



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DESARROLLO DE MATERIAS PRIMAS PARA
LOS ALIMENTOS QUE SE PREPARAN POR
MICROONDAS**

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

Q U E P R E S E N T A :

EDITH SILVA RODRIGUEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO



MEXICO, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
JUSTIFICACION.....	iii
OBJETIVOS.....	iv
I GENERALIDADES	
Surgimiento de la Tecnología de calentamiento con microondas.....	1
Surgimiento de los hornos de microondas.....	1
Mecanismos de Transferencia de calor.....	2
Conducción.....	2
Convección.....	3
Radiación.....	3
Transferencia de calor total.....	3
Calentamiento con microondas.....	4
Comportamiento de las microondas.....	4
Propiedades físicas y eléctricas.....	5
Aplicación de las microondas en la Industria de Alimentos.....	7
Temperado de Alimentos congelados.....	9
Descongelación.....	10
Deshidratación por congelación.....	11
Pasteurización y Esterilización.....	12
Liofilización.....	14
Aplicaciones de uso doméstico.....	14
Ventajas Desventajas de la preparación de alimentos por microondas.....	15
II MERCADO.....	18
Mercado de productos microhorneables.....	18
Productos listos para calentarse con microondas.....	19
Productos para microondas.....	23
Ingredientes y/o aditivos microhorneables.....	29
III INGREDIENTES.....	34
Ingredientes para alimentos que se preparan por microondas.....	34
El papel del sabor en los alimentos microhorneables....	35
Definición de sabor.....	35
Algunos factores que intervienen en el desarrollo de sabor en un calentamiento con microondas.....	36
Proceso de caramelización.....	37
Efecto de la temperatura.....	37
Importancia de la cocción del sabor con microondas....	38
Desarrollo de Ingredientes para microondas.....	39
Sabores.....	39
Sabores cárnicos.....	42
Sabor mantequilla.....	43

	Almidones.....	43
	Propiedades del almidón.....	44
	Características de los almidones modificados.....	45
	Modificaciones de los almidones.....	46
	Almidones imbibibles en frío.....	48
	Panificación y uso de almidones en alimentos microhorneables.....	49
	El papel del almidón en los alimentos microhorneables.....	51
	Grasas y Substitutos de grasa.....	56
	Substitutos de grasa con aplicación en alimentos microhorneables.....	58
	Otros substitutos de grasas.....	58
	Gomas.....	58
	Agentes de Dorado.....	59
IV	REGULACIONES.....	62
	Regulaciones respecto al uso de microondas en alimentos.....	62
	Requerimientos de la FDA.....	65
	Regulaciones de la FDA para los sistemas industriales de procesamiento con microondas.....	65
	Otras regulaciones.....	66
	Regulaciones europeas y canadienses.....	66
	Interés del consumidor respecto a la seguridad de alimentos.....	66
	ANEXO	
	Definiciones.....	68
	Aplicación (práctica) de ingredientes para microondas.....	70
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	74
	BIBLIOGRAFIA	75



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE: PROFR. FELIPE DE JESUS RODRIGUEZ PALACIOS
VOCAL: MARCO ANTONIO LEON FELIX
SECRETARIO: FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ
1er. SUPLENTE: MARIA VICTORIA COUTIÑO COVARRUBIAS
2do. SUPLENTE AGUSTIN REYO HERRERA

LUGAR EN DONDE SE EFECTUA LA INVESTIGACION
FAC. DE QUIMICA
INFOTEC
BANCOMEXT
FIRMENICH

ASESOR DEL TEMA

Q.F.B. MARCO ANTONIO LEON FELIX

ASESOR TECNICO

Q.F.B. SERGIO HERNANDEZ SANDOVAL

SUSTENTANTE

EDITH SILVA RODRIGUEZ

INTRODUCCION

En la industria de alimentos la tecnología ha formado parte importante en la conservación y transformación de los alimentos impidiendo el desarrollo de microorganismos, haciendo más lento el proceso de descomposición y logrando una mayor vida de anaquel.

Así, se han desarrollado métodos como la congelación, refrigeración y el enlatado de alimentos; métodos que además constituyeron la primera revolución de los llamados alimentos "de conveniencia", es decir, aquellos que facilitan al consumidor su preparación.

La pasteurización y la esterilización nos permiten tener productos confiables para el consumo, desde el punto de vista microbiológico.

Gracias a esta tecnología se pueden ofrecer al consumidor alimentos de una temporada específica en épocas diferentes a las de su producción, como por ejemplo mediante la preparación de conservas o por deshidratación.

Por otra parte, la nueva tecnología puede hacer posible un producto nuevo o crear una nueva oportunidad. Como ejemplo de lo anterior tenemos el horno de microondas, un aparato doméstico que se adapta bien al ritmo de vida actual al permitir la preparación de platillos de manera rápida. Cabe mencionar que la tecnología de microondas, así como la aplicación de nuevos empaques plásticos (barrier plastics) representan la segunda revolución de los alimentos de conveniencia.

La energía de microondas, desde su descubrimiento, ha tenido diversas aplicaciones, siendo la primera de ellas en el área de comunicaciones; posteriormente se vieron las posibilidades de emplearla en diferentes procesos de la tecnología de alimentos, así como en aplicaciones médicas.

Entre las principales aplicaciones de la energía de microondas en el área de los alimentos se cuenta con el temperado y descongelado de alimentos, el calentamiento de alimentos, procesos de esterilización, deshidratación y horneado entre otros.

A principios de los años 50's ya existían en el comercio de los Estados Unidos hornos de microondas los cuales se empleaban principalmente en cadenas de restaurantes. La función principal de esos hornos en esa época era prácticamente la de calentar alimentos.

Con la aparición de los hornos de microondas surgió el mercado de alimentos para ser preparados con microondas cuya introducción en el mercado inicial consistió en agregar en la etiqueta de determinados platillos la palabra "microhorneable". Lo anterior no fue suficiente para satisfacer el gusto del consumidor ya que para hacer microhorneable un alimento se requiere de contar con los ingredientes adecuados los cuales, si no existen en el mercado, actualmente pueden ser confeccionados gracias a la tecnología y los avances en el desarrollo de productos. De esta forma se ha podido llegar a desarrollar productos enfocados a diferentes segmentos de la población como serían los alimentos infantiles, para personas diabéticas, para aquellos que se preocupan por su figura, etc., llegándose incluso al desarrollo de productos preparados, listos para calentarse, para las personas que trabajan y no tienen suficiente tiempo para cocinar.

JUSTIFICACION

Existen ya varios trabajos publicados en relación al funcionamiento de la tecnología de microondas y su aplicación en el área de alimentos, aunque cabe recalcar que estas publicaciones han sido el resultado de investigaciones realizadas principalmente en el extranjero, en donde se han estudiado las tendencias del mercado de ingredientes como de productos alimenticios. En México ya se están llevando a cabo este tipo de investigaciones pero nuestro actual mercado se encuentra inundado tanto de hornos de microondas como de productos especialmente diseñados para ser preparados en estos aparatos.

La situación anterior presenta una buena oportunidad para los tecnólogos en alimentos para que tomen en cuenta estas tendencias y puedan competir en el mercado desarrollando productos que el consumidor demanda.

Este trabajo tiene por objeto presentar el desarrollo de productos y las modificaciones que se han hecho en ingredientes y aditivos para alimentos con el fin de poder ser aplicados exitosamente a los alimentos que se preparan en hornos de microondas domésticos.

OBJETIVO

PRESENTAR LAS MODIFICACIONES QUE SE HAN HECHO SOBRE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS PARA LOGRAR OBTENER ALIMENTOS PREPARADOS EN HORNOS DE MICROONDAS DOMESTICOS CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS ALIMENTOS PREPARADOS EN HORNOS CONVENCIONALES.

SURGIMIENTO DE LA TECNOLOGIA DE CALENTAMIENTO CON MICROONDAS.

En 1885 Heinrich Hertz, profesor de física en Karlsruhe, Alemania, comprobaba la hipótesis planteada por James Clerk Maxwell en 1873, en la que predecía matemáticamente la existencia de ondas de radio. Jacques Arsene d'Arsonval empleó el primer oscilador de alta frecuencia creado por Hertz para experimentar los efectos de alta frecuencia (50,000 - 1,500,000Hz) y bajo voltaje, aplicando corriente en animales. Al igual que Hertz, d'Arsonval notó que el único efecto era la producción de calor. Esto condujo a la primera aplicación de calentamiento de alta frecuencia en una terapia empleada en un hospital en París en 1895; el término empleado para ello era d'Arsonvalización, hasta que éste fue cambiado en 1920 por el de diatermia.

Fue hasta los principios de los años 1940's que se reconoció el potencial de la diatermia en el procesado de alimentos. Las microondas se usaron por primera vez en la Segunda Guerra Mundial cuando la Raython, pequeña compañía electrónica en las afueras de Boston, Massachusetts, empezó a producir magnetrones. Tal vez muchos pensaron en su aplicación para alimentos durante el desarrollo del magnetrón -pequeño transmisor básico para el radar- como generador de microondas, pero en esa época existían de momento otras prioridades. El magnetrón es un tubo al vacío que convierte la electricidad en microondas.

A principios de los años 40's se escribieron varios artículos y dos textos en los que se hablaba de los potenciales de aplicación de las microondas en la industria de alimentos, así como otras aplicaciones específicas como serían la destrucción de microorganismos, descongelado de alimentos, blanqueado de vegetales, tostado de café, etc. Todas las aplicaciones anteriores involucraban el empleo de energía de radio de baja frecuencia.

Surgimiento de los Hornos de Microondas.

El horno de microondas surge como resultado de la tecnología desarrollada para radar durante la Segunda Guerra Mundial. En 1946 se anuncia un nuevo instrumento para cocinar alimentos el cual involucra el uso de energía de alta frecuencia en la región de las microondas. Esta primera noticia apareció relacionada con un aparato hecho por la compañía General Electric en el cual se calentaban salchichas, sandwiches de queso o hamburguesas.

En 1947, la compañía Raython lanzó al mercado un horno de microondas, dos años después de que Percy Spencer, un investigador de dicha empresa, enfocara las microondas hacia unos granos de maíz al estar trabajando con el radar de microondas, idea que le surgió después de haber observado que se le había derretido un caramelo que llevaba en el bolsillo. Desde ese momento, la compañía pensó en desarrollar un aparato para cocinar con microondas (1). Este modelo tenía una unidad de horno relativamente pequeña para colocar el alimento.

Más tarde, en 1947, se hablaba del uso del "calentamiento con radar" en una gran cadena de restaurantes chinos en Boston, en donde lo empleaban para descongelar y calentar productos congelados que habían sido elaborados en una cocina central; dando así surgimiento a una de las más importantes aplicaciones de energía de radio frecuencia.

Fue hasta principios de los 60's que se vio una aplicación prácticamente continua para las ondas de radio ya que ante los problemas ocasionados por el alto costo de dichos aparatos se limitaba su uso a nivel doméstico, restringiéndolo sólo a restaurantes (2).

Cabe mencionar que la FDA, en la parte 1030 del Código de Regulaciones Federales (CFR) define un horno de microondas en los siguientes términos: "Horno de microondas es un aparato diseñado para calentar, cocinar o secar alimentos por medio de la aplicación de energía electromagnética a frecuencias asignadas por la Comisión Federal de Comunicaciones en las bandas normales de calentamiento ISM desde 890 megahertz a 6,000 megahertz. De acuerdo con la definición de esta norma, los "hornos de microondas" están limitados a aquellos fabricados para uso doméstico, en restaurantes, expendios de alimentos o establecimientos de servicio o en locales similares. ...".

MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

La información sobre transferencia de calor es probablemente más importante cuando se trata de procesos que implican el calentamiento de un alimento que de cualquier otro producto. La importancia de esto radica en varios factores, siendo el más importante la sensibilidad de los alimentos al calor. Cualquier proceso que involucre la transferencia de calor en alimentos debe tomar en cuenta que el alimento sólo tolerará una cierta cantidad de calor antes de que su calidad sufra un deterioro.

La transferencia de calor es la operación unitaria de mayor importancia en muchos procesos de alimentos; éste fenómeno se define como la transmisión de energía de una región a otra por medio de un gradiente de temperatura existente entre dos regiones

Existen tres mecanismos de transferencia de calor, conducción, convección y radiación. En muchos casos los tres métodos de calentamiento operan simultáneamente.

CONDUCCION.- Es la transferencia de calor entre moléculas adyacentes sin un desplazamiento apreciable de las partículas del cuerpo.

El concepto de conducción de calor depende de las propiedades básicas de los materiales sólidos y de la geometría que presentan. La expresión empleada para describir la conducción de calor depende de las coordenadas en que se quiera representar: cartesianas,

cilíndricas, o coordenadas esféricas. Así, la expresión que describe la distribución de temperatura que puede desarrollarse en un cuerpo debido a la conducción de calor se puede derivar utilizando un elemento volumétrico para un sistema de coordenadas Cartesianas (4).

CONVECCION.- Es la transferencia de calor de un punto a otro dentro de un fluido, gas o líquido, llevada a cabo por la mezcla de una porción de uno de los fluidos con el otro. El movimiento del fluido puede ser completamente el resultado de las diferencias de densidad resultantes a la vez de la diferencia de temperatura. Esto se conoce como convección natural. El movimiento también puede producirse por medios mecánicos como en la convección forzada.

Ya que la transferencia de calor por convección se debe a la acción mezcladora en el fluido, la velocidad de flujo de calor de una superficie al fluido dependerá de las propiedades de flujo de fluidos así como de las propiedades térmicas del fluido (4).

RADIACION.- Un cuerpo caliente libera calor en forma de energía radiante la cual es emitida en todas direcciones. Cuando esta energía choca con otro cuerpo, parte es reflejada y parte puede pasar sin cambio alguno a través del cuerpo, dependiendo de su grado de opacidad. El resto es absorbida y transformada cuantitativamente en calor excepto en donde se induzcan reacciones fotoquímicas o especiales.

Casi en todos los casos en donde el calor es transferido en el procesamiento de los alimentos, el calor fluye de dentro de algún medio a través de una pared sólida y sale para después entrar en otro medio.

El proceso completo se compone de un número de procesos más sencillos que pueden ser considerados individualmente (5).

TRANSFERENCIA DE CALOR TOTAL

Bajo la mayoría de las condiciones, la transferencia de calor desde una superficie a un fluido o de un fluido a otro ocurrirá en más de una forma de transferencia de calor. Para tomar en cuenta tales situaciones se emplea un coeficiente de transferencia de calor total que puede describirse en la siguiente expresión:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h} + \frac{L}{k}$$

En esta ecuación cada término del lado derecho representa la resistencia debida al modo particular de transferencia de calor involucrado y la suma (1/U) representa la resistencia total de la transferencia de calor (4).

CALENTAMIENTO CON MICROONDAS

En un calentamiento convencional por gas o por electricidad, primero es calentado el aire, consecuentemente las paredes del horno y finalmente el recipiente, el cual se calienta por conducción, a diferencia de la penetración y generación de calor con microondas de forma instantánea, que al entrar en contacto con el alimento interactúan con las moléculas polares y las hacen vibrar a la misma frecuencia de la onda, es decir, millones de veces por segundo, creando un efecto de fricción que resulta en calor; por su parte las moléculas no polares sufren una polarización inducida (6).

Comúnmente se comete el error de decir que las microondas cocinan el alimento de adentro hacia afuera. Lo cierto es que las microondas penetran el alimento: es decir, el cocimiento es de afuera hacia dentro al igual que en el método tradicional. A medida que las ondas penetran la comida, pierden la mitad de su energía por cada dos centímetros de alimento que penetran. La diferencia estriba en que el método de cocción por microondas se basa en la generación de calor húmedo y en la penetración de éste al alimento, mientras que el método convencional depende de la conducción de calor seco (7).

Comportamiento de las microondas.

El calentamiento por microondas es un calentamiento dieléctrico pero se refiere al calentamiento que toma lugar en un no conductor debido a los efectos de polarización a frecuencias entre 300 MHz y 300 GHz (longitudes de onda entre 1m y 1mm). De este modo las diferencias básicas entre el calentamiento capacitivo o no conductor y el de microondas se refieren en primer lugar a las frecuencias empleadas y en segundo lugar a la forma en que se lleva a cabo el calentamiento (en el calentamiento capacitivo el material es usualmente colocado entre electrodos mientras que en el calentamiento por microondas se utiliza una cavidad -compartimiento cerrado- o un horno (2).

Las microondas son una forma de energía electromagnética no ionizante generada por un tubo de magnetrón. La energía electromagnética viaja en ondas clasificadas por la velocidad o frecuencia o recurrencia de ciclos. Las frecuencias empleadas para cocinar y procesar alimentos se encuentran entre las asignadas por la Comisión Federal de Comunicaciones para usos industriales científicos y médicos (cuadro No.1) (8, 85).

Para el procesamiento de alimentos a nivel doméstico se utilizan magnetrones de 400 a 750 W, y de 5KW, que dispuestos en serie pueden alcanzar potencias de 100 KW, para hornos de uso industrial. A la fecha se han creado sistemas de calentamiento simples o combinados que además de las microondas utilizan gas o

electricidad para generar calor y en algunas ocasiones incluyen una unidad de convección para el aire caliente (6).

Frecuencias autorizadas, asignadas por la Comisión Federal de Comunicaciones para uso industrial, médico y científico:

Cuadro No. 1:

FRECUENCIA (MHz)	
13.56 ±	6.68 KHz
27.12 ±	160.00 KHz
40.68 ±	20.00 KHz
915.00 ±	25
2450.00 ±	50
5800.00 ±	75
24225.00 ±	125

(Decareau, 1985)

Algunos conceptos teóricos del calentamiento por microondas.

Las frecuencias de las microondas empleadas generalmente en el procesamiento industrial de los alimentos (915 y 2450 MHz) son el resultado de interacciones de los constituyentes químicos de los alimentos con un campo electromagnético. Estas interacciones conducen a una generación instantánea de calor dentro del producto debido a una "fricción molecular", primeramente por el rompimiento de enlaces débiles de hidrógeno asociados con la rotación dipolo de moléculas libres de agua y con la migración electroforética de sales libres en un campo eléctrico de polaridad rápidamente cambiante. Estos efectos están predominantemente relacionados a los constituyentes iónicos acuosos de los alimentos y sus constituyentes sólidos asociados (39).

Los constituyentes de los alimentos se clasifican generalmente por un análisis proximal como humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos y contenido de cenizas (2).

Propiedades Físicas y Eléctricas

Las microondas, como ya se mencionó anteriormente, se generan por un magnetrón -un aparato que convierte energía eléctrica a bajas frecuencias, p. ej. 60 ciclos/seg (Hertz - Hz)- en un campo electromagnético con centros de cargas positivas y negativas que cambian de dirección billones de veces cada segundo. La penetración y el calor generado por las microondas en los alimentos es casi instantáneo.

En contraste con los métodos convencionales de calentamiento,

estos transfieren energía térmica de la superficie de los productos hacia su centro diez a veinte veces más despacio que por microondas. Conforme las microondas penetran en el alimento, éstas interactúan con regiones de cargas positivas y negativas en moléculas de agua (dipolos eléctricos) que rotan las moléculas en el campo eléctrico por fuerzas de atracción y repulsión entre regiones del campo y de los dipolos. Esto resulta, como ya se había mencionado, en un rompimiento de enlaces de hidrógeno entre las moléculas vecinas de agua generando calor por "fricción molecular" (9).

A diferencia de la radiación ionizante, las microondas no tienen suficiente energía para ionizar átomos o moléculas (1). A este respecto, las microondas son comparables a la luz visible, ondas de infrarrojo y ondas de radio y televisión. La radiación ionizante como los rayos X y rayos gamma pueden causar cambios celulares y efectos que pueden ser acumulativos (8). Ya que las microondas no tienen la energía suficiente para romper enlaces químicos la posibilidad de formación de compuestos tóxicos o de producción de reacciones diferentes a las producidas por cualquier otro medio de calentamiento ha sido descartada.

Las propiedades dieléctricas de los alimentos se determinan primeramente por el contenido de humedad y de sal (30, 31). Generalmente, a mayores contenidos de sal y de humedad, más superficial será la penetración de las microondas y consecuentemente la velocidad de calentamiento en todo el producto será menor.

Por otra parte, productos de baja humedad se calientan de forma más uniforme debido a sus bajas capacidades de calor. El contenido de humedad y de la temperatura de un producto también afecta las velocidades de la transferencia de calor convencional (conducción interna y convección de superficie) las cuales se determinan por difusividad térmica (relación de conductividad térmica con la capacidad calorífica y la densidad).

