

PREPARACIÓN DE PELÍCULAS PARA ALIMENTOS A PARTIR DE CONCENTRADOS PROTEICOS DE HABA (*Vicia faba*)

FILMS PREPARATION FOR FOOD PACKAGING OBTAINED FROM FABA BEAN (*Vicia faba*) PROTEIN CONCENTRATE

Ana Patricia Rozo, Ana Silvia Bermúdez*

Recibido: 17/04/03 – Aceptado: 24/06/03

RESUMEN

El trabajo se planeó con el objeto de evaluar la factibilidad de utilizar concentrados proteicos de haba en la preparación de películas para recubrir alimentos, utilizando como patrón de comparación películas preparadas con albúmina fresca de huevo.

Los resultados muestran que utilizando concentrados proteicos de haba sin deshidratar, en suspensiones que contengan 5 g de proteína por 100 g de agua, y adicionando glicerol como agente plastificante, se pueden obtener películas cuyas características de permeabilidad al vapor de agua, solubilidad y contenido de agua dependen de las condiciones de secado del material.

Palabras clave: películas, habas, plastificantes.

ABSTRACT

This work was planned in order to ascertain the possibility of preparing protein films using fababeans as a protein source in a process similar to that used for preparing albumin egg films

Films can be prepared from non dehydrated fababean protein concentrate in water suspensions at levels of 5 g of protein per 100 mL and adding glycerol as plasticizer. The characteristics film such as permeability to water vapor, solubility and water content depend on material drying conditions (relative humidity and temperature).

Key words: Films, fababeans, plasticizers.

* Departamento de Química - Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: asbermudezp@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

Los empaques para alimentos se clasifican de acuerdo con el nivel de protección en: primarios, secundarios y terciarios. El primario es aquel que está en contacto directo con el alimento, por tanto debe ser atóxico, compatible con el alimento y no inducir cambios en su color, sabor, aroma ni formación de reacciones químicas.

La búsqueda de materias primas que reduzcan el empleo de materiales plásticos en el empaque de alimentos ha incentivado en las dos últimas décadas la utilización de macromoléculas como polisacáridos y concentrados proteicos en la preparación de películas para recubrir alimentos (empaque primario). Entre las diferentes fuentes de proteína estudiadas se encuentran albúmina de huevo (1), hidrolizados de suero de leche (2), concentrado proteico de arveja (3) y aislado proteico de soya (4).

En general, la preparación de una película implica la formación de una dispersión acuosa o etanólica del material proteico al cual se le adiciona un plastificante, para reducir las fuerzas intermoleculares entre las cadenas polipeptídicas y obtener productos con diferentes características mecánicas (5, 6). Entre los plastificantes más utilizados se pueden mencionar los oligosacáridos y los polioles. Las películas proteicas tienen la ventaja de proveer una barrera al oxígeno y de esta forma prevenir la oxidación lipídica (7).

Este trabajo se planeó con el objeto de evaluar la factibilidad de preparar películas a partir de concentrado proteico de haba utilizando como patrón de com-

paración películas elaboradas con albúmina de huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Concentrado proteico de haba, obtenido a partir de semillas secas de haba según la tecnología descrita por Mordecay (8) y modificada por Palomeque (9).

