

CAMBIOS DE COLOR EN LAS LÁMINAS DE SARDINA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Color Changes on Sardine Sheets During Osmotic Dehydration

Otoniel Corzo^{1*}, Nelson Bracho² y Rosa Millán¹

¹Departamento de Tecnología de Alimentos. ²Departamento de Estadística.

Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente. Guatamare, Venezuela. Telef. 0295-2631230. E-mail: otocorzo@cantv.net

RESUMEN

En este trabajo se analizaron los cambios en los parámetros de color (L, a, b, ΔE , IB) de láminas de sardina durante la deshidratación osmótica a diferentes condiciones de concentración y temperatura de la solución osmótica. Las sardinas (*Sardinella aurita*) se cortaron en láminas (20,1×15,0×6,4 mm³), se les midió el color y se formaron 175 grupos experimentales de 4 láminas cada uno. Se introdujeron simultáneamente siete grupos en una solución osmótica de concentración y temperatura dadas para someterlos a deshidratación osmótica, posteriormente se removió un grupo a los 20; 40; 60; 90; 120; 180 y 240 min de transcurrido el proceso osmótico y se midió el color en las láminas. Este procedimiento se efectuó para cada condición de acuerdo a un diseño factorial 5x5 donde la temperatura y concentración eran 30; 32; 34; 36 y 38°C, 0,15; 0,18; 0,21; 0,24 y 0,27 g NaCl/g, respectivamente. Se obtuvieron valores iniciales de L (36,48 ± 0,77), a (6,47 ± 0,64), b (8,74 ± 0,49), ΔE (0) y IB (37,42 ± 0,69). Los valores finales variaron para L entre 40 y 47, a entre 4,2 y 2,6, b entre 7,5 y 5,7, IB entre 39,5 y 45,0 y ΔE entre 5,3 y 10,4 dependiendo de las condiciones de deshidratación. Los valores de a y b disminuyeron (P<0,05) al incrementar el tiempo de deshidratación y la concentración, mientras que los de L, ΔE y IB aumentaron (P < 0,05). Las disminuciones en a y b fueron menores al incrementarse la temperatura mientras que los aumentos en L, ΔE y IB fueron mayores. Se obtuvieron modelos de predicción de los cambios en el color en función de las condiciones de la deshidratación osmótica.

Palabras clave: Color, láminas de sardina, deshidratación osmótica.

ABSTRACT

The changes on the color parameters (L, a, b, ΔE , whiteness index) of sardine sheets during osmotic dehydration were analyzed at different temperatures and brine concentrations. Sardines (*Sardinella aurita*) were cut into sheets (20.1x15.0x6.4 mm³), color was measured and 175 groups with 4 sheets in each were formed. Seven groups were introduced simultaneously in an osmotic solution of a desired concentration and temperature for carry out osmotic dehydration, one group was removed at 20; 40; 60; 90; 120; 180 and 240 min, and color of sheets was determined. This procedure was performed for each test condition according to a 5x5 factorial design where the temperature and concentration were 30; 32; 34; 36 and 38°C, 0.15, 0.18, 0.21, 0.24, and 0.27 g NaCl/g brine, respectively. Initial values for L (36.48 ± 0.77), a (6.47 ± 0.64), b (8.74 ± 0.49), ΔE (0) and WI (37.42 ± 0.69) were obtained. Final values ranged for L from 40 to 47, for a from 4.2 to 2.6, for b from 7.5 to 5.7, for WI from 39.5 to 45.0 and for ΔE from 5.3 to 10.4 according to dehydration conditions. Values for a and b decreased (P<0.05) with increasing both dehydration time and temperature while those for L, ΔE and WI index increased (P < 0.05). The decreases in a and b values were lesser with increasing temperature while increases in L, ΔE and WI values were higher. Models for prediction of color changes as functions of the conditions of osmotic dehydration were obtained.

Key words: Color, sardine sheets, osmotic dehydration.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación osmótica es una alternativa para disminuir el contenido de agua en un alimento variando poco su estructura, textura y otras propiedades funcionales y sensoriales [15]. El color es un atributo importante porque es la primera propiedad que observa el consumidor y se puede utilizar para

