

DESARROLLO DE UN SABORIZANTE DE FRESA MICROENCAPSULADO

Ariel Ortega^{*1}, *Milenys Rondón*¹, *Elda Roncal*¹, *Madai Bringas*¹, *Idalmis Expósito*¹, *David Valdés*¹ y *Magdalys Camacho*²

¹*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana, C.P. 19 200, Cuba.*

²*Instituto de Farmacia y Alimento, Universidad de La Habana, C.P. 19 200, Cuba.*

E-mail: ariel@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se optimizaron el contenido de gelatina y la temperatura de salida mediante un diseño experimental, en la obtención de un saborizante de fresa secado por atomización. La variante óptima se obtuvo con una concentración de gelatina de 0,8 % m/m y temperatura de salida de 120 °C. El saborizante de fresa microencapsulado presentó 5 % m/m de humedad, una calidad muy buena. El flujo evaporativo del proceso fue 3,7 kg/h con un 99,2 % de rendimiento.

Palabras clave: secado por atomización, saborizante de fresa, optimización.

ABSTRACT

Development of a microencapsulated strawberry flavour

A design experimental was developed to optimize the gelatine content and outlet air temperature to obtain a spray dried strawberry flavoring. The optimal solution was found with gelatine (0.8% w/w) and exiting air temperature of 120 °C. The microencapsulated strawberry flavoring had 5.0% w/w humidity and very good sensory quality. The process had a 3.7 kg/h evaporation flow and 99.2% yield.

Key words: spray drying, strawberry flavoring, optimization.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de secado el principio activo a encapsular se comporta como una micropartícula o microgota que se distribuye dentro de la matriz sólida seca. Las condiciones de operación en el secado, en especial el estudio de las temperaturas de salida, resulta importantes en la calidad del sabor, se ha demostrado que con altas temperaturas de salida e igual temperatura de entrada (menor T), resulta más lento el proceso de difusión, lo que permite mayor retención de los componentes aromáticos además, de reducir el tiempo de secado de la partícula y obtener menor humedad del saborizante en polvo (1). La utilización de materiales de barrera o espesantes de cubierta para la retención y conservación de saborizantes en polvo también resulta de gran importancia para lograr un saborizante de buena calidad sensorial (2, 4). Se ha reportado que la liberación del sabor encapsulado durante el almacenamiento se

**Ariel G. Ortega Luis: Licenciado en Ciencias Farmacéuticas (U.H., 1995) y Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1999). Investigador Auxiliar. Trabaja en la investigación y desarrollo de saborizantes líquidos y en polvo, esencias, emulsiones y extractos naturales para la industria. Es profesor asistente de la Universidad de La Habana.*

incrementa al elevarse el contenido de humedad, lo cual favorece la destrucción de la estructura de la cápsula (2). En otro estudio se evaluaron maltodextrinas con diferentes equivalentes de dextrosa (DE), determinando que al aumentar el (DE) de la maltodextrina se mejora la retención de los compuestos aromáticos evaluados (3). La gelatina se ha utilizado como material de cubierta para proteger la migración del butirato de etilo y evaluar su liberación (5).

La gelatina es un material de barrera, que presenta carga positiva a valores de pH inferiores a su punto isoeléctrico y carga negativa a valores de pH superiores. La gelatina forma un gel reversible con agua y la temperatura de fusión es menor de 35 °C. Los parámetros más importantes de la gelatina son la fuerza del gel (Bloom) y la viscosidad, las cuales intervienen en la estabilidad de las emulsiones y como formador de película en el secado, lo cual brinda mayor protección a los principios volátiles (6). Es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la adición de gelatina y la temperatura de salida en la obtención de un saborizante de fresa microencapsulado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un saborizante de fresa concentrado (SFC) con una fracción aromática de 70 y 30 % disolvente, goma arábiga (Dallant, Barcelona), maltodextrina DE=20 (Tate and Lyle Inc., Decatur, EE.UU.) y gelatina base de calidad alimentaria, Bloom 275 (Nitta Gelatin Canada Inc., Toronto, Canada)

Las emulsiones de fresa se prepararon con tres matrices diferentes, donde se utilizó la relación goma arábiga-maltodextrina 30/44 (% m/m en base seca) usada en trabajos anteriores (7); el contenido de SFC se fijó en 26,4 % m/m en base seca.

La Tabla 1 muestra que el porcentaje de sólidos en base seca para la emulsión E1 fue de 29,3 % m/m; 29,8 % m/m para la emulsión E2 y 30,4 % m/m para la emulsión E3. La emulsión E1 no presentó gelatina, mientras que en las restantes se incrementó el contenido de esta hasta un máximo de 1,2 % m/m, para aumentar la viscosidad sin elevar el contenido de sólido. Cuando se utilizan grandes cantidades de material formador de cubierta, puede ocurrir una mayor exposición del producto durante el secado con dificultades para la formación de las gotas (8).