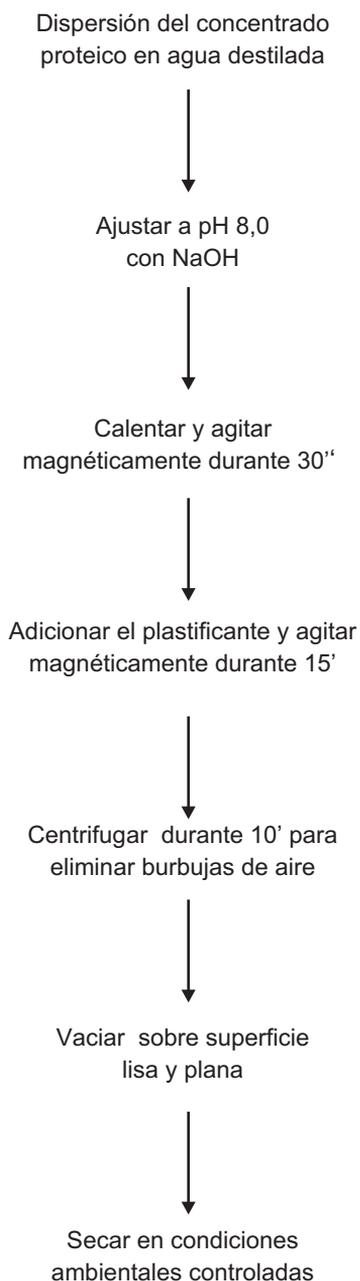
Albúmina de huevo fresca

Agentes plastificantes: glicerol y polietilenglicol 400

Preparación de películas con albúmina de huevo

Para la preparación de películas a partir de albúmina de huevo se utilizó la tecnología descrita por Handa (1), con algunas modificaciones. Se adicionó suficiente cantidad de albúmina de huevo a agua destilada para tener una dispersión con 9% de proteína en peso, la cual se calienta a 45°C y se mantiene en agitación durante 20 minutos, luego se adiciona polietilenglicol 400 como plastificante (60 g de plastificante/100 g de proteína), se agita durante 10 minutos y posteriormente, para eliminar las burbujas de aire, se centrifuga a 6000 rpm durante 10 minutos y se ajusta el pH a 11,5 con NaOH. La suspensión se deposita sobre una superficie lisa y plana, en la que se deja secar hasta obtener un material sólido que se desprende fácilmente de la superficie.

Figura 1. Línea tecnológica para la preparación de películas a partir de concentrado proteico de haba



Preparación y caracterización de películas con concentrado proteico de haba

En la preparación de películas a partir de concentrado proteico de haba se siguió la línea tecnológica descrita en la Figura 1, seleccionando los parámetros más adecuados para el proceso, como son: nivel de proteína en la dispersión, temperatura de desnaturalización de las proteínas, y tipo y nivel de plastificante.

Las características evaluadas en las diferentes películas fueron: gramaje, espesor, humedad, contenido de proteína, material soluble total (1) y permeabilidad al vapor de agua (10).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Películas con albúmina de huevo. Debido a las características de la albúmina de huevo deshidratada disponible en el laboratorio –baja dispersabilidad y alto porcentaje de sedimento en las suspensiones–, fue necesario utilizar albúmina de huevo fresca.

La dispersión de albúmina de huevo fresca utilizada de acuerdo con las condiciones previamente descritas, fue vaciada sobre diferentes superficies para permitir la formación de la película: vidrio, metal con recubrimiento de teflón y acrílico. La película con mejores características se obtuvo al utilizar acrílico, ya que se desprende fácilmente de la superficie, es homogénea y no requiere de una hidratación previa para desprenderla.

Para el secado de las películas, el acrílico con la dispersión se colocó en una cámara cerrada de 1,5 m de largo x

Tabla 1. Comparación entre las características de películas de albúmina de huevo secadas en diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa

Característica	Películas preparadas en el laboratorio		Películas preparadas por Handa et al. 1999
	a	b	c
Gramaje (g/m ²)	150 ± 10	104 ± 3	---
Espesor (µm)	210 ± 68	90 ± 4	98 ± 5
Humedad (%)	22,2 ± 2,0	14 ± 2	10
Proteína g/100 g de materia seca	66,8 ± 5,2	70,0 ± 2,6	66,7
Materia soluble total (%)	32,7 ± 4,0	41,0 ± 3,0	48,4 ± 0,6
Permeabilidad al vapor de agua (g mm/h m ² kPa)		2,33 ± 0,78	8,3 ± 0,5

Condiciones de secado de las películas:

- (a) Temperatura 16,5 ± 0,8 °C y humedad relativa 70,7 ± 3,8%
- (b) Temperatura 20,4 ± 1,5 °C y humedad relativa 52,4 ± 3,6%
- (c) Temperatura 25 °C y humedad relativa 50%

1,2 m de alto x 0,9 m de fondo, cuyas condiciones ambientales promedio eran: humedad relativa (H.R.) 70,7 ± 3,8% y temperatura 16,5 ± 0,8 °C. A estas condiciones el tiempo de secado es muy largo (96-120 horas), por tanto se colocaron dos bombillos de 60 watt dentro de la cámara, con lo cual la temperatura se elevó a 20,4 ± 1,5 °C, y la H.R. se redujo a 52,4 ± 3,6%, lo que permitió reducir el tiempo de secado a un periodo entre 12 y 14 horas.

