

## -RESEÑA-

# ENCAPSULACIÓN DE SABORIZANTES POR EXTRUSIÓN

*Madai Bringas\*, Jorge A. Pino y William Pérez*

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

*La Habana, C.P. 19 200, Cuba.*

*E-mail: madai@iiaa.edu.cu*

### RESUMEN

En el trabajo se discuten los aspectos técnicos más importantes a tener en cuenta para la encapsulación de saborizantes por extrusión. La encapsulación es el proceso por el cual una mezcla de sustancias activas, tal como los saborizantes, es atrapada en otro material o sistema de materiales. La encapsulación sirve para retener los saborizantes en un producto alimenticio seco durante el almacenamiento, protegerlo de interacciones indeseables con el alimento, así como de reacciones inducidas por la luz y la oxidación. La extrusión es un proceso empleado en la producción comercial de saborizantes en estado sólido. El mérito de esta tecnología radica en la disponibilidad del equipamiento, bajo costo del proceso, amplia opción de soportes sólidos, buena retención de principios volátiles y buena estabilidad en el producto.

**Palabras clave:** saborizante, encapsulación, extrusión.

### ABSTRACT

#### **Flavoring encapsulation by extrusion**

The most important technical aspects for flavoring encapsulation by extrusion are discussed. The encapsulation is a process where a mixture of active substances, e.g. flavorings, it is caught in another material or system of materials. The encapsulation retains the flavorings in a dry food product during its storage, to protect it of undesirable interactions with the food, as well as of reactions induced by the light and by oxidation. The extrusion is a process used in the commercial production of solid flavorings. The merit of this technology resides in the readiness of the equipment, low cost process, wide option of solid supports, good retention of volatile principles, and good stability in the product.

**Keywords:** flavoring, encapsulation, extrusion.

### INTRODUCCIÓN

Las sustancias que se añaden a los alimentos para darle olor y sabor (*flavor* en inglés) se denominan saborizantes y están constituidos en la mayoría de los casos por mezclas de muchos componentes de distintas clases químicas, que pueden ser naturales u obtenidos por síntesis.

El propósito principal de la encapsulación es atrapar ingredientes sensibles, tales como los compuestos volátiles de los saborizantes, en un soporte sólido para incrementar la protección, reducir su evaporación, facilitar la manipulación y controlar su liberación durante la conservación y aplicación.

Los saborizantes en estado sólido son importantes para la industria alimentaria y estos pueden ser producidos por dispersión en un soporte sólido o por alguna forma

---

*\*Madai Bringas Lantigua: Ingeniera Química, CUJAE, 2009. Trabaja en la Planta de Aromas. Principales líneas de trabajo: normalización y control de la calidad de productos aromáticos, microencapsulación de aceites esenciales y obtención de productos naturales.*

de encapsulación. La dispersión consiste en aplicar el saborizante sobre un ingrediente alimentario, mientras que la encapsulación se basa en la incorporación del saborizante dentro de una matriz sólida de algún material alimentario. Estos materiales pueden ser almidones o sus derivados, gomas, proteínas, lípidos, ciclodextrinas o alguna combinación de ellos (1). La encapsulación se realiza como práctica comercial mediante algún proceso, tal como: secado por atomización, enfriamiento por atomización, extrusión, inyección fundida, inclusión molecular, co-acervación y co-cristalización (2). La Tabla 1 presenta la frecuencia de uso de estos procesos en la industria y el estado físico del producto (3). El secado por atomización es el proceso predominante debido a que opera tanto saborizantes hidrosolubles como liposolubles, tiene un costo aceptable y puede ser escalado fácilmente desde planta piloto hasta producción comercial. Los aspectos relacionados con este proceso han sido objeto de revisiones anteriores (3-5).