También debemos mencionar que se puede perder el calor del producto hacia el horno de microondas como un resultado del enfriamiento superficial y la evaporación de humedad.

Debe recordarse que las propiedades eléctricas y físicas que afectan el calentamiento por microondas cambian dramáticamente a temperaturas bajo congelación (9, 31)

APLICACION DE LAS MICROONDAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS.

La industria de alimentos junto con la industria de equipo de microondas, desde finales de 1950 han tenido una ligera obsesión en el potencial de introducción del calentamiento por microondas en los procesos industriales de alimentos. Sin embargo el lento

desarrollo de la energía de microondas para aplicaciones industriales está históricamente relacionado a costos desfavorables de equipo y energía y a la falta de información básica en las propiedades eléctricas de los alimentos y sus relaciones con las características de calentamiento de los mismos. En términos de costos de energía, el procesamiento industrial de alimentos con microondas se ha hecho más atractivo económicamente en los últimos años debido al incremento de costos de otras fuentes de energía como son el gas, el petróleo y las fuentes de energía nuclear para generar energía eléctrica

De acuerdo a estudios realizados por Edgar (1986) los procesos de temperado y cocinado de carne con microondas tienen grandes ventajas debidas a costos favorables. Estos costos han sido evaluados bajo diferentes métodos de recuperación de efectivo. Las ventajas mencionadas se refieren a que la pérdida de producto es mínima, a un ahorro de energía y a la calidad del producto, entre otras (10, 9).

La aplicación de microondas en numerosos procesos de la industria de alimentos ha ido aumentando lentamente. Algunos de los procesos en que más participación ha tenido son el temperado y descongelado de carne y pescado, deshidratación de pastas, cebollas y botanas; pasteurización de yogurt y pan, escaldado de verduras y la liofilización de jugos de fruta, principalmente (6, 9).

El empleo de las microondas no es valioso únicamente para los procesadores de alimentos; estas pueden aplicarse como una forma sencilla de eliminar desechos infecciosos; por ejemplo: un sistema inventado en Alemania Occidental desinfecta los desperdicios con microondas. Después pueden ser manejados como basura normal. La aplicación médica más impresionante de las microondas ha sido en la destrucción de tumores cancerosos; en este proceso los médicos dirigen microondas de baja potencia hacia los tumores y elevan poco a poco la temperatura hasta 13 C o mas. Las microondas también pueden servir para una gama de aplicaciones industriales como por ejemplo para secar madera, o como en el caso de la empresa Lockheed que ya emplea las microondas para secar el material con que fabrica las tejas de cerámica ligera que protegen el traspbordador espacial contra el calentamiento al ingresar a la atmósfera (25, 38).

Las microondas han sido utilizadas tanto para el procesamiento como para el control de calidad de alimentos, aunque para los análisis por microondas el equipo requerido no es el mismo que se emplea en los hogares. Existen instrumentos de microondas para el análisis de humedad, proteínas y cenizas (23).

Horneado

El horneado convencional es un proceso de calentamiento en que ocurren muchas reacciones a diferentes velocidades. Entre ellas están las siguientes: 1) producción y expansión de gases; 2) coagulación de gluten y huevos, y gelatinización de almidón; 3) deshidratación parcial debido a la evaporación del agua; 4)

desarrollo de sabores; 5) cambios de color debido a reacciones tipo Maillard, entre leche, gluten y proteínas de huevo con azúcares reductores, y otros cambios de color de origen químico; 6) formación de corteza debido a la deshidratación superficial; y 7) oscurecimiento o coloración de la corteza debido a reacciones tipo Maillard y caramelización de los azúcares.

Las velocidades de estas diversas reacciones y el orden en que ocurren dependen en gran parte de la velocidad de la transmisión de calor a través de la masa. Si la corteza se forma antes de que se haya cocido el centro de la masa, debido al calor excesivo en la parte superior en relación con el de la parte inferior, o a un horno demasiado caliente, el centro del producto puede resultar húmedo, o bien el gas que escapa tardíamente puede agrietar la corteza. Independientemente de la distribución de temperatura en el horno, la velocidad de la transmisión de calor es afectada también por la naturaleza del molde utilizado.

No solamente influye el color o la brillantez del molde, también cuenta mucho la profundidad del mismo, pero además se debe de tener en cuenta la altura sobre el nivel del mar. De ahí que a una elevación de 1000 metros o más se deban corregir las formulaciones de los pasteles, disminuyendo principalmente la cantidad de agente leudante.

El uso de microondas en panificación (pan, pizzas, pasteles y galletas), ha tenido una gran aceptación a nivel industrial, a menudo combinado con un proceso convencional de horneado.

El horneado de pan, como otros procesos que involucran la transferencia de calor por conducción/convección se lleva a cabo con un consumo de energía elevado. El proceso de horneado de pan se ve limitado a la velocidad a la que el calor puede conducirse de la superficie del pan al interior. Aunque el proceso puede acelerarse un poco en un horno convencional empleando temperaturas ambiente más elevadas, esto se vería limitado por la temperatura a la cual la superficie empieza a dorarse en exceso. Esto daría como resultado un calentamiento excesivo como uno de los principales efectos negativos.

El proceso de panificación depende de dos pasos: El tiempo de preparación y el horneado de las hogazas. El proceso de preparación se ha visto acelerado con la aplicación de calor por microondas una vez que este proceso ha sido iniciado por un método convencional (11).

El horneado por microondas presenta, sin embargo, algunos problemas como la ausencia de costra dorada en la superficie del pan; otra dificultad sería el encontrar los moldes apropiados para la energía de las microondas, que sean baratos y fáciles de manejar. Pese a todos los problemas anteriores, actualmente existen formulaciones especiales para pasteles para prepararse en el horno de microondas, así como hornos que combinan las microondas con otro tipo de calentamiento como el de convección.

Temperado de alimentos congelados.

Es el proceso de elevar la temperatura de alimentos sólidamente congelados a una temperatura apenas debajo del punto de congelación del agua (-2 a -4 °C); este proceso es comunmente usado actualmente en sustitución del descongelado total. Para mejorar el proceso de temperado se presenta el diagrama de fases del agua en el cual se puede observar cómo se llevaría a cabo el descongelado convencional (diagrama 1) (92).

El temperado de alimentos congelados minimiza el crecimiento microbiológico y descomposición en las regiones cerca de la superficie ya que en el proceso convencional de descongelación estas regiones del producto permanecen a temperaturas arriba de 0°C por periodos prolongados. El temperado tiene las ventajas de que requiere un tiempo corto de tratamiento, no hay pérdida de peso o es mínima, se incrementa la retención de jugos y el grado de acidulado en la carne, el crecimiento bacteriano es reducido, hay flexibilidad en la producción, se requiere menor espacio (1/10 del requerido en las técnicas tradicionales), y se reduce la carga de trabajo (7, 9).

El proceso de temperado es la primera aplicación en la que la mayoría de la gente piensa cuando se habla de microondas. Desafortunadamente el calentamiento rápido de un producto les viene a la mente poco después. Este calentamiento rápido un producto "runaway heating", fue identificado en 1951 y más tarde fue retomado en 1960. Fue entonces cuando se vió que el descongelado total no podía llevarse a cabo ya que determinadas partes del producto se sobrecalentaban. Algunos estudios publicados más tarde hablaban de que los trozos de carne y los bloques de camarones congelados podían romperse después de una breve exposición a las microondas. Fue este descubrimiento lo que llevó al concepto de temperado.

• El problema de sobrecalentamiento (run-away heating) es un problema específico de microondas. Sucede especialmente en platillos congelados en los cuales un componente se tarda más en descongelarse y después calentarse que otro que esté en el siguiente compartimiento; esto provoca que en ocasiones al sacar el alimento del horno un componente (por ejemplo puré) esté más caliente que otro (como carne) (86).

El temperado de los alimentos congelados se lleva a cabo a 915 Mhz. El poder puede variar entre 40 y 120 kilowatts, aunque son factibles sistemas más altos .

Las frecuencias permitidas con las que se trabaja son 915 MHz y 2450 MHz. Sin embargo, en algunos países no está permitido el uso de estas frecuencias y no obstante consumen hornos fabricados en algún otro país pero las empresas comercializadoras resuelven este problema sin mucha dificultad. Cabe mencionar que ambas frecuencias pueden emplearse casi para cualquier proceso, excepto para el de temperado de alimentos congelados, en el que las

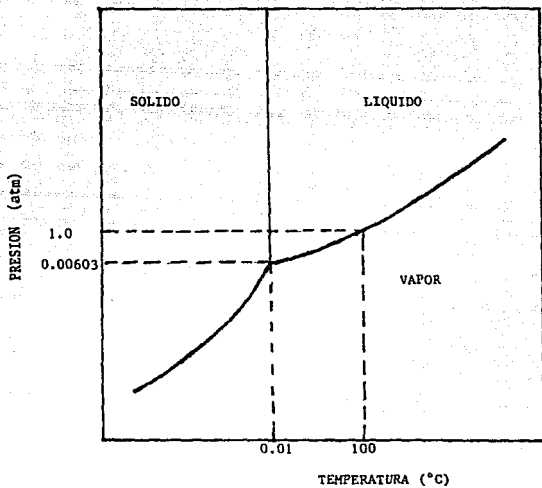


DIAGRAMA DE FASES PARA EL AGUA

características de calentamiento empleando 915 MHz son las que más favorecen al producto ya que tienen una mayor penetración que la frecuencia de 2450, con la cual el temperado tendría que hacerse quitando el empaque al producto. Debido a que al iniciar el proceso de temperado, la temperatura del producto tiende a aumentar antes de que el producto haya sido tratado, en los aparatos que manejan 2450 MHz únicamente, se tiene un sistema de circulación de aire frío para proteger la superficie evitando que la temperatura se eleve demasiado.

Por ejemplo, en el Reino Unido se emplean 896 MHz mientras que en otros países en donde no se han asignado las frecuencias de 896 y 915 MHz se emplean 2450 MHz. Aunque como en el caso de Francia, en donde no está autorizada la frecuencia de 915 MHz, se consumen hornos fabricados en Estados Unidos y por lo tanto sí trabajan a 915 MHz. En este caso, si pueden emplearse estos hornos siempre y cuando no se provoquen interferencias (1).

Comúnmente las unidades emplean un sistema de refrigeración para circular aire frío a la superficie del producto para prevenir el descongelado superficial mientras la temperatura interior se va elevando (12).

Descongelación

Para la descongelación son más apropiados los equipos de baja frecuencia, ya que permiten que la energía actúe sobre la superficie del producto a una profundidad superior a los veinte centímetros en comparación con equipos de alta frecuencia en los que sólo se logra penetrar el producto a diez centímetros. El uso de las ondas electromagnéticas tanto en la descongelación como en el calentamiento implica varias ventajas en comparación con las técnicas tradicionales: requiere de periodos cortos de descongelación o calentamiento, hay poca o casi nula pérdida de peso, no existe desarrollo microbiano ni se generan cambios de color. además, los equipos de microondas necesitan menor espacio para su instalación comparativamente con los equipos tradicionales

Para descongelar varios productos a la vez mediante microondas hay que tomar en cuenta que éstos deben ser similares en forma, tamaño y composición. Se debe tomar en cuenta el fenómeno de sobrecalentamiento el cual se refiere al calentamiento de la superficie del producto y su eventual cocimiento, mientras el centro aún no se ha empezado a descongelar y consecuentemente existe una pérdida de calidad del producto.

Deshidratación

Usualmente, la deshidratación no es un proceso que se lleve a cabo exclusivamente con calentamiento dieléctrico, se aplica generalmente en combinación con técnicas tradicionales como puede ser la deshidratación por corriente forzada.

La deshidratación por microondas, así como por los métodos convencionales, es causada por la diferencia de la presión de vapor entre las regiones interior y superficial la cual favorece la transferencia de humedad. Este proceso es más efectivo en productos con un contenido de humedad menor al 20%.

El secado por microondas se emplea también para condimentos, pasta de tomate, arroz silvestre, botanas y piezas de tocino. Existen diversos mecanismos de los procesos de secado con microondas y convencional ya que las microondas son capaces de penetrar alimentos sólidos secos para alcanzar una humedad inevaporable (7, 9).

Entre los procesos recientes con gran potencial de desarrollo comercial se encuentran el deshidratado por congelación al vacío, extracción de grasas, dorado, pasteurizado y esterilización (9).

La literatura ha reportado diversos procesos de secado de alimentos con microondas aunque estas técnicas no hayan sido llevadas a cabo a nivel industrial en todos los casos (14).

Deshidratación por congelación

El deshidratado por congelación (freeze drying) es un proceso que implica secar un producto a partir de un estado de congelación por lo que primero se tiene que congelar el producto; enseguida se reduce la presión y se aplica calor de tal forma que la evaporación de agua se lleve a cabo a una temperatura más baja que la del punto de ebullición. El líquido evaporado se sublima y tiene que ser condensado y eliminado de alguna forma para evitar un aumento en la presión del sistema. El proceso convencional de deshidratación por congelación es lento; en éste el producto se coloca en unas gavetas que pueden ser calentadas por algún medio tal vez eléctrico. Inicialmente, la humedad sublimada de la superficie eleva la temperatura la cual empieza a disminuir conforme se va formando una capa de material seco la cual se convierte en un aislante por lo cual se tiene que aumentar la temperatura nuevamente para lograr que el calor llegue más adentro del producto. Solamente se puede elevar la temperatura hasta el grado que no se afecte la calidad del alimento, como sería quemarlo, lo cual lo hace un proceso muy lento que puede llevarse de 24 a 48 horas (dependiendo del volumen del producto; en este caso se supone la deshidratación de un trozo de carne de 60 lb.).

En el caso de deshidratación por congelación aplicando microondas, el producto se coloca en una cámara en la que se pueda reducir la presión. La cámara debe estar diseñada de tal forma que contenga una fuente de microondas. Estas microondas siguen la capa de hielo por dentro provocando la sublimación del hielo aún en la capa más profunda, de tal forma que la superficie siempre está congelada hasta que toda el agua se haya eliminado. Consecuentemente, el tiempo de secado se reduce considerablemente, aproximadamente el proceso se realiza en una cuarta parte del tiempo que toma el proceso convencional.

La ventaja con las microondas es definitivamente la rapidez del proceso, sin embargo, al aplicar microondas al proceso de deshidratación por congelación, se debe tener un buen control al reducir la presión en la cámara, ya que a los niveles a los que se reduce dicha presión no hay suficiente cantidad de material absorbente presente, lo cual puede provocar que los gases residuales se ionicen creando una "corona" y estos efectos adversos pueden afectar al alimento en cuestión (1).

Pasteurización y esterilización

La aplicación de la energía de radio frecuencia para pasteurizar y esterilizar alimentos se ha venido estudiando aproximadamente por 40 años. Se ha planteado el que la energía a frecuencias de las microondas no afecta enlaces químicos. Por otra parte, esta claro que los alimentos se calientan cuando son expuestos a temperaturas de radio frecuencias y pueden ser esterilizadas y pasteurizadas con este calor.

-Pasteurización:

La pasteurización es un proceso de calentamiento de los alimentos a temperaturas por debajo de 100 C con lo cual se trata de destruir a todos los microorganismos peligrosos para la salud; también se puede decir que es un tratamiento térmico que destruye parte de los microorganismos que pueden causar la descomposición del alimento o que interfieren con una fermentación deseada del mismo (93).

El proceso de pasteurización por microondas se ha aplicado para la producción de yogurt y leche (2). A pesar de que se ha llevado a cabo esta pasteurización, los estudios realizados en 1988 por el equipo del Depto. de Ciencia de Alimentos y el Instituto de Investigación en Alimentos de la Universidad de Wisconsin sugieren que para que este proceso sea factible se debe tomar en cuenta que debido al calor no homogéneo de las microondas se deben cuidar los siguientes parámetros si se quiere llevar a cabo la pasteurización con un horno de microondas doméstico: volumen y temperatura de la leche, temperatura mínima después del calentamiento y posible composición de la leche ya que algunos consumidores descreman la leche cruda (13).

También se ha llevado a cabo con gran éxito en la pasteurización de pastas (tortellini, ravioles), pizzas, pan rebanado, productos horneables, salchichas, etc.; aunque cabe mencionar que se ha desarrollado tecnología complementaria para estos productos (se ha hecho desarrollo de formulaciones, empaques,

métodos de tratamiento, etc.).

En el proceso, el producto es calentado a temperaturas mayores a 75°C por pocos minutos: consecuentemente se detiene la acción de la flora bacteriana termolábil (levaduras, mohos, etc.) y la de bacterias patógenas (Staphilococcus, salmonella, E. coli, etc.). Al final de la operación el producto presenta:

- bajo contenido bacteriano
- es higiénicamente seguro
- tiene buena estabilidad durante un tiempo, de acuerdo con sus características fisicoquímicas y a la temperatura de almacenamiento.

Después de la pasteurización el producto es completamente enfriado. Comparando con los sistemas convencionales que emplean aire caliente y vapor, el proceso por microondas presenta varias ventajas (26).

De acuerdo a los estudios realizados por el grupo de Toxicología del Departamento de Salud Pública del Estado de California, E.U.A., cuyos objetivos eran: Determinar y comparar la eficiencia del horno de microondas y el cocinador lento en la destrucción de bacterias, incluyendo patógenos, contra los hornos convencionales y así detectar el daño potencial a la salud por alimentos manipulados y cocinados de forma impropia por los 3 métodos" se concluyó, entre otras cosas, que el cocinado con microondas es suficiente para lograr que los daños que puedan ocasionarse por alimentos con un contenido bacteriano mínimo no lleguen a ser perjudiciales (27).

-Esterilización:

La esterilización se define como cualquier proceso, químico o físico, que destruya todos los organismos vivos.

El objetivo del proceso de esterilización es producir una condición de "esterilidad comercial" de los alimentos enlatados. "Esterilidad comercial" de los alimentos significa la condición adquirida por la aplicación de calor la cual nos da un alimento libre de formas viables de microorganismos de importancia para la salud pública, así como cualquier microorganismo que no sea de importancia para la salud pública pero que sea capaz de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de no-refrigeración de almacenamiento y distribución. Los procesos industrialmente recomendados no están diseñados para matar todos los microorganismos en los alimentos enlatados, es decir, los alimentos enlatados con comercialmente estériles pero no biológicamente estériles (93).

El proceso de esterilización convencional emplea la retorta (93). Las principales ventajas de la esterilización con microondas

contra el proceso de retorta son: se tiene un tratamiento térmico de alta temperatura/corto tiempo para conservar el sabor, la textura y otras propiedades organolépticas del alimento (incluyendo pastas "al dente").

Respecto a la esterilización con microondas, cabe mencionar que la empresa P&T Foods, N.V. en Bélgica es la pionera en cuanto a lo relacionado con la vida de anaquel de los alimentos ya que tiene una planta que es la primera en el mundo en donde se esterilizan alimentos preparados entre los cuales se cuenta la producción de pasta (28).

Liofilización.- Es un método de secado en el cual se aplica congelación seguida de sublimación para obtener un producto seco. Este proceso cobró gran interés durante la Segunda Guerra Mundial, especialmente para el ejército quien lo aplicó en jugo de naranja.

El uso de energía electromagnética en este proceso proporciona el calor de sublimación exactamente donde se necesita, en la interfase hielo-capa seca, sin efectos adversos en ella.

Aplicaciones de uso doméstico

El uso de las microondas en el área doméstica ha tenido un gran auge como solución a los problemas que ocasiona un ritmo de vida tan vertiginoso en las grandes ciudades. La necesidad de ambos miembros de la pareja de trabajar, la situación de las personas que viven solas, que trabajan y se ven obligadas a preparar sus alimentos en pequeñas cantidades son un ejemplo para buscar soluciones prácticas para la preparación de comida en el hogar.

Como una solución práctica a los problemas anteriores, algunas personas recurren a los hornos de microondas para los cuales la industria de alimentos ha venido desarrollando una serie de productos de "conveniencia" o listos para preparar que ya se encuentran en el mercado, aunque en nuestro país por ser productos de importación tengan un precio elevado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PREPARACION DE ALIMENTOS POR MICROONDAS.

Ventajas

Las principales ventajas del calentamiento por microondas para el procesamiento de los alimentos son:

- **Velocidad:** Para la mayoría de los alimentos el calentamiento se puede llevar a cabo en un cuarto del tiempo, o menos, del que se requiere por los métodos de calentamiento convencionales. Al disminuir los tiempos de cocción se minimizan las pérdidas de algunas vitaminas hidrosolubles como la vitamina C. Por ejemplo, las frutas y las verduras se cocinan con muy poco o nada de agua, lo que permite que las vitaminas hidrosolubles permanezcan en el alimento en lugar de migrar al líquido de cocción, como ocurre cuando se hierven en agua.

