

EFFECTO DEL SECADO EN LA PRODUCCIÓN DE TEMPEH

Indra Rodríguez, Elzabeth Mejías, Reinaldo Delgado, Irma Silveira, Dayana Lafargue y Ana Cabrera*

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao, km 3 1/2,

La Habana, Cuba, CP 19 200

E-mail: indra@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se estudió la influencia del secado de la soya sobre la fermentación del tempeh a escala piloto. Los granos de soya descascarados y picados se sometieron a dos tratamientos diferentes: cocción, escurrimiento y secado a 70 °C durante 5 y 10 min en un lecho fluidizado; cocción y escurrimiento solamente. Se realizaron fermentaciones con dichas variantes para obtener el tempeh correspondiente. El resultado mostró que con los granos de soya secos y con un tiempo de fermentación de 23 a 25 h, el crecimiento del micelio no fue uniforme sobre toda la superficie y dio además, granos sueltos en diversas zonas de la torta. Sin embargo, con la soya solamente escurrida y un tiempo de fermentación de 18 a 19 h el crecimiento del micelio fue uniforme cubriendo toda la superficie de la torta.

Palabras clave: soya, tempeh, fermentación, secado.

ABSTRACT

Effect of drying in tempeh production

The effect of drying on tempeh fermentation at pilot-plant scale was studied. Peeled and minced soy beans were cooked and drained before drying at 70 °C for 5 and 10 min in a fluid bed dryer. A second treatment with only cooked and drained beans was also tested. It was found that drying decreased the overall quality of tempeh with a fermentation time of 23 to 25 h, showing uneven growth on the cake surface and leaving loose grains through the cake, compared with the good quality product obtained with only drained grains in 18 to 19 h, where mycelium covered the whole surface giving a compact cake.

Key words: soy beans, tempeh, fermentation, drying.

INTRODUCCIÓN

El tempeh se obtiene por fermentación o cultivo del frijol de soya previamente cocido con el empleo del hongo *Rhizopus oligosporus*, se caracteriza por estar cubierto por una densa capa de micelio blanco algodonoso provocada por el hongo. Puede presentar esporas negras y olor amoniacal, lo que está permitido en su consumo y comercialización (1, 2). Durante siglos ha sido el alimento básico de Indonesia, pero su empleo se ha extendido a Norte América y a otros países asiáticos, por sus bondades nutricionales (1).

Es altamente digerible, no flatulento, contiene un alto contenido de antioxidantes, así como de vitamina B 12 (4), propiedades que contribuyen a mejorar los requeri-

**Indra Rodríguez Sanregre: Ingeniera Química (ISPJAE, 2007). Reserva científica del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Trabaja actualmente en el Departamento de Biotecnología. Su principal línea de investigación es productos fermentados de soya.*

mientos nutricionales de la población cubana (5). Por este motivo, en el IIIA se trabaja actualmente en su obtención por vía biotecnológica, para lo cual se han realizado trabajos en diferentes etapas de la producción de tempeh (3), que han permitido definir una variante tecnológica propia y además, la obtención de un producto de buena calidad. Su proceso de obtención consta de las etapas de cocción, escurrimiento, secado y fermentación. Durante esta última, el tempeh puede deteriorarse por un secado inadecuado, pues las bacterias del ambiente se propagan favorablemente en un medio húmedo, por lo que es de gran importancia que los granos de soya se encuentren bien secos antes de ser inoculados. Para lograr esto, pequeños productores de Indonesia y Norte América colocan el material escurrido sobre una tela o paño absorbente hasta que se reduzca su humedad a valores inferiores a 50 % (1). También se emplea un secado más sencillo, principalmente en Indonesia, donde los granos escurridos son expuestos al sol para refrescarse a temperatura ambiente, 60 a 75 min hasta obtener humedades entre 48 y 55 % sin ventilador (1). En Cuba, los granos tienen una mayor probabilidad de contaminarse por exposición prolongada al ambiente cuya temperatura y humedad relativa son más elevadas (4). El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia del secado en la fermentación del tempeh.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó como materia prima frijol de soya descascarado y picado de diferentes lotes, el cual se caracterizó previamente en cuanto a pH (6), contenido de proteína (7) y humedad (8), así como también conteo total de viables (9) y conteo de *E. coli* (10).

