

Estructuración de Lípidos y Sustitutos de Grasas, ¿Lípidos Del Futuro?

Alfonso Valenzuela B., Julio Sanhueza C.

La estructuración de los lípidos y los sustitutos de grasas son una de las innovaciones tecnológicas de la química de materias grasas que pueden tener mayor trascendencia en el futuro tanto nutricional como industrial.



Foto: Hazymat

Resumen

La estructuración de los lípidos y los sustitutos de grasas son una de las innovaciones tecnológicas de la química de materias grasas que pueden tener mayor trascendencia en el futuro tanto nutricional como industrial. La estructuración de los lípidos se refiere al desarrollo de triacilglicéridos modificados mediante diferentes procedimientos, químicos o enzimáticos, y cuya estructura es diseñada para aportar, o no aportar, ácidos grasos específicos desde el punto de vista nutricional. Los sustitutos de grasas son productos derivados de triacilglicéridos o de otras materias primas como proteínas y carbohidratos cuyo aporte calórico es cero o muy bajo. Ambas son tecnologías innovadoras que aprovechan, y que utilizan, el conocimiento que tenemos actualmente sobre la bioquímica y la fisiología de los lípidos en el cuerpo humano, particularmente sobre la digestión y la absorción de los ácidos grasos. Si bien, algunas aún no son tecnologías absolutamente consolidadas, son los procesos referidos a materias grasas que muestran mejores perspectivas en el futuro desde el punto de vista tecnológico, nutricional, y posiblemente comercial. En este trabajo, se abordarán en forma independiente los aspectos más relevantes de ambos desarrollos tecnológicos.

Introducción

La creciente epidemia de obesidad, que con muy pocas excepciones es prácticamente mundial, genera

Centro de Lípidos, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile.

constantes recomendaciones para disminuir el aporte calórico y particularmente el consumo de materias grasas. Estas recomendaciones constituyen casi una presión para reducir y/o sustituir el consumo de materias grasas en nuestra alimentación. Por otro lado, han motivado a la industria química y de alimentos a desarrollar nuevos e innovadores productos que sean similares o parecidos a las materias grasas, pero cuyo consumo constituya un bajo aporte calórico, o idealmente ningún aporte, sin que debamos por ello renunciar a las características químicas y físicas que hacen a las materias grasas prácticamente irrenunciables. Los dos desarrollos más importantes e innovadores se refieren a los lípidos estructurados y a los sustitutos de grasas. En este trabajo se abordarán ambas tecnologías por separado, evidenciando sus principales características, propiedades, perspectivas, y limitaciones.

Lípidos Estructurados

El mejor conocimiento del comportamiento catalítico de las lipasas digestivas, de la estereoquímica de los triacilglicéridos alimentarios, y de los mecanismos de absorción, transporte, y de utilización de los ácidos grasos en nuestro organismo, ha motivado el desarrollo de una nueva tecnología orientada a la estructuración de lípidos.

Por lípido estructurado, entendemos una molécula de triacilglicérido o de fosfolípido cuya composición de ácidos grasos ha sido determinada por un proceso de laboratorio, o industrial, y cuyo objetivo es modificar, en el sentido de mejorar o de disminuir la biodisponibilidad

de uno o de todos los ácidos grasos componentes del triacilglicérido o del fosfolípido.

Un lípido estructurado, por ejemplo, un triacilglicérido estructurado, es una molécula "hecha a la medida", formulada para una función nutricional y/o tecnológica específica. De esta forma, se puede decidir el tipo de ácidos grasos, y la posición de estos en las moléculas que se desee estructurar.

El principio químico de esta tecnología no es nuevo. De hecho, se realiza cierto nivel de estructuración cuando mezclas de aceites se someten a transesterificación en la fabricación de margarinas y derivados, técnica que permite el intercambio de ácidos grasos entre diferentes moléculas de triacilglicéridos para obtener un producto con una nueva composición de triacilglicéridos y con propiedades físicas, químicas, y nutricionales diferentes. Aunque en este proceso el intercambio de los ácidos grasos ocurre al azar, es posible modificar las características físicas, químicas, y organolépticas del producto final. Por ejemplo, en la fabricación de margarinas y mantecas se puede realizar transesterificación de materias grasas para mejorar el punto de fusión y la plasticidad del producto, siendo posible además, modificar positivamente sus efectos a nivel de los lípidos sanguíneos.