- **Uniformidad de calentamiento:** Puesto que las microondas calientan internamente, la distribución de la temperatura puede ser más uniforme y se puede evitar el sobrecalentamiento de la superficie.

- **Menor consumo de energía:** Los hornos domésticos de microondas pueden consumir más o menos energía que en un calentamiento eléctrico convencional o de gas, dependiendo de la cantidad, tipo y forma del alimento a calentar.

- **Conservación del espacio de preparación.**

- **Se reducen los requerimientos de mano de obra para la obtención del producto final (41).**

Otras aplicaciones

Las microondas no sólo pueden emplearse para descongelar, secar y hornear: también se han empleado para control microbiano, inactivación de enzimas y control de plagas entre otras (15).

Calentamiento selectivo

Las microondas se acoplan en los materiales que más absorben energía. Esto puede conducir a una mayor eficiencia de calentamiento pero también puede causar perfiles poco comunes de calentamiento. Incluso puede traerle problemas a quien desarrolle los productos.

Desventajas

La diferencia entre los procesos de calentamiento tradicional y con energía de microondas trae como consecuencia patrones de calentamiento diferentes. Los alimentos congelados presentan problemas únicos de calentamiento debidos a la marcada diferencia de propiedades de penetración y absorción de microondas entre el agua, el hielo y soluciones acuosas como por ejemplo salmuera (16).

Las microondas penetran más en el hielo que en el agua; sin embargo la velocidad de absorción de las microondas es más alta para el agua que para el hielo y los efectos de la absorción de microondas son mayores que los de penetración. Debido a ésto, áreas que se descongelan en una masa sólida absorben más energía que las áreas descongeladas y se sobrecocinan mientras que las áreas congeladas se mantienen a bajas temperaturas (undercook) (9). Es por ésto que el temperado se lleva a cabo de una mejor forma si se aplica una frecuencia de 915 MHz o a 896 MHz como en Francia.

Consecuentemente, muchos productos tradicionales no pueden ser preparados adecuadamente en un horno de microondas para dar características finales de un producto aceptable; tal es el caso de los productos de panificación que no se doran ni quedan crujientes. La diferencia es provocada por el aire frío dentro del horno de microondas comparado con un horno convencional y por los efectos de enfriamiento debidos a la evaporación de humedad en la superficie de los alimentos cocinados por microondas (9). A este respecto, el Dr. Robert Decareu nos explicó lo siguiente: En un horno de microondas se pueden alcanzar temperaturas de combustión, como sería el punto de ignición del papel, pero en el caso de las reacciones de caramelización requeridas para dorar un alimento durante el horneado lo que se busca es que esta reacción de oscurecimiento o dorado se lleve a cabo solamente en la superficie del producto, no se quiere quemar ni incinerar. El problema se encuentra en que cuando tenemos un producto calentándose o cocinándose en el horno de microondas, el horno se encuentra a temperatura ambiente, no ha sido precalentado. Conforme el alimento se cocina, la operación ocurre en la superficie del mismo y provoca una caída de temperatura de tal forma que la temperatura en la superficie en ese momento será menor que la temperatura interna. Esto es lo que sucede y es la razón por la cual no se alcanza una temperatura adecuada para dar el dorado necesario para hacer un producto más apetitoso. En un ciclo de cocción largo, como por ejemplo la cocción de carne por el método convencional, uno tiene el tiempo y la temperatura necesarias para lograr un dorado en la superficie (1).

Otra consecuencia es que el producto escurre la humedad drenada, ocasionando áreas húmedas, muy frecuentes en la parte inferior del alimento, comparada con la versión crujiente o tostada en el alimento entero, versión a la que la mayoría de la gente está acostumbrada (16).

Como alternativa se ha planteado emplear la combinación de los dos métodos: Dorar primero el alimento ya sea en un horno convencional o en una sartén y después terminar su cocimiento en el horno de microondas.

Existen unos aditamentos especiales para dorar alimentos en el horno de microondas, aunque se ha dicho que pueden ser peligrosos pues desprenden sustancias tóxicas que pueden ser cancerígenas (7).

El dorado de los alimentos en el horno de microondas ha tenido avances en cuanto a las alternativas ya mencionadas; sin embargo entre las dos alternativas más socorridas se encuentran los elementos para dorado superficial y unas combinaciones de tostador-horno de microondas con elementos calentadores en la parte superior y en el fondo del horno. La combinación de calentamiento por microondas y convencional ha logrado el dorado completo (17).

Aunque la velocidad es el factor más atractivo del calentamiento por microondas, ésta puede ser un arma de dos filos, ya que es posible calentar alimentos muy rápido. El cocinado, horneado y otros procesos de alimentos son sistemas fisicoquímicos complejos que requieren de un estímulo (input) de calor para iniciar y acelerar reacciones. Estas reacciones deben ocurrir en orden y bajo las condiciones adecuadas de tiempo y temperatura para que suceda el ablandamiento necesario.

En cuanto a la retención de nutrientes, se ha dicho, y así lo reporta la FDA, que la retención de las vitaminas se incrementa debido a que el tiempo de cocimiento se reduce; aunque esta retención varía en función del tiempo de calentamiento, tipo de producto, temperatura interna y poder de energía del horno. Sin embargo, existen reportes de estudios en los cuales se sugiere que la retención de nutrientes en el procesamiento por microondas no es mucho mayor que en el cocinado convencional (9).

Respecto a supervivencia de microorganismos, de los resultados obtenidos de los estudios realizados por el departamento de Ciencias e Industria de la Universidad de Kansas, E.U.A., mencionan lo siguiente: a) el calentamiento de los alimentos con microondas es mas "dependiente del alimento"; b) el tiempo de tratamiento con microondas recomendado por el fabricante para algunos alimentos, muchas veces no destruye altos contenidos de bacterias; c) el uso de microondas en combinación con otro tipo de calentamiento da mejores resultados en cuanto a un calentamiento mas uniforme del producto y una mayor destrucción de bacterias; d) el calor generado por las microondas es capaz de matar los microorganismos propios de cada alimento siempre y cuando el tamaño y tipo de alimento estén perfectamente relacionados con el tiempo de exposición; e) las microondas ejercen diferentes efectos letales en especies individuales de bacterias; y f) no se ha establecido la cuestión de tratamiento térmico de las microondas contra el no térmico (18).

MERCADO

MERCADO DE PRODUCTOS MICROHORNEABLES

Podemos dividir los alimentos microhorneables en dos grupos:

A.- productos diseñados especialmente para cocinarse en hornos de microondas

B.- productos ya preparados, listos para calentarse en hornos de microondas.

En el mercado de productos alimenticios, los productos para calentar en hornos de microondas son los más abundantes; se habla de que en Estados Unidos cerca del 92% de los productos de conveniencia/microondas son los que solamente se calientan en estos hornos.

El desarrollo de productos de cocción en microondas ha ido creciendo tanto en países como Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña, otros países europeos, y Japón, entre otros; aunque tal vez no se llegue a comparar con el desarrollo y con el consumo que tienen los productos "listos para calentarse".

Por otra parte, el desarrollo de productos de cocción en microondas requiere del empleo de ingredientes y aditivos que puedan ayudar a desarrollar, en el producto, las características esperadas por el consumidor, así como de reformular algunos productos para diversificar el mercado. Además, si consideramos la situación actual que vive el país, frente a los preparativos para enfrentar un tratado de libre comercio con los Estados Unidos y Canadá, siguiendo con el optimismo presentado por algunos empresarios en el área de aditivos para alimentos, podemos decir que las compañías extranjeras de aditivos que decidan introducir sus productos a México no representarán gran competencia para los aditivos nacionales, ya que el mercado de éstos son las grandes industrias mexicanas que en el proveedor nacional encuentran ventajas inasequibles a las industrias transnacionales (66); ésto representa grandes posibilidades para la industria mexicana de alimentos, especialmente para los fabricantes de aditivos ya que podrían aprovechar la oportunidad y convertirse en proveedores de aditivos para productos microhorneables los cuales tienen su principal mercado en países como Estados Unidos. De hecho, grandes empresas de alimentos en los Estados Unidos, entre ellas Dean Foods, ven en México muchas oportunidades, especialmente si los Estados Unidos firman el Acuerdo de Libre Comercio (67).

Hace un par de años se decía que el mercado nacional productor de alimentos y bebidas se encontraba en reducción ya que el costo del riesgo de introducción de nuevos productos es

alto y que las grandes compañías introducen en el mercado aquellas innovaciones que ya han sido experimentadas por las pequeñas empresas. Sin embargo, si se toman en cuenta los nichos de mercado con alto crecimiento como lo son los productos con edulcorantes artificiales, sustitutos de grasas, ingredientes y saborizantes de aplicación específica en hornos de microondas, aditivos que reflejan la calidad de "frescura" y producto con "valor agregado" (68, 69), tal vez valga la pena arriesgarse.

Como ya se ha tratado en el capítulo de ingredientes, podemos ver que son cada vez más los ingredientes y aditivos que se están diseñando para elaborar productos microhorneables. En este caso se encuentran los almidones, gomas, saborizantes, colorantes y sustitutos de grasa. Respecto a los saborizantes, por la forma en que los hornos de microondas cocinan o calientan alimentos precocidos, permiten mayor área de desarrollo para los saborizantes, tomando en cuenta la necesidad de que éstos desprendan aromas con relación al tiempo de calentamiento del microondas.

Entre los productos de cocción en microondas existentes en el mercado nacional, solamente se tienen las palomitas de maíz, chicharrones de cerdo y algunos pasteles.

PRODUCTOS LISTOS PARA CALENTARSE CON MICROONDAS

Entre las empresas a nivel internacional que han desarrollado productos de conveniencia para calentarse en microondas se encuentran las siguientes:

Geo A. Hormel & Co., quien ha introducido los productos TOP SHELF (carnes preparadas). En su desarrollo combina nuevas tecnologías en empaque y procesado. El secreto de estas carnes se encuentra en el proceso de pre-dorado, precocido y en la adición de un sabor azado, elementos que juntos le dan al producto las características deseadas de sabor, sensación y apariencia de azado en el exterior. Esta empresa, junto con American Can Co. introdujo un nuevo empaque para alimentos: una lata diseñada para introducirse en el horno de microondas.

ConAgra Consumer Frozen Foods Co. introdujo el producto HOT BITES consistente en nuggets de pollo. En su desarrollo la empresa se concentró en desarrollar nuggets de pollo de un tamaño y forma uniforme para asegurarse de la correcta penetración de las microondas. La uniformidad de estos parámetros es más importante en estos productos -forma, tamaño y estabilidad-, es más crítica en alimentos para microondas de lo que lo es para los de preparación convencional. Un factor que afecta mucho el tostado (crispiness) del producto es la atmósfera de humedad que se crea alrededor.

Ember Brands lanzó al mercado TONIGHTS'S CHOICE consistente en una cena completa. En ésta se combinan tecnologías que permiten un cocinado instantáneo (flash), empackado rápido, congelado instantáneo y entrega distribución rápida al supermercado. Tiene el propósito de comercializarse para ser consumido el mismo día.

Campbell Soup Co., empresa que creó el Instituto de Microondas Campbell (CMI) dedicado a cultivar/educar al consumidor en el uso del horno de microondas. El CMI para lograr su objetivo trabaja estandarizando las instrucciones de calentamiento de los productos Campbell's en los hornos de microondas; para ésto trabaja en conjunto con los fabricantes de hornos para alcanzar la estandarización entre los hornos y rediseñando cada producto para que se pueda preparar en un horno de microondas. Cabe mencionar que en 1989 esta empresa fue líder en el mercado de microondas con productos para desayuno SWANSON GREAT START BREAKFASTS (waffles, y desayunos con panqués y huevos) (68, 71, 72).

Ore Ida tiene el producto FRENCH-FRIED POTATO PRODUCTS. Respecto a su desarrollo, el Dr. Harvey, investigador, dice que éste difiere en el de los alimentos convencionales en 3 áreas clave: 1) requerimientos de empackado, 2) control de humedad y 3) formulación. Los productos necesitan ser formulados específicamente para el horno de microondas; ésto puede incluir el ajustar los niveles de uso de varios ingredientes -por ejemplo sal y aceite- para disminuir el efecto de endurecimiento de las microondas en la superficie del producto.

Peerless Confection Co. introdujo al mercado un caramelo llamado MICROWAVABLE PEANUT BRITTLE.

The Johnston Company cuenta con el producto HOT SCOOP, primer sundae para microondas. La forma de procesarlo es lo que marcó su desarrollo. No contiene aditivos que lo hagan microhorneable (104).

Golden Valley Microwaves Foods, Inc., ha lanzado al mercado la serie de productos ACT II consistentes en palomitas de maíz y panqués (hot cakes, waffles, pan francés).

Pilgrim's Pride ha desarrollado varias presentaciones de pollo, dos de las cuales (patties y nuggets) están empanizadas y contienen un elemento para dorar en cada caja.

Beatrice Hunt-Wesson, bajo el nombre de HUNTS MINUTE GOURMET presentó un nuevo concepto ya que coloca 1lb de carne fresca en una bolsa microhorneable en la cual esta carne es sazonada y cocinada en una salsa gourmet por un par de minutos

Hidden Valley con sus productos HIDDEN VALLEY MICROWAVE ENTREES consistentes en diferentes preparaciones de sopas de pasta, aprovecha la tecnología de las microondas. En ellas, además de simplemente descongelar y recalentar, Hidden Valley aplica una especie de vaporizador ya que el consumidor debe agregar agua -para lo cual incluyen una taza desechable en el paquete- obteniendo un producto de vegetales crujientes, pasta "al dente" y carne en apetitosas salsas de diferentes sabores (73).

Bringer's (División de General Mills) tiene servicio de entrega a domicilio de alimentos preparados con microondas; dicha preparación se lleva a cabo en camionetas equipadas. Entre los productos con los que cuenta se encuentran entremeses, sopas, ensaladas, bebidas, sandwiches y especiales familiares.

Armour Food Ingredientes Co., Springfiel, KY ofrece un par de bases para emplearse en formulaciones microhorneables. Se llaman Bases Mejoradas para Microondas (Microwave Improved Bases). Estas mejoran el comportamiento en el horno de microondas de productos de panificación como los panes para hamburguesas, baguettes, palitos de pan, tortillas para pizza, panqués, muffins y rollos dulces. El punto clave consiste en reducir la migración de humedad que contribuye a la textura remojada (soggy). Las bases son el BRB-30 y BRB-40. El BRB-30: se hace con suero dulce de leche y el BRB-40 es un producto no lácteo. Cada una de estas bases está diseñada para agregarse a fórmulas en proporciones de 5-25% en peso de la harina. La adición de agua en las proporciones adecuadas es fundamental para el calentamiento óptimo (96).

Zerega's Sons, Inc. Fair Lawn, NJ produce pasta para cocinado en microondas.

Kato Worldwide Ltd produce sabores estables a las microondas.

David Michael & Co., Ltd. tiene una línea de sabores que pueden ser empleados para solucionar los problemas de sabor sobrecalentado asociados con alimentos microhorneables.

Mercado de alimentos preparados: pizzas

Una mercado rápidamente creciente en el área de alimentos preparados es el que tienen las pizzas congeladas, sobre todo en el mercado Europeo. Tan sólo en Francia representa un 50% del mercado de alimentos preparados, aproximadamente 34,000 tons. En Alemania las ventas de pizza son de 67,818 tons y en Gran Bretaña son de aprox. 25,000 tons. En Estados Unidos,

las ventas de pizzas congeladas ascendió a \$1.2 billones de dólares.

Este negocio es aún pequeño porque sin el uso de susceptores la tortilla de la pizza no adquiere la consistencia requerida para satisfacer al consumidor.

Aloro Foods, Inc. de Toronto, Canadá ofrece pizzas congeladas incluyendo pizzas microhorneables que no requieren del uso de susceptores.

Otras marcas de pizzas "saludables" son Ellio's de McCain y Healthy Choice de Con Agra en primer lugar; les siguen Pappalo de Pillsbury e Eating Right de Kraft (96).

En México, la apertura de las fronteras ha permitido la introducción de varios alimentos de conveniencia entre los que se encuentran los destinados a ser calentados o cocinados con microondas. Los productos microhorneables que se encuentran en el mercado son norteamericanos. Las empresas norteamericanas que tienen productos en el mercado nacional son: Golden Valley, General Mills, The Pillsbury Company, Tony's Pizza Service, entre otras.

Actualmente, se han encontrado tres empresas nacionales que hayan desarrollado e introducido productos diseñados especialmente para cocinarse en hornos de microondas, estas empresas son: LANCE, S.A. DE C.V. (del Grupo Gamesa), PRODUCTOS ALFI, S.A. DE C.V. y PELCER, S.A. Por otra parte la empresa ARANCIA COMERCIAL tiene entre sus productos un almidón resistente al tratamiento con microondas.

A continuación se anexan unas tablas en las que se presentan los productos microhorneables que se encontraron en supermercados capitalinos, así como una tabla de ingredientes y/o aditivos que han sido lanzados al mercado internacional y que tienen aplicación en productos microhorneables:

PRODUCTOS PARA MICROONDAS

PRODUCTO	MARCA/FABRICANTE	INGREDIENTES	PRECIO/CONTENIDO (pesos M.N.)
Papas a la francesa	ACT II French Fries GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	papas, aceite de soya parcialmente hidrogenado, almidón de papa, estearoil lactilato de sodio, dextrosa. sobre de sal: sal, fosfato tricálcico	\$5,465.00 (88g)
Hot cakes	ACT II HOT CAKES GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	agua, harina blanqueada y enriquecida (niacina, hierro, mononitrato de tiamina, riboflavina), jarabe de maíz, margarina, azúcar, dextrosa, aceite vegetal parcial- mente hidrogenado (de soya o semilla de algodón), crema de leche, polvo para -- hornear, sal, fosfato de sodio y alumi- nio, saborizante natural y artificial, claras de huevo, yemas, fosfato monocál- cico	\$5,350.00 (133g)
Maíz palomero	DELIPOP (mantequilla) PRODUCTOS ALFI, S.A. DE C.V.	maíz palomero, manteca vegetal comestible, sal yodada, saborizante y colorante ar- tificial	(95g)
Maíz palomero	PILLSBURY MICROWAVE POPCORN THE PILLSBURY COMPANY	maíz palomero, aceite vegetal comestible, sal, saborizante y colorante artificiales	\$2,600.00 (99g)
Maíz palomero "lite" (50% menos grasa)	ACT II Lite Microwave Popcorn Golden Valley Microwave Foods, Inc.	maíz palomero, aceite vegetal parcialmen- te hidrogenado (aceite de semilla de algo- dón y/o soya), sal	\$2,650.00 (99g)

PRODUCTO	MARCA/FABRICANTE	INGREDIENTES	PRECIO/CONTENIDO (pesos M.N.)
Maíz palomero	ACT II MICROWAVE POPCORN GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	maíz palomero, aceite vegetal parcialmente hidrogenada (aceite de semilla de algodón y/o soya), sal	\$2,650.00 (39g)
Maíz palomero	NEWMAN'S OWN MICROWAVE POPCORN	maíz palomero, aceite de soya parcialmente hidrogenada, saborizantes naturales, sal y extracto de annatto (para color).	\$10,300.00 (298g) -3 pqtas.-
Sopa de pasta con queso cheddar	MINUTE GENERAL FOODS, USA	pasta de codito enriquecida, quesos azul y cheddar (leche, cultivos lácteos, sal y enzimas), almidón modificado de maíz, suero, crema de leche, sal, maltodextrina de maíz), mono y diglicéridos, leche en polvo desengrasada, ácido láctico, color annatto	\$5,100.00 (63g)
"pizza pockets" (empanadas)	ACT II PIZZA POCKETS GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	harina de trigo enriquecida (niacina, hierro, mononitrato de tiamina, riboflavina), agua, queso mozzarella parcialmente desengrasado, pepperoni (carne de puerco y res, sal, agua, dextrosa, especias, ácido láctico iniciador del cultivo, nitrato de sodio, BHA, BHT, ácido cítrico adicionado para proteger el sabor), pasta de tomate, grasa vegetal parcialmente hidrogenada (aceite de canola y/o semilla de algodón), harina de trigo entero, jarabe de maíz, hongos, aceitunas, almidón modificado, levadura, sal, espe-	\$5,800.00 (142g)

PRODUCTO

MARCA/FABRICANTE

INGREDIENTES

PRECIO/CONTENIDO
(pesos M.N.)

