

-RESEÑA-

SECADO DE AROMAS DE ALIMENTOS POR ASPERSIÓN

*Idalmis Expósito** y *Jorge A. Pino*

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Carretera al Guatao, km 3 1/2,

La Habana, Cuba, C.P. 19200.

E-mail: idalmis@iiaa.edu.cu

RESUMEN

En el trabajo se discuten los aspectos técnicos más importantes a tener en cuenta para el secado por aspersión de aromas. La microencapsulación es el proceso por el cual un material o mezclas de materiales son atrapados con otro material o sistema de materiales. La encapsulación sirve para retener los principios activos en un producto alimenticio durante el almacenamiento, protegerlo de interacciones indeseables con el alimento, así como protegerlo de las reacciones inducidas por la luz y oxidación. El secado por aspersión es el principal proceso empleado en la producción de principios activos y componentes volátiles en polvo. El mérito de este proceso tiene asegurado su dominación, al incluir la disponibilidad del equipamiento, bajo costo del proceso, amplia opción de soportes sólidos, buena retención de principios volátiles y activos y buena estabilidad en el producto final.

Palabras clave: aroma en polvo, secado por aspersión.

ABSTRACT

Spray drying of food flavors

The most important aspects to take into account for the flavor spray drying are discussed. Microencapsulation is the process in which a material or a mixture of materials is trapped into another material or system of materials. The encapsulation is used to retain the active elements in foodstuffs during storage, to protect them from undesirable interactions with food and induced reactions from light and oxidization. The spray drying is the main process used in the production of active elements and volatiles components in powder. The importance of this process makes sure its domination, equipment availability, process low cost, great option of solid supports, retention of active and volatile elements, and high stability of the product.

Key words: dry flavoring, spray drying.

INTRODUCCIÓN

Existen productos con un alto contenido de lípidos, grasas o componentes de fácil oxidación, por lo que presentan un alto poder oxidativo debido a los ácidos grasos insaturados, así como otros con un alto contenido de agua, que es necesario eliminar para disminuir el enranciamiento oxidativo, formación de óxidos y eliminar en algunos casos el crecimiento microbiano. Por lo que la forma más adecuada es elaborar un producto en forma de polvo mediante la microencapsulación de estos componentes con un soporte adecuado y eliminación del agua mediante secado por aspersión, que es una de las tecnologías más empleadas para productos con estas características (1).

Existen productos en los que se requiere separar el principio activo o principio aromatizante de la materia natural mediante una extracción y que para su utilización posterior se necesita en forma de polvo, ya sea

**Idalmis Expósito Molina: Ingeniera Química Industrial (ISPJAE, 2005). Reserva Científica del IIIA, con categoría de Investigador Aspirante. Trabaja actualmente en el Dpto. de Aromas. Su principal línea de investigación es el desarrollo de aromas en polvo similares a los naturales, para su aplicación en productos lácteos y de confitería.*

porque es importante un pequeño tamaño de partícula o porque se requiere aumentar la vida de anaquel del producto (2-5).

En este trabajo se discuten los aspectos técnicos más importantes a tener en cuenta para el secado por aspersión de aromas.

Procesos tradicionales de secado

El exceso de humedad contenida por las materias puede eliminarse aplicando métodos mecánicos (escurrimiento, sedimentación, filtración y centrifugación). Sin embargo, la deshidratación más completa se obtiene evaporando la humedad y eliminando los vapores formados, es decir, mediante el secado térmico. El secado es una etapa esencial del procesamiento que involucra la evaporación del disolvente por calor. En muchos casos este es agua, pero en otros pueden ser disolventes orgánicos que necesitan recuperarse (4).

El principio del secado es transformar el contenido de un líquido en sólidos (sea disuelto o en suspensión) en un polvo cuyas ventajas son (1): mayor período de duración, menor volumen, almacenamiento y transporte más económico, así como disminución de la corrosión en aparatos y tuberías durante el almacenamiento.

