

Evaluación tecnofuncional de la harina de tempeh de soya

P. Rivera-González¹, M. Bautista-Villarreal², E. Robledo-Leal³, A. Briones-Arroyo³ y R. González-Luna¹.

1 Laboratorio de Proteínas Vegetales, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. **2** Laboratorio de Reología, Departamento de Alimentos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. **3** Laboratorio de Micología y Fitopatología, Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. rodrigomx.uanl@gmail.com

RESUMEN: El tempeh es un alimento que se obtiene por la fermentación con hongos del género *Rhizopus* en distintos sustratos, siendo las semillas de soya (*Glycine max* L.) uno de los más utilizados. Este producto contiene gran cantidad de proteínas, no contiene colesterol y es bajo en grasas saturadas. En la actualidad, las proteínas vegetales son utilizadas para formular alimentos especializados debido a su gran valor nutricional y a sus buenas propiedades funcionales. Se determinó el contenido de proteína del tempeh el cual ha sido 31.3% en la harina desengrasada. Por otra parte, las propiedades tecno-funcionales, tales como el índice de absorción de agua y aceite en la harina sin desengrasar resultaron en promedio 81.1177 ± 0.5887 y 90.0290 ± 0.9385 , respectivamente, mientras que en la harina desengrasada han sido de 91.9574 ± 0.2895 y 86.5573 ± 0.0129 . La capacidad emulsificante de la harina desengrasada y sin desengrasar del tempeh fue de 66.6667 ± 0.0000 para ambas muestras, mientras que los valores de la estabilidad espumante para la harina desengrasada y sin desengrasar fueron de 1.3333 ± 0.0000 y 1.4667 ± 0.0000 , respectivamente.

Palabras clave: Proteína, tecno-funcional, Tempeh.

ABSTRACT: The tempeh is a food that is obtained by fermentation with fungi of the *Rhizopus* genus in different substrates, being the soybean seeds (*Glycine max* L.) one of the most used. This product contains a lot of protein, it does not contain cholesterol and it is low in saturated fats. Currently, vegetable proteins are used to formulate specialized foods due to their high nutritional value and good functional properties. The tempeh protein content was determined which has been 31.3% in the degreased meal. On the other hand, the techno-functional properties, such as the water and oil absorption index in the flour without degreasing resulted in average 81.1177 ± 0.5887 and 90.0290 ± 0.9385 , respectively, while in the degreased flour they were 91.9574 ± 0.2895 and 86.5573 ± 0.0129 . The emulsifying capacity of the degreased and non-degreased flour of the tempeh was 66.6667 ± 0.0000 for both samples, while the values of the foaming stability for the degreased and non-degreased flour were 1.3333 ± 0.0000 and 1.4667 ± 0.0000 , respectively.

Keywords: Protein, technofunctional, Tempeh

Área: Alimentos funcionales

INTRODUCCIÓN

El tempeh es un alimento que se obtiene por la fermentación de distintos granos o semillas, siendo la soya (*Glycine max* L.) uno de los sustratos más utilizados, el cual puede ser previamente cocido y moldeados en una barra mediante el empleo de hongos del género *Rhizopus*, siendo *R. oligosporus* y *R. oryzae* las especies más abundantes. El tempeh puede ser consumido en forma de torta compacta o en rebanadas, las cuales se presentan recubiertas por una densa capa de micelio blanco algodonoso. Este alimento puede resistir procesos tales como el marinado, el freído, el horneado o la cocción a vapor. Puede utilizarse como ingrediente en sopas, ensaladas, sándwiches, o bien, como plato fuerte. Este producto contiene todos los aminoácidos esenciales requeridos en la nutrición humana: isoleucina, leucina, lisina, metionina y cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, valina e histidina. No contiene colesterol y es bajo en grasas saturadas. Además, aporta fibra, agentes antioxidantes, vitamina B12 y complejo B (Mejias, *et al.*, 2009).

La actividad enzimática de *R. oligosporum* en la fermentación cambia la textura y el sabor de la semilla de soya, así como sus propiedades fisicoquímicas, tales como el contenido proteico, de lípidos, carbohidratos y la liberación de vitaminas, lo cual mejora el valor nutritivo del producto.



Figura 1. A) Planta de soya (*Glycine max*), B) *Rhizopus* sp., C) *tempeh*

En países industrializados, el consumo de tempeh ha aumentado producto del interés por los beneficios que aporta a la salud y adecuación a regímenes vegetarianos, veganos.