Pizza

TONY'S MICROWAVE PIZZA
TONY'S PIZZA SERVICE

cias (con benzoato de sodio y sorbato de potasio para retardar la descomposición), azúcar, acondicionadores de la masa (estearoil lactilato de sodio con propionato de calcio, almidón de trigo, bromato de potasio), extractos de especias, saborizante Romano, cebolla, saborizante artificial de levadura, ácido acético, ácido málico, ajo en polvo, saborizante de aceite de ajo, carragenina, harina de soya, polvo de remolacha, dextrosa, maltodextrina, paprika y ácido cítrico

Cubierta: tomate, queso, mezcla para cubrir pizza, chorizo, agua, proteína vegetal texturizada, pepperoni, pimientos verdes y rojos, fécula modificada, cebolla, azúcar, sal, maltodextrina, especias, ácido cítrico, ajo, carragenina, polvo de remolacha, queso parmesano deshidratado, sabores naturales, ajo en polvo, cebolla en polvo, apio en polvo, oleoresina de paprika
Pasta: harina enriquecida, agua, grasa, levadura, aceite de soya, azúcar, sal, acondicionador para masa.

\$17,200.00 (256g)

PRODUCTO	MARCA/FABRICANTE	INGREDIENTES	PRECIO/CONTENIDO (pesos M.N.)
Harina preparada para pastel	BETTY CROCKER Micro Rave DEVIL'S FOOD CAKE MIX GENERAL MILLS, INC.	Harina: azúcar, harina blanqueada enriquecida (harina de trigo, harina de cobada malteada, niacina, hierro, mononitrato de tiamina (vit. B1), riboflavina (Vit. B2), grasa vegetal (aceite de soya parcialmente hidrogenado y aceite de semilla de algodón), dextrosa, cocoa procesada con álcali, levadura (bicarbonato de sodio, fosfato monocalcico), fécula de maíz modificada, fécula de trigo, celulosa en polvo, propilenglicol, sal, goma celulosa Cubierta: azúcar, margarina (aceite de soya o de semilla de algodón parcialmente hidrogenado, agua, caseinato de sodio, vitamina A (palmitato), cocoa procesada con álcali, jarabe de maíz, fécula de trigo, mono y diglicéridos, sal, sabores naturales y artificiales, pirofosfato ácido de sodio, ácido cítrico, estearato de sodio, sorbato de potasio y TBHQ	\$7,600.00 (219g)
Harina preparada para pasteles	SORPRESA LANCE, S.A. DE C.V.	harina de trigo, azúcar, mantoca vegetal comestible, cocoa, almidón de maíz, suero de leche, leudantes, saborizante artificial, emulsificante, 0.08% propionato de sodio como conservador, colorante artificial y 0.01% de antioxidante	\$5,800.00 (250g)

PRODUCTO	MARCA/FABRICANTE	INGREDIENTES	PRECIO/CONTENIDO (pesos M.N.)
Harina preparada para pastel	PILLSBURY MICROWAVE SNAC CAKES THE PILLSBURY COMPANY	<p>Batún: azúcar, manteca vegetal comestible jarabe de maíz, cocoa, sal, ácido - cítrico, conservador (polisorbato 60, sorbato de potasio), pectina, lecitina y saborizante</p> <p>Pastel: azúcar, harina, dextrosa, cocoa, aceite vegetal comestible, manteca vegetal comestible, silicoaluminato de sodio, bicarbonato de sodio, saborizante artificial, sal, fosfato monocalcico, goma vegetal, emulsificante y fosfato de aluminio y sodio</p>	\$8,600.00 (306g)
Harina preparada para brownies	*ESTEE DOUBLE DUTCH BROWNIE MIX* THE ESTEE CORPORATION	fructosa, harina de trigo, polidextrosa, mono y diglicéridos, celulosa, cocoa, dióxido de silicio (agente antipastoso), sabor artificial, bicarbonato de potasio, aderezo de xantato	\$12,000.00 (241g)
Pan a la francesa	ACT II FRENCH TOAST GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	harina, leche, azúcar, agua, manteca vegetal, jarabe de maíz, huevo, canela, mantequilla, dextrosa, sal, miel, huevos y colorante artificial	\$19,360.00 (454g) -6 piezas-
Waffles	ACT II BELGIAN WAFFLES GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	leche desnatada, harina, huevo, aceite vegetal, harina de arroz, azúcar, sal y saborizantes naturales y artificiales	\$19,360.00 (260g) -4 piezas-

PRODUCTO	MARCA/FABRICANTE	INGREDIENTES	PRECIO/CONTENIDO (pesos M.N.)
Hot cakes ligeros	ACT II LITE PANCAKES GOLDEN VALLEY MICROWAVE FOODS, INC.	harina, agua, leche, dextrosa, azúcar, huevo, aceite vegetal y sal	\$19,360.00 (454g) -12 piezas-
Sopa de letras con carne	CHEF BOYARDEE HOME FOODS, INC.	tomates, agua, carne, pastas enriquecidas, jarabe de maíz con fructosa, sal, almidones comestibles modificados, harina de soya, enzimas de queso modificado, cebolla, glutamato monosódico, proteínas vegetales hidrolizadas, resina de aceite de paprika y saborizantes	\$6,300.00 (212g)
Chicharrón de cerdo	Pelcerico's PELCER, S.A.	Cuero de cerdo, sal yodada y 0.005% de antioxidante (BHA)	49.5g

INGREDIENTES Y/O ADITIVOS MICROHORNEABLES

Entre los ingredientes y/o aditivos diseñados especialmente con aplicación en microondas se encuentran en el mercado internacional los siguientes:

PRODUCTO	EMPRESA	VARIEDAD/APLICACION
Sabores	Bush Boake Allen	chocolate
	Hercules, Inc.	pasteles
	Felton Worldwide, Inc.	postres
	Firminch (42)	cárnicos: pollo asado, pavo, carne de res horneada, asada y ahumada, puerco, jamón, tocino.
	Fries & Fries (59)	pastelería: vainilla, mantequilla, chocolate cárnicos: jugos de carne, consomés, puerco, jamón, tocino, mariscos, vegetales.
	Chr. Hansen's Corp.	mantequilla natural
	Givaudan	mantequilla
	F&C International	mantequilla y queso
	The Edlong Corp.	mantequilla y queso
	Felton Worldwide, Inc.	sabores étnicos
	Haarman & Reimer Corp.	queso
	Crompton & Knowles Ingredient Tech. Div.	sabores de reacción
	Food Materials Corp. (89)	palomitas y pasteles
Provista Corporation (90)	potenciadores de sabor	

PRODUCTO	EMPRESA	VARIEDAD/APLICACION
Ingredientes deshidratados por congelación	Oregon Freeze Dry, Inc.	huevos, consomés, pollo, vegetales y queso
Frutas y vegetales	National Starch Chemical Corp.	frutas
Gomas	Kelco (62)	goma xantana
	Sanofi Bio Ingredients	goma xantana
Almidones	National Starch Chemical Corp.	almidones modificados
Agentes de dorado	Pfizer Specialty Chemicals (81)	"MicroPlus" browning agents
	Jan V Wine Foods, Inc.	"Microwave Browning Sauce"
	E-Z Pour Corporation	"Natural Browner"
	Micro-Shake Foods Inc. (88)	Micro-Shake
	General Mills, Inc.	susceptor para empaque
Sustitutos de Grasas	The Simplesse Company (95)	"Simplesse"
	Pfizer (102)	"Polidextrosa"
	A. E. Staley Manuf. Co.	"Sta-Slim 143"
	American Maize Products Co.	"Amalean II"

PRODUCTO	EMPRESA	VARIEDAD/APLICACION
Sustitutos de Grasas	Arco Chemical	Glicerol propoxilado esterificado (EPG)
	Hercules	"Slendid"
Cubiertas para empanizar	T & G Associates (104)	"Special Breading Crumbs"
	Lucas Ingredients (105)	coberturas microhorneables

PENETRACION DE HORNOS DE MICROONDAS EN EL MERCADO MEXICANO

Para darnos una idea más completa de la importancia que toma el desarrollo de productos especialmente diseñados para su aplicación en microondas, se han tomado algunos datos de importación de hornos de microondas y de penetración en el mercado de los mismos.

(Ver tabla de datos de penetración)

Los datos presentados nos indican que Monterrey tiene un total mayor al resto de los estados estudiados, lo cual se debe a que es un estado fronterizo y por lo tanto la introducción de este tipo de aparatos se da de una manera más fácil por la influencia que ejerce la cercanía con los Estados Unidos.

Por otra parte, se puede decir que dentro del mercado de aparatos electrodomésticos, el de los hornos de microondas es de los más interesantes en cuanto a perspectivas de crecimiento, así como el de los alimentos congelados (76).

A continuación se presentan las estadísticas de importación de los hornos de microondas realizadas de 1988 a octubre de 1991.

(Ver estadísticas de importación)

En dichas gráficas se puede observar que el principal proveedor de hornos de microondas es Estados Unidos. Por otra parte, el mayor volumen de hornos se alcanzó en 1989, alcanzando un volumen de 3,255,270 kg de hornos. Tomando en cuenta un peso estimado de entre 10 y 15 kg/horno, tenemos que el número aproximado de piezas en ese año llegó a ser de aproximadamente 300,000 hornos.

TENDENCIAS

Tomando en cuenta uno de los principales países consumidores de productos microhorneables, en base a un estudio realizado por FIND/SVP, se prevé que la venta de este tipo de productos en Estados Unidos de un salto de \$2.5 billones de dólares en 1989 a \$3.9 billones de dólares en 1994.

Un punto importante en el desarrollo de productos es la importancia del desarrollo de productos de conveniencia para niños, ya que de acuerdo a un perfil de mercado realizado por el Instituto Americano de Productos Congelados, el 62% de los

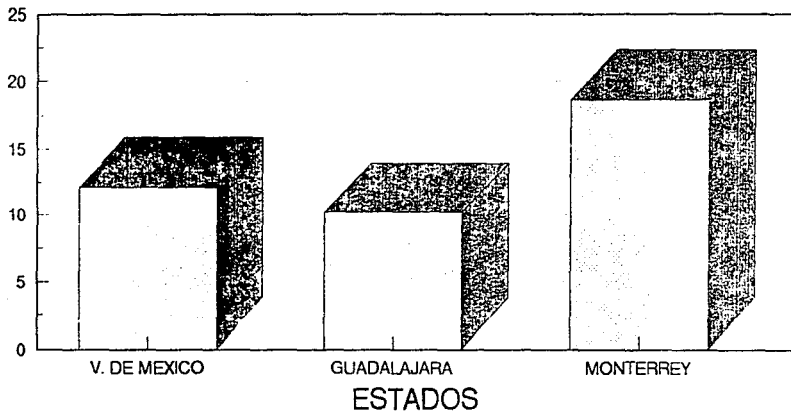
niños en Estados Unidos de hasta 13 años se cocinan su propia comida (67).

Los empaques son otro aspecto importante en el desarrollo de productos de conveniencia estables (shelf-stable). Estos van a ayudar al producto a conseguir la estabilidad que se busca (cuando no se trata de productos congelados) y permiten la transmisión de calor adecuada requerida en el horno de microondas.

HORNOS DE MICROONDAS PENETRACION EN EL MERCADO

MEXICO 1991

PORCENTAJE



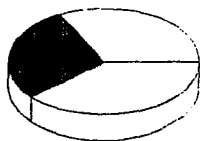
□ V. DE MEXICO ■ GUADALAJARA □ MONTERREY

TOTAL EN %

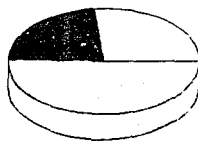
HORNOS DE MICROONDAS

PENETRACION EN EL MERCADO

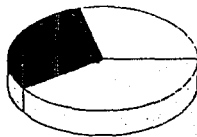
POR NIVEL SOCIOECONOMICO



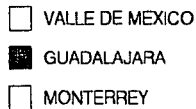
NIVEL S.E. ALTO



NIVEL S.E. MEDIO



NIVEL S.E. BAJO



**PENETRACION DE HORNOS DE MICROONDAS
MERCADO INTERNACIONAL**

<u>PAIS</u>	<u>PORCENTAJE</u>
AUSTRIA	24
DINAMARCA	128
FINLANDIA	60
PAISES BAJOS	20
SUECIA	40
SUIZA	20
GRAN BRETAÑA	51

Quick Frozen Foods International, 1991.

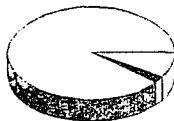
SECOFI -DGPCE

IMPORTACIONES DE HORNOS DE MICROONDAS

1988 - 1991



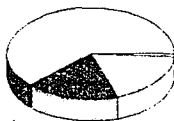
TOT. 2,742,427
1988



TOT. 3,255,270
1989



TOT. 2,048,785
1990



TOT. 1,675,720
1991

- E.U.A.
- OTROS
- C.PAC.
- C.E.E.

VOL. TOTAL EN KG

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
 SUBSECRETARIA DE COMERCIO EXTERIOR
 DIRECCION GENERAL DE POLITICA DE COMERCIO EXTERIOR
 IMPORTACION DEFINITIVA FRACCION-PAIS Y VALOR EL DOLARES)

01/02/92

1 (6500) = Meses de diciembre.

PAIS	ENE_DIC89		ENE_DIC89		ENE_DIC90		ENE_DIC91	
	VAL	VOL	VAL	VOL	VAL	VOL	VAL	VOL
ALEMANIA, REPUBLICA FEDERAL DE	895	77	1,287	770	1,915	10	0	0
ARMAS, ISLAS	0	0	476	61	0	0	0	0
..ICE	3,995	765	857	36	0	0	0	0
BRAZIL	1,624	200	0	0	0	0	826	30
CANADA	2,717	1,340	963	390	3,811	360	75,542	890
..SEA DEL NORTE	1,998,772	435,387	16,167	2,941	261	68	2,250,735	218,706
..SEA DEL SUR	133,602	13,151	1,564,439	304,373	1,628,159	292,461	245,722	46,717
COSTA RICA	0	0	0	0	0	0	777	9
..ILE	0	0	0	0	0	0	588	100
..INA NACIONALISTA (TAIWAN)	685	240	2,606	409	52,379	10,281	157,700	14,251
BENIN (ANTES DAHOMEY)	0	0	194,796	34,167	0	0	0	0
BOLIVIA	246	180	0	0	0	0	0	0
..PAGA (EXCLUYE CAMARIAS, ISLA	0	0	0	0	0	0	333	303
L. JADOS UNIDOS	9,616,815	2,138,793	7,961,089	2,871,894	8,815,514	1,428,979	8,911,150	1,113,979
ETIOPIA	447	60	0	0	16,890	4,187	0	0
..UNCIA	493	38	60,484	7,159	602,720	62,323	177,290	8,702
..SAMI	516	75	42,496	5,153	0	0	0	0
GUATEMALA	66	8	0	0	0	0	41	1
..LONDRA	0	0	0	0	0	0	5,418	30
..IS KONG	7,606	6,840	4,392	1,934	17	1	668	49
..SIA (EXCLUYE CACHERINA, JAWA	87	70	0	0	0	0	0	0
ITALIA	0	0	60	40	10,898	110	1,870	6
..PON	17,176	1,417	490	85	934,678	132,080	2,184,444	188,272
..L. ASTA (EXCLUYE LETUAN, ISLA)	0	0	0	0	0	0	3,467	266
PAISES BAJOS (INCLUIR HOLANDA)	81	30	0	0	0	0	0	0
..JAWA	841,573	130,951	0	0	804,392	111,407	426,501	40,757
..ERTO RICO	0	0	0	0	0	0	249	1
..REPUBLICA DOMINICANA	0	0	0	0	0	0	183	17
..OSAPUR	0	0	0	0	0	0	2,143	366
..M DEL CANAL DE PANAMA	74,850	11,817	119,530	19,516	42,727	5,706	0	0
..LINA POPULAR (PERU)	0	0	0	0	0	0	78,034	14,781
..NO DECLARADOS	9,624	1,071	43,140	4,876	7,876	767	917	112
TOTAL	12,719,253	2,742,427	10,012,237	3,255,270	12,919,647	2,048,735	14,537,880	1,475,720

INGREDIENTES

La energía de microondas se ha aplicado al calentamiento de alimentos desde los años 50's, época en que esta energía fue aplicada en un proceso de secado de papas en rebanadas, el cual ya no opera en la actualidad pero sirvió como ejemplo para el desarrollo de otros procesos que incluían sistemas para freido de pollo, tocino, salchichas; temperado de productos congelados como carne, pescado, mantequilla y freido de donas entre otros. Actualmente existen más de 200 sistemas en operación para estos procesos.

En la mayoría de los sistemas anteriormente descritos, la materia prima inicial es la misma que la empleada en los procesos convencionales. Sin embargo en varios procesos para la preparación de alimentos microhorneables ha sido necesario realizar grandes cambios en los materiales iniciales para asegurar procesos exitosos al aplicar la energía de microondas. Para la realización de estos cambios se ha requerido de mucho esfuerzo de investigación como por ejemplo en el área de panificación para desarrollar un sistema de masa capaz de soportar el calentamiento especial con microondas.

INGREDIENTES PARA ALIMENTOS QUE SE PREPARAN POR MICROONDAS.

Han sido relativamente pocos los productos desarrollados específicamente para preparación en hornos de microondas y por lo tanto se comportarán menos que óptimamente cuando se procesen convencionalmente (16).

No todos los alimentos que se preparan por microondas han sido completamente aceptados en los hogares a los que han llegado; ésto se debe a que por una parte no desarrollan un dorado o un sabor esperado. Ya se han hecho algunos avances en cuanto a desarrollar el dorado y tostado de alimentos microhorneables.

Como ejemplo de estos desarrollos se tienen los estudios realizados en el Departamento de Toxicología Ambiental de la Universidad de Davis, California. En esta investigación se estudiaron los efectos de algunos electrolitos en las reacciones de caramelización y producción de compuestos químicos del sabor durante la irradiación con microondas. Los electrolitos estudiados fueron los más comunmente usados tales como el cloruro de sodio, el cloruro de calcio, el sulfato de sodio y el cloruro ferroso (33).

Se sabe que los electrolitos/sales cambian las propiedades dieléctricas de una solución y las sales así disociadas, como por ejemplo el cloruro de sodio, exhiben una propiedad dieléctrica más alta que las sales asociadas. Como resultado del estudio anterior, se observó que entre los electrolitos con aniones cloruro, el cloruro de sodio promueve el mayor grado de oscurecimiento, seguido por el cloruro de calcio y el cloruro ferroso. Esto se explica en base a la diferencia en el tamaño y carga de los cationes mencionados arriba. Entre los electrolitos con cationes sodio, el sulfato de sodio mostró un menor aumento en la intensidad de oscurecimiento que el cloruro de sodio. Esto se debe a que el sulfato de sodio contiene el doble de iones sodio comparado con el cloruro de sodio a la misma concentración. La concentración de los diferentes electrolitos es un factor importante en la determinación de la intensidad de oscurecimiento durante la irradiación con microondas. En el experimento se pudo especular que el máximo grado de oscurecimiento observado pudo deberse a dos factores competitivos: polarización iónica y a la inmovilización de agua. En concentraciones mayores al máximo grado de oscurecimiento, la inmovilización de agua por los cationes en las soluciones puede ser el factor dominante para reducir el oscurecimiento.

En cuanto al desarrollo del sabor, se observó que había un aumento de compuestos volátiles cuando se añadían electrolitos.

No se ha entendido bien la inhibición química o promoción del mecanismo de estos electrolitos. En caso de la irradiación por microondas, las propiedades dieléctricas de las soluciones, tales como tamaño y carga de los iones y el grado de disociación de los electrolitos pueden causar un aumento total (overall) en el grado de oscurecimiento y generación de compuestos volátiles (33).

El papel del sabor en los alimentos microhorneables.

A pesar de que el cocinado con microondas difiere fundamentalmente de los métodos convencionales, el consumidor pide el sabor y apariencia tradicionales de los alimentos (34).

Definición de Sabor:

Para lograr una mejor comprensión, se presenta una definición de lo que es un sabor: Esta palabra se refiere en su sentido general como la percepción total del gusto y el aroma; los factores del gusto se sienten en la boca y el aroma en la nariz. El gusto de los alimentos está principalmente limitado a 5 componentes (dulce, agrio, salado, amargo y umami) aunque la sensaciones de calor y frío pueden considerarse como gustos.

