

MICROENCAPSULACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA: SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL

*Idalmis Expósito, Madai Bringas y Jorge A. Pino**
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia,
Carretera al Guatao, km 3½, La Habana, Cuba, C.P. 19 200
E-mail: jpino@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se evaluaron cuatro concentraciones de aceite esencial de mandarina en la emulsión de alimentación (10 a 25 % m/m) y se encontró que 20 % fue el más adecuado para obtener un saborizante microencapsulado mediante secado por atomización. En la emulsión se evaluaron viscosidad, tamaño medio de los glóbulos, eficiencia de emulsificación y estabilidad, mientras que en el producto microencapsulado se evaluaron rendimiento, retención de aceite total, eficiencia de encapsulación, calidad sensorial, tamaño medio de partícula y área superficial específica. Se obtuvo un producto con 82,7 % de rendimiento, 96,2 % de retención del aceite total, 99,6 % de eficiencia de encapsulación y 46,1 µm de tamaño medio de partícula.

Palabras clave: aceite esencial de mandarina, microencapsulación, secado por atomización.

ABSTRACT

Microencapsulation of mandarin essential oil: Selection of the essential oil content

Four contents of mandarin essential oil in the infeed emulsion (10-25% w/w) were evaluated and 20% was selected as the most suitable to obtain a microencapsulated flavoring by spray-drying. Viscosity, droplet average size and emulsification efficiency were evaluated in the emulsion; whereas yield, essential oil retention, encapsulation efficiency, sensory quality, particle average size and specific superficial area were measured. A microencapsulated flavoring with 82.7% yield, 96.2% essential oil retention, 99.6% encapsulation efficiency and 46.1 µm particle average size was obtained.

Key words: mandarin essential oil, microencapsulation, spray-drying.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los aceites esenciales de frutas cítricas han sido empleados como materias primas para la industria de saborizantes, por su composición química que aporta el olor y sabor básicos de los cítricos, aunque carecen de los compuestos químicos presentes en los jugos y que son responsables de la nota frutal (1).

Existen alimentos en los que se necesita el saborizante en forma sólida, ya sea porque todos los ingredientes son secos o porque se requiere aumentar la vida de anaquel del producto (2). El secado por atomización es particularmente aplicable al secado de materiales que

**Jorge A. Pino Alea: Licenciado en Química (UH, 1975). Investigador Titular. Doctor en Ciencias Técnicas (CNIC, 1980) y Doctor en Ciencias (IFAL, 2011). Desarrolla su quehacer investigativo en el campo de la Química Analítica de Aromas de Alimentos y Aceites Esenciales.*

son sensibles al calor, pues hay menos probabilidad de colorear, oxidar o que sufran pérdida de aroma o degradación (3). También es un método muy efectivo de producir saborizantes encapsulados en gomas naturales, almidones modificados o sus mezclas. El material secado se recupera como un polvo dividido finamente 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 (4).

Se conoce que a mayor contenido de saborizante en la emulsión de alimentación del secador por atomización, generalmente se obtiene una menor retención de compuestos volátiles. Esto es debido a que altos contenidos conducen a una mayor proporción de volátiles cercanos a la superficie de secado y de esta forma, se acorta el paso de difusión en la interfase aire/partícula. Es por esto que la mayoría de los trabajos de encapsulación usan una relación 4:1 de soporte:saborizante, o lo que es igual, 20 % de saborizante en base a los sólidos totales (4, 5).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes concentraciones de aceite esencial de mandarina en la emulsión de alimentación para obtener un saborizante microencapsulado mediante secado por atomización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El aceite esencial de mandarina exprimido en frío se produjo en una empresa citrícola ubicada en Contra-maestre (Santiago de Cuba). Para el secado se utilizaron goma arábiga (Dallant, Barcelona) y maltodextrina DE <20 (Tate and Lyle Inc., Decatur, EE.UU.), ambas para uso alimentario. Se usó agua suavizada con dureza total: 0 mg/L (expresada como CaCO₃) para preparar las emulsiones.

La Tabla 1 muestra que se prepararon cuatro mezclas de soportes que se disolvieron en agua suavizada a temperatura ambiente, se mezclaron vigorosamente en un tanque con agitación, se dejaron reposar durante 24 h antes del secado para garantizar una adecuada hidratación de los soportes y posteriormente se añadió el aceite esencial. Las matrices se homogenizaron con una licuadora comercial por 2 min. Estas emulsiones quedaron constituidas por 10, 15, 20 y 25 % de aceite esencial (en base sólidos). Cada emulsión con diferen-

te contenido de aceite esencial se alimentó a un secador por atomización Niro Production Minor (Niro Atomizer Ltd., Columbia, EE.UU.) a escala piloto del tipo de disco centrífugo ($2 \times 10^4 \text{ min}^{-1}$). Se secaron con temperaturas de entrada y salida del aire de 200 y 80 °C, respectivamente (6). En cada experiencia se secaron 3 kg de emulsión con dos réplicas cada una. Los productos fueron mezclados con el fin de garantizar un material homogéneo para los análisis.