Tabla 1. Emulsiones de fresa

Ingredientes	Emulsión 1 (% m/m)	Emulsión 2 (% m/m)	Emulsión 3 (% m/m)
SFC	11,5	11,5	11,5
Goma arábiga	13,0	13,0	13,0
Maltodextrina	19,0	19,0	19,0
Gelatina	0,0	0,6	1,2
Agua tratada	56,5	55,9	55,3
Total (%)	100,0	100,0	100,0

SFC: saborizante fresa concentrado

Las emulsiones se elaboraron mezclando la gelatina con agua tratada, a 40 °C en un proceso en constante agitación, después se añadió el mucílago (goma arábiga y maltodextrina), los cuales fueron disueltos totalmente en el agua tratada a 75 °C, con constante agitación. La emulsión se mantuvo en reposo 24 h para hidratar los mucílago y por último se incorporó el SFC, con agitación por 40 min. Las emulsiones se homogenizaron en un molino coloidal, modelo GLS-SRL, Italia; a 3 000 min⁻¹.

En las emulsiones se determinó la densidad mediante un densímetro digital DA-130N (Kyoto Electronics, Kyoto) a 27 °C y la viscosidad mediante un viscosímetro Brookfield modelo LVT (Massachusetts), a una velocidad de 60 min⁻¹ y 25 °C. Las lecturas se efectuaron después de 15 s de iniciada la rotación con el husillo No. 2. Las muestras se analizaron por triplicado.

Las emulsiones fueron secadas en un equipo Niro Atomizer modelo Minor a escala piloto con disco centrífugo (2 x 10⁴ min⁻¹). El saborizante microencapsulado fue envasado en bolsas de polietileno. Los factores seleccionados para el diseño fueron: temperaturas de salida (80, 100 y 120 °C) y concentración de gelatina (0; 0,6 y 1,2 % m/m) las cuales contribuyen en gran medida a mejorar la calidad sensorial del saborizante. La temperatura de entrada al secador fue 200 °C, mientras que en las temperaturas de salida y concentración de gelatina se empleó valores similares a otros autores (8, 9).

Las variables de respuesta seleccionadas fueron: tamaño de partícula (Y₁), calidad del sabor (Y₂), humedad (Y₃), rendimiento (Y₄) y flujo de evaporación (Y₅). Se desarrolló un diseño factorial 2³, con 13 corridas, de forma aleatoria con cinco réplicas en el punto central (Tabla 2). Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa Design-Expert 5 versión 5.0.7.

Tabla 2. Matriz del diseño experimental

Corridas	Factor A temperaturas de salida (°C)	Factor B gelatina (%)
1	120	1,2
2	100	0,6
3	100	0,0
4	120	0,6
5	100	0,6
6	80	1,2
7	100	0,6
8	120	0,0
9	80	0,6
10	100	0,6
11	80	0,0
12	100	0,6
13	100	1,2

Los análisis físico-químicos a los productos microencapsulados fueron: humedad (10), flujo evaporativo (11), rendimiento y tamaño de partícula.

Para el flujo evaporativo se utilizó la siguiente ecuación:

$FE = FA \times [Sbs / (A + Sbs)] \times (A - H ps)$ donde:

FA: emulsión alimentada al secador (kg)/tiempo de corrida (h). El tiempo de corrida se determinó desde el inicio del bombeo de la emulsión hasta que no se observaron partículas atomizadas en el interior de la cámara de secado.

Sbs: masa de sólidos de la emulsión b.s. (kg);

A: masa de agua de la emulsión (kg);

H ps: Humedad del producto b.s. (kg agua/kg sólido seco).

El rendimiento se determinó a partir del balance de materiales donde se considera que la entrada de producto debe ser igual a la salida, siempre que no haya acumulación de producto en el interior del equipo ni pérdidas al exterior, según la expresión:

$$\% \text{ Rendimiento} = D X_D / L X_L \times 100$$

donde:

L: masa de líquido que se alimenta al equipo, X_L : composición del líquido de alimentación, D: masa de polvo obtenido, X_D : composición del polvo obtenido.

El tamaño de partícula se realizó por dispersión del sabor en polvo en isopropanol y medición por difracción láser en un analizador de tamaño de partícula L.S 230 (Beckman Coulter, Hialeah, FL.). La distribución del tamaño de glóbulo fue expresada como distribución de volumen y definida como diámetro promedio volumen-superficie (D_{32}) (12).