Umami: se define como el sabor común a carne, pescado, algunos vegetales, hongos y queso; más ampliamente se define como un tipo de sabor (taste quality) representado típicamente por

glutamatos y nucleótidos-5'. La nota a marisco se ha empleado en Japón para potenciar el sabor de un alimento. En 1909 Ikeda identificó por primera vez al glutamato como portador de este sabor (35).

El gusto de un alimento cambia relativamente poco durante el cocimiento. Mucho más complicado es el aroma el cual está compuesto por muchos químicos aromáticos; éstos son substancialmente cambiados por el proceso de cocción. Ya que el sabor de un alimento cocinado depende del proceso de cocción, la calidad del producto final también es diferente (34).

La Sociedad de Químicos Saboristas de los Estados Unidos se refiere al sabor como: "La sensación causada por aquellas propiedades de cualquier sustancia que es introducida en la boca y que estimulan uno o ambos de los sentidos del gusto y el olfato y/o también los receptores de dolor, táctiles y de temperatura localizados en la boca" (36).

El sabor es creado por químicos aromáticos que son biosintetizados durante el proceso metabólico normal en plantas y animales y el cual puede después ser modificado por cocinado o procesado subsecuente.

De acuerdo al concepto de gusto primario (ácido, amargo, salado y dulce), se podría producir cualquier sabor mezclando estos cuatro en proporciones adecuadas; sin embargo resultaría muy difícil igualar los de la carne, quesos u otros alimentos usando únicamente sabores amargos como la quinina, salados como el cloruro de sodio, ácidos como el ácido cítrico y dulces como la glucosa en diferentes combinaciones. Por esto, el concepto de los gustos primarios no es totalmente aceptado por lo tanto se piensa que el sabor es un fenómeno mas complejo (37).

La generación de los sabores tostado, asado y frito se lleva a cabo a temperaturas arriba de 100°C y a relativamente bajos contenidos de humedad (0.6 - 0.8). Las condiciones de un horno de microondas no favorecen las reacciones requeridas para generar los sabores mencionados anteriormente, mientras que los hornos convencionales sí lo hacen.

ALGUNOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DEL SABOR EN UN CALENTAMIENTO CON MICROONDAS

Proceso de caramelización.

Por otra parte, podemos comparar el proceso de caramelización que se lleva a cabo en un horno convencional con el proceso desarrollado en un horno de microondas:

Los azúcares pueden sufrir empardeamiento en ausencia de compuestos aminados, aunque se requieren temperaturas mucho mayores. La pirólisis de los azúcares o caramelización es una operación culinaria bien conocida para la producción de un color pardo y sabores característicos.

A pesar de que los azúcares puros caramelizan con bastante rapidez a temperaturas superiores a los 100°C, como ya se había mencionado, varios compuestos no aminados suelen actuar como catalizadores. Estos son los fosfatos, álcalis, ácidos y sales de ácidos carboxílicos tales como el citrato, fumarato, tartrato y malato. No se conoce el mecanismo exacto de la caramelización, se supone que éste es similar al de pardeamiento de azúcares con aminas, incluyendo enolización, deshidratación y fisión (22).

Efecto de la temperatura.

Para ilustrar el concepto de generación de los sabores anteriormente mencionados, se tomó un ejemplo en el que se tienen dos productos similares con un alto contenido de agua. El producto parte inicialmente de una temperatura ambiente con un contenido de agua igual a 1. El proceso que se desarrolla en dos tipos diferentes de hornos es diferente.

En el horno convencional el producto se calienta de 180 - 210°C y el aire en la cavidad del horno tiene una baja humedad relativa, lo que significa que puede captar mucha humedad. La humedad absoluta y la presión de vapor (aprox. de 25 mmHg) permanecen constantes.

Cuando el producto se coloca en el horno caliente, la temperatura en la superficie rápidamente se eleva a 100°C, el producto se encuentra con una humedad relativa cercana a 100%, y la presión de vapor es la atmosférica (760 mmHg). De ahí que se establezca un fuerte gradiente de presiones de vapor provocando que el agua abandone el producto.

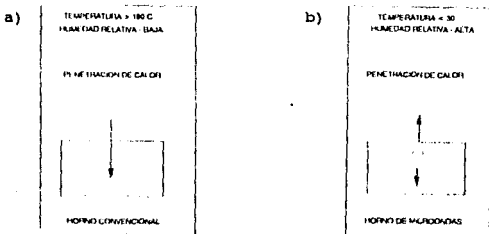
La temperatura interior del producto será baja aún, pero ésta aumenta de afuera hacia adentro. Conforme la actividad de agua de la superficie disminuye, las condiciones para generar un oscurecimiento y generar sabores se ven favorecidas.

Comparando el producto anterior en un tratamiento con microondas se tiene lo siguiente:

El aire en el horno de microondas está a temperatura ambiente, por consiguiente su humedad relativa es alta, y comparada con la de un horno convencional, su habilidad para captar agua es

baja. Conforme las microondas penetran el alimento, se genera calor prácticamente de manera uniforme en el mismo alimento.

El agua en la superficie del producto se evapora en la cámara del horno y ya que la capacidad del aire de retener agua es baja, el aire se satura rápidamente hasta un punto limitado de transferencia de humedad. Se forma un gradiente de temperatura en la superficie conforme se evapora el agua, pero aún se mantiene una actividad de agua alta y una temperatura constante, justo debajo de 100°C. Estas condiciones evitan el oscurecimiento, la generación de vapor y la formación de una costra.



- a). Calentamiento en horno convencional
b). Calentamiento en horno de microondas

Cabe mencionar que se tiene el mal concepto de que los hornos de microondas no pueden generar altas temperaturas; la temperatura que normalmente se observa, de 100°C, es simplemente el fenómeno de que el agua es el más importante absorbente de las microondas bajo circunstancias normales y en la mayoría de los diferentes alimentos.

IMPORTANCIA DE LA COCCION DEL SABOR CON MICROONDAS

La mayor parte del sabor en los alimentos cocidos se genera por reacciones químicas locales de los ingredientes cuando estos son calentados. Las reacciones particularmente importantes son las que se llevan a cabo entre azúcares, amino ácidos y grasas y las reacciones de caramelización del azúcar.

La naturaleza de los productos finales de estas reacciones depende altamente en las temperaturas y en los tiempos de escalamiento de estos procesos y existen muchas diferencias entre un rango de temperaturas desde 100°C (temperatura de cocido al vapor) hasta 150°C (temperatura de asado). Debido a que estas temperaturas son a las que los hornos de microondas y los hornos convencionales operan usualmente, los sabores que se desarrollan son los que se asocian con los alimentos cocidos al vapor en el

primer caso y con los alimentos asados en el segundo caso.

Los sabores son una mezcla compleja de químicos aromáticos con diferentes niveles en el umbral del sabor, solubilidades y volatilidades y que interaccionan en forma diferente con otros ingredientes del producto alimenticio.

En un horno de microondas, no hay una superficie dura que limite la pérdida de vapor y los materiales volátiles, incluyendo los componentes del sabor que se pierden conforme la temperatura se eleva (34).

DESARROLLO DE INGREDIENTES PARA MICROONDAS

SABORES

En un mercado inundado de productos listos para consumirse y en el cual además existen alimentos microhorneables que pueden prepararse en minutos, la demanda por parte del consumidor se ha dirigido cada vez más a productos "instantáneos y con sabores aptos para gourmet". Se dice que este reto lo debe enfrentar la industria de sabores, aplicando soluciones creativas que satisfagan el paladar de los consumidores que es cada vez más sofisticado.

Ante el reto que representa satisfacer el gusto de los consumidores, la industria de sabores ha venido trabajando para resolver problemas, por ejemplo el que representa la nueva tecnología en cuanto a que ésta altera todo, desde la forma en que el alimento es procesado y empacado hasta la velocidad con la cual éste debe ser preparado. Ante tales retos, los científicos han presentado soluciones en cuanto a la industria de sabores se refiere y muy especialmente dirigidos a sabores para alimentos que se preparan por microondas.

A continuación se han recopilado los factores que algunas industrias consideran que son de importancia para el desarrollo de productos agradables a los consumidores de productos microhorneables.

Se han diseñado sistemas de sabor que resistan la volatilización, enmascaren notas desagradables (off-notes) y eviten sabores sobrecalentados y completen reacciones dependientes de tiempo durante el breve lapso que el producto permanece en el horno de microondas.

El Dr. Robert Eilerman, Vicepresidente de una importante compañía de sabores, dice que: "El (horno) microondas requiere una nueva forma de pensar acerca de los sistemas de sabor, ... la tarea de los saboristas es duplicar las cualidades del sabor que están asociadas al horno convencional en un horno de microondas." De

acuerdo al Dr. Eilerman, el desarrollo del sabor en alimentos para microondas puede mejorarse con la encapsulación la cual es impermeable a la humedad pero sensible al calor.

Sea cual sea la técnica a seguir, se ha dicho que en el desarrollo de un sabor para microondas, el saborista debe recordar siempre que el desarrollo y retención del sabor es específico para cada aplicación (17).

Otra importante empresa de sabores ha resuelto problemas como los de generación de olores extraños, notas raras, generación de componentes aromáticos de sabores (particularmente de mantequilla y queso, los cuales se comportan de manera diferente cuando se exponen a las microondas) mediante la selección de aromáticos que no contribuyen a los olores extraños (off-odors) o mediante la encapsulación de ingredientes para retardar la volatilización de componentes (off-aroma) (59).

En el proceso de investigación para el desarrollo de productos microhorneables también se ha llegado al desarrollo de teorías para dicho fin; tal es el caso de la Teoría Delta T desarrollada por la empresa Felton.

Los saborizantes, que son generalmente moléculas polares se comportan de manera diferente cuando se calientan por radiaciones electromagnéticas que cuando se calientan por energía de convección y conducción. Como resultado, los sabores en un horno de microondas frecuentemente desaparecen (flash-off), se distorsionan o modifican.

La teoría Delta T se desarrolló basándose en la investigación hecha con 500 compuestos químicos, solventes, aceites esenciales y materias primas naturales que representarían un número de grupos funcionales incluyendo ácidos, aldehídos, cetonas, ésteres, lactonas, aminas, compuestos tio, o hidrocarburos. Estas materias se analizaron bajo diferentes niveles de poder de un horno de microondas para determinar su comportamiento característico dentro de un medio ambiente electromagnético.

Según la Teoría Delta T, a cada componente del sabor se le puede asignar un valor que represente su contenido único de calor en el horno de microondas. Este valor es llamado Delta T' ($\Delta T'$) y es la relación del incremento de temperatura de la muestra y el incremento de temperatura del estándar (agua) al mismo nivel de poder del microondas. Las propiedades de absorción de calor de cada componente contribuyen al $\Delta T'$ general del sabor, que en cambio determina qué tan caliente y qué tan frío permanecerá un sabor en un determinado sistema de alimentos para microondas (83, 84, 91).

En cuanto a los sabores desarrollados durante las reacciones de oscurecimiento (no enzimático), se pueden emplear precursores de Maillard los cuales se pueden definir como aquellos que se liberan

a temperaturas más bajas que las necesarias en un proceso de cocción normal. Por ejemplo, se pueden generar notas oscuras con sistemas precursores.

SABORES CARNICOS

Dentro de las empresas que han desarrollado este tipo de sabores se encuentran en primer lugar la compañía Firmenich (42) y la empresa J. Manheimer Inc.

Ambas empresas cuentan con una línea de sabores cárnicos en la cual se encuentran sabores de consomé de pollo, pollo asado, pavo, carne de res horneada, caldo de res, carne asada de res, carne ahumada de res, puerco, jamón y tocino.

Los aspectos que ha cuidado la empresa J. Manheimer Inc. son los siguientes: la selección de materias primas, tiempo, temperatura, pH y diseño del recipiente de reacción; todo esto ayuda a determinar el sabor desarrollado. Para esta empresa, una ligera alteración en uno de estos factores puede cambiar la naturaleza del sabor. Esta empresa ha logrado obtener estos productos después de estudiar la reacción de Maillard por años (43).

Estas empresas remarcan el hecho de que en la cocción por microondas, los sabores pueden jugar un papel benéfico. Tradicionalmente, algunos alimentos son horneados por una hora o más o cocidos a fuego lento o asados a la parrilla con demasiado calor para desarrollar el sabor cárnico deseado. Esto no se puede lograr con alimentos para microondas que son precocidos o parcialmente cocidos y después calentados por algunos minutos en el horno de microondas. El uso de sabores cárnicos procesados permite que los alimentos salgan del horno de microondas con sabores completamente desarrollados y aromas deliciosos que atraigan el gusto del consumidor.

SABOR MANTEQUILLA

El crecimiento en el mercado de alimentos microhorneables ha presentado un interés especial para la aplicación de los sabores de mantequilla.

En un proceso de microondas, la energía es irradiada del centro hacia afuera y se pierden los componentes volátiles. De ahí que fuera necesario que los saboristas desarrollaran una línea de sabores de mantequilla natural que mantuvieran el aroma y las características de sabor a través del proceso.

Se ha trabajado en un sabor de mantequilla calentada que puede agregarse a botanas y otro producto (tipo mantequilla) que puede ser derretido que es capaz de soportar el tratamiento con microondas para los "snacks" o botanas, el cual es muy útil en las palomitas de maíz para microondas. Una de las empresas que han desarrollado este tipo de sabores es la Cía. Fritzsche Dodge & Olcott en Estados Unidos (44).

ALMIDONES.

Estructura de los Almidones

El almidón se encuentra muy distribuido en la naturaleza como reserva de carbohidratos en las plantas. Lo almidones han formado parte de la dieta del hombre desde tiempos prehistóricos. Además de su empleo como nutrimento, el almidón se ha usado como adhesivo y en la elaboración del papel.

Químicamente el almidón está compuesto por una mezcla de dos polisacáridos muy similares: amilosa y amilopectina.

El almidón está constituido en una forma granular cuya estabilidad estructural se encuentra unida por enlaces de hidrógeno. La polimerización natural sigue dos rutas. En la forma más sencilla una llamada amilosa cuyos monosacáridos (glucosa) se encuentran unidos por enlaces glucosídicos en la posición 1-4, dando una fracción de tipo lineal (fig. a). La otra es una fracción ramificada llamada amilopectina (fig. b)

amilosa

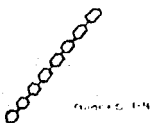


fig. a

amilopectina

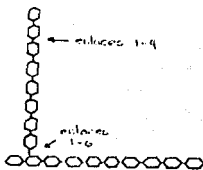


fig. b

Una propiedad de la amilosa es su facilidad para adquirir una estructura de conformación tridimensional helicoidal.

Por otra parte, la amilopectina es otro α -D-glucano que a diferencia de la amilosa presenta ramificaciones las cuales están unidas a la cadena principal por enlaces α -D-(1-6). Las ramificaciones se localizan aproximadamente cada 15-25 unidades de moléculas lineales de D-glucosa.

En términos generales, los almidones contienen aproximadamente 17-27% de amilosa y el resto es amilopectina, aunque algunos cereales como el maíz, el sorgo y el arroz, tienen variedades llamadas "céreas" que están constituidas casi únicamente por amilopectina con un mínimo de amilosa. La proporción de amilosa y amilopectina difiere de acuerdo al origen botánico y es una característica determinante para las propiedades de la pasta del almidón (45, 46).

PROPIEDADES DEL ALMIDON

Gelatinización y propiedades espesantes.

El almidón es insoluble en agua fría pero al calentarse, los gránulos se hinchan y éste se espesa como una pasta. Esto ocurre cuando la energía que se le pone al sistema es la suficiente como para romper los enlaces de hidrógeno y permite la penetración de agua en las regiones intermicelares del gránulo.

La gelatinización se lleva a cabo en un rango de temperatura el cual depende del origen del almidón.

Conforme la gelatinización se va llevando a cabo, los gránulos se van distendiendo con un aumento en la penetración de agua, y la viscosidad de la pasta aumenta también. Al llegar a la máxima captación de agua, la viscosidad está en su punto máximo y un calentamiento adicional traerá como resultado un rompimiento mayor (over-disruption) de los enlaces de hidrógeno, una pérdida de la cohesión interna del gránulo y un decaimiento progresivo en la viscosidad de la pasta.

De estas propiedades se deriva su aplicación en alimentos procesados, ya sea como espesante, como mejorador de la textura o para influir en la apariencia o usar como relleno, entre otras aplicaciones.

Enfriamiento y envejecimiento de la pasta de almidón:

La pasta caliente de almidón es una masa viscosa con un grado de opacidad. Conforme se va enfriando, hay un aumento en la viscosidad y se desarrolla una determinada rigidez. Estos efectos aumentan conforme pasa el tiempo y la pasta se va enfriando; hasta que finalmente la pasta se rompe y los huecos se llenan de agua. Este fenómeno se conoce con el nombre de "retrogradación" y se acelera cuando la pasta se mantiene a bajas temperaturas.

Se ha demostrado que el mecanismo de retrogradación se debe por completo a la fracción de amilosa del almidón ya que su configuración lineal es ideal para una reasociación de los enlaces de hidrógeno.

La fracción de amilopectina no está totalmente libre del fenómeno de retrogradación, pero su estructura ramificada disminuye la intensidad del mismo y usualmente es reversible.

CARACTERISTICAS DE LOS ALMIDONES MODIFICADOS

El mercado actual de los almidones comprende, a grosso modo, dos grandes grupos: el de los almidones "nativos" de cualquier origen, y el que incluye a los almidones "modificados".

Los almidones habituales del mercado pueden a su vez dividirse en cuatro subgrupos:

- 1.- Almidones y combinaciones de éstos nativos y sin tratar.
- 2.- Almidones modificados, con predominancia de la amilopectina.
- 3.- Almidones modificados, con predominancia de la amilosa.
- 4.- Almidones imbibibles en frío.

Los almidones nativos tienen la facultad de formar geles consistentes y resistir altas temperaturas.

Frecuentemente los almidones nativos no cumplen con las especificaciones exigidas. Unas veces son ácido-estables y otras pierden la viscosidad o, al congelar y descongelarse pierden su capacidad fijadora de agua, proporcionando con ello productos desagradables. De aquí que los almidones nativos sean tratados (modificados) por métodos mecánicos, físicos o químicos de manera que satisfagan plenamente las característica deseadas en los medios de producción. Los almidones modificados se diferencian fundamentalmente de los nativos en exhibir marcadas las característica de estos últimos o en caso de desealarlo, también de encubrirlos (47, 48).

La mayor parte de almidones se emplean como espesantes. Tradicionalmente ésto se hacía espesando con calor almidones sin modificar provenientes de cereales como maíz, trigo y arroz. La desventaja de ésto era la formación de geles rígidos debidos a la retrogradación de la fracción de amilosa. Como ya se había mencionado, la amilopectina tiene poca tendencia a presentar retrogradación.

MODIFICACIONES DE LOS ALMIDONES

Modificaciones Físicas

Cuando se requiere de alargar la vida de anaquel un simple proceso de secado puede ser útil.

La pregelatinización es esencial en donde se requiere solubilidad en frío. La técnica de pregelatinización se aplica tanto a la harina como a los almidones de papa y en algunos casos se observa la reducción en la viscosidad del gel cuando se compara con un almidón soluble en caliente.

Para la industria de alimentos resultan de importancia particular los almidones imbibibles. Estos almidones se obtienen calentando los almidones nativos en suspensión acuosa por encima de la temperatura de aglutinación y desecando a continuación. La preparación de éstos es ejemplo de un procedimiento físico.

La imbibición consiste en el proceso de captación de agua con el consiguiente aumento en el volumen; en este proceso el agua entra en contacto con los puentes de hidrógeno de la amilopectina. La consecuencia es la ruptura de las uniones moleculares; las respectivas moléculas se separan entre sí. Como consecuencia de envejecimiento, el proceso es reversible; se observa la salida de moléculas de agua y la recuperación de la forma originaria. Se habla entonces de una acción retrógrada. Otra particularidad es una acusada acción aglutinante.

Modificaciones enzimáticas:

Los almidones modificados enzimáticamente proporcionan una gran variedad de productos. Esta técnica se basa en la degradación molecular de los polímeros de almidón, seguida de un secado por aspersión. Los productos con un valor ED (equivalentes dextrosa) bajo se aplican como rellenos, agentes ligantes (binding agents) y texturizantes en productos de pastelería y confitería entre otros. Los productos con valor ED alto se emplean de manera similar pero al ser productos más dulces se emplean como reguladores del gusto (taste regulators).