evaluar la calidad del alimento. El color se puede determinar sensorialmente o por métodos instrumentales en términos de luminosidad y combinaciones de los colores verde, rojo, amarillo y azul. El instrumental es el método más simple y se ha determinado su aplicabilidad para el control de calidad en productos alimenticios [2-4, 8, 17]. Se han estudiado los efectos de las diferentes condiciones durante la deshidratación osmótica de piña (*Ananas cosmosus*) [10], papas (*Solanum tuberosa*) fritas [9], pimentón rojo (*Capsicum anuum* L.) [11], algas marinas (*Macrocystis porhyra*) [16] y papaya (*Caraca papaya* L.) [13]. Poca información existe en la literatura sobre los cambios de color de productos del mar sometidos a deshidratación osmótica. Los objetivos de este estudio fueron: investigar los efectos de la concentración y temperatura de la solución osmótica y el tiempo de deshidratación en el color de laminas de sardina durante la deshidratación osmótica y obtener modelos de predicción de los cambios de color en función de las condiciones de la deshidratación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las sardinas (*Sardinella aurita*) frescas se adquirieron a pescadores que las capturaron en la zona de Pampatar en la Isla de Margarita, Venezuela. Se filetearon, se cortaron en láminas ($20 \pm 0,5 \times 15,1 \pm 0,5 \times 6,5 \pm 0,2$ mm³) con un molde cortador de acero inoxidable para obtener 800 láminas y se midió el color en 100 de ellas. Se cortaron láminas de iguales dimensiones para evitar el efecto que pudieran tener formas irregulares y no homogéneas en tamaño, en la transferencia de masa durante la deshidratación lo cual a su vez podía afectar el cambio de color.

Deshidratación osmótica

Al azar se tomaron cuatro láminas de sardina y se colocaron en una celda de cuatro compartimientos, para así asegurar que las láminas no interfirieran, unas con otras, durante la deshidratación y lograr la inmersión y extracción simultánea en la solución osmótica. De igual manera se formaron 175 grupos experimentales. Se preparó una solución osmótica de concentración dada, disolviendo la cantidad adecuada de sal en cuatro litros de agua destilada. La solución se colocó en un desecador, el cual a su vez fue colocado en un baño termostado marca Julabo, modelo SW-20 (Julabo Labor Technik GmbH, Alemania 2000) a una temperatura constante y provisto de agitación y se esperó hasta obtener la misma temperatura en el desecador. Se introdujeron simultáneamente 7 grupos en la solución osmótica preparada, para someterlos a deshidratación osmótica con agitación magnética constante (120 rpm), y transcurridos 20; 40; 60; 90; 120; 180 y 240 min se extrajo un grupo. La relación en peso de solución y sardina fue de 20:1 para evitar cambios en la concentración de la solución durante el proceso de deshidratación. Después de la remoción, las láminas de cada grupo se escurrieron durante 5 min, se secaron superficialmente con

papel absorbente para remover el exceso de solución adherida y luego se les midió el color. Este procedimiento se efectuó para cada una de las condiciones de deshidratación de acuerdo al diseño factorial 5x5 en el cual la temperatura y concentración fueron 30; 32; 34; 36 y 38°C, 0,15; 0,18; 0,21; 0,24 y 0,27 g NaCl/g de solución, respectivamente.

Medición del color

Las láminas de sardina correspondientes a cada grupo experimental se homogeneizaron en una licuadora (Osterizer, China) [1], luego el homogeneizado se esparció en una cápsula de Petri hasta obtener un espesor de 2 mm, y se midió su color en términos de L (luminosidad), a (rojo o verde), y b (amarillo o azul), en cuatro puntos equidistantes. Los valores de L, a y b se convirtieron en diferencia total de color ($\Delta E = [\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2]^{1/2}$) e índice de blancura ($IB = [\Delta L^2 - \Delta a^2 - \Delta b^2]^{1/2}$). De esta forma se obtuvieron dieciséis valores de cada parámetro de color correspondientes a un grupo experimental constituido por cuatro láminas deshidratadas. Para medir el color se utilizó un colorímetro Hunter Lab mini scan, modelo MS/B (EUA 2002), calibrado con una teja blanca cuyos parámetros eran X = 80,7; Y = 85,7 y Z = 91,7.

Análisis estadístico

Para determinar los efectos de la concentración, temperatura y tiempo de deshidratación se aplicó a los datos un análisis de varianza. Las diferencias significativas ($P < 0,05$) se determinaron utilizando la prueba de mínima diferencia significativa (LSD). Para encontrar los modelos de predicción de los parámetros de color en función de la concentración, temperatura y tiempo de deshidratación, se utilizó la regresión lineal múltiple. Los análisis se efectuaron usando el paquete estadístico Statgraphics 5,0 (Statistical Graphics Corp., Rockville, Md., EUA.) [14].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambios en el parámetro "a"