El desarrollo de los lípidos estructurados y sus perspectivas nutricionales

El uso de enzimas estereoespecíficas en su acción catalítica, ha permitido, mediante técnicas biotecnológicas, la obtención de lípidos estructurados con una estereoquímica establecida y constante. Las lipasas, como todas las enzimas, permiten, bajo ciertas condiciones, la reversibilidad de las reacciones que catalizan. Una lipasa, por ejemplo, puede hidrolizar un triacilglicérido en un medio acuoso, pero también puede permitir la unión de un ácido graso a una molécula de glicerol en un medio de reacción virtualmente anhidro. Esto es, la enzima puede operar como una "hidrolasa" en el primer caso, o como una "sintetasa" en esta última condición.

La acción de la lipasa, en términos de eficiencia y de estabilidad, se puede mejorar con técnicas de inmovilización. Para esto, la enzima se fija a un sistema de soporte (cerámica, vidrio poroso, material sintético, celulosa, entre otros), el que permite mejorar sustancialmente la estabilidad de la enzima, una de las mayores limitaciones de las enzimas por su carácter proteico, y la eficiencia catalítica de esta, así como también per-

mite un mejor manejo de las condiciones de operación (velocidad de reacción, temperatura, acidez, fuerza iónica, entre otras).

La fijación de la enzima al sistema de soporte puede ser por reacción química de esta con el soporte, por adsorción (adherida a la superficie del soporte) o por absorción (atrapada en el interior poroso del soporte). Una importante ventaja de la inmovilización es que permite incorporar y retirar la enzima del medio de reacción en forma muy rápida, con lo cual la enzima se recupera y no "contamina" los productos. Otra ventaja de la inmovilización es que permite la reutilización de la enzima un gran número de veces, lo cual redundará en una importante economía del proceso. Además, las condiciones de operación de las enzimas son mucho menos drásticas que las que requieren los procesos químicos propiamente tales, con lo cual se puede producir un ahorro energético.

Estas modificaciones tecnológicas son las que han permitido la creciente masificación del uso de enzimas en la tecnología de las materias grasas. Las lipasas que se utilizan para la estructuración de lípidos se obtienen de bacterias o de hongos que han sido especialmente elegidos (por selección genética o por modificación genética) para obtener altos rendimientos de actividad catalítica, y en muchos casos alta resistencia a la temperatura y a los solventes que se utilizan en los procesos. La figura 1 muestra las diferentes modalidades de inmovilización de enzimas.

El método más común para estructurar lípidos consiste en hidrolizar con una lipasa inmovilizada, sn-1, sn-3 estereoespecífica, actuando en un medio acuoso (por ejemplo una emulsión aceite-agua) un triacilglicérido determinado, por ejemplo una triacilpalmitina (PPP). Con el progreso de la hidrólisis se obtendrá una mezcla final de sn-2 monoacilpalmitina y de ácido palmítico libre. Este último se puede retirar por fraccionamiento o por destilación, y posteriormente, al sn-2 monoacilpalmitina se le agrega otro ácido graso diferente, por ejemplo ácido oleico (O). De esta forma la mezcla de reacción (ácido oleico + sn-2 monoacilpalmitina) se presenta a la misma lipasa inmovilizada, pero ahora en un medio de reacción virtualmente libre de agua (medio orgánico, hexano por ejemplo). De esta forma, la enzima actuará como una sintetasa (o sintasa), catalizando la incorporación del ácido oleico al sn-2 monoacilpalmitina en las posiciones sn-1 y sn-3, lo cual permite obtener un triacilglicérido de

Si has pensado lanzar tu producto a Latinoamérica, no dejes pasar esta oportunidad.



Alimentariaonline.com

te ofrece la posibilidad de llegar a más de 50.000 posibles compradores por mes.

Somos el único portal latinoamericano para la industria de los alimentos visitado por más de 50.000 lectores mensuales y que continúan en aumento.

A través de nuestras notas actualizadas diariamente acerca de los alimentos, divulgamos información novedosa tan pronto se genera.

Le invitamos a visitar nuestro portal con la seguridad que encontrará una excelente oportunidad de hacer más negocios a través de la publicidad.

