

Incorporación de péptidos inhibidores de la eca-1 microencapsulados en la formulación matemática de una barra de cereales

Luna-García G.^a, Rocha-Mendoza A.^a, García de la Rosa L.A.^b, León Galván M.F.^c, Mares-Mares E.^{a *}

Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato del Tecnológico Nacional de México, ^aIngeniería en Industrias Alimentarias, ^bIngeniería en Sistemas Computacionales. Carr. Guanajuato-Puentecillas km 10.5. Col. Puentecillas. Cp. 36242. Guanajuato, Gto. México ^c Posgrado en Biociencias de la División de Ciencias de la Universidad de Guanajuato, Carr. Irapuato-Salamanca km 9, Col. Ex Hacienda el Copal. Irapuato, Gto., México.
emares@itesg.edu.mx,

RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares como la hipertensión son la principal causa de muerte a nivel mundial y tan solo en México de acuerdo a ENSANUT 2016, 22.4 millones de mexicanos presentaron hipertensión. Actualmente la industria alimentaria está realizando una fuerte inversión en el desarrollo de productos que permitan prevenir esta enfermedad, por tal motivo en el presente trabajo se buscó desarrollar e innovar una barra funcional con potencial antihipertensivo a partir de un microencapsulado con potencial inhibitorio de la ECA (principal mecanismo enzimático en la elevación de la presión arterial), cereales y frutos secos utilizando el diseño de mezclas simplex lattice. De acuerdo a los resultados, se desarrolló e innovo una barra con potencial antihipertensivo basado en la incorporación de un hidrolizado microencapsulado que posee actividad inhibitoria de la ECA-I. Empleando los principios de estadística y calculo diferencial se determinó que la barra con alta aceptación (8.5/9) se compone por 51.8% de cereales, 44.2 de frutos secos y 4% del microencapsulado, estos resultados se obtuvieron a través de la optimización de un modelo cubico especial del diseño de mezclas simplex lattice con vértices extremos con un R² de 97.29%.

Palabras clave: Hipertensión, alimento-funcional, simplex-lattice

ABSTRACT

Cardiovascular diseases such as hypertension are the main cause of death worldwide and only in Mexico according to ENSANUT 2016, 22.4 million Mexicans entered hypertension. Currently the food industry is investing heavily in the development of products to prevent this disease, for this reason in this work we sought to develop and innovate a functional bar with antihypertensive potential from a microencapsulate with ACE inhibitory potential (main enzymatic mechanism in blood pressure elevation), cereals and nuts using the simplex lattice mix design. According to the results, a bar with antihypertensive potential was developed and innovated based on the incorporation of a microencapsulated hydrolysate that has ACE-I inhibitory activity. Using the principles of statistics and differential calculation, it was determined that the bar with high acceptance (8.5 / 9) is composed of 51.8% of cereals, 44.2 of nuts and 4% of the microencapsulated, these results were obtained through the optimization of a special cubic model of the simplex lattice mixture design with extreme vertices with an R² of 97.29%.

Keywords: Hypertension, Functional-Food, Simplex-lattice

Area: Alimentos funcionales

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte a nivel mundial y México no es la excepción, las cifras son alarmantes, de acuerdo a la última Encuesta Nacional de Salud (ENSANUT) en el 2016, 22.4 millones de mexicanos presentaron hipertensión. Una de las desventajas de los medicamentos actuales de origen sintético para el tratamiento y/o prevención de la hipertensión, es el alto precio y producen alteraciones secundarias a corto y largo plazo (Torruco-Uco *et al.*, 2008). Se ha reportado y asociado que, en el primer trimestre de embarazo, el consumo de fármacos. La actividad hidrolítica de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) en el sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona se ha identificado como el principal mecanismo que produce la elevación de la presión arterial, por lo que la inhibición de la

ECA es el punto clave para el tratamiento de la enfermedad. Sin embargo, es necesario la renovación de los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) a partir de fuentes naturales y sustentables. Se ha descrito que el uso de péptidos provenientes de fuentes alimentarias provocan un descenso del tono arterial y permiten controlar la hipertensión (Aleixandre *et al.*, 2018). Debido a los efectos secundarios de los IECA sintéticos, actualmente se está prestando mayor atención a los componentes bioactivos de fuentes naturales (animales y vegetales) que tengan un efecto antihipertensivo sobre el organismo humano. Investigaciones recientes reportan que alimentos de origen vegetal son una excelente fuente de péptidos antihipertensivos (Hernández-Ledesma y Chia-Chien, 2013).