Los valores del parámetro "a" varían según el sistema internacional de color, desde +60 (rojo) hasta -60 (verde). Si la diferencia en "a" entre la muestra fresca y la tratada es positiva, la lámina deshidratada es más roja (o menos verde) que la fresca, y si es negativa indica que es menos roja (o más verde). En la FIG. 1 se presenta, a manera de ejemplo, la variación de "a" durante la deshidratación osmótica en salmueras de 0,15 g NaCl/g y 0,24 g NaCl/g. Se puede observar que "a" en la lámina deshidratada disminuyó ($P < 0,05$) al aumentar el tiempo de deshidratación y que era mayor ($P < 0,05$) al incrementar la temperatura. Resultados similares se encontraron cuando la deshidratación osmótica se efectuó a las demás concentraciones y por otra parte, los valores de "a" fueron mayores ($P < 0,05$) al aumentarse la concentración de la salmuera. El parámetro "a" para la sardina fresca fue de $6,47 \pm 0,64$ y para la sardina deshidratada varió entre 4,2 y 2,6 dependiendo

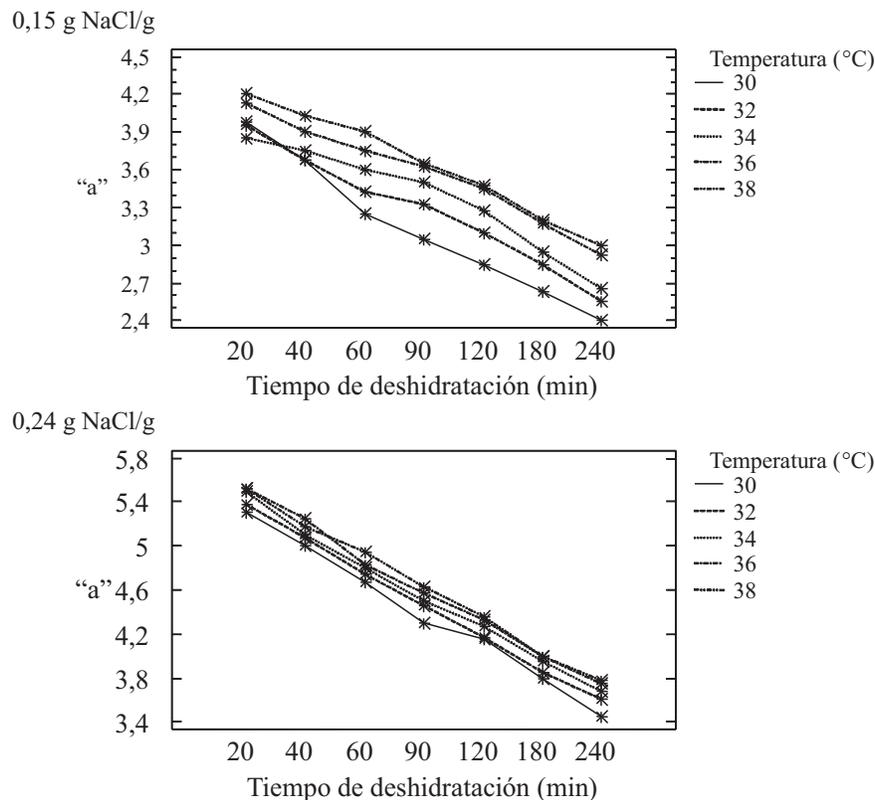


FIGURA 1. VALORES DEL PARÁMETRO “a” DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LAMINAS DE SARDINA EN SALMUERAS DE CONCENTRACIÓN 0,15 g NaCl/g Y 0,24 g NaCl/g Y DIFERENTES TEMPERATURAS / “a” PARAMETER VALUES DURING OSMOTIC DEHYDRATION OF SARDINE SHEETS AT 0.15 g NaCl/g AND 0.24 g NaCl/g BRINE CONCENTRATIONS AND DIFFERENT TEMPERATURES.

de las diferentes condiciones de concentración y temperatura utilizadas. La disminución en “a” indica que la sangre (color rojo) presente en el tejido de la sardina se removió por acción de la salmuera [12]. A medida que transcurre la deshidratación se forman capas de sal y proteína en la superficie de las láminas debido a la ganancia de sal [7] y éstas presentan una resistencia al lavado de la sangre. La formación de estas capas aumenta, al incrementarse la concentración y temperatura de la salmuera, por lo cual el parámetro “a” en las láminas también aumenta.