Las películas de albúmina de huevo obtenidas en estas condiciones son transparentes, brillantes e incoloras; sus características se registran en la Tabla 1. Los resultados de esta Tabla, muestran que las condiciones de secado no sólo influyen sobre el tiempo del mismo, sino

que además modifican las características de las películas, obteniéndose productos con un mayor contenido de humedad cuando el material se deja deshidratar en condiciones de H.R. mayor, lo que adicionalmente determina que el espesor y el gramaje de las películas sea más alto. Así mismo, los resultados sugieren que la composición de la película es menos uniforme que la obtenida en condiciones de H.R. más baja ya que la variabilidad en el espesor y contenido de proteína es mayor.

Aparentemente, cuando el tiempo de secado es muy largo, es posible la oxidación de un mayor número de grupos sulfhidrilo, lo que facilitaría la formación de puentes disulfuro y una mayor interacción de los grupos hidrofílicos de la es-

estructura proteica con el agua retenida, lo que se traduce en una estructura con menor cantidad de material soluble.

La diferencia en la permeabilidad al vapor de agua (PVA) entre las películas preparadas en el laboratorio con albúmina fresca y las reportadas por Handa et al. (1), con albúmina seca, puede deberse a que usualmente la albúmina de huevo que se va someter a procesos de deshidratación se somete previamente a un tratamiento enzimático con el fin de disminuir el contenido de carbohidratos. El sistema para determinar el PVA se basa en el transporte del agua a través de la película por diferencia de presión de vapor en las dos superficies, lo que ocurre principalmente por un mecanismo de difusión que se realiza en tres pasos (10): el primer paso es la adsorción de agua en la superficie expuesta a la mayor presión, el segundo es de difusión del agua a través de la matriz proteica, y el tercero de desorción en la superficie de menor presión. Los tres mecanismos se pueden ver afectados con la presencia de carbohidratos, que al ser moléculas hidrofílicas ocupan los sitios de interacción con el agua y la retienen cuando se incorpora a la matriz.

Selección de parámetros para la elaboración de películas a partir de concentrado proteico de haba

Nivel de proteína y temperatura de desnaturalización proteica. La preparación de concentrado proteico de haba conlleva como fase final la deshidratación en rodillos, lo que afecta las propiedades funcionales del concentrado en especial la dispersabilidad del material.

Cuando se utiliza concentrado proteico de haba deshidratado para la preparación de las películas proteicas según la línea tecnológica descrita en la Figura 1, sólo se logran preparar dispersiones con 3 g de proteína por 100 g de agua, ya que a niveles mayores de proteína en las dispersiones se forman aglomerados insolubles. Por este motivo se decidió utilizar el coágulo proteico húmedo de haba (CPOCH) sin haberlo deshidratado, lo que permite disponer como materia prima para la elaboración de las películas de un producto con 10,3% de proteína y 84,8% de humedad.

El pH del CPOCH se ajustó a 8 para facilitar su solubilización, lográndose preparar suspensiones con 8 g de proteína por 100 g de agua; sin embargo, al someterla a calentamiento la suspensión forma aglomerados. El nivel de proteína de haba con el cual se logran obtener suspensiones estables durante el calentamiento es de 5 g /100 g de agua.

Para seleccionar la temperatura de desnaturalización de las proteínas de haba se utilizaron suspensiones al 5% que se calentaron durante 30 minutos a temperaturas de 60, 70 y 80°C, y posteriormente se enfriaron a temperatura ambiente. En los tres casos se forman geles, pero se seleccionó como la más adecuada la de 60°C ya que a esta temperatura el gel se forma después de dos horas y es el más transparente y de color más claro, a las otras temperaturas el gel se forma rápidamente, es más oscuro y poco transparente, además a 80°C el gel es poco homogéneo.

Tipo y nivel de plastificante. La adición de polietilenglicol 400 se descartó

ya que en ninguno de los niveles estudiados de 20-80 g /100 g de proteína se obtuvieron sólidos continuos.

La utilización de glicerol como plastificante permite obtener en cualquiera de los niveles estudiados materiales sólidos, de color café, brillantes y transparentes, cuyas características dependen de las condiciones de secado de las películas.

La eficiencia de los plastificantes depende de la matriz proteica y del tipo de proteínas utilizadas en el proceso. Las características plastificantes del glicerol con otras fuentes proteicas de leguminosas similares al haba habían sido mostradas por Viroben et al. (3) con arveja y por Rhim et al. (4) con aislado proteico de soya.

