alimentos congelados se logra cuando los tamaños de los cristales de hielo son pequeños y la distribución de los tamaños de cristales es uniforme dentro de la estructura del producto. Basados en la investigación para identificar los parámetros del proceso de congelamiento que produzcan uniformidad en la distribución del tamaño de los cristales, se desarrollaron procedimientos a través del proyecto de investigación WFLO %144 (World Food Logistic Organization) para seleccionar los parámetros de proceso que den un impacto mínimo en los atributos de calidad del producto.

Por medio de una simulación por computadora del proceso de congelamiento de alimentos se ha analizado el historial de distribución de temperatura dentro de un alimento durante el proceso de congelamiento. Conforme se modificaron los parámetros de procesamiento, los tiempos de distribución requeridos para eliminar la energía del cambio de fase de diferentes regiones dentro de la estructura del producto cam-

bió. Los diferentes tiempos de eliminación de energía del cambio de fase crea la distribución de los tamaños de cristales dentro del producto congelado. Esta distribución de tamaños varían con los parámetros del proceso de congelación y se pudieron cuantificar. Dada la relación del tamaño de cristal con las propiedades de calidad del alimento, la selección apropiada de los parámetros del proceso deberá proporcionar la calidad deseada en muchos alimentos congelados.

Las relaciones utilizadas en los siguientes procedimientos se basan en investigaciones de información detallada disponible en la librería de WFLO. Los tres parámetros clave en el procesamiento son: El tamaño (o dimensiones) del producto a congelar; la temperatura del medio frío (cold air) utilizado para congelar el producto; y el coeficiente de transferencia de calor superficial. En la mayoría de las situaciones, el coeficiente de transferencia de calor superficial es proporcional a la velocidad del aire moviéndose sobre la superficie del producto durante el proceso de congelamiento. A pesar de que la temperatura inicial del producto pueda tener una influencia modesta en el procesamiento de congelación, el impacto en la distribución del tamaño del cristal es insignificante.

Etapas en la Selección de los Parámetros del Proceso de Congelación

1. Use la Gráfica 1 para establecer la región de congelación

Esta etapa requiere las dimensiones de una pieza del producto individual, empaque o pilas a conge-

*Profesor de Ingeniería de Alimentos
Departamento de Ciencia de Alimentos
Rutgers, Universidad de la Universidad de Nueva Jersey

lar y la temperatura del aire frío que se está usando. En la mayoría de las situaciones, la dimensión del producto será la distancia más pequeña de la superficie hasta el centro del producto. La dimensión del producto es la mitad (50%) de la dimensión principal de la pieza del producto, empaque o tarima. La dimensión principal es la distancia más pequeña medida a través del centro geométrico del producto, empaque o pallet.

2. Use la Región de Congelación de la Etapa 1 para determinar cuál gráfica dará el coeficiente de transferencia de calor superficial óptimo (h).

Región A

Debido a las dimensiones pequeñas del producto, cualquier proceso de congelamiento en esta región produce una distribución uniforme de los tamaños de cristales y los atributos de calidad deseables.

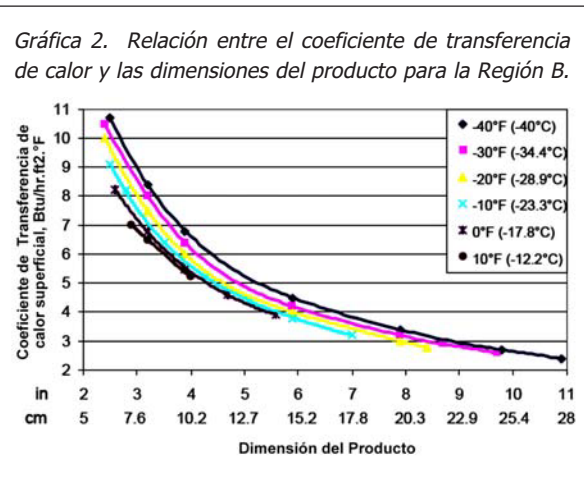
Región B

Utilice la gráfica 2 para seleccionar el coeficiente de transferencia de calor superficial adecuado para las dimensiones del producto dentro de esta región. Esta es una fase crítica en el congelamiento del producto que requiere de una atención especial para poder relacionar la temperatura del aire frío y el coeficiente de transferencia de calor superficial (o velocidad del aire).

