



Encuentro
de JÓVENES
INVESTIGADORES

ESTUDIO DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y NUTRICIONALES DE EXTRUDIDOS DE ARROZ ADICIONADOS DE β -GLUCANOS DE LEVADURA DE CERVEZA RESIDUAL

Aquino, Marilin

Instituto de Tecnología de alimentos, Facultad de Ingeniería Química

Director: Cian, Raúl

Codirectora: Drago, Silvina

Área: Ingeniería

Palabras claves: betaglucanos, extrusión, bioaccesibilidad de minerales

INTRODUCCIÓN

En el proceso de elaboración de la cerveza se generan diariamente una gran cantidad de subproductos. Entre ellos, la levadura de cerveza residual (LCR) es el segundo en relevancia. Además, este desecho contiene proteínas (entre el 35 y el 60% en base seca), fibra, carbohidratos (35 a 45%) y minerales (5 a 7,5%), de los cuales destacan Ca, P, K, Mg, Fe, entre otros (Pinto y col., 2013). Las levaduras poseen en su estructura manoproteínas y β -glucanos (BG), donde estos últimos representan el 50-65 % del glucano contenido en las paredes celulares (Klis y col., 2002) y constituyen un tipo de fibra dietaria (Kim y col., 2006). Este polisacárido consiste en una cadena central de unidades de glucopiranosilo (1 $\rightarrow$ 3)- β -D, a lo largo de la cual se encuentran cadenas laterales de unidades de D-glucopiranosilo unidas por enlaces β -(1 $\rightarrow$ 6) dispuestas aleatoriamente (Magnani y col., 2009;). Diversos estudios han demostrado su capacidad de reducir el colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL) y triglicéridos, reduciendo así el riesgo de enfermedades cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares. Por otra parte, en los últimos años se ha observado una tendencia en el consumo de alimentos con beneficios para la salud y reducidos en calorías (Altan y col., 2008). La investigación se centra en el desarrollo de nuevos productos alimenticios y en la incorporación de nuevos ingredientes potencialmente benéficos para la salud (López-Fernández y col., 2021). Una alternativa es la incorporación de estos ingredientes saludables en productos extrudidos de cereales. Sin embargo, su adición a alimentos puede influir en la calidad organoléptica, en la textura y en las propiedades fisicoquímicas del producto final (Fu y col., 2022).

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fue adicionar un concentrado de β -glucanos extraídos de

Título del proyecto: "Desarrollo de productos extrudidos destinados a adultos mayores ricos en beta-glucanos y proteínas obtenidos de levaduras residuales de cervecería".

Instrumento: Res. 132123 - Proy. PEICID-2022-133

Año de convocatoria: 2022

Organismo financiador: Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación

Director: Cian, Raúl Esteban

levaduras residuales de cervecera a productos extrudidos a base de harina de arroz blanco y evaluar su efecto en las propiedades fisicoquímicas de los expandidos y en la bioaccesibilidad de minerales del producto desarrollado.

METODOLOGÍA

Los β -glucanos fueron obtenidos a partir de LCR mediante un tratamiento térmico seguido de una precipitación con etanol de acuerdo a Li y col., (2020). Luego, fueron secados, molidos y adicionados a harina de arroz (3 g/100 g de harina de arroz). Se procesaron dos formulaciones: 1) harina de arroz blanco (A), y 2) harina de arroz blanco + β -glucanos de levaduras (AB). Para la obtención de expandidos se utilizó un extrusor doble tornillo. Los productos obtenidos fueron caracterizados según su contenido de fibra dietaria total (FDT) y cenizas (según AOAC, 2000) y minerales (Fe, Ca, Mg y K) utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica. Sobre los extrudidos (A y AB) se evaluaron: el volumen específico (VE: Volumen/peso b.s, mL/g:), la expansión (E: relación del diámetro del extrudido y el diámetro de la boquilla) y la textura (dureza utilizando un texturómetro). Sobre los productos molidos (tamaño de partícula menor de 1 mm) se determinaron las propiedades de hidratación (absorción de agua, AA; g/g b.s.) y el color en base al espacio de color definido por la norma CIE (Comisión International d'Eclairage): plano cromático de coordenadas a^* y b^* , situándose perpendicular a ellos el eje L^* (luminosidad). A partir de a^* y b^* se calculó C^* (Croma: saturación del color) y h (ángulo Hue: tono del color) mediante un sistema de coordenadas cilíndricas. Se determinó la diferencia de color (ΔE^*) entre los extrudidos y el índice de pardeamiento (IP). Por último, A y AB fueron sometidos a un proceso de digestión gastrointestinal simulada (DSGI) siguiendo el método de Drago y col (2005), de donde se obtuvieron los dializados (DA y DAB) que fueron evaluados respecto a su contenido de minerales (Fe, Zn y CA) para estimar su bioaccesibilidad. Todas las muestras se analizaron por triplicado y para los estudios estadísticos de ANOVA y test LSD para comparación de medias a un nivel de confianza de 95%, se utilizó el software Statgraphic Centurion XVI.