Secadores por atomización (Spray dryers)

El secado por atomización es una operación bien establecida, la cual ha sido empleada industrialmente en muchas maneras durante varias décadas desde su descubrimiento en 1932 (6). Los secadores por atomización están diseñados para manipular material húmedo en la forma de una solución, pasta húmeda o emulsión. El secado se logra atomizando el licor alimentado como pequeñas gotitas dentro de una corriente de aire caliente u otros gases. Esto produce una superficie de contacto muy grande, la cual resulta en una alta tasa de evaporación líquida. El corto tiempo de secado, usualmente solo 5 a 10 s, mantiene la temperatura del material que será secado baja con relación al de los gases de secado. El calor de evaporación también enfría la partícula que se está secando. El material al secarse nunca excede la temperatura de salida del secador y solamente se aproxima a la temperatura del aire

de salida según el polvo se acerca a la salida del secador. Por tanto, los daños por calor al material secado son mínimos siempre que se extraiga eficientemente de la corriente de gas caliente y se impida el sobrecalentamiento (2, 5, 7-9).

El secado por atomización es particularmente aplicable al secado de materiales que son sensibles al calor, pues hay menos probabilidad de colorear, oxidar o que sufran pérdida de aroma o degradación como la que en alguna forma de los tipos de secadores es discutido. También es un método muy efectivo de producir aromas encapsulados en gomas naturales, almidones modificados o mezclas de los mismos. El material secado se recupera como un polvo dividido finamente (generalmente de 10 a 60 μ m), comprendiendo formas bastante uniformes esféricas o en parte esféricas en un rango estrecho de tamaños de partícula con propiedades físicas, características y densidad a granel. El tamaño de partícula puede ser influenciado ajustando el tamaño de las gotitas alimentadas dentro de la corriente de gas (1, 8-10).

Tecnología de secado por atomización

Durante la operación, el material de alimentación es atomizado dentro de un aire turbulento (facilita la transferencia de masa desde la emulsión), está en una película fina (gran área superficial) y ocurre un mezclado de todo el material (baja la concentración de volátiles en la interfase alimentación/aire, todo lo cual en su conjunto favorece las pérdidas de los volátiles).

Se logra una intensidad elevada de evaporación a cuenta de la pulverización fina del producto a secar en la cámara de secado, a través de la cual se mueve el agente secador (aire calentado o gases de combustión) (5, 7, 9). El producto se introduce en una cámara de secado en forma de fina lluvia entrando así en contacto con una corriente de aire caliente, lo que permite una deshidratación muy rápida, obteniéndose un polvo seco. Las gotitas de la aspersión normalmente tienen diámetros del orden de 10 a 20 μ m y por tanto, ofrecen al aire caliente un área superficial muy grande por unidad de volumen, lo que permite una desecación muy rápida (8).

Otra tecnología consiste en la microencapsulación de un principio activo, para esto se parte de concentraciones entre 10 y 12 % del principio donde se han obteni-

do buenas retenciones a microencapsular (5, 6, 11). No es conveniente sobrepasar una concentración de 12 %, pues se disminuye el recubrimiento aportado por la cantidad de soporte y pueden aumentar las pérdidas de algunos compuestos durante el secado y además disminuir la durabilidad del producto (6). Como materiales encapsulantes se utilizan macromoléculas, tales como gomas, almidones modificados y proteínas, las que han sido utilizadas con muy buenos resultados (5, 11, 14).

En el secado por atomización es de gran importancia que el producto líquido forme una aspersión de gotitas uniformes de las dimensiones deseadas y que esta lluvia de gotas se distribuya por todo el aire caliente. El término que normalmente se emplea para describir la formación de la aspersión de líquido es el de la atomización. En estos secadores suele emplearse uno de los tres tipos principales de atomizadores: de presión, centrífugo y de fluidos (3).

La Fig. 1 muestra que en el atomizador a presión el líquido es bombeado a presión relativamente alta a través de un orificio pequeño. La energía del líquido a alta presión se utiliza para producir la aspersión de pequeñas gotitas. Un núcleo acanalado insertado antes del orificio, imparte un movimiento de giro al líquido produciendo una aspersión en forma de cono. Entre los inconvenientes de este tipo de atomizador figuran la posibilidad de que se afecte el orificio con partículas y se ensanche, sobre todo si el líquido de alimentación contiene sólidos abrasivos.

El atomizador centrífugo consiste en un disco que gira en el extremo de un eje. El líquido de alimentación se introduce cerca del eje de rotación del atomizador siendo acelerado hasta la velocidad lineal en la periferia superior desde donde es lanzado en forma de aspersión al interior de la cámara de desecación. Los tamaños y velocidades de los discos atomizados varían desde 5,08 cm que gira a 10 000 rev/min, a una rueda radiada de 76,2 cm que gira a 3 450 rev/min.