En la actualidad las proteínas vegetales son utilizadas para formular alimentos, ya que además de su valor nutricional, se aprovechan las propiedades funcionales de la materia prima vegetal con el fin de elaborar alimentos especializados. El objetivo de este trabajo es determinar el contenido de proteína del tempeh y evaluar las propiedades tecno-funcionales como el índice de absorción de agua y aceite, y la capacidad y estabilidad emulsificante y espumante, a fin de determinar en qué tipo de alimentos podría ser incorporado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizó tempeh de soya (inoculado con *R. oryzae*), el cual fue proporcionado por el Laboratorio de Micología y Fitopatología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Procesamiento de la materia prima

El tempeh fue deshidratado en una estufa a 70°C durante 24 horas y posteriormente el producto seco fue molido. La harina resultante se desengrasó mediante hexano en un equipo Soxhlet durante 24 horas. A partir de la harina desengrasada se determinó su contenido proteico y posteriormente se evaluaron sus propiedades tecno-funcionales.

Determinación del contenido proteico

El contenido proteico de la harina desengrasada de *tempeh* se determinó por el método de Kjeldahl con ligeras modificaciones y empleando un factor de conversión del Nitrógeno de 6.25 (AOAC, 2000).

Determinación de las propiedades tecno-funcionales

Capacidad espumante

Se determinó de acuerdo a lo indicado por Bencini (1986) con ligeras modificaciones, mezclando 0.5 g de muestra y 25 mL de agua destilada en un homogenizador (OMNI GLH-01 International) a 4000 rpm durante 3 minutos. La espuma resultante se transfirió a un cilindro graduado de 50 mL para medir el volumen de espuma inicial y final luego de 30 segundos. La capacidad espumante se expresó como el porcentaje de aumento en volumen. La estabilidad de la espuma se midió a intervalos de tiempo de 5, 10, 15, 30, 60 y 120 minutos.

Capacidad emulsificante

Se determinó según Yasumatsu *et al.* (1992) con ligeras modificaciones, para lo cual se mezcló 0.5 g de muestra con 10 mL de agua destilada, agitando durante 15 min. Luego se ajustó el pH a 7 y se llevó el volumen hasta 15 mL con agua destilada. Posteriormente se mezclaron partes iguales (15 mL) de esta solución con aceite de maíz en un homogenizador (OMNI GLH-01 Internacional) por 5 minutos y centrifugado a 1300 rpm. La emulsión fue expresada en términos de porcentaje, como la altura de la emulsión con respecto al total del líquido.

Capacidad de absorción de agua

Se determinó de acuerdo al método descrito por Beuchat (1977) a temperatura ambiente (25°C) con ligeras modificaciones. Se utilizaron 0.5 g de muestra en 5 mL de agua destilada ajustando el pH a 7 y agitando en un Vortex. Posteriormente se centrifugó a 3000 rpm durante 30 minutos y los resultados fueron expresados como porcentaje de agua retenida por gramo de muestra.

Capacidad de absorción de aceite

Se determinó de acuerdo al método descrito por Beuchat (1977) a temperatura ambiente (25°C) con ligeras modificaciones. Se colocaron 0.5 g de muestra en tubos de centrifuga de 15 mL, luego se añadieron 5 mL de aceite de maíz y el conjunto se agitó en un Vortex durante 1 minuto. Por último, se centrifugó a 3000 rpm durante 30 minutos y los resultados fueron expresados como porcentaje de aceite retenida por gramo de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido proteico de la harina desengrasada de tempeh ha sido 31.3%, siendo mayor que el reportado por Reyes *et al.*, (2010) el cual fue de 28.06% en harina sin desengrasar. Al extraer la fracción lipídica, los demás constituyentes de la harina desengrasada de tempeh generalmente elevaran su contenido respecto a la composición total, tal es el caso de la fracción proteica, lo cual concuerda con los resultados obtenidos (Luna, 2006).

Respecto a las propiedades tecno-funcionales, la capacidad emulsificante de la harina desengrasada y sin desengrasar del tempeh ha sido de 66.6667% ± 0.0000 para ambas muestras (Figura 1), siendo mayor que la reportada por Granito *et al.*, (2009) quienes evaluaron en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) fermentado obteniendo valores de 37.5 ± 0.0, lo cual puede deberse al gran contenido de globulinas de la soya, las cuales son proteínas hidrofílicas que pueden contribuir a una buena capacidad emulsificante.

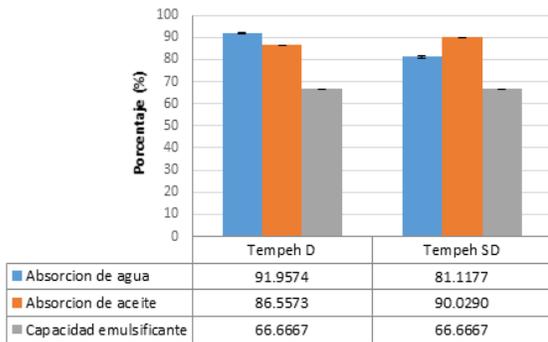


Figura 1. Propiedades tecno-funcionales de la harina desengrasada (D) y sin desengrasar (SD) de Teff, se muestra el promedio de tres ensayos independientes.