Visitando nuestro portal puede disfrutar de nuestros servicios gratuitos:

- Boletín semanal de noticias
- Revistas en Línea:
Mundo Alimentario
Mundo Lácteo y Cárnico
- Bolsa de Empleo
- Directorio Online

Aproveche la oportunidad de crecer su negocio

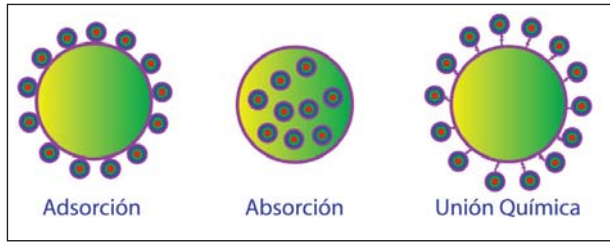


DeltaEnfoque

Comunicación e Innovación Productivas

Av. Río Mixcoac 36 - 501 B Col. Actipan 03230 México D.F.
Tel/Fax: (55) 5534-4344, 5534-4153 info@deltaenfoque.com

Figura 1
Procedimiento para inmovilizar enzimas



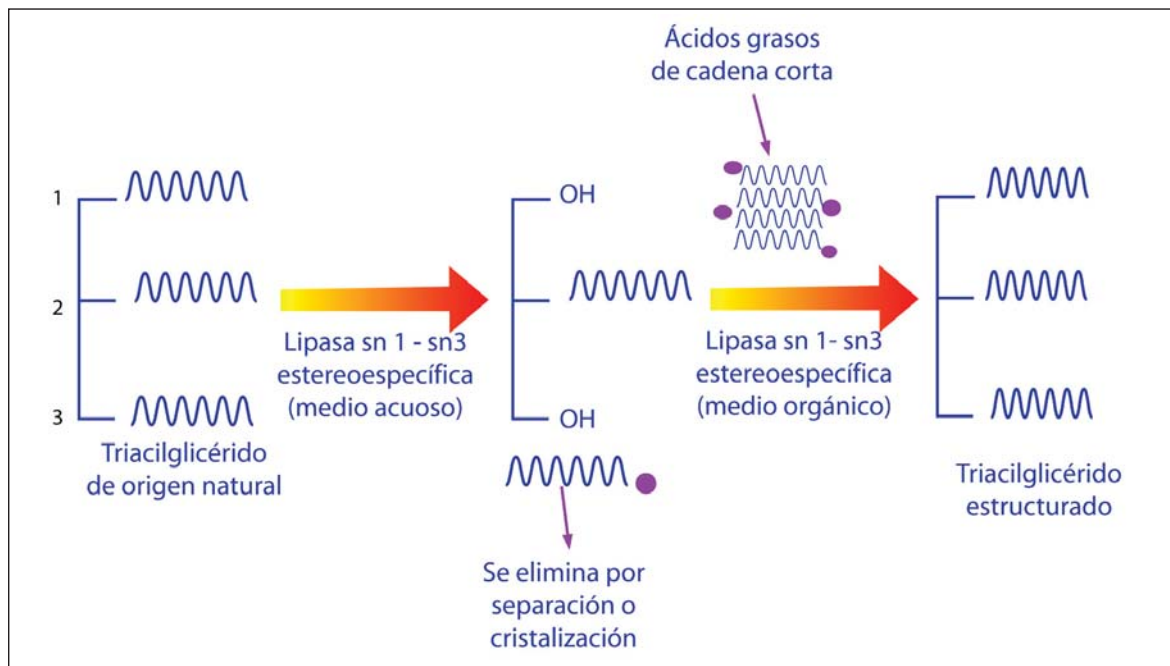
estructura OPO, esto es, un lípido estructurado. Este proceso se puede realizar en forma discontinua, o en un proceso continuo.

