

“Análisis del efecto de la impregnación de cloruro de calcio con deshidratación osmótica por vacío en rebanadas de pimientos para conservas”

Omar Grijalva Gomez¹, Fabiola Cornejo Zuñiga².
Ingeniero en Alimentos¹, Ingeniera en Alimentos².
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
ogrijalva@espol.edu.ec, fcornejo@espol.edu.ec

Resumen

Este trabajo presenta el análisis del efecto de la impregnación de cloruro de calcio con deshidratación osmótica por vacío en rebanadas de pimiento para su industrialización. El objetivo es desarrollar una técnica que nos permita obtener un pimiento organolépticamente más aceptable luego de ser sometido a tratamientos térmicos. Para el desarrollo de este estudio se decidió por la impregnación de cloruro de calcio con vacío en rebanadas de pimientos. Para esto las rebanadas fueron sometidas a diferentes presiones de vacío durante diferentes intervalos de tiempos. El producto final fue sometido a análisis físicos y sensoriales y se realizó una comparación entre los diferentes ensayos. Finalmente se seleccionó el proceso con mayor eficacia y es el que genera un pimiento más apto para su industrialización.

Palabras Claves: *Impregnación.- Tecnología de adición de un soluto a la composición de un alimento.*

Abstract

This paper presents the comparative study of the influence of packing in the shelf-life of tilapia fillets stored at refrigerator temperatures. The objective is to develop a package capable of improving the organoleptic characteristics such as shelf-life of the product. To develop this study we chose to use in modified atmosphere packaging of filleted. For this we used different concentrations in each mixture. The final product was subjected to two tests, the first microbiological and sensory evaluation at the second, which established the difference between the sensory characteristics and packaging. Finally presents the proposal package which has better influence on the product packaging to the given conditions. The end product is a package that helps increase the shelf life as well as the organoleptic properties of choice for this type of product.

Key Words: *Modified Atmosphere.- Packaging technology using gas mixture to preserve a food.*

1. Introducción

En el Ecuador y el mundo el pimiento es utilizado para la elaboración de muchos y muy variados productos alimenticios, incluyendo el mundo de la repostería, pero desafortunadamente este producto como la mayoría de los vegetales es susceptible a los tratamientos térmicos, perdiendo en gran parte sus cualidades y características organolépticas particulares.

El proceso de impregnación no es otra cosa que la adición de un compuesto a la composición

natural del alimento por medio de diferentes técnicas, en donde la más comúnmente utilizada es la impregnación por deshidratación osmótica, que consiste en la inmersión del alimento en una solución concentrada con el compuesto a impregnar.

2. Generalidades

2.1. Materia Prima

El pimiento es originario de América Tropical (probablemente la parte norte de Latinoamérica). En México se domesticó su cultivo y es donde se encuentra su centro de diversidad. Se cultiva en muchos de los climas tropicales y templados de todo el mundo.

De manera general se puede decir que el fruto del pimiento es una baya, de color verde y a medida que va madurando se vuelve amarillo, anaranjado o rojo, dulce o picante, brillante, carnoso y hueca en su interior, de formas variadas, generalmente cónicos y alargados. La pared del fruto puede ser gruesa, mediana o delgada. Se caracteriza por su pungencia o astringencia, debido a un alcaloide denominado capsaicina o capscina ($C_{18}H_{27}O_3$). En algunos tipos es abundante y en otros escasa.

2.2. Impregnación al vacío

La impregnación utilizando vacío es una técnica que consiste en el intercambio interno de gases ocluidos en la matriz de un producto por un líquido o solución escogida, en este proceso se aplica un sistema de vacío que promueve la impregnación de los capilares de los tejidos y cuando la presión atmosférica es restablecida los poros son extensamente inoculados con la solución externa y dependiendo del radio de compresión aplicado. Esto trae como consecuencia la disminución de la actividad de agua (A_w) del alimento, ya que si se utiliza una solución concentrada de soluto (solución osmótica), se obtiene un producto de humedad intermedia.

Cloruro de Calcio

El calcio tiene la función de impedir daños a la membrana celular, evitando el escape de sustancias intracelulares, cumpliendo un papel estructural al mantener la integridad de la membrana (1). Cuando la enzima Pectinesterasa se activa intencionalmente provoca la formación de un mayor grupo de carboxilos libres, capaces de reaccionar con iones divalentes, como el calcio y el magnesio, presentes en el vegetal y se crean estructuras tridimensionales más rígidas que aumenta la firmeza del vegetal. Esta activación ocurre durante el escaldado a baja temperatura y largos tiempos. Una técnica común para obtener vegetales con textura firme es la adición de sales de calcio, durante su procesamiento, especialmente cuando se aplica calor.