**Tabla 1. Procesos de encapsulación de saborizantes usados comúnmente en la industria (3)**

Proceso	Frecuencia de uso (%)	Estado físico del producto
Secado por atomización	80-85	Sólido vítreo, polvo fino
Enfriamiento por atomización	5-10	$\beta$ -Polifórmico, partículas finas
Extrusión	2-3	Sólido vítreo, partículas
Inyección fundida	2	Sólido vítreo, hilachas
Inclusión molecular	1	Complejo cristalino
Co-acervación	<1	Membrana del polímero entrecruzada alrededor de la gota del saborizante
Co-cristalización	<1	Azúcar cristalina con el saborizante ocluido

La extrusión es una técnica útil para producir saborizantes encapsulados y duraderos con humedades óptimas, que se emplea en la industria (2). En este trabajo se discuten los aspectos técnicos más importantes a tener en cuenta para la obtención de saborizantes encapsulados por extrusión.

La extrusión es un proceso continuo que involucra el trabajo y la compresión sobre un material para formar una masa semi-sólida, que en determinadas condiciones controladas es forzada a fluir a través de una abertura restringida (Fig. 1). En este proceso se combinan una serie de operaciones unitarias que incluyen mezclado, amasado, cizallamiento, calentamiento, enfriamiento y conformación (6). Debido a que la extrusión se realiza bajo condiciones de poca humedad, el pro-

ducto resultante requiere muy poco o no requiere secado para alcanzar humedades seguras para el almacenamiento. Las altas temperaturas del proceso pasteurizan efectivamente el producto, lo cual incrementa su estabilidad, pues es equivalente a casi una esterilidad "comercial". Estas mismas altas temperaturas también inactivan los factores anti-nutritivos existentes en los ingredientes alimenticios crudos, tales como la soya y desnaturalizan enzimas que pudieran reducir su vida de anaquel, estabilidad y calidad.

La máquina extrusora consiste en una fuente de energía, que acciona el tornillo (o los tornillos), un alimentador para dosificar los ingredientes crudos y una cámara cilíndrica que rodea al tornillo. Este último empuja los ingredientes hacia una abertura con una forma determinada, el dado o troquel, que determinará la forma del producto. La extrusión puede realizarse a elevadas temperaturas y presiones, o simplemente aplicarse para dar forma a los alimentos, sin cocinarlos (6).

El proceso de encapsulación de saborizantes por extrusión utiliza al extrusor para fundir el soporte de carbohidrato bajo presión en un fluido viscoelástico. El saborizante líquido (mezcla de compuestos químicos, extractos, aceites esenciales, etc.) se adiciona a la corriente de alimentación a la entrada del extrusor. Alternativamente, el mismo saborizante líquido puede ser inyectado bajo presión dentro de la masa fundida dentro del extrusor, donde es mezclado antes de la salida por el troquel. Generalmente son usados polímeros de carbohidratos con azúcares y se adiciona una pequeña cantidad de agua como plastificante para obtener un fundido eficiente de la matriz (3).

La encapsulación por extrusión se ha utilizado para abarcar distintos procesos con cierta similitud. Esta terminología incluye: extrusión, encapsulación por extrusión, extrusión fundida, extrusión con polímero fundido, encapsulación vítrea, encapsulación fundida, inyección fundida y proceso Durarome (7). La mayor diferencia radica en el uso de un extrusor de tornillos dobles (encapsulación por extrusión o extrusión fundida) o el proceso de elaboración de caramelos duros, seguido de inyección y enfriamiento del sirope con el saborizante en un baño de algún disolvente (inyección fundida y proceso Durarome).