La evaluación de la calidad sensorial del saborizante de fresa microencapsulado se efectuó en fresco en polvo a una dosis de 0,6 g/L, determinado previamente mediante prueba de degustación con expertos. En las pruebas de degustación participaron 10 catadores adiestrados. En la evaluación de la calidad sensorial del

saborizante se utilizó una escala de siete puntos: excelente (7); muy bueno (6); bueno (5); regular (4); malo (3); muy malo (2) y extremadamente malo (1). En el procesamiento de los datos se calculó el valor medio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 refleja que los resultados promedio de la densidad y viscosidad de las emulsiones no presentó diferencias significativas, debido a que la variación en el contenido de sólidos fue pequeña. La viscosidad aumentó significativamente al elevar el contenido de gelatina, resultando inferior a 0,300 Pa.s, donde pudiera afectar el bombeo y el secado del saborizante (3).

La Tabla 4 muestra los polinomios codificados para cada variable de respuesta. La Tabla 5 presenta los resultados de las variables de respuesta, las cuales resultaron significativas ($p \leq 0,05$), con polinomios cuadráticos y coeficientes de determinación altos. El análisis de los residuos para cada variable no mostró diferencias significativas lo que indica un buen ajuste de los modelos.

Los resultados para el tamaño de partícula (Tabla 4) muestran que la temperatura de salida tiene mayor influencia en el tamaño de partícula que la gelatina. El análisis de los signos indica que un aumento de las temperaturas de salida (A), tuvo influencia directa en el tamaño de partícula. En la interacción, el término de mayor importancia fue la gelatina (B), el cual aumentó sensiblemente el tamaño de la partícula. A un tamaño de partícula mayor se logra una mejor protección contra la oxidación (1). El mayor tamaño de partícula se obtuvo para una mayor temperatura de salida y una mayor concentración de gelatina.

La Tabla 4 refleja el polinomio para la calidad del sabor, donde resultaron significativas la temperatura de salida y la concentración de gelatina. Como la influencia de ambos factores es similar en cuanto al valor numérico y ambos presentaron signos positivos, la calidad del sabor fue directamente proporcional a la temperatura de salida y concentración de gelatina. La gelatina confiere mayor viscosidad a la emulsión y ambos factores podrían contribuir a hacer más rápido la formación de la membrana semipermeable, con menores pérdidas de sustancias volátiles (1, 8).

Tabla 3. Análisis físico-químico de las emulsiones

Emulsiones	1	2	3
Densidad (g/mL)	1,1274 a	1,1273 a	1,1301 a
Viscosidad (Pa.s)	0,096 a	0,150 b	0,195 c

n=3 letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$

Tabla 4. Polinomios codificados del diseño experimental

Variables	Polinomios
Tamaño de partícula	$T = 77,14 + 17,18 A + 11,39 B + 8,62 A^2 - 8,26 B^2 + 22,42 AB$
Sensorial	$S = 5,38 + 0,65 A + 0,98 B$
Humedad	$H = 5,19 - 1,0 A + 0,59 A^2 - 0,59 B^2$
Rendimiento	$R = 90,43 + 15,31 A - 9,51 A^2$
Flujo evaporativo	$FE = 5,17 - 0,99 A - 0,27 A^2 - 0,36 AB$

T: tamaño de partícula, S: calidad sensorial, H: humedad; R: rendimiento, FE: flujo evaporativo, A: temperaturas de salida, B: gelatina.

Los resultados para la humedad (Tabla 4) indicaron que al aumentar la temperatura de salida disminuyó la humedad del producto. Para la gelatina se apreció que un aumento de la concentración condujo a un incremento del término cuadrático y como presentó signo positivo tiene un efecto directamente proporcional con respecto a la humedad. Se obtuvo una menor humedad, a una mayor temperatura de salida y menor concentración de gelatina.

Para el rendimiento (Tabla 4) solo fue significativo el factor A. El análisis de los coeficientes indicó que un aumento en la temperatura de salida permitió un mayor rendimiento del saborizante microencapsulado.

Los coeficientes del polinomio para el flujo de evaporación (Tabla 4), indicaron que el factor temperatura de salida y las interacciones entre temperaturas de salida y gelatina, resultaron significativos. Un aumento

de la temperatura de salida condujo a una disminución del flujo de evaporación dado fundamentalmente por un menor flujo de alimentación. La interacción como presenta signo negativo influye inversamente con respecto a esta variable. Un flujo de evaporación alto puede disminuir el rendimiento, aumentar la humedad y afectar las cualidades físicas y sensoriales del saborizante microencapsulado (10).

Comprobado el buen ajuste del modelo se procedió a la optimización de las variables de respuestas. Se establecieron restricciones y grado de importancia de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos: tamaño de partícula: maximizar en el rango entre 80 y 125 μ m (importancia media); humedad: minimizar en el rango entre 5 y 6 % m/m (importancia media); calidad del sabor: mantener en el rango entre 6 y 7 puntos (importancia alta); rendimiento: mantener en el rango entre 90 y 99 % (importancia alta) y flujo evaporativo: mantener en el rango 3,7 y 5,0 kg/h (importancia media).