El trabajo se llevó a cabo a escala piloto, para lo cual se pesó una carga de soya de 3 kg que se sometió a cocción en una proporción de 3 L de agua potable/kg de soya. La cocción se efectuó calentando con vapor directo, hasta ebullición durante 60 min (1, 3), con adición de vinagre 10 min antes de finalizar este proceso. La soya cocida se escurrió y se dejó refrescar hasta una temperatura de 30 ± 2 °C. Los granos de soya escurridos se sometieron al proceso de secado por lote en un secador de lecho fluidizado horizontal marca NIRO, con flujo de aire $1\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$, a una temperatura de 70 °C, durante 5 y 10 min (11). En cada variante se

tomaron muestras aleatorias y representativas del lecho del grano de soya, para determinar contenido de humedad.

Se realizaron fermentaciones con la soya seca obtenida de cada variante y con la soya escurrida, las cuales se llevaron directamente a un local estéril, se distribuyeron en bandejas de poliestireno, se inocularon con una dilución de 10^7 esporas/mL de la cepa *R. oligosporus* del Banco de cepas del IIIA y se incubaron a 30 ± 2 °C, hasta obtener un tempeh, con todas las superficies cubiertas por el micelio blanco algodonoso para comprobar así la eficacia del tratamiento seleccionado. A los productos correspondientes se les determinaron valor de pH, contenido de humedad, conteo total de viables y conteo de *E. coli*. También se caracterizaron según su aspecto, olor, textura, contemplando en los mismos: grado de compactación, lasqueabilidad y corrimiento del micelio (12). Anteriormente se sometieron al proceso de estabilización a una temperatura de 100 ± 5 °C por 45 min (4), se refrescaron y se almacenaron debidamente protegidos, a 4 °C durante 24 h para proceder a su evaluación sensorial.

Como variable de respuesta se consideró el tiempo de fermentación del *R. oligosporus* para obtener un tempeh de buena calidad: compacto, aromático y cubierto totalmente por el micelio blanco algodonoso.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con réplicas por tratamiento. Los resultados fueron procesados según análisis de varianza de clasificación múltiple y prueba de rango múltiple de *Duncan* para $\alpha \leq 0,01$. Se determinaron los estadígrafos simples a las variables de caracterización.

Para complementar el estudio de la variante seleccionada se produjeron 2 kg de tempeh según procedimiento descrito y se sometieron a una evaluación sensorial con el producto frito aplicando una escala hedónica (12) considerando para el análisis del producto los atributos olor, sabor y textura de forma global, con 80 jueces y empleando una escala de 7 puntos, donde: 7-me gusta muchísimo, 6-me gusta mucho, 5-me gusta un poco, 4-me es indiferente, 3-me disgusta un poco, 2-me disgusta mucho, 1-me disgusta muchísimo.

Para todas las pruebas, el tempeh se cortó en dados de 2 x 2 cm y se frió en aceite bien caliente, aproximadamente entre 170 y 180 °C, hasta dorarse, al término de lo cual se colocó en un recipiente para refrescar. Para la degustación los catadores recibieron en un plato, dos dados de tempeh frito de las variantes correspondientes acompañado de agua.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra que los valores de pH, humedad y proteína de la soya descascarada o cruda utilizada, se encuentran en el entorno de lo referido por otros autores, con excepción del conteo total de viables que fue 10 veces superior (1), aunque se encuentra en el entorno de lo detectado en Cuba para este tipo de producto (13). No se encontró presencia de *E. coli*.