La industria alimentaria está realizando una fuerte inversión en el desarrollo de este tipo de productos, que se refleja en el aumento de su presencia en los lineales de los supermercados. Esta presencia surge como respuesta a una creciente preocupación de la población por tener una alimentación adecuada y por la creciente asociación entre la alimentación y la salud. En el desarrollo de nuevos productos los principales problemas son determinar las condiciones de operación y la proporción de los ingredientes que den como resultado el producto más conveniente en términos de sus características, para obtener las proporciones de los ingredientes lo más adecuado es emplear un diseño de mezclas cuya formulación resulta de una mezcla de dos o más ingredientes. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar e innovar una barra funcional con potencial antihipertensivo a partir de un microencapsulado con potencial inhibitorio de la ECA, cereales y frutos secos utilizando el diseño de mezclas simplex lattice de vértices extremos.

METODOLOGÍA

a) Material biológico. Se utilizó un microencapsulado que posee una IC₅₀ sobre la Enzima Convertidora de Angiotensina de ~85 µg/mL. Este microencapsulado se obtuvo a partir de secado por aspersión y la naturaleza del principio activo es de origen proteínico derivado del suero secundario de leche obtenido como subproducto en la elaboración de queso Oaxaca.

b) Formulación: Se seleccionó un diseño de mezcla Simplex de vértices extremos utilizando el software Minitab 17, el cual se utiliza para estudiar el efecto de los ingredientes sobre las variables de respuesta a evaluar, en este estudio se tomarán los tres componentes principales del producto: cereales (Arroz inflado, amaranto y avena), frutos secos (nuez, cacahuete y arándano) y los microencapsulados. El diseño se restringió de la siguiente manera, para garantizar la participación de los tres componentes: $0.4 \leq \text{Cereales} \leq 0.7$, $0.2 \text{ Frutos secos} \leq 0.7$ y $0.01 \leq \text{Microencapsulado} \leq 0.05$. Para el caso de la restricción de los microencapsulados se tomó como referencia el trabajo reportado por Rocha *et al.*, (2009) (Rocha *et al.*, 2009), en el cual formuló una barra con hidrolizados de caseína microencapsulados al 3%. La Tabla 1 muestra las proporciones de la mezcla. El diseño se generará utilizando el paquete estadístico Minitab 17. El resultado del diseño de mezclas es un modelo matemático que permite determinar el efecto de los ingredientes sobre las variables de respuesta prediciendo su valor. Una vez optimizado el modelo se obtuvo los porcentajes de la fórmula maximizando a variable de respuesta de aceptación y se corroboró mediante evaluación sensorial. Las variables de respuesta fue la aceptabilidad general (evaluación sensorial de 30 jueces no entrenados por cada fórmula, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 es me disgusta muchísimo y 9 me gusta muchísimo).

Tabla 1. Diseño de 9 corridas para tres componentes de la barra funcional

Cereales	Frutos secos	Microencapsulado
70,0%	29,0%	1,0%
51,8%	44,3%	4,0%
70,0%	25,0%	5,0%
64,3%	33,8%	2,0%
64,3%	31,8%	4,0%
45,0%	50,0%	5,0%
58,5%	38,5%	3,0%
49,0%	50,0%	1,0%
53,8%	44,3%	2,0%

RESULTADOS

Formulación. En la Tabla 2 se muestran los resultados de la aceptabilidad general promedio por formula, de acuerdo a la evaluación sensorial de 30 jueces no entrenados. Los resultados se obtuvieron utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 es me disgusta muchísimo y 9 me gusta muchísimo.

La Fórmula 2 (51.8% de cereales, 44.2 de frutos secos y 4% del microencapsulado) obtuvo la mayor aceptación, con un valor promedio de 7.349. Para fines de propiedad intelectual se omiten los resultados de las proporciones individuales del amaranto, arroz, avena, arándanos, nuez y cacahuate.

Las evaluaciones sensoriales experimentales de los 30 jueces obtenidos se evaluaron en el programa Minitab 19 para la obtención de un modelo predictivo de mezclas y aceptabilidad sensorial basado en regresión múltiple. De acuerdo a los resultados, el modelo “cúbico especial” (Tabla 2) mostró el mayor coeficiente de regresión “R-Cuadrada” de 97.29% y el analisis de varianza mostró significancia en el modelo de regresión ($p < 0.05$).