Cuando use la gráfica 2, la longitud de cada línea que describen la relación entre el coeficiente de transferencia de calor superficial (h) y las dimensiones del producto, representan los límites de cada relación; la extrapolación fuera de estos límites no

se permite. Como se indicó previamente, la relación entre el coeficiente de transferencia de calor superficial y la temperatura del aire frío se debe evaluar cuidadosamente. La gráfica 2 indica que para una dimensión de un producto dado, los coeficientes más bajos (velocidades del aire) y las temperaturas de aire más altas proporcionan las condiciones de congelación deseadas.

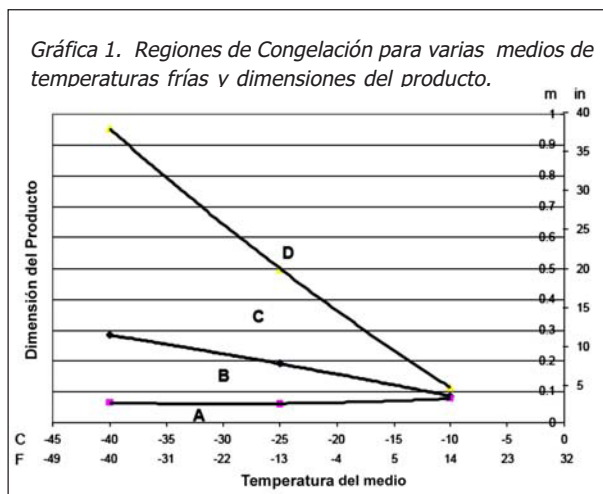
Región C



Generadores de Ozono

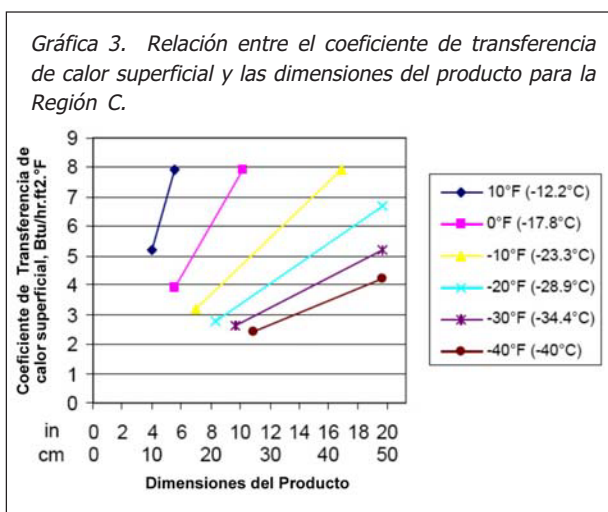
- Desde 250 hasta 1,200 miligramos por hora
- Led indicador de funcionamiento
- Indicador de entrada de aire seco
- Operación al vacío o con presión de aire seco
- Fabricado con materiales inertes al ozono

Tel. México: (55) 2474-8457
 Tel. Fábrica: (777) 380-0791
 Fax sin costo: 01800-202-3845
 e-mail: info@instapura.com.mx
 Subida a Chalma 2044, Lomas Tetela
 62158, Cuernavaca, Morelos, México
www.instapura.com.mx



Usar la gráfica 3 para seleccionar el coeficiente de transferencia de calor superficial (y la velocidad del aire) para diferentes dimensiones del producto en esta región. La relación entre el coeficiente de transferencia de calor superficial y la temperatura del aire frío sigue la tendencia pronosticada.

Como se indicó en la gráfica 2, la extrapolación fuera de los límites de estas líneas no se permite. Dentro de la Región C, la relación entre el coeficiente de transferencia de calor superficial (h) y la temperatura del aire frío es como se esperaba. El coeficiente de transferencia de calor superficial (velocidad del aire) disminuye al disminuir la temperatura del aire.



Región D

Para las dimensiones del producto en esta región, las dimensiones grandes y temperaturas de aire más altas previenen la influencia de los parámetros del proceso en la calidad del producto.