3. Materiales y Métodos.

Por la marcada diferencia de formas y tamaños que existe entre pimientos de una misma variedad se procedió a determinar, para los experimentos, las características básicas necesarias para la materia prima, las cuales se detallan en la tabla 1.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS DEL PIMIENTO
UTILIZADO EN LOS EXPERIMENTOS

Características	
Variedad	Capsicum Annuum
Origen	Ecuador
Color	Verde Oscuro
Humedad	90 – 95 %
Tamaño (cm)	10 ± 1

Además de las características mencionadas en la tabla 1, los pimientos utilizados en los experimentos debieron cumplir con las siguientes normas:

- Sanos, libres de ataque de insectos y enfermedades.
- Limpios, exentos de suciedad y de malos olores.
- Frescos, enteros y de consistencia firme.

Solución

La utilización de sales de calcio en soluciones osmóticas aumenta ligeramente la pérdida de agua en el alimento y disminuye la ganancia de soluto. Este efecto se atribuye a una asociación de calcio (que penetra en los alimentos) con pectinas de las paredes celulares, con lo que se fortalece la textura de la fruta y se crea un enlace tipo “unión cruzada”, lo cual aumenta la tortuosidad del vegetal ().

En la elaboración de las soluciones osmóticas se utilizó cloruro de calcio diluido al 1% en agua potable a temperatura ambiente.

Sales de Calcio

Las sales de calcio utilizadas fueron de solución acuosa en una dilución al 80 % de cloruro de calcio lista para su utilización y fueron adquiridas de los laboratorios REFARC. Se seleccionó esta presentación debido a que el

cloruro de calcio es altamente hidrófilo, por lo que capta la humedad del ambiente hasta convertirse de una partícula sólida a un medio líquido, dificultando la determinación real su concentración si se utiliza la presentación sólida. Por otra parte se forma una solución que es resistente a la evaporación.

Descripción del proceso de impregnación Tradicional

El pimiento se lavó y corto en rebanadas de 10 ± 0.5 cm de largo, 0.5 ± 0.1 cm de ancho y 0.5 ± 0.1 cm de espesor. Luego se procedió a preparar la solución osmótica con una concentración de cloruro de calcio (Cl_2Na) de 1%. Posteriormente se pesaron 50 gr. de vegetal y se sumergieron en 500 gr. de solución osmótica durante un tiempo de 2 horas.

Para realizar un mejor estudio del proceso se tomaron muestras cada 15 minutos durante la primera hora, y cada 30 minutos la siguiente. Finalmente las muestras se escurrieron y secaron con papel toalla y se le realizaron los análisis correspondientes.

Descripción del proceso de impregnación al vacío de cloruro de calcio en rebanadas de pimiento

Para obtener un mejor estudio comparativo entre ambos procesos, se determinó realizar un procedimiento similar al tradicional para la impregnación al vacío, por lo que, el pimiento se lavó y corto en rebanadas de 10 ± 0.5 cm de largo, 0.5 ± 0.1 cm de ancho y 0.5 ± 0.1 cm de espesor. Luego se procedió a preparar la solución osmótica con una concentración de cloruro de calcio (Cl_2Na) de 1%. Posteriormente se pesaron 50 gr. de vegetal y se sumergieron en 500 gr. de solución osmótica.

El recipiente con la solución y el vegetal sumergido fue colocado entonces dentro del tanque y verificando cuidadosamente que no existan fugas en el sistema, se procedió a ajustar la tapa en el tanque y se aplicó la presión de vacío durante 30 minutos, de acuerdo al experimento programado. Se tomaron muestras cada 5 minutos y posteriormente el pimiento se escurrió y secó con papel toalla y se le realizaron los respectivos análisis.

Métodos de Evaluación

Para el estudio de la transferencia de masa en impregnación al vacío se evaluaron los siguientes parámetros:

- Variación de peso
- Ganancia de sólidos
- Humedad

Durante los experimentos se consideraron los siguientes parámetros constantes:

- Temperatura de proceso: 27 ± 3 °C (ambiente)
- Relación peso fruta – peso solución osmótica: 1:10 peso/peso
- Concentración de la solución osmótica: 1% de Cl_2Ca
- Presión absoluta: 610 mmHg

Porcentaje de Variación de Peso

Para el cálculo del porcentaje de variación de peso se utilizó la siguiente ecuación:

$$\Delta M = \frac{M_f - M_o}{M_o} * 100 \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

ΔM = Porcentaje de variación de peso

M_f = Masa de la muestra después de ser sometida a impregnación (gr.)