Tabla 5. Valores de las variables de respuesta

Factor A	Factor B	Y ₁ (μm)	Y ₂ (puntos)	Y ₃ (% m/m)	Y ₄ (%)	Y ₅ (kg/h)
80	0	73,0	3,5	8,0	65	5,0
100	0	57,4	4,3	6,0	79	5,1
120	0	59,3	4,3	5,0	87	4,0
80	0,6	67,2	5,0	6,5	68	5,9
100	0,6	77,1	5,4	6,0	84	5,5
100	0,6	72,0	5,3	5,0	91	6,0
100	0,6	77,8	5,5	6,0	93	5,1
100	0,6	77,5	5,2	6,0	91	5,2
100	0,6	73,0	4,9	5,0	90	5,5
120	0,6	108,0	5,8	5,0	97	3,8
80	1,2	49,0	5,0	7,0	56	6,4
100	1,2	84,1	6,3	5,5	99	5,0
120	1,2	125,0	6,7	5,5	98	3,7

A: temperaturas de salida, B: gelatina, Y₁: tamaño de partícula, Y₂: calidad sensorial, Y₃: humedad, Y₄: rendimiento y Y₅: flujo de evaporación.

La optimización mostró una solución: temperatura de salida de 120 °C y concentración de gelatina de 0,8 % m/m.

Esta combinación arrojó los resultados siguientes: humedad: 4,9 %; calidad del sabor: 6,5 puntos (muy bueno); flujo evaporativo: 3,8 kg/h; tamaño de partícula: 117 m y rendimiento: 99 %.

La Tabla 6 muestra que la caracterización de la variante óptima de emulsión y del saborizante de fresa microencapsulado arrojó que los indicadores de caracterización para el saborizante en polvo muestran similitud con los valores predichos en la optimización del modelo, por lo que indica una adecuada reproducibilidad de los resultados del diseño.

CONCLUSIONES

Para la obtención de un saborizante de fresa microencapsulado por atomización se obtuvo una concentración óptima de gelatina de 0,8 % m/m y temperatura de salida en el secador de 120 °C. La caracterización del producto mostró 5 % m/m de humedad, una calidad sensorial del sabor fresa en polvo de muy buena, flujo evaporativo de 3,7 kg/h y 99,2 % de rendimiento.

Tabla 6. Caracterización de la emulsión y saborizante microencapsulado

Indicadores	Valor medio	Desviación estándar
Emulsión		
Densidad (g/mL)	1,1280	0,0005
Viscosidad (Pa.s)	0,190	0,002
Microencapsulado		
Humedad (% m/m)	5,0	0,2
Calidad sensorial (puntos)	6,4 (muy bueno)	0,3
Flujo evaporativo (kg/h)	3,7	0,1
Rendimiento (%)	99,2	0,5

n = 2

REFERENCIAS

1. Reineccius, G.; Bangs, W. *Perfumer & Flavorist*, 9: 27-29, 1982.
2. Rosenber, M.; Kopelman, I. y Talmon, Y. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1288-1294, 1990.
3. Whorton, C. y Reineccius, G. Evaluation of the mechanisms associated with the release of encapsulation flavour materials from maltodextrin matrices, *ACS Symp. Ser. No. 590*: 143-160, 1995.
4. Thevenet, F. Acacia gums natural encapsulation agent for food ingredients, *ACS Symp. Ser. No. 370*: 38-44, 1988.
5. Furuta, T.; Hiedefumi, Y.; Soottitantawat, A.; Atarashi, T.; Aishima S.; Ohgawara M. y Linko, P. *Innov. Food Sci. & Emerg. Techn.* 2: 55-61, 2001.
6. Marrs, W. *Prog. Food Sci. Nutri.* 6: 259-268, 1982.
7. Ortega, A.; Roncal, E.; Rogert, E.; Montelongo, I. *Cienc. y Tecnol. Alim.* 17 (1): 31-39, 2007.
8. Ré, M. *Drying Technol.*: 16 (6): 1195-1236, 1998.
9. Buffo, R. y Reinnecius, G. *Perfumer & Flavorist*, 25: 37-51, 2000.
10. ISO 939-1980. *Espicias y condimentos-determinación del contenido de humedad-Método establecido*, 1980.
11. Mahony, G. Wall Deposition Rates in Spray Dryers, Undergraduate Thesis, Department of Chemical Engineering, University of Sydney, 2001.
12. Soottitantawat, A.; Takayama, K.; Okamura, K.; Muranaka, D.; Yoshii, H.; Furuta, T.; Ohkawara, M. y Linko, P. *Innov. Food Sci. Emerg. Techn.* 6: 163-170, 2005.