Tabla 1. Formulación de las emulsiones evaluadas

Material (% m/m)	Aceite esencial (% m/m)			
	10	15	20	25
Goma arábiga	10,0	10,0	10,0	10,0
Maltodextrina	21,5	19,8	18,0	16,2
Aceite esencial	3,5	5,2	7,0	8,8
Agua	65,0	65,0	65,0	65,0

A las emulsiones se les determinaron viscosidad a 25 °C en un viscosímetro Brookfield modelo LVT; estabilidad física determinada a partir de 30 mL de emulsión colocada en un tubo de ensayo a temperatura ambiente y tamaño de glóbulo (6).

A los saborizantes microencapsulados se les determinaron distribución del tamaño de partícula, humedad, rendimiento, velocidad de evaporación, aceite total retenido y eficiencia de encapsulación como se reportó anteriormente (6). Además, la superficie externa de las muestras de saborizante microencapsulado fue estudiada por microscopía electrónica de barrido en un microscopio electrónico de barrido Tescam 5130 SB (Praga) a un voltaje de aceleración de 10 kV.

La diferencia entre los valores promedios se determinó mediante análisis de varianza de clasificación simple y en caso de existir diferencias significativas se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan (7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un parámetro importante a definir en la microencapsulación de saborizantes es el contenido de saborizante en la emulsión. Si bien es conveniente incrementarlo para lograr productos más concentra-

dos, existe un valor máximo a partir del cual se afecta la retención del saborizante y la estabilidad del producto microencapsulado. Por tal razón, se evaluó el efecto de cuatro concentraciones de aceite esencial de mandarina sobre las características de la emulsión y del producto microencapsulado.

La Tabla 2 presenta los resultados para las emulsiones preparadas con 10, 15, 20 y 25 % m/m (en base sólido). La viscosidad de las emulsiones con 20 y 25 % de aceite esencial no fue significativamente diferente ($p \leq 0,05$), mientras que las emulsiones con 10, 15 y 20 % no se diferenciaron entre sí.

Tabla 2. Resultados experimentales de las emulsiones

Aceite esencial (% m/m)	Viscosidad (mPa·s)	Tamaño medio (μm)	Eficiencia de emulsificación (%)	Estabilidad (días)
10	70,0 ^a (0,1)	2,26 ^a (0,01)	94,4 ^a (0,9)	12
15	67,5 ^a (0,7)	2,33 ^a (0,03)	94,8 ^a (0,8)	11
20	65,5 ^{ab} (0,7)	2,41 ^{ab} (0,02)	96,7 ^a (0,7)	10
25	59,5 ^b (0,7)	2,62 ^b (0,03)	91,9 ^b (0,6)	8

Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$.

La viscosidad menor de la emulsión con 25 % de aceite esencial fue atribuida al incremento de la fase dispersa en la emulsión. No obstante, estos valores fueron muy inferiores al máximo de 300 mPa·s reportado para una adecuada microencapsulación (8).

El tamaño medio de los glóbulos (D_{43}) de las emulsiones con 20 y 25 % de aceite esencial no fue significativamente diferente ($p \leq 0,05$), mientras que las emulsiones con 10, 15 y 20 % no se diferenciaron entre sí. Un estudio anterior (9) concluyó que los glóbulos de emulsión más grandes tienen una relación área superficial/volumen reducida, lo que resultaría en una mejor retención del saborizante, pero también requieren un mayor tiempo para la formación de la película alrededor del glóbulo atomizado en el proceso de secado. Mientras mayor sea el tiempo necesario para la formación de la película, mayor será la pérdida de compuestos volátiles, por tanto la retención del saborizante será mayor en los glóbulos de menor diámetro. Atendiendo a esto, deberá esperarse una menor retención de saborizante en los polvos obtenidos con la emulsión con 25 % de aceite esencial tuvo el mayor tamaño medio de glóbulo y por tanto era de esperar una menor retención de saborizante.

La eficiencia de emulsificación para la emulsión con 25 % de aceite esencial fue significativamente ($p \leq 0,05$) menor que para las otras concentraciones evaluadas. Esto puede ser atribuido a un exceso de la fase disper-

sa para el contenido de soporte usado en su preparación. La influencia del contenido de aceite esencial con relación a la estabilidad de la emulsión también fue estudiada. Existió un orden decreciente en la estabilidad con respecto al incremento del contenido de aceite esencial, siendo máximo para la emulsión con 10 % de aceite esencial y mínimo para la emulsión con 25 % de aceite esencial.