RESULTADOS

El contenido de FDT en los extrudidos resultó ser mayor en AB que en A ($3,22 \pm 0,17$ vs. $2,62 \pm 0,12$ g/100g), aunque el contenido en AB puede estar subestimado ya que algunos β -glucanos pueden haberse hidrolizado por efecto de la extrusión y haber escapado al análisis. Asimismo, el contenido de cenizas en AB fue mayor que en A ($7,43 \pm 0,08$ vs. $0,65 \pm 0,04$ g/100 g b.s.) debido a que los extractos de levaduras son ricos en minerales. Respecto a los expandidos, se pudo observar que A presentó un mayor valor de E que AB, con valores de $3,07 \pm 0,06$ y $2,52 \pm 0,08$, respectivamente. También Chassagne-Berces y col. (2011) observaron que la adición de fibra disminuyó la expansión de extrudidos elaborados a base de almidón de trigo y trigo integral con la adición de salvado de avena y salvado de trigo. El VE de A resultó mayor que para AB ($7,72 \pm 0,32$ vs. $5,32 \pm 0,30$ cm³ /g). Por lo tanto, el agregado de β -glucanos interfirió con la expansión y la formación de alveolos de esta matriz. En relación a las propiedades de hidratación, la AA resultó ser mayor en A que en AB ($7,23 \pm 0,01$ y $6,45 \pm 0,01$ g/g respectivamente). Estos resultados indicarían que A presentó mayor grado de cocción que AB.

Los extrudidos no presentaron diferencias significativas en la dureza, con valores de fuerza máxima para A y AB de $1387,4 \pm 88,9$ y $1273,69 \pm 74,0$ gf, respectivamente. El efecto de la fibra en la textura de los productos extrudidos depende del tipo y la cantidad de fibra agregada (Robin y col., 2012).

Respecto al color de los extrudidos (**Tabla 1**), el agregado de β -glucanos a la harina de arroz produjo una disminución en L^* y h^* en el extrudido AB respecto de A. Ambos extrudidos presentaron valores positivos de a^* y b^* por lo tanto el color de los mismos varió de rojo a amarillo en sus distintas tonalidades. Sin embargo, los mayores valores

de a^* y b^* resultaron ser para AB, generando así una mayor saturación del color que en A.

Tabla 1. Parámetros de color de los extrudidos A y AB

Parámetros de color	A	AB
L^*	$80,91 \pm 0,66b$	$71,18 \pm 1,15a$
a^*	$0,58 \pm 0,02a$	$6,20 \pm 0,15b$
b^*	$10,32 \pm 0,10a$	$23,98 \pm 0,19b$
h^*	$89,78 \pm 0,10b$	$75,50 \pm 0,27a$
C^*	$10,33 \pm 0,10a$	$24,77 \pm 0,21b$

Valores con diferentes letras en una misma fila presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

La diferencia de color, ΔE^* , entre ambos extrudidos fue de $18,0 \pm 0,6$ y el IP resultó ser de $13,6 \pm 0,2$ y $46,3 \pm 0,8\%$ para A y AB, respectivamente. Al respecto, Wani y col., 2016 encontraron que todos los ingredientes añadidos y las diferentes proporciones de sustitución de la harina de semillas de fenogreco con otras harinas, en la elaboración de extrudidos fueron responsables del cambio de color y aumento del índice de pardeamiento.

En la **Tabla 2** se muestran los resultados de contenido de mineral para ambas muestras.

Tabla 2. Contenido de minerales de los extrudidos A y AB

Mineral (mg/kg)	A	AB
Fe	$11,7 \pm 0,9$	$30,6 \pm 0,8$
Ca	$105,3 \pm 9,4$	$356,3 \pm 34,9$
Mg	$366,6 \pm 0,3$	$1680,7 \pm 50,8$
K	$235,1 \pm 4,5$	$4607,8 \pm 198,9$

Los contenidos de Fe, Ca, Mg y K de AB fue considerablemente mayores que en A. Esto se debe al elevado contenido de cenizas del concentrado de β -glucanos provenientes de LCR

En la **Tabla 3** se muestran los resultados de bioaccesibilidad de minerales para ambas muestras.