A partir del modelo predictivo se estimaron las proporciones que permitieran llevar a la variable de respuesta “Aceptación” a un valor de 9. Así mismo, se comprobó la efectividad del modelo para cada formula del diseño de mezcla planteado inicialmente. De acuerdo al modelo predictivo, se requiere un 51.8% de cereales, 44.2% de frutos secos y 4% del microencapsulado para obtener la mayor calificación de aceptación sensorial. Sin embargo, al elaborar la barra con estas proporciones y someterla a evaluación sensorial, los 30 jueces no entrenados le otorgaron una calificación promedio de ~8.5. En contraste a las 9 formulas evaluadas inicialmente, se obtuvo una aceptación mayor, lo que permite inferir sobre la utilidad del método de diseño de mezclas.

Tabla 2. Aceptabilidad sensorial experimental de barras formuladas a partir de cereales, frutos secos y el microencapsulado.

Formula	Cereales	Frutos secos	Micro-encapsulado	Aceptabilidad (modelo predictivo)	Aceptabilidad experimental
1	70.0%	29.0%	1.0%	6.151	6.179
2	51.8%	44.2%	4.0%	7.388	7.349
3	70.0%	25.0%	5.0%	5.609	5.583
4	64.3%	33.7%	2.0%	5.533	5.440
5	64.3%	31.7%	4.0%	6.170	6.292
6	45.0%	50.0%	5.0%	6.834	6.840
7	58.5%	38.5%	3.0%	6.696	6.565
8	49.0%	50.0%	1.0%	5.931	5.880
9	53.8%	44.2%	2.0%	6.316	6.500

Optimización 51.8% 44.2% 4.0% 9.000 8.583
 secos y el microencapsulado.

Término	Coficiente
Cereales	-1042.0
Frutos secos	-2589.0
Microencapsulado	196851.0
Cereales*Frutos secos	7723.0
Cereales*Microencapsulado	-202022.0
Frutos secos*Microencapsulado	-194903.0
Cereales*Frutos secos*Microencapsulado	-34853.0

R-Cuadrada 97.29%

CONCLUSIONES

Se formuló una barra con potencial antihipertensivo a partir del diseño de mezcla simplex lattice con un modelo cubico especial que mostro un coeficiente de regresión de 97.24%, la obtención de una fórmula de mayor aceptabilidad se obtuvo empleando los principios de estadística y calculo diferencial. Por último, se concluye sobre la necesidad de evaluar el potencial inhibitorio de la ECA *in vitro* e *in vivo*, ya que el alcance del proyecto proyecto fue a evaluar sensorialmente una barra de cereales con frutos secos y el microencapsulado en estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Torrucó-Uco, J. G., M. A. Domínguez-Magaña, G. Dávila-Ortíz, A. Martínez-Ayala, L. A. Chel-Guerrero, and D. A. Betancur. 2008. Péptidos antihipertensivos, una alternativa de tratamiento de Origen natural: una revisión. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 6 (2): 158-168
- Aleixandre, A., & Miguel, M., & Muguerza, B. (2018). Péptidos antihipertensivos derivados de proteínas de leche y huevo. *Nutrición Hospitalaria*, 23 (4), 313-318.
- Hernández-Ledesma, B. y Chia-Chien, H. (2013). *Bioactive Food Peptides in Health and Disease*, Edited by Blanca p. cm. ISBN 978-953-51-0964-8318.
- Rocha, G. A., Trindade, M. A., Netto, F. M. and Favaro-Trindade, C. S. (2009). Microcapsules of casein hydrolysate: production, characterization, and application in protein bar. *Food Science Technology International*; 15(4):407–413.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis (15th Ed.)*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Suárez-López, M. M., Kizlansky, A. y López, L. B. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*. 21(1):47-51
- FAO (2015). Food and Agriculture Organization. www.fao.org/docrep/field/003/AB483S/AB483S04.htm. Adquirida el 01/02/2012
- FAO/WHO. 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations-World Health Organization. Health and nutritional properties of alginate in food. <http://www.fao.org/docrep/006/y4765e/y4765e08.html> Adquirida el 12/01/2015.
- Noriega, E. (2004). El índice glucémico. *Cuadernos de Nutrición* 27(3): 117-124.
- Comisión Nacional de Alimentación (CONAL) e Instituto Nacional de la Nutrición “Salvador Zubirán (INNSZ)”. 1992. *Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México*. México DF.