Cambios en el parámetro “b”

Los valores del parámetro “b” varían según el sistema internacional de color desde +60 (amarillo) hasta -60 (azul). Si la diferencia en “b” entre la muestra fresca y la tratada es positiva, la lámina deshidratada es más amarilla (o menos azul) que la fresca, y si es negativa indica que es menos amarilla (o más azul). En la FIG. 2 se presenta, a manera de ejemplo, la variación de “b” durante la deshidratación osmótica en salmueras de 0,18 g NaCl/g y 0,27 g NaCl/g. Se puede observar que “b” en la lámina deshidratada disminuyó ($P < 0,05$) al aumentar el tiempo de deshidratación y que era mayor ($P < 0,05$) al incrementar la temperatura. Resultados similares se encontraron cuando la deshidratación osmótica se efectuó a las demás concentraciones y además se observó que los valores de “b”

fueron mayores ($P < 0,05$) al aumentarse la concentración de la salmuera. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la deshidratación osmótica de algas marinas [16]. El parámetro de “b” para la sardina fresca fue de $8,74 \pm 0,49$ y para la sardina deshidratada varió entre 7,5 y 5,7 dependiendo de las diferentes condiciones de concentración y temperatura utilizadas. El parámetro “b” está asociado a la cantidad de grasa del músculo [6], así al aumentar ésta se incrementa el valor de “b”. Se requieren estudios para determinar evaluar mejor estos cambios.

Cambios en el parámetro “L”

Los valores del parámetro “L” varían según el sistema internacional de color desde 0 (negro) hasta 100 (blanco). Si la diferencia en “L” entre la muestra fresca y la tratada es positiva, la lámina deshidratada es más clara que la fresca, y si es negativa indica que es más oscura. La FIG. 3 muestra, a manera de ejemplo, la variación de “L” durante la deshidratación en salmueras de 0,18 g NaCl/g y 0,24 g NaCl/g. Se observa que el parámetro “L” en la lámina deshidratada aumentó ($P < 0,05$) al incrementar el tiempo de deshidratación y que era mayor ($P < 0,05$) al aumentar la temperatura. Resultados similares se encontraron cuando la deshidratación osmótica se efectuó a las demás concentraciones, y los valores de “L” fueron mayores ($P < 0,05$) al aumentarse la concentración de la salmuera. El

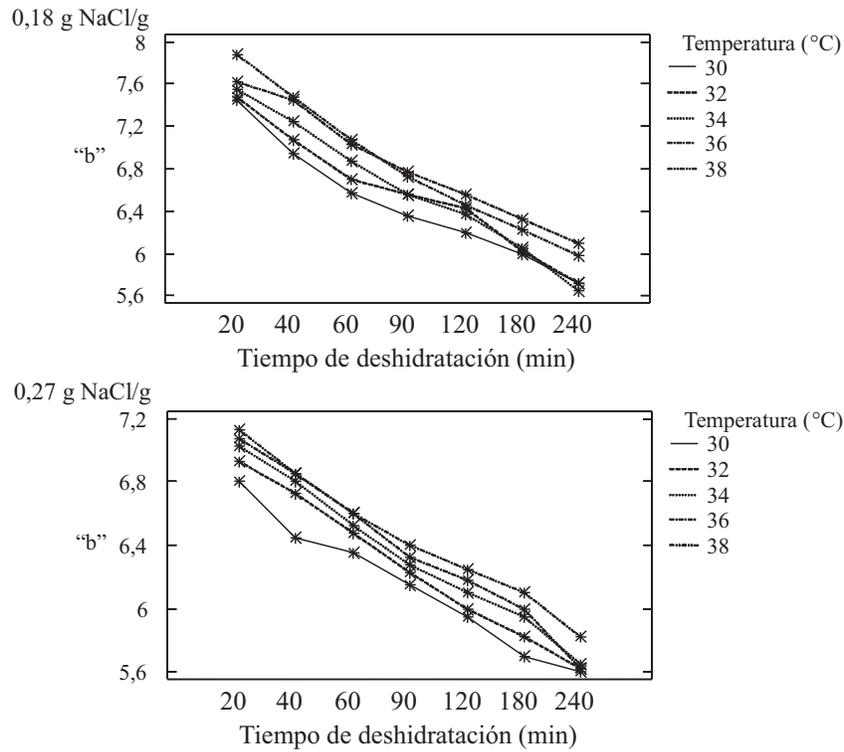


FIGURA 2. VALORES DEL PARÁMETRO “b” DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LAMINAS DE SARDINA EN SALMUERAS DE CONCENTRACIÓN 0,18 g NaCl/g Y 0,27 g NaCl/g Y DIFERENTES TEMPERATURAS / “b” PARAMETER VALUES DURING OSMOTIC DEHYDRATION OF SARDINE SHEETS AT 0.18 g NaCl/g AND 0.27 g NaCl/g BRINE CONCENTRATIONS AND DIFFERENT TEMPERATURES.