Modificaciones Químicas

Esta es tal vez el área de mayor importancia, junto con la pregelatinización, ya que se trata de retener las propiedades básicas del almidón mientras se llevan a cabo las modificaciones requeridas

-Oxidación:

El agente aquí empleado es el hipoclorito de sodio y su efecto básico es el de reducir la viscosidad del gel. Esto le da propiedades de ebullición (thinboiling) con soluciones claras las cuales se emplean frecuentemente para darle palatabilidad y cuerpo a sopas claras.

-Entrecruzamiento de enlaces:

El agente empleado en esta técnica es el trimetafosfato de sodio obteniéndose cambios en la textura, y gelatinización (49).

-Acetilación:

Se emplea anhídrido acético para este propósito pero al final no quedan indicios de este producto en el producto final. El resultado de este tratamiento confiere una estabilidad tanto para el congelado como para el descongelado además de mejorar la claridad. La acetilación se lleva generalmente a cabo en conjunto con la formación de enlaces cruzados. Los productos en los que se aplican los almidones así tratados soportan tratamientos de ultra pasteurización (UHT) y las condiciones de viscosidad pueden variar conforme se requiera.

-Esterificación

Se emplea óxido de propileno en la producción de almidones hidroxipropilados lo cuales muestran las mismas propiedad que los almidones acetilados y aún más (49).

Los almidones céreos no tienden a la retrogradación en forma rápida, pero son mecánicamente inestables. Dispersando al almidón en álcali diluido o agregando una pequeña cantidad (<0.1%) de trimetafosfato de sodio o epiclorhidrina se introducen enlaces cruzados de éster o éter en la molécula de amilopectina. Tales almidones así modificados pueden tener marcado carácter de amilosa o amilopectina. Este tratamiento reduce la hinchazón y solubilidad al mismo tiempo y mejora la estabilidad del gel; mejor resistencia a la cocción y superior estabilidad ante los ácidos (48).

Los almidones modificados con carácter amilopectínico exhiben una relativa transparencia e influyen favorablemente sobre los procesos de emulsión. Ambas propiedades disminuyen a medida que aumenta el grado de humedecimiento. Son medios aglutinantes que forman soluciones claras, utilizados con preferencia en la elaboración de sopas o productos solubles al

instante. Los almidones humedecidos de esta clase poseen una estabilidad muy buena frente a la congelación- descongelaación.

Los almidones modificados con carácter amilósico han alcanzado gran importancia en la industria de alimentos, como sucede en la preparación de artículos de pastelería y en las industrias de fiambres y conservera. Exhiben mejor viscosidad ante el calor tras la disgregación y forman enseguida gel al enfriar (47).

Otras funciones de los almidones en alimentos pueden ser modificadas en forma ventajosa por tratamientos químicos. Los tratamientos incluyen, además de un enlace cruzado para mejorar la claridad de la pasta, introducción de grupos fosfato iónicos en un almidón céreo enlazado en forma cruzada (para obtener una alta capacidad de retención de agua y mejorar la estabilidad en el descongelado de alimentos).

También deben mencionarse los almidones de cocción diluida, originados por un breve tratamiento de las suspensiones acuosas de almidones nativos por debajo de la temperatura de formación de engrudo con muy escasa cantidad de ácidos minerales o medios de oxidación. como el NaOCl , y subsiguiente deshidratación (47).

Almidones imbibibles en frío.

Los almidones imbibibles en frío tienen la propiedad, como indica su denominación, de imbibirse parcial o totalmente en agua fría. Así se originan espesamientos de estructura viscosa.

Se puede preparar un almidón soluble al instante bien mediante tratamiento químico (desdoblamiento) o bien por desecación en cilindros de almidón grumoso. Con ésto se confiere "memoria" al almidón de manera que soles y geles conservan su estructura, quedando impedida la retrogradación. Siempre se obtiene un sol transparente y muy viscoso o un gel untuoso. Al desecar se consigue una película transparente que también puede modificarse con glicerina a voluntad, hallando empleo como pasta de revestimiento en diversas clases de embutidos. El almidón soluble al instante posee una alta viscosidad y se puede utilizar en una zona térmica que va desde 0° hasta 100°C (47).

PANIFICACION Y USO DE ALMIDONES EN ALIMENTOS "MICROHORNEABLES".

Muchos de los problemas que tuvieron los fallidos intentos realizados antes de que la empresa Pillsbury sacara al mercado un pastel solo para microondas estuvieron relacionados con el intento de encontrar una buena formulación, adecuada para los procesos tanto convencional como en microondas a la vez, siendo la solución la creación de un producto solo para microondas (50).

La aplicación de microondas en la panificación produce diferentes efectos a los que se obtienen con un calentamiento convencional. En un calentamiento convencional como en el horneado de un pastel, el cocimiento se lleva a cabo del exterior al interior con sistemas directos e indirectos de calentamiento (51). De acuerdo a Pei, el proceso de horneado puede describirse en 4 etapas básicas: 1)- formación de la costra; 2)- transmisión de calor de la costra al interior; 3)- gelatinización o proceso de cocción; y 4)- proceso de dorado de la costra (2).

Dicho de otra forma, en el sistema de horneado convencional, la temperatura del exterior aumenta, la masa se adelgaza y hay una coalescencia de las burbujas de aire en la fase lipídica, perdiéndose algo de gas. A esto le sigue un hinchamiento uniforme del almidón, coagulación de las proteínas, pérdida de agua y coloración de la costra (reacciones de Maillard).

En el horno de microondas, el vapor viaja del centro a la superficie. Por esta razón el producto no se oscurece y se humedece (51); esto se encuentra referido en la patente norteamericana 3,615,683 (52) en la cual se refieren al empleo de las microondas para la panificación. En este proceso se emplean particularmente dextrosa, en sustitución de sacarosa, para que se obtenga un producto con un color atractivo a la vista ya que se sabe que el empleo de azúcares reductores favorece las reacciones con las proteínas que dan la coloración oscura al producto.

El azúcar y otros solubles retardan el hinchamiento de almidón y la gelatinización, influenciando la viscosidad de la masa caliente del pastel y la temperatura del producto. Los monosacáridos causan menos retardo que los disacáridos o polisacáridos, modificando así la viscosidad de la masa del pan, aunque no deben emplearse azúcares reductores ya que provocan un exceso de oscurecimiento en el centro del pastel microhorneable.

Considerando los ingredientes de un pastel, éstos se pueden emplear en ambos métodos de horneado, convencional y por microondas. Sólo se requiere cambiar el sistema saborizante y adaptar el recipiente. Para los pasteles para

microondas, el saborizante debe proveer el sabor deseado, pero deben compensar los olores indeseables causados por algunos componentes del huevo y por condiciones de proceso.

En la preparación de pasteles para microondas, la preparación de la masa es diferente. Un pastel preparado por un sistema convencional es una emulsión de aceite en agua con burbujas de aire finamente divididas en la fase de grasa. Los azúcares, sales y el resto de ingredientes se dispersan en la fase de huevo. Para un pastel microhorneable la mezcla de ingredientes secos con la margarina o mantequilla se lleva a cabo en forma manual, en el menor tiempo posible.

Se necesitan controlar la aeración y las reacciones químicas prematuras de las sales para hornear para así evitar una estructura de granulación gruesa. El aire incorporado y los materiales disueltos tienen influencia sobre la viscosidad, la gelatinización y el horneado. Esto funciona para ambos sistemas pero las variaciones afectan más a los sistemas de microondas.

Para hinchar y gelatinizar los almidones y además para solubilizar sus componentes (amilosa y amilopectina), se requiere de agua y energía. Los patrones de gelatinización son diferentes para las diferentes especies de almidones modificados, lo cual conduce a variaciones en la textura, retención de la humedad, expansión y vida de anaquel, afectando así las propiedades del producto final como lo sería el pastel.

Los efectos de los ingredientes arriba mencionados, además del hecho de que la generación de calor puede localizarse cerca del almidón debido a que se liga agua, hacen que se tengan que seleccionar almidones apropiados para emplearse en la formulación de pasteles.

De acuerdo a investigaciones realizadas por Cerestar Euro Centre Food, en Holanda, al evaluar los resultados de dos pasteles elaborados el primero de ellos con una formulación tradicional y el segundo con una formulación para microondas (tablas 1 y 2) en las que se variaron las proporciones de harina y de almidón, se obtuvieron resultados bastante ilustrativos. Es interesante ver que en pasteles en los que se empleo hasta un 100% de almidón se obtuvieron característica comparables a las obtenidas con pasteles convencionales. Es importante considerar el tipo de almidón empleado en cada proceso ya que por ejemplo, con el de maíz no se obtienen muy buenos resultados en el proceso por microondas (51).

FORMULACION 1

PASTEL CONVENCIONAL

Harina de Trigo	100	80
Almidon		20
Emulsificante	5	
Huevos enteros	70	
Agua	25	
Azucar	85	
Margarina	65	
Saborizante	1	
Polvo p/hornear	1.4	

Tabla 1

FORMULACION 2

PASTEL PARA MICROONDAS

Harina de trigo	100
Almidón	
Almidón pregelatinizado	2.5
Huevos entero	6.0
Agua	30
Azúcar	75
Margarina	60
Fosfato monocálcico	2.0
Bicarbonato de sodio	1.75
Saborizante	cbp

Tabla 2

EL PAPEL DEL ALMIDON EN LOS ALIMENTOS MICROHORNEABLES.

En el proceso convencional de cocción el almidón se empieza a hinchar (imbibir) desde la periferia hacia el centro. En el proceso de preparación convencional de alimentos (muchos de los cuales contienen almidón) el proceso de imbibición del almidón es uniforme y el área en la cual las partículas de almidón se hinchan es muy pequeña.

Ya que el calentamiento por microondas no es uniforme, esto hace que la imbibición de las partículas de almidón se lleve a cabo en una mayor área lo cual puede producir cambios indeseables en el estado del alimento. Estos cambios son menores en alimentos con alto contenido de humedad, pero en los que tienen una humedad media o baja pueden ocurrir grandes cambios del almidón, que normalmente resultan en una consistencia pobre (endurecimiento o fragilidad), también resulta difícil obtener un acabado tostado con las microondas.

Interacciones del almidón: Sistemas acuosos en el horno de microondas.

La capacidad de distribución del calor depende del calor específico y de la viscosidad. En los productos que contienen almidón y son de alta viscosidad, la movilidad del agua está reducida, i.e. se lleva a cabo un calentamiento adicional en el interior del alimento. Por lo tanto, una solución espesada con almidón alcanza más rápidamente la temperatura deseada que la misma cantidad de agua pura. El almidón ayuda a la retención de humedad en el alimento, reduciendo la pérdida de vapor.

En los puntos en donde el almidón absorbe agua se lleva a cabo un calentamiento puntual. La consistencia del almidón tiende a verse más afectada debido al calentamiento más intenso generado por las microondas. Por esta razón es esencial emplear una forma adecuada de almidón en la formulación de cada alimento. También debe tomarse en cuenta que la mayoría de los almidones tienen un contenido crítico de agua -normalmente cercano al 30%- bajo el cual no se lleva a cabo la imbibición.

-El papel del almidón en las preparaciones de alimentos para microondas.

El almidón es un componente importante en muchas preparaciones alimenticias. Suele emplearse como espesante en salsas y rellenos para congelar, en productos de larga vida de anaquel, etc. Es el espesante preferido para las mezclas secas a reconstituir en un horno de microondas. Con estos productos se asegura que se obtendrá una sensación agradable del producto en la boca así como un calentamiento uniforme.

En cuanto a los productos empanizados, la adecuada selección de almidón puede ayudarnos a mejorar la calidad de los productos de este tipo preparados en microondas. Sin embargo, es importante entender en qué forma otros componentes del alimento pueden afectar la función del almidón durante el proceso en el microondas.

-Efecto de otros componentes sobre las funciones del almidón en los alimentos.

Pueden afectar los componentes secos-solubles como por ejemplo el azúcar. Estos tienen influencia sobre el proceso de hinchamiento en el enlace del agua requerida para la hidratación. El grado en que afecte al producto depende del tipo de azúcar que se este empleando (51, 53).

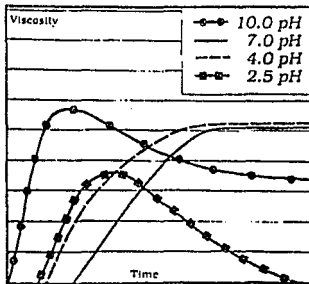
El pH del alimento puede afectar fuertemente el desarrollo de la viscosidad y tolerancia del almidón. Un pH bajo aunado a un tratamiento largo en el microondas pueden conducir a un colapso de la viscosidad y a una pérdida de consistencia y sabor (Fig. c).

La grasa también juega un papel importante en la acción del almidón en el proceso de microondas. En un calentamiento convencional ésta retarda el hinchamiento, mientras que en un calentamiento por microondas el efecto de la grasa puede prolongarse dependiendo del tipo almidón que contenga el alimento que se está preparando. La grasa se calienta más rápido que el agua en un calentamiento por microondas.

-El papel del almidón en alimentos microhorneables congelados.

Debido al factor de conveniencia que tienen los alimentos microhorneables, la industria ofrece una gran variedad de platillos congelados. El almidón forma parte de muchos productos congelados, como son los entremeses congelados, postres, galletas y sopas.

Fig. c



(Food Marketing & Technology, 1990)

**INFLUENCIA DEL pH SOBRE LA VISCOSIDAD
DEL ALMIDON.**

En el proceso de congelado-descongelado, muchos aditivos, incluyendo espesantes convencionales como por ejemplo almidones sin modificar o harina, se vuelven inestables. Permiten que se libere el agua no ligada ocasionando que el producto resulte arenoso o grumoso al ser descongelado y posteriormente calentado en el horno de microondas. Los almidones de enlaces cruzados y los altamente estabilizados son ideales para estos propósitos. La estabilización química previene a las moléculas de almidón de reagruparse y encogerse a bajas temperaturas. El enlace cruzado se requiere para mantener la textura (short texture) deseada y para asegurar que el almidón sea resistente a la tensión térmica (thermal stress).

Se han desarrollado nuevos almidones imbibibles en frío y de alta calidad, en ellos se combina la cualidad de almidón de cocción con la de almidón instantáneo. Unos son nativos y otros modificados siendo estos últimos los más adecuados para reconstituirse en los hornos de microondas.

Los nuevos almidones imbibibles en frío tienen las cualidades necesarias para ser empleados en alimentos congelados rápidamente y posteriormente preparados en microondas.

Una de las características de estos almidones es la forma intacta de la partícula imbibida. La estructura rota de la partícula en muchos almidones pre-hinchados convencionales produce normalmente una consistencia áspera y una pobre estabilidad al calor.

Además de las ventajas arriba mencionadas, estos nuevos almidones son más viscosos que sus sustitutos convencionales. Para un tecnólogo en alimentos, esto significa que se requiere del 7 - 10% menos de almidón para alimentos microhorneables. También se percibe mejor el impacto del sabor ya que el sabor no se enmascara en el mismo grado por lo cual es posible emplear menos sal y aditivos saborizantes en las formulaciones. Como resultado de la mejora en el desarrollo de la viscosidad, se escapa del 7 - 10% menos de vapor de agua.

-El papel y la función de los almidones en mezclas secas.

Existen dos tipos de mezclas secas (dry-mixes): productos que necesitan ser hervidos para desarrollar su viscosidad y consistencia; y aquellos que simplemente reaccionan con agua caliente. Ambos presentan problemas al ser preparados en microondas.

En el primer caso, debido a que la viscosidad (lograda con almidón para cocinar y/o harina) se mantiene solamente a 70 C, generalmente toma alrededor de dos minutos desarrollar

dicha viscosidad. Esto conduce a la formación de un depósito y formación de capas de los componentes de la mezcla (un depósito tipo gel en el fondo y una pequeña capa líquida en la superficie), problema que puede ser resuelto si se incluyen hidrocoloides de rápida hidratación como la goma xantana (87) o carragenina, o sistemas con sales fosfato que sirvan para dar viscosidad en forma rápida en dispersiones acuosas.

La solución a este problema puede ser el empleo de un almidón pre-hinchado combinado con almidón para cocinar. Los almidones pre-hinchados están disponibles con un mínimo de otros componentes secos como auxiliares de dispersión y se pueden disolver fácilmente sin problemas de formación de grumos. Desarrollan viscosidad en frío lo cual mantiene a otros componentes en suspensión y produce una textura suave (y corta short-texture) (53). Una buena solución sería aplicar almidón imbibible en frío (cold water swelling starch) ya que estos almidones se dispersan instantáneamente, se hidratan rápidamente y proporcionan viscosidad durante el calentamiento con microondas lo cual proporciona suspensión uniforme de otros ingredientes (86).

Otra opción que ya se está aplicando, según la patente norteamericana 4,944,955 (54), es la aplicación de almidón pregelatinizado y cocido por aspersion (spray-cooked). Este producto no se había aplicado anteriormente en productos de textura suave y esponjosa como un pudín. Se sabe que el almidón pregelatinizado cocido por aspersion con un tamaño de partícula relativamente grande, es útil como un medio para proporcionar viscosidad en forma rápida cuando se emplea en una mezcla que contiene almidón crudo la cual es mezclada con agua. El punto importante en esta aplicación es el tamaño de partícula del almidón, el cual debe estar preferentemente en un tamaño de malla estándar entre 80 y 270 (U.S. Standard Sieve).

Se cree que el almidón como el descrito anteriormente se dispersa rápidamente en un medio acuoso, aún con menor agitación como sería empleando un tenedor; y se separa en gránulos libres y aglomerados. Durante la cocción, este almidón se desdobra en almidón molecular y gránulos de almidón hinchado. Esta separación y rompimiento del almidón aparentemente se debe a la estructura porosa existente en las partículas del almidón pregelatinizado y cocido por aspersion. Comparando, un almidón pregelatinizado, secado en tambor no presenta los mismos resultados que el tratado por aspersion.

En la elaboración de pasteles por microondas se ha hecho mención del empleo de almidones modificados, desarrollados especialmente para el proceso de panificación con microondas. Entre los almidones desarrollados para preparar productos convencionales microhorneables, además de pasteles, se encuentran los elaborados por dos grandes empresas norteamericanas (59).

Los factores que se tomaron en cuenta para llevar a cabo la elaboración de estos nuevos almidones son los siguientes:

- Que sean de rápida dispersión en líquido con poca agitación.

- Suspensión uniforme de ingredientes en el ciclo de cocción para minimizar la agitación intermitente por parte del consumidor. Esta suspensión se logra con un almidón altamente hidratable.

- Una viscosidad estable y duradera del producto terminado.

- Una textura deseable para el producto terminado. Un almidón instantáneo puede proveer una variedad en el rango de la textura, desde cremoso hasta pastoso.

Una de estas empresas ha desarrollado productos aplicables a mezclas secas, alimentos congelados, rellenos para pays, batidos y empanizados, productos de panificación y de tolerancia a microondas.

En cuanto a las mezclas secas, los productos desarrollados para este propósito ofrecen dispersibilidad instantánea, desarrollo de viscosidad inmediata con control de problemas de separación de fases. El resultado a esto es que se logra una textura suave, viscosidad estable y una excelente tolerancia a las microondas (55).

GRASAS Y SUBSTITUTOS DE GRASA

-Grasas

Las grasas y los aceites pertenecen a la clasificación química llamada lípidos. Son predominantemente triglicéridos, ésteres de glicerol de ácidos grasos e incluyen como constituyentes menores ácidos grasos libres, fosfátidos, vitaminas solubles en grasas y mono y di-glicéridos. Los ácidos grasos de grasas naturales tiene frecuentemente un número par de carbonos en un rango de 4 a 24. Estas cadenas pueden ser saturadas, monoinsaturadas o poli-insaturadas.

Las grasas y aceites han jugado un papel muy importante en la ciencia culinaria a través de la historia y aún no se ha igualado por ningún otro componente. Estos compuestos le confieren propiedades de sabor y palatabilidad al alimento.

Actualmente las grasas y aceites se reconocen por su papel nutricional, funcional y propiedades organolépticas. Son la fuente más concentrada de energía ya que proporcionan 9kcal/g, mas del doble que las que proporcionan las proteínas y los carbohidratos.

Las grasas y aceites son tanto de origen animal como vegetal; aquellas que se obtienen de fuentes vegetales se encuentran libres de colesterol. Las grasas vegetales contienen ácidos grasos que son precursores importantes para un grupo de hormonas que regulan funciones fisiológicas. Los aceites y las grasas también ayudan a la transferencia de calor cuando éstos se frien y contribuyen a la sensación de saciedad después de haber comido.