Cuando las condiciones de secado son H.R. 70,7% y 16,5 °C, la mejor película se logra al incluir en la elaboración 60 g de glicerol/100 g de proteína, el producto obtenido es homogéneo, flexible, con alta adherencia y desprende fácilmente de la superficie de acrílico. Con niveles inferiores de plastificante el sólido obtenido es difícil de desprender de la superficie de acrílico, se rompe en pequeñas escamas y no se obtiene película. Con niveles de plastificante de 80 g y 100 g/100 g de proteína las películas son fáciles de desprender pero se deforman en la manipulación y se aglomeran sin formar película.

En condiciones de secado de H.R. 52,4 % y 20,4 °C, las mejores películas se logran al incluir en la elaboración 40, 60 y 80 g de glicerol/100 g de proteína, son homogéneas, flexibles, fáciles de desprender de la superficie de acrílico y al incrementar el nivel de plastificante se aumenta la adherencia. Cuando se utili-

zan 20 g de glicerol el sólido obtenido es rígido y frágil, y no se desprende de la superficie de acrílico. Con niveles de plastificante de 100 g/100 g de proteína las películas son fáciles de desprender pero se deforman en la manipulación y se rasgan.

De una forma similar a lo observado con las películas de albúmina de huevo, el tiempo de secado de las películas con proteína de haba es entre 12 y 16 horas cuando las películas se mantienen a una H.R. de 52,4 % y 20,4 °C.

Caracterización de las películas obtenidas a partir de concentrado proteico de haba

Las características de las películas elaboradas con concentrado proteico de haba se registran en la Tabla 2. Los resultados obtenidos presentan un comportamiento similar al de las películas con albúmina de huevo, en cuanto a las características de las películas a diferentes condiciones de secado. La disminución de la H.R. en la cámara de secado no sólo disminuye drásticamente el tiempo de deshidratación, sino que induce modificaciones en la matriz proteica que se forma en este periodo, lo que se traduce en un menor contenido de volátiles y un mayor nivel de material soluble total.

En condiciones similares de secado el incremento del nivel de plastificante reduce las interacciones proteína-proteína en la matriz del producto generando un incremento en la solubilidad del material.

En la determinación del PVA en las películas que se secaron a alta humedad

Tabla 2. Efecto de las condiciones de secado y de los niveles de glicerol sobre las características de las películas elaboradas a partir de concentrado proteico de haba

Condiciones de secado	Nivel de glicerol g/100 g de proteína	Espesor μm	Gramaje g/m^2	Contenido de agua %	Proteína % en m.s.	Materia soluble total %	Permeabilidad al vapor de agua $\text{g mm/m}^2 \text{ h kPa}$
H.R. 70,7% T 16,5°C	60	150 \pm 10a	210 \pm 30a	19,5 \pm 1,8a	62,4 \pm 2,5a	8,8 \pm 0,2a	No determinado
	40	140 \pm 46a	126 \pm 39b	3,2 \pm 1,6b	69,3 \pm 1,3b	24,7 \pm 1,4b	1,78 \pm 0,78a
H.R. 52,4% T 20,4°C	60	190 \pm 68a	178 \pm 31ba	2,4 \pm 1,1b	69,6 \pm 0,2b	25,5 \pm 1,2b	2,19 \pm 0,37a
	80	200 \pm 44a	193 \pm 16a	21,9 \pm 14a	71,8 \pm 0,9b	31,1 \pm 1,3c	3,79 \pm 0,27b

Valores en una misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

(70,7%), el material condensa agua en su superficie, lo cual no permite establecer una relación de ganancia de peso frente a tiempo, pese a lo cual se observa un lento transporte de vapor a través de la película. La baja solubilidad y PVA obtenida en estas películas se debe probablemente que durante el tiempo de secado tan largo la estructura se estabiliza, bien sea por formación de enlaces disulfuro o por la retención misma de agua que dificulta el acceso de grupos hidrofílicos.

La PVA de las películas deshidratadas a baja H.R. (52,4%) se incrementa con el aumento del nivel de glicerol, siendo este incremento significativo cuando se utilizan 80 g/100 g de proteína.

En la Tabla 3 se comparan las características de las películas obtenidas en este trabajo con las reportadas en la literatura para otros materiales. Los resultados muestran que el espesor de las películas con concentrado proteico de haba es mayor que el de las otras, mientras que el de la película preparada con albúmina de huevo fresca es similar al espesor de la preparada con albúmina deshidratada.

La película de albúmina de huevo se considera altamente permeable al vapor de agua, Ching et al. (11), a partir de lo cual se puede decir que las películas elaboradas con concentrado proteico de haba también presentan una alta permeabilidad al agua.