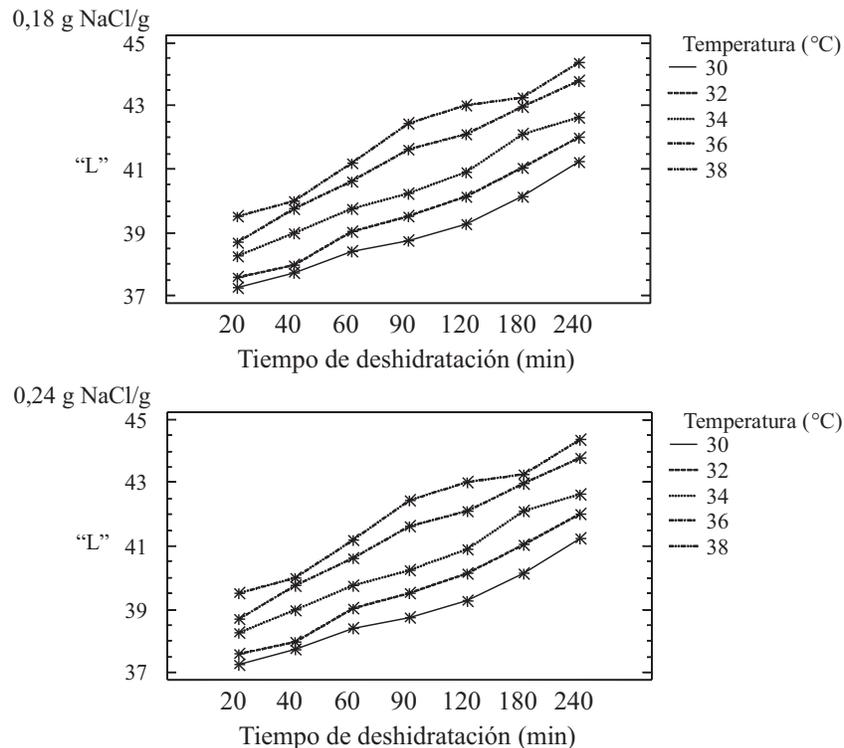


FIGURA 3. VALORES DEL PARÁMETRO “L” DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LAMINAS DE SARDINA EN SALMUERAS DE CONCENTRACIÓN 0,18 g NaCl/g Y 0,24 g NaCl/g Y DIFERENTES TEMPERATURAS / “L” PARAMETER VALUES DURING OSMOTIC DEHYDRATION OF SARDINE SHEETS AT 0.18 g NaCl/g AND 0,24 g NaCl/g BRINE CONCENTRATIONS AND DIFFERENT TEMPERATURES.

aumento en "L" se puede atribuir a la ganancia de sal a medida que transcurre la deshidratación ya que se forman capas de sal y proteína en la superficie [7] que aumentan la luminosidad. La formación de estas capas aumenta, al incrementarse la concentración y temperatura de la salmuera. El parámetro "L" para la sardina fresca fue de $36,48 \pm 0,77$ y para la sardina deshidratada varió entre 40 y 47 dependiendo de las diferentes condiciones de concentración y temperatura utilizadas.

Cambios en la diferencia total de color

La diferencia total de color se puede expresar por ΔE ; a mayor valor mayor es la diferencia de color entre dos muestras. En la FIG. 4 se presenta, a manera de ejemplo, la variación de ΔE durante la deshidratación osmótica en salmueras de 0,21 g NaCl/g y 0,27 g NaCl/g. En ella se observa que ΔE en la lámina deshidratada aumentó ($P < 0,05$) al incrementar el tiempo de deshidratación y que era mayor ($P < 0,05$) al aumentar la temperatura. Resultados similares se encontraron cuando la deshidratación osmótica se efectuó a las demás concentraciones, y además ΔE fue mayor ($P < 0,05$) al aumentar la concentración de la salmuera. Los valores de ΔE para la sardina deshidratada variaron entre 5,3 y 10,4 dependiendo de las diferentes condiciones de concentración y temperatura utilizadas.

Cambios en el índice de blancura

El índice de blancura (IB) es una medida de la luminosidad y la presencia de color amarillo y azul. De dos muestras blancas, con la misma luminosidad, la más azul o menos amarilla es la más blanca. La FIG. 5 muestra, a manera de ejemplo, la variación de IB durante la deshidratación en salmueras de 0,15 g NaCl/g y 0,24 g NaCl/g. Se puede observar que IB en la lámina deshidratada aumentó ($P < 0,05$) al incrementar el tiempo de deshidratación y que era mayor ($P < 0,05$) al aumentar la temperatura. Resultados similares se encontraron cuando la deshidratación osmótica se efectuó a las demás concentraciones, y los valores de IB fueron mayores ($P < 0,05$) al aumentar la concentración de la salmuera. El índice de blancura para la sardina fresca fue de $36,42 \pm 0,89$ y para la sardina deshidratada varió entre 39,5 y 45,0 dependiendo de las diferentes condiciones de concentración y temperatura utilizadas.