Las grasas y aceites son un constituyente importante de productos de repostería y panificación, en coberturas de repostería, productos lácteos, mezclas para pasteles, helados, fórmulas infantiles y jarabes. Son los constituyentes principales de mantequillas, margarinas, aderezos para ensaladas y aceites de cocina.

-Substitutos de grasas:

Los consumidores actuales se preocupan mucho por lo que comen, como lo ha demostrado el continuo aumento en el consumo de productos dietéticos que existen en el mercado. Como respuesta a este interés, la industria de alimentos investiga nuevos ingredientes, nuevas aplicaciones de ingredientes y nuevos productos. En los 50's se introdujeron edulcorantes alternativos que representaban una disminución en las calorías. Debido a que las grasas aportan el doble de

calorías que las proteínas y los carbohidratos, éstas han sido un blanco para generar sustitutos.

Actualmente ya se tienen sustitutos de grasas, algunos de los cuales son bajos en calorías y están bajo estudios de la FDA; otros son ingredientes que han sido reconocidos como alimentos GRAS por lo que pueden emplearse como sustitutos parciales de grasa como serían los hidrocoloide (94). Aún existen otros en proceso de desarrollo que han sido tema del la reunión nacional de la (AOCS) American Oil Chemist's Society (AOCS) (56).

Los sustitutos de grasa se clasifican en 3 grupos de acuerdo a su naturaleza química:

Sustitutos de grasa con base en proteínas
Sustitutos de grasa con base en sacáridos
Sustitutos de grasa sintéticos

Existen también combinaciones de los tres anteriores.

De los ingredientes que se dice que tienen propiedades similares a las grasas existen 10 categorías. De éstas, los sustitutos sintéticos de grasas y los emulsificantes son verdaderos sustitutos. Los sustitutos sintéticos son no calóricos pero no se han aprobado para uso en alimentos y los emulsificantes tienen el mismo valor calórico por lo que no se tiene ventaja alguna en aplicarlos, aunque en pequeñas cantidades pueden potenciar las propiedades que tienen los sistemas de hidrocoloides como sustitutos de grasas.

Las ocho categorías restantes de los sustitutos de grasas son básicamente hidocoloides o materiales que contienen hidrocoloides como parte crítica de su composición (94).

En la elaboración de los sustitutos de grasa con base en proteínas se han empleado proteínas de leche y huevo (95).

En el caso de los sustitutos de grasa con base en sacáridos se emplean almidones modificados de papa o maíz; y en los sustitutos de grasa sintéticos se emplean ésteres como los de ácidos malónico y alquilmalónico; poliol-poliéster esterificado; poliésteres de sacarosa y finalmente poliésteres de ácido tricarbálico esterificado (57).

Para elegir el mejor sustituto de grasa para un alimento se deben considerar una serie de factores como son:

- tipo y composición del alimento
- nivel de sustitución de la grasa (parcial o total)
- contenido oleoso inicial de un alimento
- proceso al cual se va a someter el producto
- tiempo de vida útil mínimo requerido
- costo del producto y su posicionamiento en el mercado.

Substitutos de grasa con aplicación en alimentos "microhorneables"

Entre los substitutos de grasa, los derivados de almidón tiene un papel importante y se ha hecho un gran trabajo. Hace años se encontró que el almidón degradado a compuestos de menor peso molecular con equivalentes dextrosa (ED) menores presentaban propiedades similares a las grasas.

Los substitutos para grasas también son empleados como ingredientes para los alimentos microhorneables. Ultimamente, entre los substitutos de grasas existentes en el mercado, ha salido al mercado un derivado de almidón que presenta un buen comportamiento al ser aplicado en alimentos microhorneables.

Este sustituto se prepara por un tratamiento ácido del almidón de maíz; presentando una gran estabilidad en los productos microhorneables.

Los propios investigadores que han desarrollado este producto creen que su vida de anaquel y sus propiedades microhorneables se deben en parte a la estructura única de gel de la crema (así es su presentación) que comparada con los derivados tradicionales del almidón que tienen una apariencia de gel con una textura larga (long texture) que puede espesarse con el almacenamiento, el nuevo sustituto permanece intacto durante toda su vida de anaquel (58)

Otros substitutos de grasas.

Existe otro sustituto de grasas que presenta una gran estabilidad durante el tratamiento de microondas. Se trata de una grasa en polvo especialmente elaborada para mezclas de pasteles y postres microhorneables.

Esta grasa en polvo, diseñada especialmente para microondas, se prepara a partir de aceite de soya, jarabe de maíz, propilén-glicol, mono y di-ésteres de grasas y ácidos grasos, proteína modificada de leche y lecitina. En la prueba para pasteles a que fue sometido el producto se obtuvieron pasteles preparados en horno de microondas, con un volumen 15% mayor al que obtuvo el pastel preparado con otros ingredientes (61).

GOMAS

Las gomas son un grupo muy amplio de polisacáridos que tienen propiedades gelificantes y espesantes. Una goma generalmente se define como cualquier polisacárido soluble en agua que se extrae de la tierra o plantas marinas o de microorganismos y que posee la capacidad de influir en la viscosidad o proporcionar habilidad gelificante a sus

dispersiones (62). Originalmente las gomas eran consideradas como los productos de exudación de plantas; sin embargo, actualmente dentro de este grupo se incluyen muchos polímeros, aun sintéticos.

Las gomas semisintéticas son productos derivados de materiales naturales, como la celulosa y el almidón y otros de origen fermentativo microbiano. Por otra parte, también existen gomas que son sintetizadas químicamente, como los polímeros vinílicos y acrílicos.

Los factores que influyen en la viscosidad y propiedades reológicas de las dispersiones de gomas son: concentración del polímero, su peso molecular medio, las interacciones con otros constituyentes y el esfuerzo cortante al que se sometan. La mayoría de las gomas se comporta como los fluidos pseudoplásticos cuya característica principal es la de reducir su viscosidad a medida que aumentan el esfuerzo cortante. Esta propiedad es muy importante en alimentos semifluidos o viscosos que están sujetos a diferentes manipulaciones mecánicas (46).

Los hidrocoloides resuelven muchos problemas de reacción y sensibilidades de productos de pollo empanizados que se calientan con microondas. Estos productos proveen una excelente ligazón de agua y funcionalidad como agente texturizante.

Dentro de los hidrocoloides se encuentra la goma Xantana, la cual puede ser agregada hasta en un 0.6% del contenido de harina para la cubierta de pollo empanizado, lo cual facilita la adhesión de la costra con la carne; se provee una cubierta más gruesa y con mucha mejor adhesión. También actúa como barrera contra la humedad durante el proceso de cocción y retiene la humedad del pollo gracias a la capacidad como ligador de agua (63).

AGENTES DE DORADO

El aspecto y el color de los alimentos son factores importantes en la presentación de los mismos al consumidor. Los hornos de microondas le ofrecen al consumidor velocidad y conveniencia en la preparación de los alimentos. Sin embargo, los alimentos que normalmente se doran en un horno convencional no lo hacen cuando se preparan en un horno de microondas. Por estas razones la tecnología ha desarrollado productos especiales como serían los agentes de dorado para mejorar la apariencia visual de los alimentos o los previamente comercializados susceptores en los empaques para microondas.

-Susceptores

Los alimentos que se preparan por microondas generalmente no se doran ya que la temperatura de la superficie no alcanza temperaturas arriba de 350 F que se requieren para llevar a cabo las tradicionales reacciones de Maillard.

Una alternativa comercial ha sido el uso de tapas susceptoras. Estas trabajan bajo el principio de que el calor captado en el metal, proveniente de las microondas, se transfiere a las superficies del alimento con las que se encuentra en contacto (64).

Un susceptor es "algo" que va en la estructura o dentro de la estructura del empaque para microondas y sirve para alterar dramáticamente el resultado de la cocción por microondas. Este "algo" convierte la energía de microondas en calor sensible para proporcionar un resultado particular tal como el dorado de un alimento que ha sido preparado en la forma tradicional de un horno de microondas. Cuando las microondas chocan con el alimento en todas direcciones generando calor, los susceptores enfocan este calor en lugar de concentrarlo al alimento en sí. Los susceptores emplean el calor sensible (obtenido de la energía de microondas) en proporcionar un tostado o un dorado de los alimentos (65). Como ejemplo podemos citar los empaques de las palomitas de maíz consistentes en tazones de CPET que cuentan con una tira metalizada en el cartón del empaque exterior; esta tira ayuda a que las palomitas se calienten a más de 400 F (Packaging; 1987).

Un susceptor típico es comunmente un sustrato hecho de una lámina estándar de poliéster con una capa depositada de aluminio. Qué tanto metal y qué área de metalización se emplea dependen del calor que requiera el alimento a preparar, aunque ésto lo estudian los investigadores y es cuestión de discusión en las empresas que trabajan con estos productos (65).

-Agentes de dorado (browning agents)

La técnica que emplea susceptores puede dar como resultado un producto con un costo más elevado; podría emplearse también la adición de colores o salsas, sin embargo en este caso la superficie tendría una imagen como de un alimento recalentado.

El mercado actual cuenta con agentes para dorado como el consistente en una nueva formulación en emulsión que se aplica a la superficie de los alimentos por aspersion antes de que éstos se empaquen y congelen (64).

Quando este producto se aplica a la superficie de los alimentos les confiere solo un bronceado o una coloración café ligeros antes de que estos sean calentados por microondas. Posteriormente, durante el horneado, se desarrolla una apariencia dorada como el que se obtiene en el proceso de horneado convencional.

REGULACIONES

Si un país cuenta con una legislación alimentaria, ésta debe ser revisada constantemente para asegurarse de que se adapta a las necesidades del mismo. Lo que es muy cierto es el hecho de que la estructura política de un país rige la forma en que su legislación debe ser modificada.

En el caso de México, la situación que se está viviendo actualmente con la apertura de las fronteras ha determinado que se revise su legislación y en este caso me refiero específicamente a la legislación alimentaria. Esta legislación ya ha sido modificada aunque todavía faltan muchos puntos por cambiar, pero por lo pronto, en el Diario Oficial de la Federación del 14 de junio de 1991 se ha publicado el decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General de Salud en materia de regulación de Alimentos, Bebidas alcohólicas y no alcohólicas, productos de Aseo, belleza, perfumería y tabaco, así como de las materias primas y en su caso aditivos que intervienen en su elaboración.

La importancia que tienen las regulaciones para alimentos, sobre todo en lo que se refiere a la seguridad del consumidor, representa un factor de especial interés en este trabajo, en lo que se refiere a la energía de microondas; sobre todo porque el consumidor mexicano se interesa cada vez más en la seguridad de los alimentos que consume.

Por otra parte, se puede aprovechar la situación de cambios a la Ley General de Salud para incluir en estas regulaciones específicas para la aplicación de microondas en la industria de alimentos.

A continuación se presentan las regulaciones existentes a nivel internacional sobre lo referente a microondas en la industria de alimentos.

REGULACIONES RESPECTO AL USO DE MICROONDAS EN ALIMENTOS

Con la política actual que mantiene nuestro gobierno con Estados Unidos en relación al Tratado del Libre Comercio, se han hecho modificaciones a la Ley General de Salud la cual está encargada de regular la situación alimentaria mexicana. En México nos hemos estado basando en la legislación extranjera para las especificaciones de los productos alimenticios desde hace ya algunos años, sobre todo cuando se trata de exportar algún producto. En el caso de los hornos de microondas y los productos microhorneables tomaremos en cuenta principalmente las regulaciones norteamericanas ya que en

México no contamos con regulaciones específicas para estos productos (hornos de microondas).

La legislación extranjera en la que nos basamos la representan principalmente la FDA (Food and Drug Administration) y el Codex Alimentarius.

La FDA es probablemente la agencia de imposición más importante en lo que se refiere a la regulación de los alimentos en los Estados Unidos, excepto de la carne y pollo; aunque en ocasiones puede regular estos productos (98). La FDA se encarga evitar que en el mercado aparezcan alimentos adulterados, perjudiciales para la salud o que puedan resultar venenosos. Esta Agencia tiene responsabilidad de poner en vigor el Acta de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos (Food, Drug, and Cosmetic Act) que es la base de la política federal de seguridad de alimentos en los Estados Unidos de Norteamérica.

La EPA (Environmental Protection Agency) es otra de las agencias federales norteamericanas que se encuentran indirectamente relacionadas con la actividad de seguridad en alimentos. Por ejemplo, la EPA establece estándares en cuanto a tolerancias de pesticidas, calidad del agua potable, restos agrícolas destinados para alimento para animales; pero es la FDA la encargada de poner en vigor estas tolerancias de pesticidas (99).

La comisión conjunta FAO/OMS del Codex Alimentarius fue fundada en 1962. Las principales metas de esta organización son las de proteger la salud del consumidor y asegurar la igualdad en el comercio de alimentos mediante el establecimiento y publicación de Estándares Internacionales de Alimentos y Códigos de Práctica (97).

Actualmente la FDA (Food and Drug Administration) de Estados Unidos tiene las especificaciones para los hornos de microondas; éstas han sido publicadas en el CFR (Code of Federal Regulations) en el cual se define lo que es un horno de este tipo y los requisitos con los cuales debe cumplir.

En la parte 1030 del Código de Regulaciones Federales (CFR) se define lo que es un horno de microondas así como cada parte que compone dicho aparato. Parte de estas especificaciones ya ha quedado transcrita en el capítulo I de este trabajo. Las regulaciones para el consumidor y hornos de microondas comerciales especifican que la densidad de poder emitida no deberá exceder un miliwatt por centímetro cuadrado a cualquier punto que se encuentre a 5 centímetros o más de distancia de la superficie del horno antes de la compra. Después de la compra, el máximo emitido no debe exceder 5 miliwatts por centímetro cuadrado a la misma distancia. También existen regulaciones que involucran a los broches de seguridad, la inserción de objetos metálicos en las aberturas

del horno, el poder y condiciones de carga, características de instrumentos de medida, instrucciones de servicio, etiquetas de advertencia y características de agitadores (82).

El mismo CFR, en su parte 179.3 especifica las frecuencias de radiación permitidas para el calentamiento de alimentos incluyendo las microondas (3).

El acuerdo 90-602 de la Ley Pública de las regulaciones gubernamentales, de los Estados Unidos, sobre la emisión de microondas, establece tanto la emisión de microondas como algunos principios en los que se basa. . Muy pocos, si es que hay alguno, de los instrumentos para cocinar están regulados tan estrictamente como los hornos de microondas (8).

Respecto a la legislación de productos para microondas, no existe alguna disposición especial, tanto en México como en Estados Unidos que esté destinada a regular los ingredientes y aditivos alimentarios que hayan sido desarrollados específicamente para su aplicación en microondas. Esto se debe básicamente a que en el desarrollo de estos ingredientes o aditivos interviene materias primas que ya han sido aprobadas por la FDA o que han sido elaboradas siguiendo las normas contenidas en el Codex Alimentarius.

La aparición en el mercado de este tipo de productos ha sido el resultado de una larga investigación en la industria de alimentos en donde la tecnología, así como el ingenio de los mismos investigadores han tenido mucho que ver para la elaboración de estos nuevos productos.

El aspecto de legislación es importante principalmente en cuanto a que nos permite aclarar dudas respecto a la inocuidad de los productos alimenticios cocinados por microondas, sobre todo porque gran parte de los consumidores actuales o potenciales de hornos de microondas y de los productos microhorneables no tienen un conocimiento preciso de cómo se lleva a cabo este tipo de calentamiento. Además, gran parte del público tiene conceptos erróneos del proceso y de sus consecuencias.

Respecto a este último punto, ya ha quedado aclarado que la energía de microondas no actúa a nivel de enlaces químicos ya que las microondas no tienen la suficiente energía para romper dichos enlaces. La radiación ionizante como los rayos X o rayos gamma sí pueden causar cambios celulares y efectos que pueden ser acumulativos. Es por ésto que la posibilidad de formación de compuestos tóxicos o de producción de reacciones diferentes a las producidas por cualquier otro tipo de calentamiento han quedado descartadas en el caso de las microondas.

REQUERIMIENTOS DE LA FDA

En 1968 el Congreso de los Estados Unidos emitió una ley llamada Control de Radiación para la Salud y Acto de Seguridad (Radiation Control for Health and Safety Act of 1968) cuyo propósito era proteger la salud del público de los peligros de los productos eléctricos de radiación. Este condicionaba al establecimiento de un programa de control de radiaciones para los productos electrónicos el cual incluye el desarrollo y administración de las normas de ejecución y el compromiso de desarrollar investigaciones por parte de organizaciones públicas y privadas sobre los efectos y el control de tales radiaciones. Las regulaciones para el control de radiación de productos electrónicos se encuentran en el Federal Register 21 del CFR (Código de Regulaciones Federales), Subcapítulo J, partes 1000 a 1050 y se encuentran publicadas en un documento bajo el nombre de Regulations for the Administration and Enforcement of The Radiation Control Health and Safety Act of 1968.

REGULACIONES DE LA FDA PARA LOS SISTEMAS INDUSTRIALES DE PROCESAMIENTO CON MICROONDAS.

La parte 1030.10 del CFR 21 del Federal Register no es aplicable para equipo de microondas para procesamiento industrial, pero debe servir como guía para el diseño de equipo (82).

En Estados Unidos, los fabricantes de equipo de calentamiento por microondas deben seguir un procedimiento específico cuando se trata de instalar equipo de microondas en una industria, ya que se deben presentar reportes, previa y posteriormente a la instalación del equipo. Estos reportes deben de seguir los formatos establecidos en los puntos de la parte 1002 de las Regulaciones.

Entre los documentos aplicables a los requerimientos de la FDA se encuentran los siguientes:

Public Law 90-602, 90th Congress, H.R. 10790, 18 October 1968.

Regulations for the Administration and Enforcement of The Radiation Control Health and Safety Act of 1968. HHS Publication (FDA) 80-8035. Esta publicación contiene las regulaciones publicadas en el Federal Register hasta mayo de 1980; las actualizaciones deben revisarse en los ejemplares posteriores del Federal Register o en el título 21 del Code of Federal Regulations.

OTRAS REGULACIONES

También se cuenta con regulaciones establecidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (US Department of Agriculture -USDA-) y por la Fundación Nacional Sanitaria (National Sanitation Foundation -NSF-).

La USDA publica una guía de construcción, equipo y disposición para las plantas de empaqueo de carnes que cuenten con secciones aplicables a los diseños, construcción e instalación del equipo de procesamiento con microondas en los Estados Unidos.

La NSF es comunmente referida como una agencia no gubernamental, no comercial que desarrolla normas y especificaciones para equipo, productos y servicios que tienen que ver con la salud. Su laboratorio hace investigaciones, pruebas y evaluaciones de equipo, productos y servicio, y si estos cumplen con las especificaciones que emite la NSF, ésta expide un sello que indica que el equipo cumple con los requerimientos de salud. Estas Regulaciones se pueden encontrar en la Norma No. 4 relativa al "Commercial Cooking and Hot Food Storage Equipment" (82).

REGULACIONES EUROPEAS Y CANADIENSES

Las regulaciones para el equipo de procesamiento industrial con microondas tanto en los países europeos como en Canadá son regularmente similares a las de los Estados Unidos y se debe remitir a las agencias competentes de cada país si se quiere obtener información específica en cada caso.

INTERES DEL CONSUMIDOR RESPECTO A LA SEGURIDAD DE ALIMENTOS

Entre los puntos de interés por parte de los consumidores respecto a la seguridad alimentaria, se encuentran, en orden descendiente, los siguientes: descomposición, pesticidas, enlatado/empaquo inadecuados, descomposición por gérmenes, condiciones insalubres de manejo, bacterias.

Esterilización con microondas: este punto ha presentado problemas para ser aplicado a nivel industrial. Se argumenta que parte del problema se debe a la incapacidad de los productores de alimentos y los productores de equipo para trabajar en forma conjunta.

Respecto a la aplicación de microondas, aspecto que ha sido planteado por la industria para producir alimentos microbiológicamente sanos, la FDA a la fecha no ha emitido alguna regulación específica para las microondas.

En cuanto a las interacciones alimento/empaque, la EPA ha iniciado estudios que evalúen la migración de químicos. La evaluación de estos resultados debe aparecer publicada en el mes de marzo de 1992 (96).

A N E X O

DEFINICIONES

Aditivo.- La Ley General de Salud establece en el Título Noveno del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios (Artículos 657, 658, 659), el concepto de Aditivo como:

"Art. 657.- Se entiende por aditivos, aquellas sustancias que se añaden a los alimentos y bebidas, con el objeto de proporcionar o intensificar aroma, color o sabor; prevenir cambios indeseables o modificar en general su aspecto físico. Queda prohibido su uso para ocultar defectos de calidad.