Tabla 3. Bioaccesibilidad (%) de minerales de los extrudidos A y AB

Bioaccesibilidad (%)	A	AB
Fe	n.d.	$3,59 \pm 0,01$
Ca	$51,48 \pm 0,03^a$	$54,79 \pm 0,14^b$
Mg	$50,75 \pm 0,03^b$	$35,57 \pm 0,09^a$

Valores con diferentes letras en una misma fila presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$); n.d.: no detectado

El extrudido AB presentó mayor bioaccesibilidad de Fe y Ca y menor de Mg que A. sin embargo, dado su mayor contenido el aporte de minerales del extrudido AB es superior al de A.

CONCLUSIONES

Considerando estos resultados, el agregado de β -glucanos generó cambios en las características fisicoquímicas del producto final. Sin embargo, éstos no influyeron negativamente en la textura del producto. Además, la adición de β -glucanos obtenidos

a partir de LCR a los extrudidos resultó beneficioso desde el punto de vista nutricional, aumentando el contenido de FDT y minerales respecto del expandido de arroz.

BIBLIOGRAFIA BASICA

- A.O.A.C.** 2000 .Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 17th edition. Vol. I y II. Published by the Association of Official Analytical Chemist, Inc. Gaithersburg, Maryland, USA
- Altan, A.; McCarthy, K.L.; Maskan, M.** 2008. Twin-screw extrusion of barley–grape pomace blends: Extrudate characteristics and determination of optimum processing conditions. *J. Food Eng.* 89, 24–32.
- Chassagne-Berces, S., Leitner, M., Melado, A., Barreiro, P., Correa, E.C., Blank, I., Gummy, J.C. y Chanvrier, H.**, 2011. Effect of fibers and whole grain content on quality attributes of extruded cereals. En: *Procedia Food Science*, 1, pp.17-23.
- Drago SR, Binaghi MJ, Valencia ME.** 2005. Effect of gastric digestion pH on iron, zinc and calcium availability from preterm and term starting infant formulas. *J Food Sci.* 70:2, S107-112
- Fu, W., Zhao, G., y Liu, J. (2022).** Effect of preparation methods on physiochemical and functional properties of yeast β -glucan. *Lwt*, 160, 113284.
- Kim, S. Y., Song, H. J., Lee, Y. Y., Cho, K. H., y Roh, Y. K.** 2006. Biomedical issues of dietary fiber β -glucan. *Journal of Korean Medical Science*, 21(5), 781-789.
- Li, J., Karboune, S., y Asehraou, A.** 2020. Mannoproteins from inactivated whole cells of baker's and brewer's yeasts as functional food ingredients: Isolation and optimization. *Journal of food science*, 85(5), 1438-1449
- López-Fernández, M.; Méndez-Montevalvo, G.; Velazquez, G.; Perales-Torres, A.; Santiago-Adame, R.; Castillo-Ruiz, O.** 2021. Effect of adding pineapple (*Ananas comosus*) flour on the sensory and textural properties of wheat flour (*Triticum aestivum*) cookies. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(3)
- Magnani, M., Calliari, C. M., de Macedo Jr, F. C., Mori, M. P., de Syllos Cólus, I. M., y Castro-Gomez, R. J.** 2009. Optimized methodology for extraction of (1→3)(1→6)- β -D-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* and in vitro evaluation of the cytotoxicity and genotoxicity of the corresponding carboxymethyl derivative. *Carbohydrate Polymers*, 78(4), 658-665.
- Pinto, L. C., Lopes, M. V., Carvalho Filho, C. D., Alves, L. D. A., y Benevides, C. D. J.** 2013. Determination of nutritional value of derivatives of yeast brewery (*Saccharomyces* spp.). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 2013, Vol. 15, No. 1, 7-17 ref. 39
- Robin, F., Schuchmann, H. P., & Palzer, S.** 2012. Dietary fiber in extruded cereals: Limitations and opportunities. *Trends in Food Science & Technology*, 28(1), 23-32.
- Wani, S. A., & Kumar, P.** 2016. Influence of different mixtures of ingredients on the physicochemical, nutritional and pasting properties of extruded snacks. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10, 690-700.