3. Conversión del Coeficiente de Transferencia de Calor superficial (h) a la velocidad del aire (u).

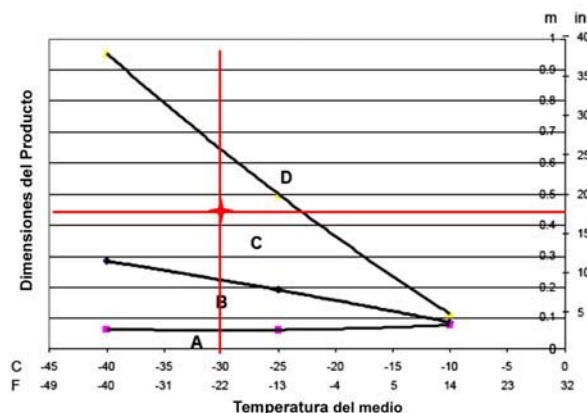
- ▣ Si h es mayor a 4.5 BTU/hr ft² °F (25.6 W/m² °K), entonces $u = 2h^{1.25}$
- ▣ Si h es menor a 4.5 BTU/hr ft² °F (25.6 W/m² °K), entonces $u = 4.76 (h - 1)$

Ejemplo 1.

Un alimento a congelar se apiló en empaque ajustado de 36 in (91 cm) de ancho y la temperatura del aire frío fue de -22°F (-30°C).

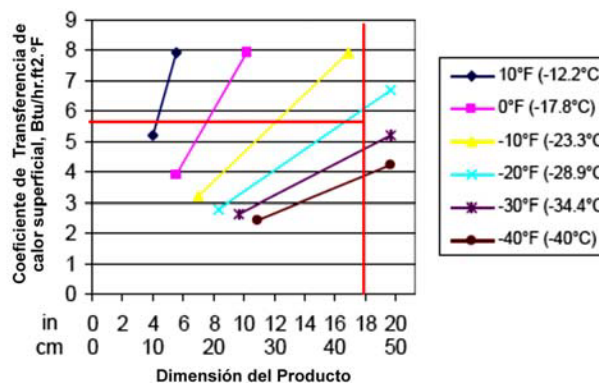
Paso 1. Encontrar la Región de Congelación

Debido a que el ancho del pallet es de 36 in (91 cm), las dimensiones del producto es de 18 in (46 cm). Usando la dimensión del producto y una temperatura de aire frío de -22°F (-30°C), la gráfica 1A indica que las condiciones están dentro de la Región C.



Paso 2. Encontrar el coeficiente de transferencia de calor superficial (h)

Para un producto con dimensión de 18 in (46 cm) y una temperatura media de -22°C (-30°C), la gráfica 3A indica que un coeficiente de transferencia de calor superficial (h) de aproximadamente 5.9 BTU/hr ft² °F proporcionará la calidad del producto congelado deseada.



Paso 3. Estimar la velocidad de aire requerida

La velocidad del aire (u) se estima usando la expresión de h mayor que 4.5: $u = 2(5.9)^{1.25} = 18.4$ ft/s

En resumen, el proceso de congelación deseado para un pallet de 36 in con temperatura de aire frío de -22°F se alcanza con una velocidad de aire de 18.4 ft/s o 1100 ft/min. En términos métricos, se logra una calidad óptima en el proceso para un

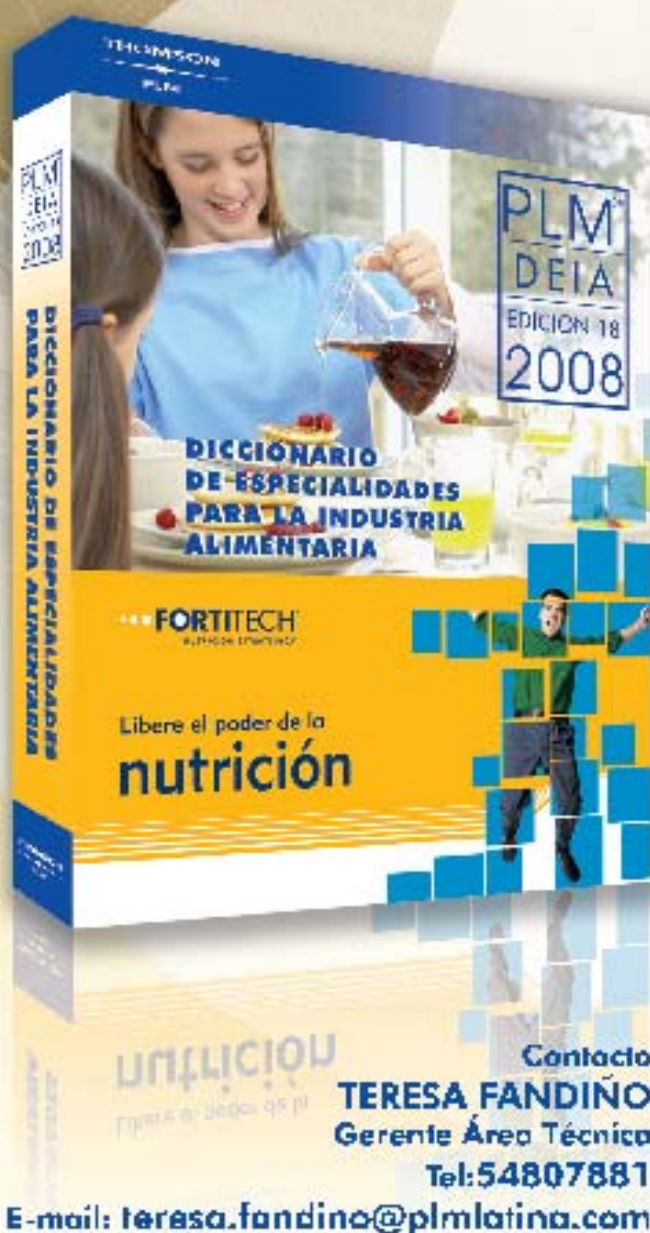
Para estar en **CONTACTO DIRECTO**
con sus **CLIENTES**
Anúnciense!!!