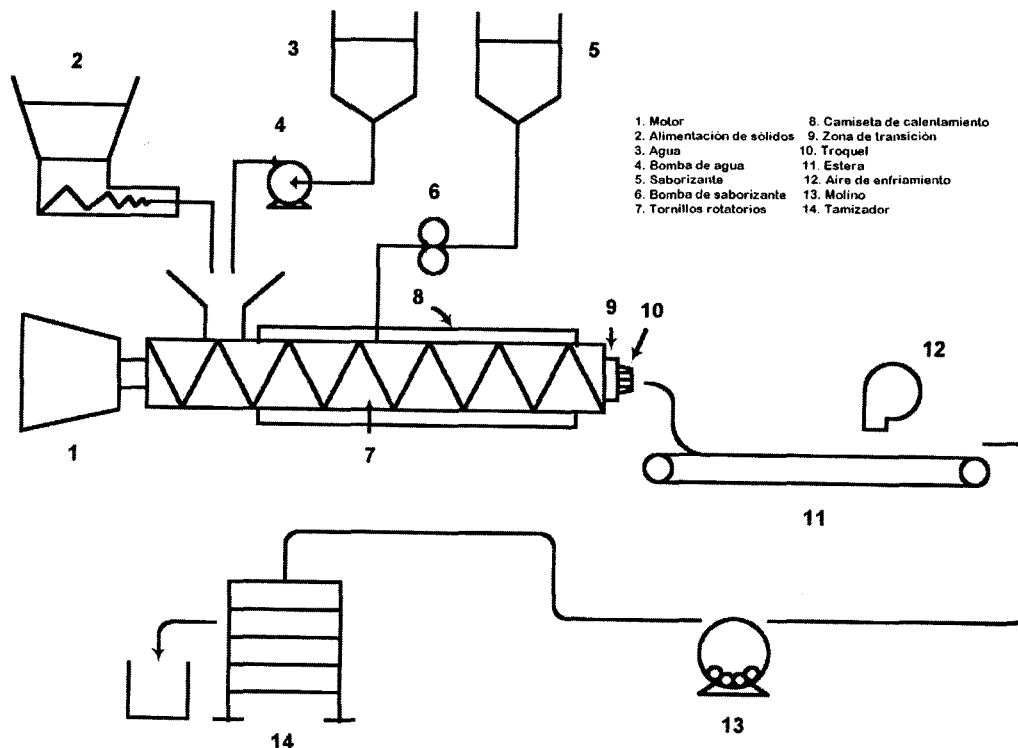


Fig. 1. Diagrama del proceso por extrusión para la encapsulación de saborizantes.

La Tabla 2 muestra una comparación de las características de los dos sistemas más comunes. En esta revisión se tratará solo el proceso de encapsulación por extrusión con el uso de un extrusor.

Tabla 2. Características de los dos sistemas de encapsulación por extrusión (7)

Sistema	Extrusión	Inyección fundida
Saborizante		
Alimentación de saborizante	8-12 %	10-12 %
Soporte	Azúcares, maltodextrinas, sirope de maíz, almidones modificados, sales, ácidos	Azúcar, maltodextrinas, sirope de maíz
Proceso	Continuo	Por carga
Escalado comercial	Alto	Difícil
Eficiencia de producción	Alta	Baja
Requerimiento de disolvente	No	Si
Requerimiento de enfriamiento	No	Si
Enfriamiento por aire	Si	No
Estado final del producto	Matriz vítrea (hilacha, lazos, hojuelas)	Hilacha vítrea
Estado de la tecnología	En patentes	Dominio público

## Procesos tradicionales de encapsulación por extrusión

La encapsulación de saborizantes por extrusión partió de los estudios para preparar saborizantes encapsulados mediante la adición de aceites esenciales de cítricos a una masa fundida de carbohidratos, posterior agitación para formar una emulsión, seguido de un enfriamiento para solidificar la masa y molerla para su comercialización (8). Este procedimiento fue combinado con la extrusión para desarrollar un proceso similar a los actuales (9).