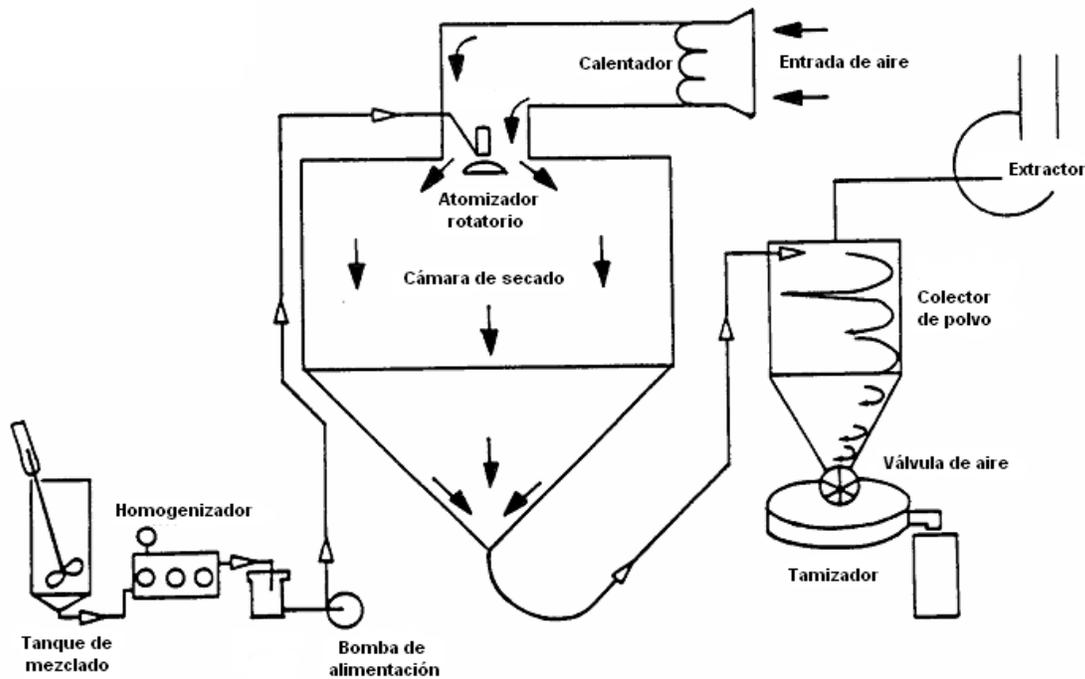


Fig. 1. Equipamiento para secado por atomización.

Todo esto conduce a que el proceso de secado debe ser optimizado con relación a la retención del aroma (12). Se ha demostrado que operar a altas presiones favorece la retención de volátiles en los secadores por atomización a presión, lo mismo que sucede con los atomizadores centrífugos.

Mientras que la retención del aroma durante el secado es el primer aspecto a tener en cuenta, una vez obtenido el aroma en polvo, éste deberá exhibir una buena durabilidad. Desde el punto de vista químico, es importante tener en cuenta la estabilidad oxidativa. Muchos aromas (particularmente los aceites esenciales de cítricos) son muy propensos a la oxidación con el consiguiente desarrollo de olores ajenos al producto durante la conservación (12).

Importancia de las emulsiones en el secado por atomización

Para una adecuada aplicación del secado por atomización es importante dominar la preparación de las emulsiones necesarias a preparar antes de la operación de secado.

La teoría de las emulsiones es en parte, una consecuencia de la química coloidal clásica y además un desarrollo de las artes antiguas. Una emulsión es un sistema que contiene dos fases líquidas, una de las cuales se dispersa en forma de finas gotitas en la otra. Tal sistema posee una estabilidad mínima que puede ser acentuada por aditivos tales como productos sólidos finamente divididos.

Existen dos tipos distintos de emulsión, la distinción consiste en notar qué componente es el continuo y cual la fase dispersa. La fase que está presente en forma de gotitas finamente divididas se llama fase dispersa o interna, la que forma la matriz en que se suspenden estas gotas se denomina fase continua o externa. Así tomando el caso clásico de una emulsión de aceite y agua, puede existir una emulsión aceite en agua (aceite la fase dispersa) o una emulsión agua en aceite (agua en la fase dispersa). Estos tipos de emulsiones se abrevian convenientemente como o/w y w/o, respectivamente (6, 12). Las propiedades físicas de una emulsión frecuentemente dependen en gran parte de su composición y de su modo de preparación, siendo estas las que verdaderamente rigen el sistema (12). Las principales son:

Viscosidad: la resistencia a la fluidez de las emulsiones es probablemente una de las más importantes propiedades, tanto desde el punto de vista práctico como teórico. Desde el punto de vista teórico la medición de viscosidad es capaz de dar suficiente información acerca de la estructura de las emulsiones. Es con frecuencia una guía para su estabilidad. Aunque en la literatura especializada no se reportan límites, se recomiendan utilizar soportes que proporcionen baja viscosidad. Las emulsiones de alta viscosidad crean dificultades durante el proceso de secado, fundamentalmente en el bombeo de la emulsión. Si son muy viscosas es necesario bombearlas a altas temperaturas y traería como consecuencia pérdida de componentes volátiles responsables del aroma de los alimentos.

Conductividad eléctrica: esta propiedad, empleada de forma apropiada, puede proporcionar un modo conveniente de distinguir entre las emulsiones o/w y w/o. Se puede esperar que las emulsiones en las que el agua es el medio continuo muestren una alta conductividad.

Estabilidad: es la propiedad física más importante de una emulsión. Este término se utiliza con frecuencia en relación con dos fenómenos esencialmente diferentes, que son la conformación de nata o sedimentación y la destrucción debido a la coalescencia de las gotitas. La formación de nata aparece por una diferencia de densidad entre las dos fases y no va acompañada necesariamente de una agregación de gotitas, aunque esto facilita el proceso.

La estabilidad de una emulsión puede promoverse por la adición de materiales que incrementan la viscosidad (agente espesantes). Por esto, el movimiento de las gotas líquidas se ve limitado y se evita el hundimiento. Cuando menor sea la diferencia en la gravedad específica entre las gotas líquidas y la fase continua, menor será la tendencia de estas gotas a subir o descender.

El ingrediente más importante en las emulsiones aceite/agua, es la fase aceite, pues puede proveer a la emulsión sabor o el principio activo, con o sin turbidez según sea el caso. En muchas ocasiones se utilizan aceites esenciales de diferentes tipos y concentración para producir un buen balance del sabor. Si el aceite a utilizar es algún aceite cítrico es necesario tener en cuenta que estos están formados por una considerable cantidad de hidrocarburos terpénicos y sesquiterpénicos

que sirven de soporte a los compuestos oxigenados y que son fácilmente oxidables, por lo que requieren de un soporte adecuado para cubrir el aceite. También este tipo de emulsiones puede utilizar aceites vegetales o cualquier otro tipo de aceite como por ejemplo los marinos. Debido a la insolubilidad de los aceites en un medio acuoso y la diferencia en las densidades en una solución acuosa hace que sea necesario lograr una dispersión estable de los mismos, para lo cual se hace necesario elaborar una emulsión (7).

Los compuestos que se añaden a una emulsión para aumentar su estabilidad, son conocidos como agentes emulsificadores o emulsificantes. Por lo general, se prefiere una emulsión con gran estabilidad. Para lograr este objetivo por más tiempo deben agregarse lo que ya se señaló anteriormente. Estos agentes son compuestos orgánicos de cadena larga con cadenas sobresalientes solubles en aceite (lipofílicos) y además, laterales o grupos solubles en agua (hidrofílicos). Por lo tanto, una porción de la molécula se disolverá en la fase oleosa y la cadena principal formará una especie de puente para mantener ambas fases en posición y así emulsificarse (12).

Un buen agente emulsificante tiene dos propósitos: en primer lugar, el agente emulsificante reduce la tensión interfacial entre los líquidos a emulsionar, pues cuanto mayor sea esta, más difícil es de formar una emulsión y más inestable tiende a ser. Además, el agente emulsionante debe tratar de que las gotitas formadas no puedan aproximarse lo suficiente como para sumergirse. Por consiguiente, se debe crear una esfera alrededor de las partículas emulsionadas para evitar la coalescencia.

Las gomas o hidrocoloides son sustancias ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Son polisacáridos hidrofílicos fundamentalmente o sus derivados y se caracterizan por su dispersabilidad en agua fría o caliente que condice a la producción de soluciones o dispersiones viscosas, y en ciertos casos a la formación de geles, lo cual las hacen componentes texturales importantes en la mayoría de los alimentos, bien como constituyentes naturales o como aditivos en los alimentos procesados. Estos hidrocoloides pueden ser utilizados combinados entre sí o con otros elementos, tales como surfactantes, emulsificadores, etc., de acuerdo a las características de cada uso en particular (12).