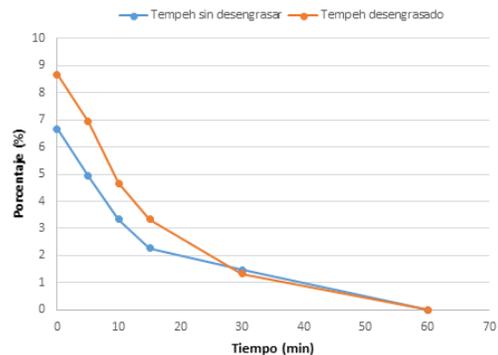


Figura 2. Estabilidad espumante de la harina de Teff, se muestra el promedio de tres ensayos independientes.

La capacidad de absorción de agua en harina sin desengrasar y en harina desengrasada ha sido de 81.1177 ± 0.5887 y de 91.9574 ± 0.2895 , respectivamente (Figura 1). Estos resultados están por debajo de los descritos por Jaimes *et al.* (2014) quienes reportaron en soya un índice de absorción de agua de 346%. Por otra parte, la capacidad de absorción de aceite en harina sin desengrasar y en harina desengrasada ha sido de $90.0290\% \pm 0.9385$ y de $86.5573\% \pm 0.0129$ (Figura 1), muy por debajo de lo reportado por Jaimes *et al.* (2014), quienes obtuvieron valores cercanos a 306% de índice de absorción de aceite, lo cual podría ser atribuido a que tanto en la capacidad de absorción de agua como de aceite se ha utilizado la misma cantidad de ambas sustancias y no una saturación tal como lo descrito por estos autores, por lo cual no se podrían tener resultados de más de 100% de la capacidad de absorción. En cuanto a la capacidad espumante, en la harina sin desengrasar se obtuvo un valor de $1.4667\% \pm 0.0000$ y en harina desengrasada de $1.3333\% \pm 0.0000$, transcurridos 30 minutos desde el cese de la agitación de la muestra (Figura 2). Estos resultados están muy por debajo de los reportados por Pérez *et al.* (2012) quienes trabajaron con el chícharo gándú (*Cajanus cajan* L. Huth) obteniendo valores muy próximos al 100%. Esto puede deberse a que la capacidad espumante principalmente depende del tipo de proteína constitutiva, del grado de desnaturalización de las mismas y de la temperatura de exposición, los cuales son considerados parámetros importantes al momento de evaluar la calidad proteica de distintas materias primas. Para desengrasar la harina de Tempeh, se utilizó un método que involucra una alta temperatura para extraer los lípidos empleando un solvente orgánico, por lo que el riesgo de desnaturalización de las proteínas permanece latente, y eso pudiera afectar la capacidad espumante de la harina desengrasada.

CONCLUSIÓN

La harina desengrasada y sin desengrasar de Tempeh presenta una elevada capacidad de absorción de agua y aceite, motivo por el cual puede ser utilizado en la preparación de alimentos viscosos como sopas, salsas, masas y productos horneados, donde se requiere una buena interacción proteína-agua, o bien en matrices cárnicas ricas en la incorporación de aceite.

BIBLIOGRAFÍA

- Bencini, M. (1986). Functional properties of drumdried chickpea (*Cicer arietinum* L.) flours. *J. Food. Sci.* 51: 1518-1526.
- Beuchat, L. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succynalated peanut flour proteins. *J. Agricultural and Food Chemistry* 25: 258-263.
- Granito, M., Guinand, J., Pérez, D. y Pérez, S. (2009) Valor nutricional y propiedades funcionales de *Phaseolus vulgaris*. Procesada: un ingrediente potencial para alimentos. *JAN* 2009. VOL. 34 No. 1.
- Jaimes, J., Restrepo, D. y Acevedo, D. (2014) Preparación y determinación de las propiedades funcionales del concentrado proteico de trujillo (*Prosopis juliflora*). *Bioteología en el Sector agropecuario y agroindustrial*. Vol. 12 No. 1 (144-152) Enero- junio 2015
- Luna, A. (2006) Valor nutritivo de la proteína de soya. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 36, Septiembre-Diciembre 2006.
- Mejias, E., Ruiz, A., Minardo, O., Silveria, X., Lafargue, D. y Benítez, Bárbara. (2009) Tempeh de maíz y soya. *Ciencia y tecnología de alimentos*. Vol. 19, No 3, 2009.
- Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. (2000). 17th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method **979.09**.
- Reyes, E., Reyes, F., López, J., Milan, J., Loarca, G. y Reyes, C. (2010) Physicochemical, Nutritional and antioxidante properties of Tempeh flour from common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Food Science and Technology International* 2010 16:427.
- Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Misaki, M., Toda, J., Wada, T. y Ishii, K. (1992). Studies on the functional properties of food grade soybean products: whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry* 26: 719-727.