La Tabla 2 presenta que la soya destinada al proceso de fermentación presentó rango de pH y humedad dentro del referido por otros investigadores (2). La textura se incrementó notablemente en dependencia del tratamiento realizado, índice de una mayor dureza del grano. Se aprecia también que los tratamientos redujeron la carga microbiana a valores aceptables, inferiores a 10⁴ ufc/g y no se detectó presencia de *E. coli*. Además se alcanzaron otras condiciones necesarias para el crecimiento del hongo (1).

La Tabla 3 muestra que existió diferencia significativa entre los tiempos de fermentación de los tempehs obtenidos con las diferentes tipos de soya, siendo la variante A, con soya escurrida, la que presentó el tiempo más bajo de 18,5 h, valor que se encuentra en el entorno de lo alcanzado en Cuba, de 17 a 20 h, para el tempeh de soya completamente cubierto por el micelio blanco algodonoso del hongo (12).

Los tempehs obtenidos con la variante B y C no presentaron diferencia entre sí en el período de incubación y aunque sus valores oscilaron en el rango reportado (1), resultaron algo elevado con respecto a la referencia de tempeh de soya en Cuba. En estos casos pudo haber influido principalmente el contenido de humedad de la soya seca, 52,28 y 40,76 %, para 5 y 10 min de secado, respectivamente; con retardo del proceso de germinación de las esporas inoculadas y por tanto, aumenta el tiempo total de fermentación, lo que también pudiera afectar la calidad del tempeh.

La Tabla 4 refleja que los tempehs obtenidos con la soya seca presentaron afectación en el aspecto y en la textura, pues no tuvieron un crecimiento uniforme del micelio en todas sus superficies, ni pudieron ser lasqueadas en algunas zonas de la torta, propiedad que es indispensable cumplir por este producto (4). Sin embargo, el tempeh obtenido con la soya escurrida sí presentó características organolépticas típicas del producto y está en el entorno de las de un tempeh de buena calidad (1).

El pH y la humedad de los tempehs se comportaron de forma diferente. El pH se mantuvo en el entorno de 6,5 y comprendió el valor más bajo 6,0 a la variante A (soya escurrida) que se encuentra en el rango referido por algunos productores (1). La humedad del tempeh varió en dependencia del tratamiento aplicado a la soya empleada, valor que en la variante C fue muy bajo e influyó negativamente en su calidad.

En cuanto al control microbiológico, en el tempeh fresco no manifestó contaminación por *E. coli* y el conteo total de viables presentado se mantuvo en el orden de 10³ ufc/g, lo que pudo estar asociado a la propia manipulación que se realiza durante su proceso de obtención. Estos valores se consideran bajos y son inferiores a los referidos en la literatura (13) para tempeh de soya fresco obtenido con la misma tecnología (3).

Como resultado de la prueba hedónica realizada al tempeh elaborado con las variantes estudiadas, se obtuvo que la evaluación de 80 jueces catalogó la variante A, con una puntuación de 6, correspondiente a me gusta mucho y a las variantes B y C, con una puntuación de 5, me gusta un poco y 4 me es indiferente; respectivamente. Así, se seleccionó la variante A como el tempeh de mayor calidad, elaborado con soya escurrida, resultado que concuerda con lo referido por los productores (1) sobre la mejora de sus atributos sensoriales, tiempo de fermentación bajos y una evaluación de muy buena.

Tabla 1. Caracterización de la soya empleada como materia prima

	pH	Humedad (%)	Proteína (%)	Conteo total (ufc/g)	Conteo <i>E. coli</i> (ufc/g)
Media 0/X	6,5	14,03	32,28	5,8 x 10 ⁵	Negativo
S	0,2	2,65	1,70	0,454 *	-

Tabla 2. Caracterización de la soya seca empleada en el proceso de fermentación

Parámetros	Variante A		Variante B		Variante C	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
pH	6,080	05	6,15	0,35	6,35	6,06
Humedad (%)	60,63	1,54	52,58	0,51	40,76	2,08
Textura (kg)	13,83	0,76	18,13	1,44	26,27	2,14
Conteo total (ufc/g)	10 ⁵	0,8*	1,2 x 10 ²	0,3*	3 x 10 ²	0,5*
Conteo de <i>E. coli</i> (ufc/g)	Negativo		Negativo		Negativo	

