

IMPACTO DE LAS VARIABLES DE PROCESO EN LA IMPREGNACIÓN POR VACIO DE MANZANAS GRANNY SMITH FRESCAS CORTADAS

Faicán María Auxiliadora

*Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA)
Facultad de Ingeniería Química*

Área: Ingeniería

Sub-Área: Ingeniería de Alimentos

Grupo: Y

Palabras clave: Impregnación por vacío, manzana fresca, mínimo procesamiento

INTRODUCCIÓN

La extensión del tiempo de vida útil de frutas mínimamente procesadas (FMP) preservando sus atributos de calidad, representa un objetivo relevante para la industria de productos frescos-cortados. Los procesos para obtención de FMP incluyen pelado, lavado, cortado, incorporación de conservantes (ácidos, antimicrobianos, etc), reducción de actividad de agua, etc.-Estas operaciones pueden inducir alteraciones fisiológicas sobre las células del tejido vegetal que aún están vivas luego del procesamiento (Castello *et al.*, 2005). La tasa de respiración y la actividad bioquímica de las células pueden ser modificadas teniendo como consecuencia la formación algunos metabolitos indeseables, sabores y colores anómalos, asimismo generando modificaciones nutricionales. Los tratamientos de deshidratación osmótica con o sin impregnación de vacío (IV) pueden ser una alternativa para la obtención de FMP, con un tiempo de vida útil más largo, con características sensoriales similares a los productos frescos y con alto valor nutritivo (Fito y Chiralt, 2000). La tecnología de IV con soluciones hipertónicas o isotónicas ha sido aplicada tradicionalmente como pre-tratamiento a procesos de congelación, tratamiento térmicos, deshidratación, frito y otros (Azarpazhooh y Ramaswamy, 2010, Arballo *et al.*, 2012a y Arballo *et al.*, 2012 b). La tecnología de IV podría ser potencialmente aplicable en las FMP, sin embargo en este caso resulta un procedimiento mas complejo ya que los cambios que pueden producirse en la matriz vegetal no deberían alterar su característica de fruta fresca. En este proceso se produce pérdida de agua a través de las membranas celulares semipermeables al medio extracelular, mientras el soluto entra en el producto. Como la microestructura del tejido vegetal es compleja, además de los flujos de materia en el tejido, también ocurren cambios estructurales, como la alteración celular debido a deformación y rotura de elementos celulares asociados con la deshidratación, y los intercambios de gas-líquido. Todos estos fenómenos provocan cambios en las propiedades macroscópicas del producto, tales como las propiedades ópticas y mecánicas, que están relacionados con la apariencia del producto y la textura, respectivamente (Alzamora *et al.*, 1997; Talens *et al.*, 2002). El presente trabajo busca estudiar el impacto de la presión de vacío (P), el tiempo de vacío/relajación (t) y la adición o no de ácido cítrico (AC) más ascórbico (AA) en la solución de impregnación, sobre la calidad de "fresco" de manzanas cortadas.

METODOLOGÍA

1. *Materia Prima:*

En el estudio se emplearon manzanas (*var. Granny Smith*) obtenidas en mercado local. Se seleccionaron, se lavaron, pelaron, descorazonaron y cortaron en cubos de 1.5 cm de lado.

Tratamiento de las muestras:

Impregnación por vacío (IV):

Los cubos de manzana fueron sumergidos en una solución osmótica (SO) de sacarosa a 30°Bx con una relación fruta:jarabe 1:10, a temperatura ambiente; en primera instancia la inmersión de la fruta se efectuó bajo condiciones de vacío a dos presiones diferentes (P_1 :67.7 mbar y P_2 : 667.3 mbar) y distintos tiempos (t_1 : 3 y t_2 : 10min); luego de esto se restauró la presión atmosférica (periodo de relajación) con los mismos tiempos que se aplicaron en las condiciones de vacío. Se adicionó 1% de ácido cítrico (AC) y 1% de ácido ascórbico (AA) en cuatro de los ocho tratamientos realizados.