Las gomas se clasifican en tres categorías fundamentalmente:

(I)-Gomas naturales: son aquellas que pueden encontrarse en la naturaleza. Ejemplo: goma arábica.

(II)-Gomas naturales modificadas o semisintéticas: son las que se obtienen de modificaciones físicas o químicas de las gomas naturales. Ejemplo: dextrinas.

(III)-Gomas sintéticas: se obtienen por síntesis química total. Ejemplo: polímero de vinilo.

En la actualidad, la industria de aromas en polvo emplea mezclas de agentes emulsificantes (goma arábica o almidón modificado) y almidones hidrolizados (10 a 25 equivalentes en dextrosa). Las mezclas son utilizadas para reducir costos, impartir propiedades emulsificantes y aumentar la vida de anaquel (12). La elección de uno u otro obedece a la naturaleza del principio activo, a sus costos y disponibilidad (7, 15-19).

La etapa más importante del proceso de secado por atomización es la homogenización, en este paso la emulsión cruda preparada anteriormente es bombeada a través de un homogenizador de alta presión. Las fuerzas de alta presión en el líquido que pasa a través de la válvula a una alta velocidad creando una turbulencia y fragmenta las gotas de aceite en finas partículas. Homogenizador de simple o doble paso es utilizado para este procedimiento, aunque se prefiere el de doble paso. En este se requiere un máximo control de la presión, pues es necesario mayor eficiencia que en el primer pase. La presión a utilizar varía de una emulsión a otra, pues depende de la composición de la misma. En el primer pase la presión es de 140 a 350 kg/cm² y solo en raros casos llega a 500 kg/cm². Generalmente dos pases de una emulsión a través del homogenizador son suficientes para obtener un tamaño uniforme de partículas en la emulsión (6).

Para medir el tamaño de las partículas (del orden de μm) se utiliza el análisis microscópico; debe encontrarse en valores inferiores a 5 μm para lograr de esta forma una buena estabilidad de la emulsión, pues mientras menor sea el tamaño del glóbulo de aceite, más estable será la emulsión (6).

Parámetros de operación en el secador

La influencia de las temperaturas de entrada y salida del aire ha recibido atención por varios investigadores (14, 19). Se recomienda que la temperatura de entrada del aire sea alta para permitir una rápida formación de la membrana semipermeable alrededor de la gota al secarse, pero no puede ser tan alta que cause daño térmico al producto seco. Se han reportado temperaturas de entrada del aire entre 160 y 210 °C con altas retenciones de las sustancias volátiles durante el secado por atomización. Temperaturas de entrada superiores a 210 °C causan una disminución de la retención de volátiles para algunos tipos de soportes. Sin embargo, otros autores han secado aromas con temperaturas entre 280 y 350 °C. Parece ser que la humedad del aire en el secador es un resultado de combinaciones de las temperaturas de entrada y salida, siendo este el factor gobernante más que las simples temperaturas (6).

La influencia de la temperatura de salida del aire en relación con la retención de volátiles no está muy bien documentada. Si esta temperatura es inferior a 60 °C, el producto final se obtiene con mayor contenido de humedad, además de que el proceso se hace más largo y por tanto, el tiempo de permanencia del producto en el secador es mayor. Se ha demostrado que la retención de sustancias aromáticas poco hidrosolubles tales como el diacetilo, se incrementa con el aumento de la temperatura de salida del aire, posiblemente debido a que temperaturas de salida más altas (a valores fijados de temperatura de entrada del aire) causan una menor humedad del aire dentro del secador. Una baja humedad resulta en un secado más rápido y por tanto, en una mayor retención de volátiles (6). El efecto de las temperaturas del aire parece ser menos importante cuando se encapsulan aromas poco volátiles, tales como el aceite de naranja a altas concentraciones (aproximadamente 20 % en base sólidos) que con el diacetilo a bajas concentraciones (mg/kg). Cuando aumenta la temperatura de secado la película semipermeable se forma más rápidamente, lo que hace que las pérdidas sean menores, pues el tiempo de residencia es menor. La temperatura no se puede elevar indistintamente, pues cuando se extrae un exceso de humedad de la partícula ya encapsulada, junto con el agua comienzan a salir algunos compuestos aromáticos solubles, por lo que hay que tener en cuenta la composición del sabor. Para sabores artificiales, algunos autores re-

comiendan 180 y otros 200 °C en dependencia de la composición (6). Las temperaturas mayores también ofrecen la ventaja de que aumentan la productividad de los procesos (5).