Modelación de los cambios de color

La comparación entre los colores de la lámina de sardina fresca y deshidratada se puede expresar como la diferencia de color entre ellas en términos de ΔL , Δa , Δb , ΔIB y ΔE . De esta forma, se puede interpretar el tamaño de la diferencia (número grande o pequeño) y la dirección (+ o -). Mediante la regresión lineal múltiple (TABLA I) se encontraron los siguientes

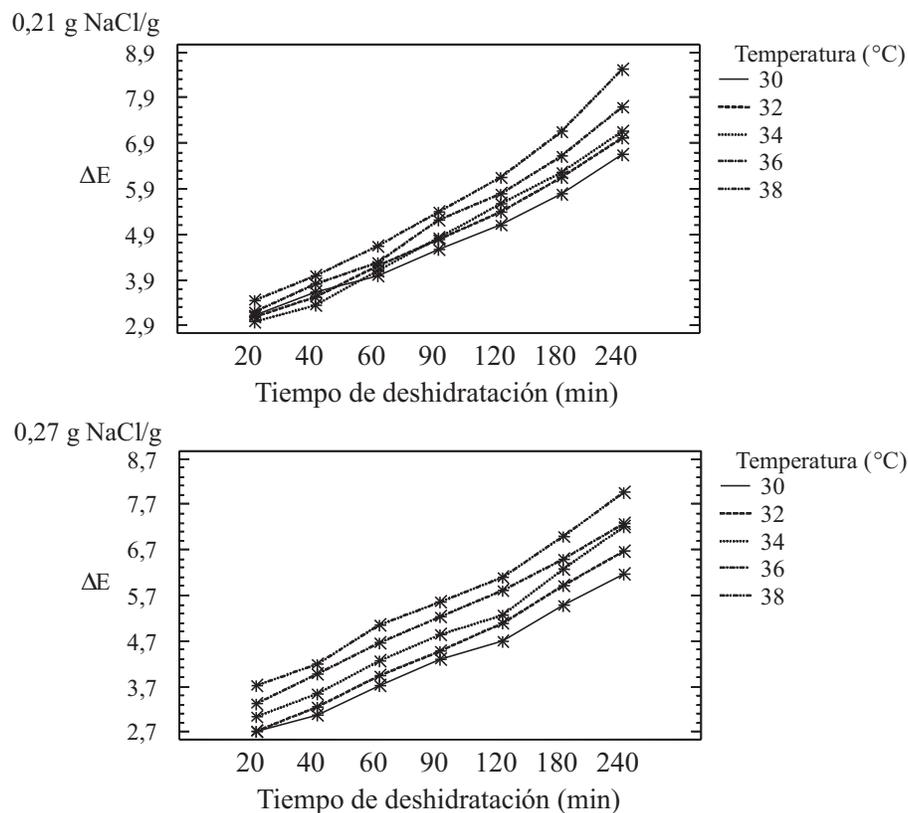


FIGURA 4. VALORES DE LA DIFERENCIA TOTAL DE COLOR DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LÁMINAS DE SARDINA EN SALMUERAS DE CONCENTRACIÓN 0,21 g NaCl/g Y 0,27 g NaCl/g Y DIFERENTES TEMPERATURAS / COLOR TOTAL DIFFERENCE VALUES DURING OSMOTIC DEHYDRATION OF SARDINE SHEETS AT 0.21 g NaCl/g AND 0.27 g NaCl/g BRINE CONCENTRATIONS AND DIFFERENT TEMPERATURES.