Uso de las películas de concentrado proteico de haba

Las películas elaboradas a partir de concentrado proteico de haba deshidra-

tadas en condiciones de baja humedad (H.R. 52,4%) son altamente permeables al vapor de agua, por lo cual no representan una barrera para evitar la pérdida o ganancia de humedad, por tanto se podrían utilizar en alimentos de baja humedad y en equilibrio con el ambiente como frutos secos, pastas y productos horneados. También se podrían emplear como recubrimiento en alimentos que durante el almacenamiento requieran perder humedad como es el caso de algunos embutidos de carne y quesos para maduración. Teniendo en cuenta que estas películas son medianamente solubles, al utilizarlas en el recubrimiento de productos cárnicos que requieran cocción se facilitaría en esta fase el desprendimiento del material sin desintegrarse y su posterior eliminación.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo muestran que el coágulo proteico de haba sin deshidratar, obtenido mediante un proceso de fraccionamiento por vía húmeda de la harina integral, puede ser utilizado como materia prima para la preparación de películas cuyas características dependen del nivel de plastificante utilizado y de las condiciones de secado del material.

Los parámetros más adecuados para preparar las películas a partir de concentrado proteico de haba son: dispersiones con 5 g de proteína/100 g de agua, temperatura de desnaturalización proteica 60 °C, glicerol como plastificante en un nivel entre 40 y 80 g/100 g de proteína, y deshidratar el material sobre una superficie de acrílico manteniéndola a una hu-

Tabla 3. Comparación entre las características de las películas preparadas en este trabajo con películas preparadas por otros investigadores

Fuente proteica	Concentrado proteico de haba (este trabajo)	Albúmina de huevo (este trabajo)	Albúmina de huevo Handa et al. 1999	Suero de leche Sothornvit y Krochta 2000	Aislado proteico de soya Rhim et al. 1999	Concentrado proteico de arveja Viroben et al. 2000
Característica						
Espesor (mm)	140 - 200	90	98	115 - 139	63,3 – 93,5	---
Contenido de agua (%)	24,2- 50,3	14	10	---	---	---
Proteína (% en m.s)	38,7 – 52,5	56,0	---	---	---	35,6 – 63,3
Materia soluble total (%)	24,7 –31,1	41,4	48,4	20 - 100	26 - 30	38,7
Permeabilidad al vapor de agua g mm/m ² h kPa	1,78 – 3,79	2,33	8,3	4,75 –5,06	7,16	4,30 – 7,42

medad relativa de $52,4 \pm 3,6$ y $20,4 \pm 1,5$ °C.

sumo. Madrid: Editorial Acribia, pp. 7-25.

BIBLIOGRAFÍA

1. Handa A.; Gennadios A.; Hanna M. A.; Sella C. L.; Kuroda N. (1999). Physical and molecular properties of egg-white lipid films. *J. Food Sci.* **64**, 860-864.
2. Sothornvit R.; Krochta J. M. (2000). Water vapor permeability and solubility of films from hydrolyzed whey protein. *J. Food Sci.* **65**, 700-703.
3. Viroben G.; Barbot J.; Mouloungui Z.; Gueguen J. (2000). Preparation of films from pea protein. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 1064-1069.
4. Rhim J. W.; Wu Y.; Weller C.-L.; Schnepf M. (1999). Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propylene glycol alginate. *J. Food Sci.* **64**, 149-157.
5. Roger D. (1973). Edible Coatings and Soluble Packaging. London: Noyes Data Corporation, pp. 7-25.
6. Bureau G.; Multon J. L. (1995). Embalaje de Alimentos de Gran Consumo. Madrid: Editorial Acribia, pp. 7-25.
7. Cao Y. M.; Chang, K. C. (2002). Edible films prepared from water extract of soybeans. *J. Food Sci.* **67**, 1449-1453.
8. Mordecaj, L. Obtención de productos proteicos a partir de semillas de haba (Vicia faba). Tesis de maestría, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1994.
9. Palomeque, L. A. Efecto de la modificación enzimática y del método de deshidratación sobre la solubilidad del aislado proteico de haba. Trabajo de grado, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1995.
10. Trejo V.; Aragón N.; Miranda P. (2001). Estabilidad de la permeabilidad al vapor de agua en películas a base de quitosán. *Rev. Soc. Quím. Mex.* **45** (1) :1-5.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia y a LANFOODS (IPICS - Suecia) por el apoyo económico.