A: soya escurrida B: soya con 5 min de secado C: soya con 10 min de secado
*Calculada de la expresión logarítmica n = 5

Tabla 3. Tiempo de fermentación del tempeh (h)

Variantes	A	B	C
Media 0/X	18,5 b	25,0 a	23,8 a
S	1,1	2,3	1,8

A: soya escurrida B: soya con 5 min de secado
C: soya con 10 min de secado n = 7
E.S.=1,05 Letras diferentes indican diferencia significativa a p<0,01

Tabla 4. Características del tempeh obtenido con las diferentes variantes

Parámetros	A		B		C	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
pH	6,0	0,1	6,6	0,3	6,7	0,2
Humedad (%)	57,65	2,20	48,70	1,10	38,80	1,40
Conteo total (ufc/g)	3 x 10 ³	0,82*	2 x 10 ³	0,58*	5 x 10 ³	1,01*
Conteo <i>E. coli</i> (ufc/g)	Negativo		Negativo		Negativo	
Aspecto	Crecimiento del micelio uniforme.		Crecimiento del micelio no uniforme.		Crecimiento moteado no uniforme en la superficie y fondo.	
Olor	Característico a masa de pan o fúngico.		Característico a masa de pan o fúngico.		Característico a masa de pan o fúngico.	
Textura	Compacto con el micelio adherido a los granos en el centro, en los bordes externos y en el fondo, lasqueable		Compacto con cotiledones sueltos en bordes, centro y fondo, no lasqueable en diversas zonas de la torta		Cotiledones sueltos en los bordes externos y en el fondo, poco compacto, no lasqueable	

*Calculada de la expresión logarítmica n = 5
A: soya escurrida B: soya con 5 min de secado C: soya con 10 min de secado

CONCLUSIONES

El secado de los granos de soya con una carga de 3 kg/lote, con un tiempo de residencia de 5 y 10 min a 70 °C, influyó negativamente en el proceso de fermentación afectando la calidad del tempeh. El producto presentó un crecimiento no uniforme sobre todas las superficies, así como granos sueltos en diversas zonas de la torta.

REFERENCIAS

1. Shurtleff, W.; Akiko Aoyagi. Tempeh Production, a craft and technical manual. Soy beans Centre. 2da Ed. C. A. USA. Cap. 2, 4. pp. 7, 32, 68.
2. Mejías, E. y Morales, D. Descontaminación de los granos de soya para producir tempeh. (VII Congreso sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos. La Habana), 2000.
3. Morales, D.; Mejías, E.; Mazas, N. y Pérez, M. Implementación de la producción de tempeh a escala piloto. (VII Congreso sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos. La Habana), 2001.
4. Morales, D. y Mejías, E. Producción de tempeh en la Planta Piloto de Biotecnología. (VIII Congreso sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos, La Habana), 2002.
5. Duarte, C. Caracterización sensorial del tempeh cubano (tesis de Diploma, Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana), 2003.
6. NC: 78-16: 84. *Determinación del índice de pH*. Cuba, 1984.
7. AOCS. *Modified Kjeldahl Method. Oficial Methods and recommended practices of the American oil Chemist's Society*. 4ta. Ed., 1989.
8. NC 78-17: 84. *Determinación de humedad*. Cuba, 1984.
9. NC/ISO 4833: 02. *Determinación de conteo total de microorganismos viables*. Cuba, 2002.
10. NC/ISO 4831: 02. *Determinación del conteo de microorganismo coliformes*. Cuba, 2002.
11. Mejías, E. y Morales, D. *Alimentaria* (328): 59 - 62, 2001.
12. Morales, D.; Mejías, E.; Cisneros, F. y Duarte, C. Evaluación integral de tempeh en Cuba. (Congreso Longevidad Satisfactoria. AMECA. La Habana), 2004.
13. Pérez, M. y Mazas, N. Estudio de la microbiota contaminante en el tempeh. *Alimentaria* (345): 129-132, 2003.