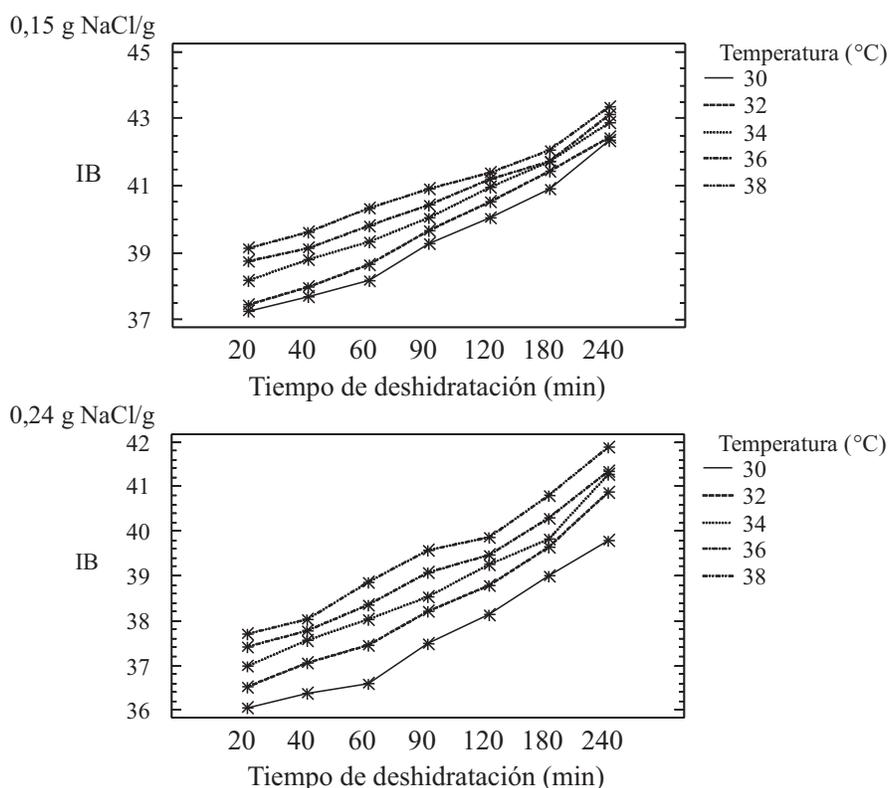


FIGURA 5. VALORES DEL ÍNDICE DE BLANCURA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LAMINAS DE SARDINA EN SALMUERAS DE CONCENTRACIÓN 0,15 g NaCl/g Y 0,24 g NaCl/g Y DIFERENTES TEMPERATURAS / WHITNESS INDEX VALUES DURING OSMOTIC DEHYDRATION OF SARDINE SHEETS AT 0.15 g NaCl/g AND 0.24 g NaCl/g BRINE CONCENTRATIONS AND DIFFERENT TEMPERATURES.

**TABLA I
REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA LA DIFERENCIA DE COLOR DE LAS LÁMINAS DE SARDINA EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA / MULTIPLE LINEAR REGRESSIONS FOR COLOR DIFFERENCE OF SARDINE SHEETS AS FUNCTION OF OSMOTIC DEHYDRATION CONDITIONS**

Parámetro	Δa		Δb		ΔL		ΔE		IB	
	Estimado	ES	Estimado	ES	Estimado	ES	Estimado	ES	Estimado	ES
C	-0,00366*	0,004	-0,0961*	0,003	-0,116*	0,011	0,0426*	0,008	-0,0341*	0,0089
1/T	213,75*	28,72	365,21*	20,96	-1105,5*	79,20	120,44*	56,68	-347,99*	66,56
t	-0,154*	0,005	-0,0143*	0,003	0,537*	0,012	0,371*	0,009	0,385*	0,011
R ²	0,967		0,982		0,935		0,972		0,845	

C = concentración. T = temperatura. t = tiempo. ES = error estándar. * Significativo para α = 0,001.

tes modelos (ecuaciones 1-5) en función de la concentración (C), temperatura (T) y el tiempo de deshidratación (t) y en función de los rangos ya señalados para estas variables:

$$\Delta E = 0,0426C + \frac{120,44}{T} + 0,371\sqrt{t} \quad (4)$$

$$\Delta a = -0,00366C - \frac{213,75}{T} - 0,1539\sqrt{t} \quad (1)$$

$$IB = -0,0341C - \frac{347,99}{T} + 0,385\sqrt{t} \quad (5)$$

$$\Delta b = -0,0961C + \frac{365,26}{T} - 0,143\sqrt{t} \quad (2)$$

$$\Delta L = 0,116C - \frac{1105,50}{T} + 0,537\sqrt{t} \quad (3)$$

Los modelos ajustados explicaron el 96,7; 98,2; 93,5; 97,2 y 84,5% de la variabilidad en Δa, Δb, ΔL, ΔE y IB, respectivamente, con un nivel de confianza del 99% (TABLA I). Similares modelos fueron obtenidos para explicar los cambios de color en láminas de sardina deshidratadas osmóticamente con

pulso de vacío [5]. Con esos modelos se pueden predecir los cambios de color de las láminas de sardina cuando se deshidratan osmóticamente en salmueras de concentración entre 0,15 y 0,27 g NaCl/g, temperaturas entre 30 y 38°C durante tiempos entre 20 y 240 min. Igualmente, los modelos permiten determinar las condiciones de temperatura, concentración y tiempo de deshidratación requeridas para obtener un determinado color en las láminas deshidratadas. De esta forma se podrá controlar la calidad sensorial de la sardina deshidratada obteniendo un color deseado y homogéneo en la producción.