La temperatura de salida del aire tiene influencia en la actividad de agua y en la humedad del producto terminado y por tanto en su durabilidad (5). Se conoce que los valores de actividad de agua adecuados para productos de alto potencial oxidativo son los que están en el rango de 0,1 a 0,5 y éstos se obtienen cuando se emplean valores de temperaturas en el rango de 75 a 86 °C (5). Un contenido de sólidos alto al inicio del secado, hace que el tiempo de formación de la película semipermeable sea menor y por lo tanto las pérdidas son menores. Sin embargo, cuando se sobrepasan los límites de solubilidad de los polímeros, se incrementan las pérdidas de componentes sensibles; el contenido inicial de sólidos recomendados por la literatura es de 1:4 (relación componente a microencapsular soporte) (5, 6). La mezcla de soportes se disuelve en agua caliente (75 °C), agitando vigorosamente y se deja reposar durante 48 h antes del secado para hidratar bien los soportes. Pasado este tiempo se añade el principio a microencapsular a la mezcla. La emulsión formada se homogeniza en un homogenizador de simple paso a 160 kg/cm², justamente antes de proceder al secado por atomización. La mezcla ya homogénea, se seca en un secador por aspersión.

CONCLUSIONES

El secado por aspersión es el principal proceso empleado en la producción de principios activos y componentes volátiles en polvo. Esta popularidad es particularmente histórica porque fue el primer proceso empleado en la industria para obtener aromas encapsulados. Sin embargo, el mérito de este proceso tiene asegurado su dominación, al incluir la disponibilidad del equipamiento, bajo costo del proceso, amplia opción de soportes sólidos, buena retención de principios volátiles y activos, así como buena estabilidad en el producto final. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto acerca de las bondades de los productos secados por aspersión, debe considerarse en las investigaciones sobre el desarrollo de aromas en polvo, la utilización de esta tecnología, pues se cuenta con el equipamiento y además que los aromas a obtener tendrán mayor poder aromático y mayor tiempo de vida útil.

REFERENCIAS

1. Vega-Mercado, H.; Gongora-Nieto, M. y Barbosa-Canovas, G. J. *Food Eng.* 49(4): 271-289, 2001.
2. Re, M. *Drying Technology* 16(6): 1195-1236, 1998.
3. Greensmith, M. *Practical dehydration*. Cambridge, Woodhead Publishing Ltd., 1998.
4. Benczedi, D. y Blake, A. *Food Industry J.* 2(1): 36-47, 1999.
5. Sharma, D. y Tiwari, B. *Indian Food Industry* 20(2): 48-51, 74, 2001.
6. Reineccius, G. *Drying Technol.* 22: 1289-1324, 2004.
7. Brazel, C. *Cereal Foods World* 44(6): 388-393, 1999.
8. Augustin, M.; Sanguansri, L.; Margetts, C. y Young, B. *Food Australia* 53(6): 220-223, 2001.
9. Mermelstein, N. *Food Technol.* 55(4): 92, 94, 95, 2001.
10. Walton, D. *Drying Technol.* 18(9): 1943-1986, 2000.
11. Vandana, S.; Sumit, A. y Sindhu, J. *Indian Food Industry* 18(1): 39-48, 1999.
12. Reineccius, G. *Flavor Chemistry and Technology*. New York: Taylor and Francis, 2006.
13. Buffo, R. y Reineccius, G. *Perf. Flavor.* 25(4): 45-54, 2000.
14. Hui-Chin, L. y Reineccius, G. Protection of artificial blueberry flavor in microwave frozen pancakes by spray drying and secondary fat coating processes. En: *Ingredients Encapsulation Symposium*. ACS Symp. Ser. 590, American Chemical Society, Washington D.C., 1995, pp. 180-186.
15. Seung-Cheol, L.; Chae-Hwan, R. y Sang-Chun, L. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(6): 1322-1326, 1997.
16. Zeller, B.; Saleeb, F. y Ludescher, R. *Trends in Food Sci. Technol.* 9(11/12): 389-394, 1998.
17. Qi, Z. y Xu, A. *Cereal Foods World* 44(7): 460-465, 1999.
18. Druri, M. y Pawlik, A. *Przemysl Spozywczy* 55(3): 26, 31-33, 2001.