En el proceso discontinuo, se trabaja en un reactor al cual se agrega el PPP para formar una emulsión aceite-agua, y luego se le presenta la enzima inmovilizada, ya sea en esferas o en barras reactivas de material inerte que contienen la enzima unida químicamente o en forma física (absorbida o adsorbida). Una vez establecidas las condiciones óptimas de operación (pH, velocidad de agitación, temperatura, concentración de reaccionantes, tiempo, entre otros), al término de la reacción se separan los productos (sn-2 monoacilpalmitina y ácido palmítico) y la sn-2 monoacilpalmitina se transfiere a otro reactor, al cual se agrega ácido oleico mezclándose los reaccionantes con un solvente anhidro. Se aplica nuevamente la enzima inmovilizada, y una vez ocurrida la reacción, cuyo progreso es determinado por parámetros

preestablecidos, se retira la enzima y se separan los productos. Este proceso se utiliza generalmente con fines experimentales, por ejemplo para optimizar condiciones de reacción, ya que es de bajo costo operacional, pero de poco rendimiento y de mayor laboriosidad. Industrialmente se utilizan procesos continuos como el que se describe a continuación.

En el proceso continuo se opera con columnas que soportan la enzima inmovilizada, y en las cuales se hace pasar un flujo constante de reaccionante en un medio acuoso. En la medida que se van generando los productos, estos se van separando, generalmente por fraccionamiento debido a la diferente afinidad con el material de la columna, y los productos de interés se incorporan a otra columna, similar a la anterior, pero que contiene la enzima en condiciones de operación anhidras. Procesos continuos, de estas características, son los que utilizan las empresas biotecnológicas involucradas en la fabricación de lípidos estructurados. La figura 2 muestra en forma esquemática un proceso discontinuo de estructuración de un lípido, y la figura 3 el diseño industrial de ingeniería bioquímica para la estructuración de lo que se conoce como un "triacilglicérido de cadena media invertido, "MCT invertido". Por tal, se entiende un triacilglicérido que contiene ácidos grasos saturados de cadena larga en las posiciones sn-1 y sn-3, y un ácido graso de cadena corta en la posición sn-2. El equivalente energético de este producto será muy bajo, ya que la absorción de los ácidos grasos de

Figura 2.
Como se obtiene un lípido estructurado.



las posiciones sn-1 y sn-3 será muy baja, y el aporte energético del monoacilglicérido que contiene el ácido graso de cadena corta en la posición sn-2 será también muy bajo. Esto es lo que actualmente se identifica como un triacilglicérido "light".

Utilizando la tecnología ya comentada es posible, desde hace varios años, contar con una gran variedad de lípidos estructurados para uso nutricional, farmacológico, o industrial. Uno de los desarrollos más interesantes es un producto identificado como Betapol (Loders & Croklaan, Dinamarca), que es un triacilglicérido estructurado cuya estereoquímica es OPO, esto es, tiene la misma estructura del triacilglicérido mayoritario en la leche humana.