CONCLUSIONES

La deshidratación osmótica afecta el color ("a", "b", "L", ΔE e IB) de las láminas de sardina. Durante este proceso, los valores de los parámetros de color "a" y "b" disminuyeron mientras que los de "L", ΔE e IB aumentaron. Estos cambios fueron afectados, tanto por la concentración y temperatura de la solución osmótica. Se obtuvieron modelos de predicción para los cambios de color en función de la concentración y temperatura de la salmuera y del tiempo de deshidratación, en el rango de valores estudiados. Los modelos permiten determinar las condiciones de temperatura, concentración y tiempo de deshidratación para obtener un color deseado y homogéneo en la producción y así controlar la calidad sensorial de la sardina deshidratada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARTOLOMÉ, A.P.; RUPEREZ, P.; FUSTER, C. Freezing rate and frozen storage effects on color and sensory characteristics of pineapple fruit slices. **J. Food Sci.** 61: 154-170. 1996.
- [2] BIRKELAND, S.; BJERKENG, B. The quality of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by salting method, time and temperature. **Intl. J. Food Sci. Technol.** 40(9): 963. 2005.
- [3] CARDINALA, M.; KNOCKAERTA, C.; ORRISSEN, O.; SIGURGISLADOTT-IRC, S.; MORKORED, T.; THOMASSENE, M.; VALLETA, J.L. Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Food Res. Intl.** 34(6): 537-550. 2001.
- [4] CHAIJAN, M.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; FAUSTMAN, C. Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. **Food Chem.** 93(4): 607-617. 2005.
- [5] CORZO, O.; BRACHO, N.; MARVAL, J. Effects of brine concentration and temperature on color of vacuum pulse osmotically dehydrated sardine sheets. **Lebensm. Wiss. u Technol.** 39(6): 665-670. 2006.
- [6] EINEN, O.; SKREDE, G. Quality characteristics in raw and smoked fillets of Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed high energy diets. **Aquac. Nutr.** 4: 99-108. 1998.
- [7] ISMAIL, N.; WOOTTON, M. Fish salting and drying: a review. **ASEAN Food J.** 7 (4): 175-183. 1992.
- [8] KOLAKOWSKI, E.; BEDNARCZYK, B. Physical and sensory changes in headed and gutted baltic herring during immersed salting in brine with the addition of acetic acid. Part 1. Weight losses, color of flesh and its sensory properties. **Electron. J. Polish Agric. Univ. Series Food Sci. Technol.** 5(2): art. 9. 2002.
- [9] KROKIDA, M.K.; OREOPOULOU, V.; MAROULIS, Z.B.; MARINOS-KOURIS, D. Effect of osmotic dehydration pretreatment on quality of french fries. **J. Food Eng.** 49(4): 339-345. 2001.
- [10] NAVARRO, P.; CORZO, O. Color and soluble solids modeling for osmotically dehydrated pineapple with vacuum pulses. **Proceedings of the Eighth International Congress on Engineering and Food.** Marzo 9-12 de 2000. Puebla. México. Vol. II 1314-1318 pp. 2000.
- [11] OMOWAYE, B.; RASTOGI, N.K.; ANGERSBACH, A.; KNORR, D. Osmotic dehydration behavior of Red Paprika (*Capsicum annum* L). **J. Food Sci.** 67: 1790-1796. 2002.
- [12] PÉREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E.; CARTAGENA-GRACIA, R. Description of color parameters of the difference raw materials used in the meat industry. **Eurocarne.** 1: 15-22. 1998.
- [13] RODRIGUES, A.C.C.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. **J. Food Eng.** 59(2-3): 129-135. 2003.
- [14] STATGRAPHICS. User's guide, version 5.0. Statistical Graphics Corporation. Rockville. 120 pp. 2000.
- [15] TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. The role of an osmotic step: Combined processes to improve quality and control functional properties in fruit and vegetables. In: J.W. Chanes, G.V. Barbosa-Cánovas, & J. M. Aguilera (Eds.), **Engineering and Food for the 21st Century.** Boca Ratón, FL: CRC Press. 651-669 pp. 2002.
- [16] VALENCIA, T.; ROJAS, A.M.; CAMPOS, C.A.; GERSCHENSON, L.N. Effect of osmotic dehydration on the quality of air-dried Porphyra. **Lebensm. Wiss. u Technol.** 36: 415-422. 2003.
- [17] ZHU, S.; RAMASWAMY, H. S.; SIMPSON, B. K. Effect of high-pressure versus conventional thawing on color, drip loss and texture of Atlantic salmon frozen by different methods. **Lebensm. Wiss. u Technol.** 37: 291-299. 2004.