En esta tecnología se usó un sirope de dextrosa 42 DE (equivalentes de dextrosa) como matriz encapsulante y se adicionaron antioxidantes, con el fin de aumentar la estabilidad de los aceites esenciales de cítricos sometidos a las altas temperaturas del extrusor. Además, se emplearon agentes emulsificantes (mezcla de monoglicéridos y sulfoacetato de sodio monoglicérido a 1 % basado en el peso total de emulsión) para favorecer la estabilidad de la emulsión. La mezcla de todos los constituyentes con 3 a 8,5 % de humedad se calentó a 120 °C para mantener una baja viscosidad que permitiera la incorporación de 10 % de aceites saborizantes. Esta mezcla se agitó violentamente en atmósfera de nitrógeno para formar una emulsión libre de oxígeno, la cual fue forzada a través de un troquel hacia un líquido inmiscible (aceite mineral o vegetal), que fue rápidamente enfriada o simplemente extrudida en forma de bolitas; luego se dejan solidificar y son molidas. El material molido fue lavado con disolvente (por ejemplo, isopropanol) para eliminar el aceite superficial y finalmente se secó a vacío. El producto obtenido fue un material granular con 8 a 10 % de saborizante.

En otra patente se propusieron diferentes mejoras al proceso anterior como fue la incorporación de 4 a 9 % de glicerina al sirope de maíz (10). La glicerina funciona como un medio de intercambio de calor, lo que permitió la solubilización de los sólidos del sirope de dextrosa a un contenido de humedad bajo y actuó como un agente plastificante en el producto. Este agente plastificante minimizó el agrietamiento del producto, lo que permitiría el contacto del saborizante con el oxígeno con la consiguiente disminución de su durabilidad. Una segunda innovación fue la extrusión de la mezcla saborizante-carbohidratos fundida a través del troquel

(con hoyos de aproximadamente 0,04 cm) hacia un baño con disolvente frío. Diferentes disolventes fueron sugeridos, tales como isopropanol, éter de petróleo, metanol, acetona, limoneno, benceno y tolueno. El empleo de un baño con agitación de disolvente frío fue una innovación importante que permite la solidificación rápida de la mezcla, elimina el aceite superficial del producto y sirve para disminuir la humedad final. El disolvente residual es eliminado del producto mediante un secado por aire y generalmente se adicionan agentes anti-endurecedores (fosfato tricálcico) para asegurar que el producto fluya libremente (2).

Los sólidos del sirope de maíz con alto DE fueron reemplazados por una combinación de 55 % de sacarosa y 41 % de maltodextrina 10-13 DE (11). Los restantes ingredientes fueron agua y otros aditivos. Esta matriz fue considerablemente menos higroscópica que las de otras patentes anteriores.

En 1980 se patentó un proceso basado en el uso de un mezclador especial para combinar saborizantes, aceites o nutrientes dentro de un soporte en un sistema cerrado (12). Este proceso tiene como deficiencia que se obtiene un producto de consistencia gomosa y por tal razón se solicitó otra patente con el empleo de un extrusor con tornillo simple para generar un sólido vítreo denso (13).

La sustitución de la sacarosa por almidones modificados ha sido objeto de patente (14). Los almidones han sido químicamente modificados para obtener un producto con propiedades emulsificantes, que puede absorber al saborizante dentro de la matriz. Las proporciones relativas de la maltodextrina y del almidón modificado pueden variar en dependencia de la cantidad de saborizante y las presiones de extrusión deseadas.

## Procesos actuales de encapsulación por extrusión

La industria de saborizantes requiere de procesos continuos pues son más económicos y posibilitan un control más riguroso. El uso del tornillo doble permite el transporte positivo y control de presión de la masa gomosa plástica, mientras se mezcla y pasa a través del troquel (15-16). En 1992 se aprobó una patente que emplea este tipo de extrusor para elaborar saborizantes a partir de una mezcla de sirope de maíz-maltodextrina-almidón modificado-monosacárido o

disacárido (17). Mejoramientos prácticos de esta tecnología han sido ideados (18-20), en los que la composición de la matriz fue seleccionada para generar un material plástico que tras su enfriamiento rápidamente se transformó al estado vítreo.