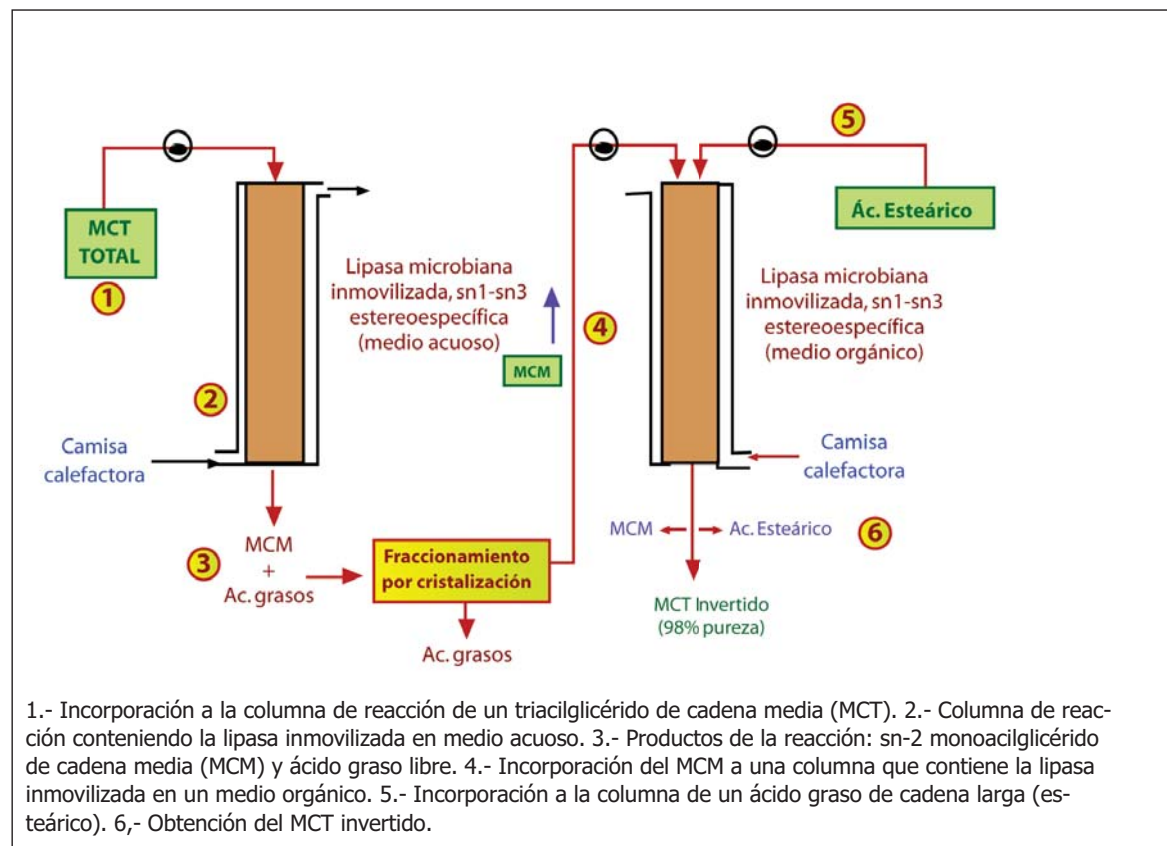
Mediante la adición de este triacilglicérido a fórmulas de reemplazo a la leche materna, es posible igualar con mayor aproximación la composición y la estereoquímica de los lípidos de la leche humana, con los beneficios nutricionales y de salud que esto conlleva. Uno de los efectos más particulares es que un producto formulado con Betapol o con otro lípido de características similares, puede disminuir sustancialmente la formación de jabones de ácidos grasos saturados en el lumen

intestinal de los lactantes, favoreciendo así la formación de deposiciones más blandas y permitiendo una mejor biodisponibilidad de los ácidos grasos liberados por la hidrólisis. De esta forma, el Betapol puede disminuir considerablemente las situaciones de estreñimiento que afectan con frecuencia a los lactantes que no reciben leche materna, y que son alimentados con fórmulas que contienen grasas con alta proporción de ácido palmítico en posición sn-1 o sn-3, como ocurre con la grasa derivada de la leche de vaca.

Uno de los primeros lípidos estructurados obtenido por una tecnología no enzimática fue la Caprenina. Este producto, manufacturado por Procter & Gamble (USA) se prepara a partir de la esterificación del glicerol con una mezcla de ácido caproico (C8:0), cáprico (C10:0) y behénico (C22:0). Este último ácido graso es pobremente absorbido en el tubo digestivo, por lo cual el equivalente energético de la Caprenina es de 5 kcal/g y se utiliza en la preparación de helados, como cobertura en confitería y como sustituto de la manteca de cacao. Cuenta con la aprobación GRAS del FDA desde 1996.

Otro ejemplo de lípido estructurado, en el cual no se ha utilizado tecnología enzimática en su producción, es

Figura 3
Proceso de Ingeniería bioquímica para obtener MCT invertido



el Salatrim (Nabisco Foods, USA), cuyo nombre deriva de *short and long acyl triglyceride molecule*. Este producto es una familia de triacilglicéridos obtenida simplemente por transesterificación química de triacilglicéridos de cadena larga, conteniendo generalmente ácido esteárico, con triacilglicéridos de cadena muy corta, que contienen altas proporciones de ácido propiónico (C3:0) y ácido butírico (C4:0). De esta forma, se obtienen diferentes mezclas de triacilglicéridos con distribución al azar de sus ácidos grasos, cuyo aporte calórico no es superior a 5 kcal/g, esto es más de un 30% menor que un triacilglicérido convencional. Salatrim fue desarrollado en la década de 1990, originalmente como un producto de bajo aporte calórico. Actualmente, además, se considera como un buen sustituto de grasas hidrogenadas cuyo alto contenido de isómeros *trans* las hace cuestionables y en algunos países, actualmente restringidas o prohibidas en ciertos productos. Salatrim tiene categoría GRAS del FDA desde 1994 y se le utiliza en la preparación de helados, bocadillos, aderezos, como reemplazo de manteca de cacao, entre otros, con el nombre comercial de BENEFAT licenciada por Nabisco Foods a Cultor Food Science. Salatrim no es adecuado para procesos de fritura. Productos similares son el Neobee MCT (Aarhus United, USA) y Vivóla (Forbes-Med, Canadá).