DICCIONARIO DE
ESPECIALIDADES
PARA LA
INDUSTRIA ALIMENTARIA



18 años

en el mercado
nos **AVALAN** como el medio
de consulta más utilizado
por los **PROFESIONALES**
de la **INDUSTRIA ALIMENTARIA**



Contacto
TERESA FANDIÑO
Gerente Área Técnica
Tel: 54807881

E-mail: teresa.fandino@plmlatina.com

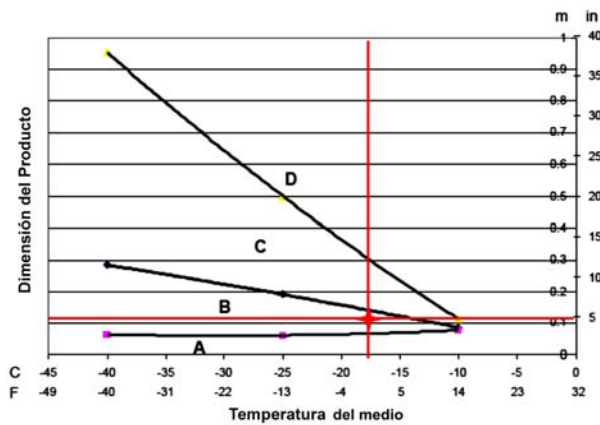
pallet de 91 cm con una temperatura de aire de -30°C y con una velocidad de aire de 5.6 m/s o 336.3 m/min.

Ejemplo 2

El producto a congelar tiene una dimensión primaria (distancia menor a través del centro geométrico) de 10 in (25.4 cm), y el producto se congela con una temperatura de aire de 0°F (-17.8°C).

Paso 1. Determine la Región de Congelación

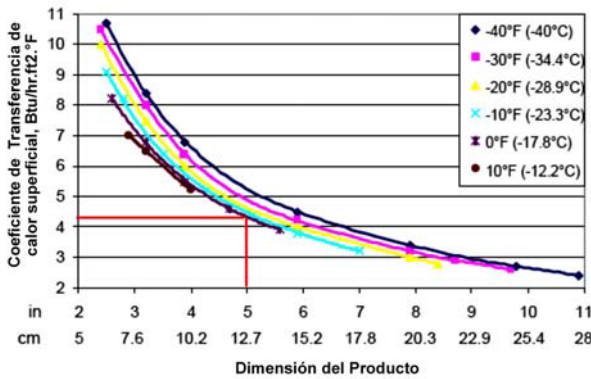
Usando la gráfica 1B con una dimensión de producto de 5 in (12.7 cm) y una temperatura de aire frío de 0°F (-17.8°C), el proceso de congelación está dentro de la Región B.



Paso 2. Encontrar el coeficiente de transferencia de calor superficial (h).

Utilizando la gráfica 2B y la dimensión del producto de 5 in (12.7 cm) con una temperatura de aire frío de 0°F (-17.8°C), el coeficiente de transferencia de calor superficial es de 4.3 BTU/hr ft²°F.

Paso 3. Estimar la velocidad de aire requerida.