Análisis fisicoquímicos:

Para la determinación de sólidos solubles (SS), pH, humedad y actividad de agua (*aw*) se licuaron 50g de muestra, tanto de fruta fresca cortada (FF) y fruta fresca cortada tratada (FT), se tomaron alícuotas de 5g para medición de SS, pH y *aw*, los análisis se efectuaron por triplicado. Para determinación de humedad se tomaron 10g de muestra y el análisis se realizó por duplicado. La medición de SS se realizó con un refractómetro portátil digital PAL-ALFA (Atago, Tokio, Japón). La medición del pH se efectuó con un pH metro Cardy Twin B-113 (Horiba Ltd, Kyoto, Japón), la determinación de actividad de agua se realizó en el equipo Aqualab CX2, el contenido de humedad realizó a través del método 22.013 del AOAC (1984), determinando el peso de la muestra húmeda y el peso de la muestra seca a 65°C.

Medición Instrumental de color:

La medición del color se realizó según Piagentini et al, 2012; y para ello se utilizó un espectrofotómetro Minolta CM 508-d. Se tomaron 10 cubos de FF y FT y se evaluaron los parámetros L^* , a^* y b^* .

Determinación de parámetros de transferencia de masa: Ganancia de sólidos (SG), pérdida de agua (WL) y reducción de peso (WR)

Una vez obtenidos los valores de humedad y peso de la FF y FT, se determinaron los parámetros SG (Ec.1), WL (Ec. 2) y WR (Ec. 3), de la siguiente manera:

$$\%SG = \frac{M_f * (100 - H_f) - M_i * (100 - H_i)}{M_i} \quad (1)$$

$$\%WL = \frac{H_i - H_f}{M_i} * 100 \quad (2)$$

$$\%WR = WL - SG \quad (3)$$

En donde:

M_i = masa inicial de la fruta, antes del tratamiento (g)
 M_f = masa final de la fruta, luego del tratamiento (g)
 H_i = Humedad relativa de la manzana fresca cortada (%)
 H_f = Humedad relativa de la manzana fresca cortada tratada (%)

Firmeza:

Para la determinación de la firmeza se empleó un texturómetro TAXT Plus Stable Microsistem. Se tomaron 10 cubos por muestra de FF y FT, se realizó un test de punción utilizando una punta de 11mm de largo y 4mm de diámetro, con una celda de carga de 50Kg, con distancia de penetración de 8mm a una velocidad de 1mm/sg.

Análisis estadísticos:

En primer lugar, se aplicó un diseño factorial: presión de vacío (P_1 :67.7 mbar y P_2 : 667.3 mbar), tiempo de vacío/ relajación (t_1 : 3/3 y t_2 : 10/10 min), adición y no adición de 1% AC + 1% AA a la SO, las respuestas evaluadas en este caso fueron variación relativa porcentual ($\Delta\%$) con respecto a la fruta FF de: SS, pH, aw, y parámetros de transferencia de masa: (SG), (WL) y (WR). Por otra parte, se evaluaron la influencia de la presión de vacío y tiempo de vacío/relajación sobre $\Delta\%$ respecto a la FF de: parámetros de color (L^* , a^* y b^*) y firmeza en algunos de los tratamientos. Para el análisis estadístico se aplicó ANOVA simple y un test de Tukey para determinación de diferencias entre tratamientos ($\alpha \leq 0,05$); se utilizó el software Statgraphics Centurion.

RESULTADOS:

La $\Delta\%SS$ y $\Delta\%pH$ fueron afectados por las tres variables evaluadas; $\Delta\%aw$ solo fue afectada por la presión de vacío. La $\Delta\%SS$ a P_2 resulta en un incremento importante con respecto a la FF (entre 27% y 40 %, dependiendo de las otras condiciones de proceso). (Tabla1).

Tabla 1: Efecto de adición de ácidos, presión de vacío y tiempo de tratamiento sobre $\Delta\%SS$, $\Delta\%pH$ y $\Delta\%aw$

Adición de ácidos	Presión de vacío (mbar)	Tiempo vacío/relajación (min)	$\Delta\%SS$	$\Delta\%pH$	$\Delta\%aw$
SI	67,7	3/3	20,2 ^B	-3,6 ^C	0,2 ^C
		10/10	22,1 ^B	-11,2 ^A	-0,2 ^{ABC}
	667,3	3/3	26,8 ^C	-7,6 ^B	-0,3 ^{ABC}
		10/10	39,6 ^E	-7,8 ^B	-0,4 ^{AB}
NO	67,7	3/3	15,9 ^A	-3 ^{CD}	0,03 ^{ABC}
		10/10	30,9 ^D	-0,8 ^{CDE}	0,2 ^{BC}
	667,3	3/3	29,2 ^{CD}	-0,3 ^{DE}	-0,03 ^{ABC}
		10/10	26,9 ^C	1,8 ^E	-0,4 ^A
p			0,0000	0,0000	0,0034

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas por el test de Tuckey

En lo referente a los parámetros SG y WR, se evidenció que estos fueron afectados por la presión. Los valores negativos de WR, indican que hubo incremento de peso. La WL en el rango de las variables estudiadas no se vio afectada por ningún factor, resultando entre 1 y 2.3%. (Tabla 2).