Art. 658.- Los aditivos y las cantidades empleadas de éstos, en los productos de que trata este ordenamiento, quedan sujetos a las disposiciones que en el mismo se señalan y a las que en lo sucesivo establezca la Secretaría.

Art. 659.- Los aditivos deberán ajustarse a las especificaciones de identidad y pureza, así como a los límites de contaminantes que la Secretaría establezca, y no deberán utilizarse en cantidades superiores a las autorizadas en la norma correspondiente." (19)

De acuerdo con la definición proporcionada por el Codex Alimentarius, se entiende por aditivo alimentario "...cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se usa normalmente como ingrediente característico del alimento, tenga o no valor nutritivo..." (20)

Alimentos convencionales.- Son aquellos alimentos que se preparan por métodos conocidos tradicionalmente; es decir, los alimentos que se asocian a procesos cuyo concepto ya es claramente conocido y puede ser identificado o interpretado en la misma forma por la mayoría de las personas.

Alimentos de conveniencia o convenientes (convenience food).- La palabra conveniencia es ya conocida por la gente que trabaja en la industria de alimentos; está asociada con los alimentos procesados que se caracterizan por ser de rápido cocimiento, de tamaño adecuado (handy size), fáciles de hornear, manejables, etc. (28)

Una buena definición de lo anterior sería: cualquier alimento que reduzca marcadamente el tiempo y esfuerzo requerido para preparar un alimento por parte del consumidor. El alimento puede entenderse como parte del producto terminado o ser el alimento completo.

La National Food Survey divide los alimentos convencionales en tres categorías: congelados, enlatados y otros. En "otros" se incluyen los alimentos como paps de carne, papa instantánea, ensaladas de vegetales, pasteles y galletas, cereales para el

desayuno, sopas secas y salsas (101).

Los alimentos que se preparan por microondas se clasifican dentro de los productos de conveniencia y se les identifica como productos "microhorneables".

APLICACION DE INGREDIENTES PARA MICROONDAS

En el mercado de alimentos preparados podemos encontrar actualmente muchos alimentos de conveniencia, entre ellos los que pueden ser calentados por microondas los cuales cuentan con las debidas instrucciones para llevar a cabo este calentamiento.

Por otra parte, aunque muchos alimentos tradicionales pueden ser preparados con microondas, muchas veces no se obtienen las características finales a las que el consumidor está acostumbrado. Es por esto que la industria procesadora de alimentos ha diseñado productos que puedan ser preparados con microondas y que presenten las características deseadas. Para obtener estos resultados se han formulado nuevos productos y reformulado algunos productos ya existentes, aplicando en muchos casos ingredientes diseñados especialmente para proporcionar a dicho producto un buen comportamiento durante su tratamiento con microondas.

En este caso se elaboró un pay con relleno frío de yogurt. En su elaboración se emplearon ingredientes comerciales tanto en la concha del pay como en el relleno. Se puso atención especial en la preparación de la masa de la concha ya que en esta parte se aplicó un almidón ligeramente modificado ("Baka Snak" de Aranal) para proporcionar a la pasta una textura frágil, tipo galleta; textura que no es fácil de obtener si se quiere aplicar una receta tradicional en un horno de microondas.

El objetivo en este caso era elaborar un producto alimenticio aplicando energía de microondas y empleando en la formulación un ingrediente diseñado para alimentos microhorneables.

Para tener un punto de comparación se elaboraron dos pastas para pay, empleando solamente en una de ellas el almidón ligeramente modificado (Baka Snak).

La formulación empleada para el pay es la siguiente:

CONCHA PARA PAY
(para microondas)

	g
Harina de trigo	150
Almidón modificado*	150
Margarina	90
Agua	
Sal	
*"Baka Snak" de Aranal S.A. de C.V.	

CONCHA PARA PAY
(Tradicional)

	g
Harina de trigo	300
margarina	90
agua	
sal	

RELLENO DE YOGURT PARA PAY

	%	g
Yogurt	44.4	133.2
Almidón modificado**	3.4	10.2
Agua	34.5	103.5
Azúcar	8.7	26.1
Jarabe de Maíz 42 DE	5.0	15.0
Leche en polvo	3.5	10.5
Gelatina	0.5	1.5
**"Instant Clearjel" de Aranal		

Una vez que se hubieron preparado las pastas de manera similar, mezclando los ingredientes en polvo y después batiéndolos junto con la margarina y el agua, se refrigeraron las masas obtenidas durante 30 minutos aproximadamente.

Mientras se llevaba a cabo la refrigeración de las pastas, se preparó el relleno del pay mezclando en primer lugar el yogurt con el jarabe de maíz y 2/3 del agua, incorporando posteriormente los ingredientes secos previamente mezclados. Finalmente se agregó la gredina previamente disuelta en 1/3 del agua caliente y se dejó entriar.

Después de sacar las masas del refrigerador, se prepararon las conchas para el pay y se pusieron en los moldes especiales para introducirse en el horno de microondas y se procedió al horneado de las mismas.

RESULTADOS

La concha elaborada solamente con harina se horneó en un tiempo total de 8 minutos, en intervalos de 3.5, 3, 1 y 0.5 min. resp. La concha que tenía almidón se horneó en 5 minutos en intervalos de 3.5 y 1.5 min.

La concha tradicional se encogió y se podían observar los bordes del molde. Su textura era bastante suave, tal vez comparable con una pasta hojaldrada. Su sabor era similar al de una pasta hojaldrada.

La concha elaborada con Baka Snak no se encogió en el molde, la textura era frágil como de galleta. El sabor era como de una galleta tipo soda pero no salada.

Ninguna de las dos pasta estaba dorada.

Una vez que se tuvieron las pastas frías se procedió a rellenar únicamente la pasta que contenía almidón.

Los resultados de la aplicación de estos ingredientes se pueden observar en las siguientes imágenes.

CONCLUSIONES

La penetración de los hornos de microondas en el mercado mexicano es bastante alta sobre todo en las principales ciudades de la República pero cabe mencionar que dichos aparatos son consumidos inclusive por la población de nivel socioeconómico bajo. Consecuentemente se pueden diseñar productos que puedan ser adquiridos incluso por este segmento de la población.

En México hay muy poca información sobre la aplicación de microondas en alimentos, lo cual hace que un alto porcentaje de los consumidores que ya tienen hornos de microondas no los aprovechen totalmente y en consecuencia tampoco consuman los alimentos de conveniencia existentes en el mercado.

En el mercado nacional de ingredientes para alimentos, existen muy pocos que hayan sido diseñados especialmente para ser tratados con microondas o que sean de aplicación múltiple incluyendo las microondas.

Actualmente, con la apertura comercial se pueden encontrar en el mercado diversos platillos para microondas pero tienen la desventaja del precio, ya que son más caros que por ejemplo un alimento enlatado y rinden menos.

La existencia en el mercado de diversos platillos bajos en calorías presenta una oportunidad para que la industria de alimentos desarrolle productos microhorneables y a la vez bajos en calorías.

Las listas de ingredientes de los productos para microondas existentes en el mercado no presentan gran diferencia con los productos convencionales. La diferencia entre los alimentos de conveniencia y los convencionales, en gran parte se encuentra en las instrucciones para su preparación, ya que algunos presentan versatilidad ya que pueden prepararse tanto en horno convencional como en el de microondas.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones a nivel nacional sobre el comportamiento de los alimentos en el horno de microondas observando cómo se ven afectados por este tipo de calentamiento.

Informar al consumidor sobre la aplicación de microondas en alimentos, haciendo énfasis en los aspectos de seguridad de las mismas.

Desarrollar ingredientes que se apliquen exclusivamente en productos microhorneables o que tengan aplicación múltiple incluyendo las microondas.

Reformular productos, ya sea sustituyendo ingredientes o cambiando las proporciones de los ya existentes con el fin de obtener alimentos preparados con microondas con las características deseadas.

Aprovechando la situación de cambios en la Legislación Alimentaria Mexicana, como se demuestra con las modificaciones a la Ley General de Salud en materia de Regulación de Alimentos, Bebidas y Tabaco entre otros, se sugiere incluir en dicha legislación un capítulo específico relacionado con la aplicación de microondas en la Industria de Alimentos.

Las empresas comercializadoras de alimentos pueden ofrecer en un mercado más abierto los ingredientes con aplicación para microondas para que el consumidor cocine en su horno y pueda aprovechar al máximo sus ventajas desarrollando él mismo sus propias formulaciones.

Diseñar platillos de conveniencia (microhorneables) con el sabor que los consumidores nacionales demandan, que puedan competir con los productos extranjeros.

Diseñar alimentos semielaborados con formulaciones sencillas para que en la medida de lo posible resulten de bajo costo, que puedan terminar de prepararse en casa en el horno de microondas y a los cuales el consumidor tenga opción de agregar o no otros ingredientes.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- DECAREAU R.V., Entrevista , México, marzo 1992
- 2.- DECAREAU R.V., Microwaves in the Food Processing Industry, 1985
- 3.- CODE OF FEDERAL REGULATIONS, FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 21 part 1030, 1990
- 4.- HELDMAN D.R., Food Process Engineering, AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1979
- 5.- CHARM S.E., Fundamentals of Food Engineering, 3rd. Edition., AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 1978
- 6.- CHAVEZ L.M., "Aplicación de la Energía de Microondas en la Industria de Alimentos", Notitec Pual Vol, 1 (2), 1991
- 7.- KAUFER M.M., "La Cocina con Microondas", Cuadernos de Nutrición Vol 13 (5), 1990
- 8.- BALDWIN R.E., "Microwave Cooking: an Overview", Journal of Food Protection Vol. 46 (3), 1983
- 9.- MUDGETT R.E., "Microwave Food Processing", Food Technology, Jan. 1989
- 10.- EDGAR R., "The Economics of Microwave Processing in the Food Industry", Food Technology, Jun. 1986
- 11.- US PATENT 4, 271, 203
- 12.- DECAREAU R.V., "What's Ahead for Food Technology?", Food Engineering International, May 1988
- 13.- KATHLEEN M.K. et al., "Use of Microwave Oven to Pasteurize Milk", Journal of Food Protection Vol. 51 (9), 1988
- 14.- ROSENBERG U., BÖGL W., "Microwave Thawing, Drying and Baking in the Food Industry", Food Technology, Jun 1987
- 15.- ROSENBERG U., BÖGL W., "Microwave Pasteurization, Sterilization, Blanching and Pest Control in the Food Industry", Food Technology Jun 1987b
- 16.- ANON, "Microwaveability", Food FIPP, Oct. 1989
- 17.- LA BELL F., "Microwave ovens, flavor systems, packages, enhance eating experience", Food Processing, Jun. 1990
- 18.- FUNG D.Y.C., CUNNINGHAM, "Effect of Microwaves on Microorganisms in Foods", Journal of Food Protection 43(8), 1980
- 19.- LEY GENERAL DE SALUD, Secretaría de salubridad y Asistencia, 1988
- 20.- CODEX ALIMENTARIUS, OMS/FAO, 1984
- 21.- GERLING J.E., "Microwaves in the Food Industry: Promise and Reality", Food Technology, Jun. 1986
- 22.- BRAVERMAN J.B.S., "Bioquímica de los Alimentos" Edit. El Manual Moderno, 1980
- 23.- FISH D.L., "Análisis por microondas para el proceso y control de calidad en la industria alimenticia", Industria Alimenticia, Ene. 1992
- 24.- POTTER N.N., La Ciencia de los Alimentos", Edit. Edutex, S.A., México 1973
- 25.- ANON, "Microwave Technology in the Food Processing Industry", Food Technology in New Zealand, Febr. 1989

- 27.- DAHL C.A. et al., "Survival of Streptococcus faecium in beef loaf and potatoes after microwave heating in a simulated cook/chill foodservice system", Journal of Food Protection Vol. 44 (2), 1981
- 28.- MORRIS CH.E., "Convenience Foods: The Second Revolution", Food Engineering, Sept. 1989
- 29.- ANON, "Real Convenience", Food Magazine, Jan. 1990
- 30.- MUDGETT R.E., "Electrical Properties of Foods in Microwave Processing", Food Technology, Febr. 1982
- 31.- MUDGETT R.E., "Microwave Properties and Heating Characteristics of Foods", Food Technology, Jun. 1986
- 32.- IFT, "Microwavable Foods Industry's response to consumer demand's for convenience", Food Technology, Jun. 1989
- 33.- YEO H.C.H., SHIBAMOTO T., "Flavor and Browning Enhancement by Electrolytes during Microwave Irradiation of the Maillard Model System", J. of Agriculture and Food Chemistry, 39 (5), 1991
- 34.- BLAKE A., CHUMNEY N., "The flavouring of Microwavable Food", Food Technology International Europe, Febr. 1990
- 35.- YOJIRO K., MORLEY K., Umami: a basic taste, Marcel Dekker, Inc., USA, 1987
- 36.- SOCIEDAD MEXICANA DE SABORISTAS, Avances Tecnológicos y Puntos Críticos en la Utilización de Saborizantes en Alimentos, Guanajuato, México, 1989
- 37.- DOMINGUEZ M., Tesis, Propuesta de una Legislación de Saborizantes para la Industria Alimentaria en México, UNAM, 1989
- 38.- GOOD D.L., "Practical Applications of Microwave Energy: Introduction", J. of Food Protection, 43 (8), 1980
- 39.- CURNUTTE B., "Principles of Microwave Radiation", J. Food Protection 43 (8), 1980
- 40.- ANON, "Browning Agents find niche in microwave cooking market", Food Product Development 13 (7), 1989
- 41.- FRUIN J.T., GUTHERTZ, "Survival of Bacteria in Food cooked by Microwave Oven, Conventional oven and Slow Cookers", J. Food Protection, 45 (8), 1982
- 42.- LA BELL F., "Processed meat flavors aid microwave product taste", Food Processing, March, 1988
- 43.- LA BELL F., "Processed meat flavors aid product taste", Food Processing, Oct. 1988
- 44.- DUXBURY D.D., "Butter flavor maintains 'top 5 flavors' status with microwave applications", Food Processing, Nov. 1988
- 45.- FAWCETT P., "Purely Functional", Food Magazine, Jan. 1985
- 46.- BADUI S., "La Química de los Alimentos", Edit. Alhambra-Universidad, México, 1985
- 47.- GERHARDT U., "Aditivos e ingredientes como coadyuvantes de la Kutter, emulgentes y estabilizadores de productos cárnicos", Edit. Acribia, España, 1990
- 48.- POMERANZ Y., "Modern Cereal Science and Technology", VCH Publishers, New York, USA, 1987

- 49.- O'MAHONY M.P., "The versatile carbohydrates", Food Magazine, Jan. 1985
- 50.- DUXBURY D.D., "Reduced fat natural cheeses satisfy needs", Food Processing, Aug. 1990
- 51.- TIMMERMAN H.L.W., "Application of starches in microwave baked cakes", Food Technology International Europe, Dic. 1990
- 52.- US Patent 3,615,683
- 53.- RICE M., "The Role of Starch in Microwavable Food", Food Marketing & Technology, Dec. 1990
- 54.- US Patent 4,944,955
- 55.- ANON, "Dry Mix Products", Food Engineering, Sept. 1989
- 56.- DZIEZAK J.D., "Fats, Oils and Fat Substitutes", Food Technology, Jul. 1989
- 57.- FONSECA R., "Substitutos de grasa: tendencias y oportunidades", Memorias del curso Nuevas Expectativas respecto al uso de Aditivos en México, ATAM, Guadalajara, Marzo de 1991
- 58.- SWEINTEK, "New fat replacer creme of the crop?", Food Processing, Aug. 1991
- 59.- ANON, "Microwave ingredients simulate conventional flavors", Prepared Foods 57 (2), 1988
- 60.- ANON, "STELLAR News in Fat Substitutes", Food Engineering International, Aug. 1991
- 61.- DUXBURY D.D., "High Functionality shortening powder for microwavable cakes", Food Processing, Aug. 1989
- 62.- FENNEKA O., "Principles of Food Science", part 1, Marcel Dekker, Inc., N.Y., 1976
- 63.- DUXBURY D.D., "Xanthan gum offers solutions to microwave cooking problems in breaded chicken products", Food Processing, Nov. 1989
- 64.- FELLEZ D.C., MOPPET F.K.; "Browning Agents Enhances Visual Appeal of Microwaved Foods", Food Technology, Aug. 1991
- 65.- HOLMGREN, 1987
- 66.- ANON, "La Industria de Aditivos frente al TLC", Notites PUAL, 1991
- 67.- THERRIEN L., "Call this the year of the picky consumer", Business Week, Jun 1992
- 68.- ANON, Mercados de la Industria Química, 1990
- 69.- ANON, "Tendencias del mercado de los aditivos", El Exportador Mexicano, Jun 1989
- 70.- ANON, "Mom, can I have a bucket for lunch, please?", Food FIFE, Sept. 1989
- 71.- LA BELL F., "Microwave menu caters to individual food choices", Food Processing, Dec. 1989
- 72.- RICE J., "Frozen Microwavable soup and sandwich combos", Food Processing, Dec. 1987
- 73.- ANON, Flash New, Firmenich Geneva 1991
- 74.- BOWERSOCK M., "Ingredients Galore!", Food Engineering International 14 (9), 1989
- 75.- ANON, "Fiber and Baking", Reference Source, Sosland Publishing Co., 1991
- 76.- CONFERENCIA NIELSEN, ATAM, México, Febr. 1992

- 77.- Estadísticas de Importación y Exportación, SECOFI, 1988-1991
- 78.- LIEB M.E., "Shelf stable ignites microwaves market", Food Business, Febr. 26, 1990
- 79.- ANON, "Giving Consumers what they want", Microwaves World 5 (1), 1984
- 80.- BYRNE M., "New Food Products from around the World", Food Engineering International, 17 (2) 1992
- 81.- DECAREAU R.V., Microwaves and Food, Food and Nutrition Press, Apr. 1992
- 82.- DECAREAU R.V., PETERSON, "Microwave Processing and Engineering", VCH Ellis Horwood, England 1986
- 83.- ANON, "Tailoring Microwaveable Flavors with the Delta T Theory, May. 1988
- 84.- VAN EIJK A., "Microwaveable Foods", Food Marketing & Technology 4 (2), 1990
- 85.- DECAREAU R.V., Conferencia Microondas en la Industria Procesadora de Alimentos, México, Marzo 1992
- 86.- ANON, "Solving Flavoring Problems", Food Engineering International 15 (7), 1990
- 87.- ANON, "Xanthan gum eliminates problems in Microwave Cakes", Food Engineering 1989
- 88.- BUCCINO L., "Popping the lid of New Ingredients", Food Technology International 15 (9), 1990
- 89.- HEINZE R.F., "Developing microwavable flavors for popcorn and cakes", Cereal Foods World 34 (4), 1989
- 90.- DUXBURY D.D., "Natural flavor enhancers for microwavable foods", Food Processing, May. 1991
- 91.- PEZCZOLA D.E., "Application of the Delta T Theory in the Design of Microwavable Flavor", Food Technology 42 (9), 1988
- 92.- ANDER P., BONNESSA A.J., "Principles of Chemistry", Collier Macmillan, 1976
- 93.- LOPEZ A., "A Complete Course in Canning"
- 94.- GLICKSMAN M., "Hydrocolloids and the search for the Oily Grail", Food Technology, oct. 1991
- 95.- Folleto, SIMPLESSE, The Simplex Company, 1991
- 96.- DECAREAU R.V., Microwaves and Food, Food and Nutrition Press, 1992
- 97.- DUVALL, "Descodificando Codex Alimentarius", Alimentos, Ens. 1992
- 98.- NICKERSON, RONSIALLI, "Elementary Food Science", The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut,
- 99.- ANON, Report of the Social and Economic committee of the Food Safety Council, "Principles and Processes for Making food Safety Decisions", Food Technology, Mar. 1980
- 100.- ANON, Ingredients and Packages for microwavable Foods, Food Technology, Jun. 1989
- 102.- ANON.- "Ingredients A light look at FIE", Food Engineering International 16 (6), 1991
- 103.- PIIRTO R., "Microwave foods are child's play", Food Business, Sept. 10, 1990
- 104.- DUXBURY D.D., "Corn crumb breading yields microwave crispness", Food Processing, Mar. 1988

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

105.- ANON, "Keeping it crisp", Food FIPP, Dec. 1988

106.- US PATENT 4,230,924