Ya que h es menor a 4.5, entonces: $u = 4.76$ ($4.2 - 1$) = 15 ft/s

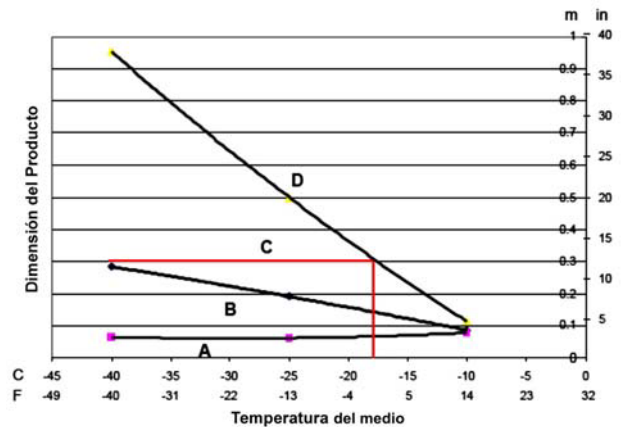
El proceso de congelación deseado para un producto con una dimensión de 10 in (25.4 cm) y con una temperatura de aire frío de 0°F (-17.8°C) se obtiene con una velocidad de aire de 15 ft/s o 900 ft/min (4.6 m/s ó 274 m/min).

Ejemplo 3.

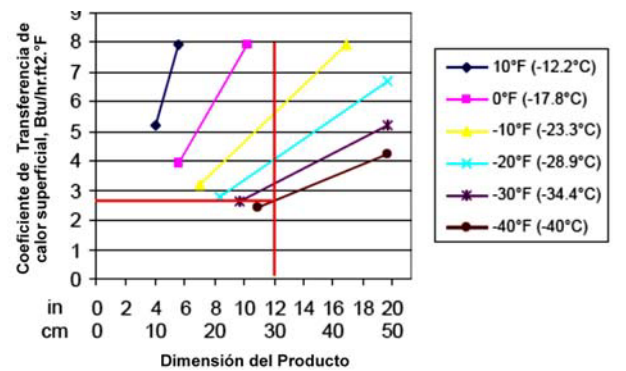
Seleccione la mejor combinación de temperatura de aire frío y velocidad de aire para obtener la calidad deseada de un producto congelado con una dimensión primaria de 24 in (61 cm).

Paso 1. Encontrar la región de congelación.

Usando la gráfica 1C con una dimensión de producto de 12 in (30.5 cm), la temperatura de aire frío debe ser por debajo de 0°F (-17.8°C) para que los parámetros del proceso tengan influencia en la calidad. «C» es la región de congelación.



Paso 2. Encuentre el coeficiente de transferencia de calor superficial (h).



Usando la gráfica 3C, se necesita un $h = 2.7$ BTU/hr ft^2 $^{\circ}F$ para una temperatura de aire frío de $-40^{\circ}F$ ($-40^{\circ}C$).

Paso 3. Estimar la velocidad de aire (u).

Usando la expresión para h menor a 4.5: $u = 4.76 (2.7 - 1) = 8$ ft/s

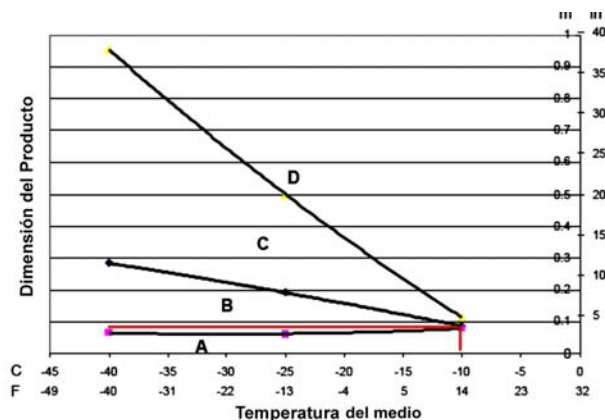
Se necesitará una velocidad de aire de aproximadamente 8 ft/s (2.4 m/s o 146 m/min). Note que al aumentar la velocidad de aire, la temperatura del aire frío puede aumentar y las cantidades se pueden cuantificar.

Ejemplo 4.

Determine la combinación óptima de temperatura de aire frío y velocidad del aire para un producto congelado de 6 in (15 cm) como dimensión primaria.

Paso 1. Determine la Región de Congelación.