La introducción de la extrusión continua también favoreció el uso de una amplia variedad de matrices. Anteriormente, la viscosidad fue una limitante, que se eliminó con el empleo de los extrusores de tornillos dobles. Ampliar la variedad de matrices, permitió utilizar materiales que ofrecen propiedades de liberación controlada de los saborizantes, tales como proteínas y carbohidratos poco solubles.

Por otra parte, la encapsulación tiene las ventajas de producir partículas de sólidos relativamente grandes (0,25 a 2 mm) y una buena estabilidad del producto. Este tamaño de partícula favorece el empleo del

saborizante sólido en productos como las bolsas de té, donde los saborizantes obtenidos por otros métodos de secado no pueden ser usados por su tamaño pequeño (2). Otra ventaja adicional es que el proceso es de dominio público pues todas las patentes más importantes han expirado.

La principal desventaja que tiene este proceso de extrusión radica en la baja estabilidad de la emulsión en el producto final. Los materiales generalmente usados en la extrusión no poseen propiedades emulsificantes, lo que afecta su solubilización en bebidas y productos similares.

En resumen, el mérito de esta tecnología radica en la disponibilidad del equipamiento, bajo costo del proceso, amplia opción de soportes sólidos, buena retención de principios volátiles y buena estabilidad en el producto.

## REFERENCIAS

1. Gibbs, B.; Kermasha, S.; Alli, I. y Mulligan, C. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 50 (3): 213-224, 1999.
2. Reineccius, G. *Flavor Chemistry and Technology*. Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, 2006.
3. Porzio, M. *Perf. & Flav.* 32: 34-39, 2007.
4. Reineccius, G. *Drying Technol.* 22: 1289-1324, 2004.
5. Expósito, I. y Pino, J. *Cienc. Tecnol. Alim.* 20 (1): 67-73, 2010.
6. Hui, Y. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Vol. 2, Wiley-Interscience Publication, New York, 1992, pp- 800-801.
7. Porzio, M. *Perf. & Flav.* 33: 48-53, 2008.
8. Schultz, I.; Dimick, R. y Mackower, B. *Food Technol.* 10 (10): 57-59, 1956.
9. Swisher, H. U.S. Patent 2 809 895, Solid essential oil containing compositions. EE.UU., 1957.
10. Swisher, H. U.S. Patent 3 041 180, Solid essential oil flavoring composition. EE.UU., 1962.
11. Beck, E.E. U.S. Patent 3 704 137, Essential oil compositions. EE. UU., 1972.
12. Sair, L. y Sair, R. U.S. Patent 4 230 687, Encapsulation of active agents as microdispersions in homogeneous natural polymeric matrices. EE.UU., 1980.
13. Sair, L. U.S. Patent 4 232 047, Food supplement concentrate in a dense glasseous extrudate. EE.UU., 1980.
14. Barnes, J. y Steinke, J. U.S. Patent 4 689 235, Encapsulation matrix composition and encapsulate containing same. EE.UU., 1987.
15. Fulger, C. y Popplewell, L. U.S Patent 5 601 865, Flavor encapsulation. EE.UU., 1997.
16. Benczedi, D. y Bouquerand, P. U.S Patent 6 607 771, Process for the preparation of granules for the controlled release of volatile compounds. EE.UU., 2001.
17. Levine, H.; Slade, L., Van Lengerich, B. y Pickup, J. U.S. Patent 5 087 461, Double-encapsulated compositions containing volatile and/or labile components, and process for preparation and use thereof. EE.UU., 1992.
18. Levine, H.; Slade, L., Van Lengerich, B. y Pickup, J. U.S. Patent 5 009 900, Glassy matrices containing volatile and/or labile components, and processes for preparation and use thereof. EE.UU. 1991.
19. Porzio, M. y Popplewell, M. U.S. Patent 5 603 971, Encapsulation compositions. EE.UU., 1997.
20. Porzio, M. y Popplewell, M. U.S. Patent 6 652 895, Encapsulation compositions. EE.UU., 2003.