Una iniciativa más reciente, y que se aproxima al concepto de lípidos estructurados que ya hemos discutido, se refiere al Enova, un producto desarrollado por ADM (Archer Daniels Midland, USA) en asociación con Kao Corp. (Japón). Se trata de un aceite que sólo contiene sn-1, sn-2 y sn-1, sn-3 diacilglicéridos obtenidos a partir del tratamiento de hidrólisis química controlada de mezclas de aceite de soja y de cañóla. El producto tiene una apariencia y características organolépticas similares a sus aceites de origen, pero con un aporte calórico un 30% menor, ya que contiene solo 2/3 de los ácidos grasos por unidad estructural. El producto tiene categoría GRAS del FDA, se comercializa desde enero de 2005 en Estados Unidos y se publicita como un "aceite que no se deposita como grasa", lo cual no es enteramente correcto, pero constituye un desarrollo tecnológico interesante.

Los Sustitutos De Grasas

La ingesta aumentada de grasas es, sin lugar a dudas, una de las causas más importantes de obesidad, por lo cual aquellas personas que desean mantener su peso, en especial las que presentan tendencia a la obesidad, deben privarse, a veces con gran sacrificio, de ingerir grasas o de reducir al mínimo el consumo de estas.

Debemos recordar que son las materias grasas las que aportan la palatabilidad, el color, la textura, lo crocante, y la apariencia, a muchos de nuestros alimentos habituales. Aceptemos que un alimento sin grasas, o al cual se le ha extraído la grasa, no tiene el mismo sabor y la apariencia que el mismo producto con su materia grasa. Tratamos de evitar las grasas, pero a todos nos gustan.

Las estrategias para disminuir el aporte calórico proveniente de la ingesta de materias grasas pueden ser abordadas desde varias perspectivas. Si se quiere evitar, o disminuir, el aporte de energía proveniente de los ácidos grasos, se debe evitar que estos sean absorbidos y/o metabolizados. Inhibir el metabolismo de un nutriente es complejo e implica una intervención farmacológica del individuo con riesgo potencial para su salud o para su estado nutricional. Inhibir la absorción de los ácidos grasos parece más viable, ya que si un producto no es hidrolizado a nivel intestinal por las lipasas digestivas, aunque contenga ácidos grasos, no va a ser absorbido. De la misma manera, productos que son solo parcialmente absorbidos, van a proveer una menor cantidad de energía utilizable.

Este concepto es el que ha permitido el desarrollo de los sustitutos de grasas, esto es, productos que estructuralmente tienen similitud con las grasas en sus propiedades físicas, químicas, y organolépticas, pero que por razones también derivadas de su estructura no constituyen sustrato para las lipasas, o solo son parcialmente digeridos por estas enzimas.

Otro concepto diferente al de los sustitutos de grasas, es el de los productos que imitan a las grasas y que se utilizan para reemplazar a éstas. Ellos simulan a las grasas sin poseer ninguno de sus componentes ni características nutricionales, aunque también aportan calorías, pero en menor magnitud.

Los sustitutos pueden utilizarse en reemplazo total de las grasas, en cambio los productos que imitan a las grasas, solo pueden reemplazar una fracción de estas sin alterar notoriamente el comportamiento y las características organolépticas del producto al que se han incorporado. La figura 4 resume las características que idealmente se pueden esperar para un producto sustituto o imitador de las grasas.

Los sustitutos de grasas, llamados así genéricamente, incluyendo a los imitadores de grasas, ya están disponibles con el propósito de satisfacer una creciente demanda. Es

Figura 4.

Los sustitutos e imitadores de grasas idealmente deben:

- Tener analogía funcional con las grasas que reemplazan
- Estar libres de efectos tóxicos
- No ser metabolizables o producir metabolitos diferentes a los producidos por las grasas
- Ser completamente excretados por el organismo

posible que estos productos revolucionen el mercado a través del concepto de "comer sin engordar".