Tabla 2: Efecto de, presión de vacío, tiempo de tratamiento y adición de AC y AA sobre los parámetros de transferencia de masa

Adición de ácidos	Presión de vacío (mbar)	Tiempo vacío/relajación (min)	%SG	%WL	%WR
SI	67.7	3	3,92	1,79	-2,13
		10	2,38	1,47	-0,91
	667.3	3	6,04	2,25	-3,79
		10	4,53	1,70	-2,82
NO	67.7	3	2,05	0,96	-1,09
		10	4,12	1,89	-2,22
	667.3	3	5,37	1,85	-3,52
		10	5,18	1,97	-3,21

En el caso de $\Delta\%F$ la presión utilizada influyo en los resultados encontrados. Las frutas impregnadas a P_2 perdieron entre un 28 a 33.5% de la firmeza según el tiempo de tratamiento. Sin embargo a P_1 , la firmeza aumentó levemente (1%) o disminuyó, también levemente (9%) con respecto a la FF, cuando se impregnó durante 3 y 10 min, respectivamente. En cuanto al color, las muestras impregnadas con AC+AA, el $\Delta\%L^*$ y $\Delta\%a^*$ fueron afectados solamente por la presión, en cambio $\Delta\%b^*$ fue afectado también por el tiempo. A P_2 se produce una pérdida de luminosidad de $\approx 20\%$ con respecto a la FF, en cambio a P_1 se produce un aumento de L^* de $\approx 8\%$ (muestras más claras). Con respecto a $\Delta\%a^*$, el cambio es mínimo a P_1 (-19.1%), mientras que es drástico a P_2 ($\geq -500\%$) virando hacia tonos verdosos. El $\Delta\%b^*$ muestra cambios leves en todas las muestras.

CONCLUSIONES:

En este ensayo preliminar se puede concluir que, las condiciones de proceso más idóneas de variables operativas estarían en el rango de presiones de vacío de 67,7mbar y tiempos de vacío y relajación de aproximadamente 3min, considerando que en estas condiciones se generaron cambios mínimos sobre la condición de "fresco" en la fruta. La adición de AA+AC es fundamental para mantener el color. El trabajo permitirá el desarrollo de estudios posteriores con IV.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alzamora (1997). Alimentos conservados por factores combinados. En: Temas en tecnología de Alimentos. Vol 1. Ed. Aguilera. CYTED. Instituto Politecnico Nacional. Mexico.
- Arballo J., Campañone L., Mascheroni R., 2012a. Modeling of microwave drying of fruits. Part II: Effect of osmotic pretreatment on the microwave dehydration process *Drying Technology* 30, 404 - 415
- Arballo J., Bambicha R., Campañone L., Agnelli M., Mascheroni., 2012b Mass transfer kinetics and regressional-desirability optimization during osmotic dehydration of pumpkin, kiwi and pear. *International Journal of Food Science and Technology* 47, 306 - 314
- Azarpazhooh y Ramaswamy., 2010. Osmotic Dehydration in Food Drying Volume 1. Chapter 4. In: *Drying of Food, Vegetables and Fruits*. ISBN – 978-981-08-6759 Editors: Jangam, Law and Mujumdar. Pag 83-110
- Castelló M., Igual M., Fito P., Chiralt A., 2009. Influence of osmotic dehydration on texture, respiration and microbial stability of apple slices (Var. *Granny Smith*). *Journal of Food Engineering* 91:1, 1–9.
- Fito, P., Chiralt, A. (2000). Vacuum impregnation of plant tissues. In: Alzamora, S.M., Tapia, M.S., López-Malo, A. (Eds.), *Design of Minimal Processing Technologies for Fruit and Vegetables*. Aspen Publishers, Inc., Maryland, pp. 189–205.
- Talens P., Escriche L., Martinez N., Chiralt A., 2002. Study of the influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of strawberries. *Journal of Food Science*, 67(5).