La Tabla 3 presenta los resultados para los saborizantes microencapsulados a partir de emulsiones con 10, 15, 20 y 25 % m/m (en base sólido). Una posible explicación del bajo rendimiento para el saborizante microencapsulado con el más bajo contenido de aceite esencial en la emulsión, puede ser que al obtener las partículas con un diámetro medio significativamente ($p \leq 0,05$) menor, las pérdidas de producto por la corriente del extractor fueron mayores. Aunque estadísticamente hubo diferencias significativas para la eficiencia de encapsulación entre los polvos obtenidos con 10 y 15 % de aceite esencial con respecto a los obtenidos con 20 y 25 % de aceite esencial, estas diferencias no tienen ningún efecto práctico y puede afirmarse que todos los polvos tuvieron igual comportamiento con relación a la proporción de aceite superficial.

El área superficial específica fue significativamente ($p \leq 0,05$) menor para los polvos obtenidos con 20 y 25 % de aceite esencial y ambos no se diferenciaron entre sí, como consecuencia lógica de los diámetros medios obtenidos para cada contenido de aceite esencial.

Tabla 3. Resultados experimentales del saborizantes microencapsulado

Aceite esencial (% m/m)	Rendimiento (%)	Retención de aceite total (%)	Eficiencia de encapsulación (%)	Tamaño medio (μm)	Área superficial específica (m^2/m^3)
10	73,9 ^a (0,2)	94,8 ^a (0,2)	99,2 ^a (0,01)	32,3 ^a (0,9)	0,73 ^a (0,02)
15	80,8 ^b (0,9)	95,3 ^a (0,2)	99,3 ^a (0,01)	37,3 ^b (0,9)	0,32 ^b (0,03)
20	82,7 ^b (0,3)	96,2 ^a (0,1)	99,6 ^b (0,01)	46,1 ^c (0,9)	0,18 ^c (0,01)
25	68,0 ^c (0,8)	84,8 ^b (0,1)	99,6 ^b (0,01)	50,5 ^c (0,9)	0,13 ^c (0,02)

Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$.

Los polvos con menor área superficial específica son los que tienen una menor relación área superficial/volumen, lo que resulta en una disminución del área superficial efectiva para que los compuestos fácilmente oxidables, como el limoneno presente en los aceites esenciales de cítricos, pueda ponerse en contacto con el oxígeno atmosférico (10). Es de esperar que los productos obtenidos con los dos mayores contenidos de aceite esencial sean los más inestables durante el almacenamiento.

Con ayuda de la microscopía electrónica se obtuvieron microfotografías de barrido de las microcápsulas obtenidas con las emulsiones con distintas concentraciones de aceite esencial (resultados no mostrados). Las microcápsulas presentaron una morfología externa muy similar: superficies redondeadas con concavidades y dientes, así como algunas lisas, características de este tipo de producto (5). Sin embargo, las microcápsulas

obtenidas con 20 % de aceite esencial presentaron más partículas con superficies lisas, lo que resulta en una mayor calidad. En ningún caso, las superficies externas mostraron señales de grietas ni porosidades, aspectos que indican que ocurrió una buena protección por el material de soporte (11) y sugieren una buena estabilidad del producto microencapsulado.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta fundamentalmente la estabilidad de la emulsión, rendimiento de producto, retención de aceite total y las microfotografías de barrido, se seleccionó la concentración de 20 % de aceite esencial en la emulsión como el contenido más adecuado para obtener aceite esencial de mandarina microencapsulado mediante secado por atomización.

REFERENCIAS

- Zachariah, T.J. y Leela, N.K. Volatiles from herbs and spices. En: Handbook of Herbs and Spices. Peter K.V. (Ed.), Boca Raton, CRC Press, 2001, pp. 177-218.
- Sharma, D.K. y Tiwari, B.D. Indian Food Industry 20 (2): 48-51, 74, 2001.
- Reineccius, G.A. Drying Technol. 22: 1289-1324, 2004.
- Augustin, M.A.; Sanguansri, L.; Margetts, C. y Young, B. Food Australia 53 (6), 220-223, 2001.
- Rosenberg, M.; Talmon, Y. y Kopelman, I.J. Food Microstruct. 7, 15-23, 1988.
- Bringas, M.; Expósito, I.; Reineccius, G.A.; López, O. y Pino, J.A. Drying Technol. 29 (5): 520-526, 2011.
- Baird, D.C. Experimentación: Una Introducción a la Teoría de las Mediciones y al Diseño de Experimentos. México D.F. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 1991.
- Reineccius, G.A. Flavor Chemistry and Technology. CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL., 2006.
- Chang, Y.I., Scire J. y Jacobs B. Effect of particle size and microstructure properties on encapsulated orange oil. En: Flavor Encapsulation. ACS Symposium Series 370. 1988.
- Sootittantawat, A.; Yoshii, H.; Furuta, T.; Ohkawara, M. y Linko, P. J. Food Sci. 68, 2256-2262, 2003.
- Bertolini, A.C.; Siani, A.C. y Grosso, C.R.F. J. Agric. Food Chem. 49, 780-785, 2001.