Perspectivas en el Uso de Sustitutos E Imitadores de Grasas y Aceites en la Alimentación Humana

Sin lugar a dudas, los sustitutos o los productos de imitación de grasas y aceites, pueden constituir una panacea para aquellos que libran una eterna batalla contra los kilos demás, ya sea por razones estéticas o de salud. Sin embargo, es necesario ser cautelosos. Dentro de los llamados sustitutos, solamente Salatrim y Olestra, son productos plenamente comerciales de relativo éxito. Salatrim tiene una amplia potencialidad de aplicaciones, ya que se trata de una mezcla de triacilglicéridos, que mantiene todas las propiedades de estos. Sin embargo, al ser metabolizable, también tiene un efecto calórico, que aunque menor que el de una grasa convencional, es superior al de carbohidratos y proteínas. Por esta razón, no se puede esperar resultados espectaculares de reducción de la ingesta de grasa cuando se consume este producto.

Olestra es un sustituto que no deja de tener inconvenientes; es de costo relativamente alto, por lo cual los productos que lo contienen son más caros, produce cierto grado de intolerancia en algunos individuos, razón por la cual, la etiqueta de los productos que lo contienen debe advertir sobre este efecto. Debido a que disminuye la absorción de las vitaminas liposolubles, se debe incorporar una suplementación de estas vitaminas en el producto junto con el Olestra, lo que se traduce en un mayor costo final. Un aspecto destacable del Olestra, y potencialmente de otros sustitutos de grasas ya en desarrollo, se refiere a la termoestabilidad. El efecto de la temperatura sobre los aceites convencionales, especialmente de aquellos con alto grado de poliinsaturación, en el proceso de fritura, puede ser considerablemente disminuido si se utiliza Olestra, aunque eso sí sin barajar consideraciones de costo. Sin embargo, la inocuidad definitiva del Olestra en procesos de fritura, es un tema que aún requiere mayor profundización. Enova es producto comercial reciente, por lo cual habrá que esperar algún tiempo para conocer su

aceptación y éxito comercial. Los productos que imitan a las grasas y aceites, también tienen desventajas, la mayoría inherente a su composición química. Al tratarse de carbohidratos o de proteínas modificadas, son susceptibles de aumentar o de facilitar la contaminación microbiológica del producto, lo cual implica un riesgo sanitario y acorta su vida media útil. En este mismo sentido, al tratarse de productos hidrosolubles, admiten una mayor cantidad de agua en la composición final, lo que redundará en una mayor actividad de agua, lo que en algunas circunstancias puede ser beneficioso, pero en otras francamente pernicioso.

Otro aspecto discutible, se refiere a la sensación de plenitud que puedan producir estos imitadores. Las grasas de la dieta, además de impartir suavidad a los alimentos y de ser un vehículo muy adecuado para el color y sabor de este, aportan una sensación de plenitud que las hacen irremplazables en la alimentación. Muchos hemos conocido la experiencia de consumir productos sin grasa. Definitivamente saben diferente y producen una menor sensación de saciedad. El consumir productos que contienen imitadores de grasas, puede producir una menor sensación de saciedad, incitando al consumidor a comer más para satisfacer esta sensación. De esta manera, el menor aporte calórico derivado del consumo de imitadores, puede ser involuntariamente compensado por un mayor consumo de éstos, alcanzándose al final un balance energético igual, o incluso superior, al del alimento que se pretende reemplazar. El desarrollo industrial de este tipo de productos o similares constituye, sin lugar a dudas, un desafío tecnológico y nutricional, para el cual existe un mercado expectante y de gran demanda potencial. Sin embargo, las empresas involucradas en la investigación y desarrollo de estos productos, así como los organismos reguladores, deben ser especialmente cuidadosos en estudiar la eventual toxicidad o efectos adversos de los sustitutos o de los imitadores, ya que por su atractivo pueden llegar a constituir productos de muy alta demanda y consumo. No nos podemos equivocar al autorizar y/o promover el consumo de un producto que pueda causar trastornos de salud detectados tardíamente.

Fuente de la cual se tomó la información para conformar este artículo:

Alfonso Valenzuela B., Julio Sanhueza C. Estructuración de Lípidos y Sustitutos de Grasas, ¿Lípidos Del Futuro?. Revista Chilena de Nutrición. Diciembre 2008.