Ya que la dimensión del producto es de 3 in / 7,6 cm), la gráfica 1D indica que la congelación está



dentro de la Región B, mientras que la temperatura del aire sea menor a $14^{\circ}F$ ($-10^{\circ}C$).

Paso 2. Encuentre el coeficiente de transferencia de calor superficial (h).

Usando la gráfica 2D, $h = 6.9$ BTU/hr ft^2 $^{\circ}F$ cuando la temperatura del aire frío es de $10^{\circ}F$ (-12 - $2^{\circ}C$).

DIRECTORIOS INDUSTRIALES

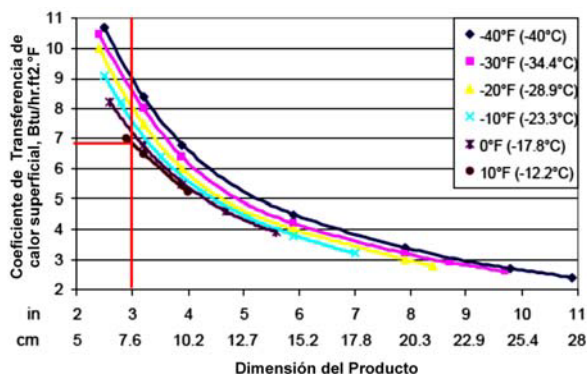
- PROVEEDORES INDUSTRIA ALIMENTARIA Desde 1984
- EMPACADORES Y FABRICANTES DE ALIMENTOS Desde 1984
- ELECTRICA ELECTRONICA ILUMINACION AUTOMATIZACION Desde 1983
- METAL-MECANICA Desde 2003
- TURISTICO DE MEXICO Desde 1988

directorio de la INDUSTRIA ALIMENTARIA

Desde 1984

- MATERIAS PRIMAS
- MAQUINARIA Y EQUIPO PARA EL PROCESO DE ALIMENTOS
- SUMINISTROS PARA ENVASE Y EMPAQUE
- SERVICIOS DE CONSULTORIA Y CONTROL DE CALIDAD
- EMPACADORES Y FABRICANTES DE ALIMENTOS

Calle 14 No. 45 Col. San Pedro de los Pinos 03800 México, D.F.
 Tels. 5516-0328, 5272-9669 Fax: 5515-1870
 www.dirind.com dir@dirind.com



Paso 3. Estimar la velocidad de aire (u)

Debido a que h es mayor a 4.5, la expresión es:
 $u = 0.2(6.9)^{1.25} = 22.4 \text{ ft/s}$

Se necesita una velocidad de aire de aproximadamente 22.4 ft/s o 1344 ft/min (6.8m/s o 410 m/min) si la temperatura de aire frío es de 10°F (-12.2°C). Es importante notar que la disminución de la temperatura de aire frío no mejora el proceso. Un aumento en la velocidad de aire no se compensa disminuyendo la temperatura de aire frío.

Resumen

El procedimiento anterior proporciona al fabricante de alimentos congelados las herramientas para seleccionar los parámetros que proporcionarán la calidad deseada de los alimentos congelados. Los parámetros del proceso pueden no ser los mismos a los que se proporcionan para un congelamiento en menor tiempo o mayor capacidad del sistema

de congelación. Finalmente, el fabricante debe seleccionar los parámetros que proporcionan el equilibrio más apropiado al sistema que se está usando y al producto a congelar.

Los procedimientos presentados permiten que el operador del sistema de congelación seleccione la velocidad de aire y temperatura de aire frío óptimos para utilizar durante la congelación del producto con una dimensión definida. La dimensión del producto está en función de la pieza del producto, si la pieza está expuesta directamente al aire frío durante el congelamiento.

Por otro lado, la dimensión del producto es función del tamaño del empaque durante el congelamiento o de las dimensiones del pallet cuando no hay un espacio adecuado entre los empaques apilados en pallets. Estos parámetros (velocidad de aire y temperatura de aire frío) asegurarán que la distribución más uniforme de los tamaños de cristales se cree dentro del producto durante el proceso de congelación.

En muchos alimentos congelados, una distribución uniforme de los tamaños de cristales de hielo permite una calidad global de los atributos en el alimento congelado.



Fuente:
 Optimizing the Food Freezing Process for Maximum Product Quality. World Food Logistics Organization USA. Septiembre 2003.

Traducción: I.A. Violeta Morales V.