M_o = Masa inicial de la muestra (gr.)

Ganancia de sólidos

La ganancia de sólidos se determinó mediante secado en estufa. Se tomaron muestras por duplicado del experimento a diferentes intervalos de tiempos y se procedieron a secar durante un día a una temperatura de 60 °C. Los sólidos se calcularon con la ecuación:

$$\Delta M_s = \frac{M_{sf} - M_{so}}{M_{so}} * 100 \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde:

ΔM_s = Ganancia de sólidos.

M_{sf} = Sólidos finales después de un tiempo t (gr.).

M_{so} = Sólidos iniciales de la muestra (gr.).

Humedad

De igual modo se determinó la variación de humedad mediante el secado en la estufa, utilizando la ecuación:

$$\Delta Mh = \frac{Mho - Mhf}{Mho} * 100 \quad (\text{Ec. 3.3})$$

Donde:

ΔMh = Porcentaje de humedad Final.

Mho = Humedad inicial (gr.).

Mhf = Humedad final luego del tiempo t (gr.).

Proceso Térmico

Para realizar el estudio térmico se determinaron los siguientes pasos:

1. Se preparó una salmuera con una concentración de 1% de cloruro de calcio.
2. Luego se sumergió el pimiento en la salmuera con una relación 1:10 peso/peso de pimiento – salmuera.
3. Posteriormente se aplicó calor por medio de una hornilla a la solución con el pimiento durante un tiempo (t) y a una temperatura determinada. Este experimento se remitió a tres diferentes temperaturas (70, 80, 90 °C) y a tres intervalos de tiempo (5, 10, 15 minutos).
4. Se determinó la textura con un penetrómetro.
5. Finalmente se calcularon los valores D (Tiempo de reducción decimal), determinando la pendiente del gráfico Logaritmo de Presión de textura versus Tiempo de tratamiento a una temperatura determinada, y Z (Termo – resistencia), determinando la pendiente del gráfico Logaritmo de D versus Temperatura de proceso.

Esquema Comparativo

Para la realización de un mejor estudio comparativo se dividió en dos partes el análisis del tratamiento térmico:

Parte 1: estudio comparativo entre muestras tomadas de los procesos de impregnación Tradicional y DOV sometidas inmediatamente a tratamiento térmico junto con muestras frescas sin procesar.

Parte 2: estudio comparativo de muestras tomadas de los procesos de impregnación Tradicional y DOV sometidas a tratamiento

térmico después de una semana de ser procesadas junto con muestras frescas sin procesar.

Análisis Físico – Químico

Penetrómetro

Debido a la carencia de un penetrómetro específico en la universidad, se utilizó una adaptación de un penetrómetro que consiste de los siguientes materiales (Cristina):

- Medidor de deformación con indicador de carátula John Bull, desv. = 0.01 mm.
- Soporte de aluminio.
- Varilla de aluminio con punta en forma de cono.

Para la medición de la textura se siguió la siguiente técnica:

1. La punta en forma de cono es colocada sobre la superficie del vegetal.
2. Se coloca en cero el medidor de deformación.
3. Se descarga el cono dentro del alimento en un tiempo de 5 segundos.
4. Se determina la profundidad de deformación con el medidor de deformación.
5. Se calcula la presión con la ecuación que se presenta a continuación:

$$t_o = \frac{gm}{P^2 \tan^2(1/2\alpha_c)} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde:

P = es la Profundidad de penetración después de 5 segundos (m)

g = Gravedad (m/s²).

M = Masa del cono (Kg).

α_c = ángulo del cono.

Porosidad del Pimiento

Para el estudio de la porosidad efectiva del pimiento se tomó en consideración el procedimiento realizado por Pedro Fito (1992), el cual se detalla a continuación (Cristina ver):

1. El pimiento se lavó y corto en pedazos de forma rectangular de 1.0 cm \pm 0.05 cm X 1.0 cm \pm 0.05 cm de base y 1.0 cm \pm 0.05 cm de espesor.
2. Se preparó una solución isotónica de acuerdo a la actividad de agua del pimiento fresco.

3. Para mantener la relación peso fruta – solución osmótica (1:10), se pesaron 25 gr de cubos de pimienta y 250 gr de solución isotónica.
4. Luego se colocó la solución isotónica en un recipiente y se sumergieron en la misma los trozos de pimienta.
5. El recipiente es colocado dentro del tanque de vacío para luego aplicar presión de vacío durante 2 minutos. Posteriormente se restaura la presión atmosférica y se retiran los trozos de pimienta.
6. A los trozos de pimienta se les toma el peso final y se realizan los cálculos correspondientes.

Este experimento se remitió a 5 presiones diferentes (510, 560, 610, 660, 710 mmHg.) para construir una curva de porosidad vs presión absoluta.

Luego se determina la fracción volumétrica total del alimento ocupado por la solución (X) mediante la siguiente ecuación (Cristina 5):

¡Error! Marcador no definido.

$$X_v = \frac{M_f - M_o}{\rho V_o}$$

(Ec. 3.5)

Donde:

M_o = Masa inicial de la muestra (gr).

M_f = Masa de la fruta después de un tiempo t de ser sometido a un proceso de deshidratación osmótica en condiciones de vacío (gr).

ρ = densidad de la solución de azúcar (gr/cm^3).

V_o = volumen inicial de la fruta (cm^3).

Asumiendo la deformación volumétrica despreciable se determina la porosidad efectiva con las ecuaciones 1.3 y 1.4:

$$r \approx \frac{p_2}{p_1} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

$$X = \varepsilon_e \left(1 - \frac{1}{r}\right) \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Donde:

p_2 = Presión absoluta de trabajo (mmHg).

p_1 = Presión atmosférica (760 mmHg.).

Se graficó la fracción volumétrica total del alimento ocupado por la solución (X) versus el término $(1-1/r)$, y se determinó la pendiente, hallando de esta manera la porosidad efectiva del mango.

Análisis Sensorial

El método sensorial seleccionado fue la prueba de intervalos..

La característica extrínseca que se evaluó fue la consistencia de la textura del pimienta *Capsicum Annuum*. El análisis sensorial se lo realizó mediante el sistema de Escala Estructurada, en donde se define de forma continua cada punto que comprende los cambios por los que se puede esperar se presente la variación de la característica sensorial. La escala se estableció de un criterio del 0 al 10; donde el 0 indicaba un nivel de intensidad PÉSIMO y el 10 un nivel de intensidad de MUY BUENO.

Los resultados se evaluaron mediante un análisis de varianza, utilizando la tabla de distribución F, la cual nos permitirá determinar si existe o no diferencia significativa entre las diferentes muestras.

4. Análisis de Resultados.

Análisis de la Transferencia de masa en la impregnación de cloruro de calcio

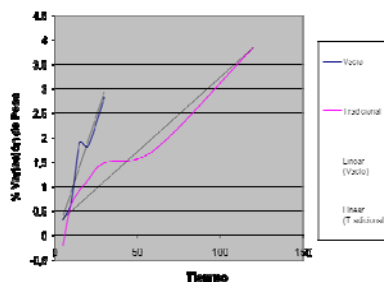
Porcentaje de Variación de Peso

El porcentaje de variación de peso se utiliza como un indicador de la eficiencia del proceso, para lo cual aplico la ecuación 3.1. En la figura 4.1 se observa el comportamiento de la variación de peso en las muestras tratadas. Se puede observar que la tendencia es el incremento de peso en las muestras tratadas tanto con impregnación tradicional como, con impregnación al vacío. Sin embargo la impregnación al vacío muestra una mayor pendiente indicándonos que existe una mayor velocidad de transferencia de masa en dicho proceso.

El incremento en la velocidad de transferencia de masa significa un ahorro de tiempo de proceso y un posible aumento de la eficiencia del mismo debido a que en cortos tiempos se obtiene un

incremento del peso del producto ya sea por el ingreso de soluto o de solvente.

FIGURA 4.1
PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE PESO PARA LOS PROCESOS DE IMPREGNACIÓN AL VACÍO Y TRADICIONAL



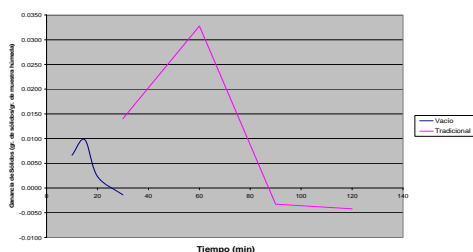
Elaborado por Omar Grijalva

Ganancia de Sólidos y Humedad

La variación del porcentaje de peso no permite determinar con certeza la eficiencia de la impregnación debido a que no se puede definir qué materia se transfiere. Por lo tanto, es importante determinar la ganancia de sólidos y agua como otros indicadores de eficiencia.

En la figura 4.2 se observa que en el proceso de impregnación al vacío la más alta velocidad de ganancia de sólidos se registra a los 15 minutos; mientras que en el proceso tradicional se obtuvo una velocidad máxima de ganancia de sólidos a los 60 minutos. También se puede observar que después de estos picos la velocidad de ganancia de sólidos disminuye, este fenómeno podría deberse a que el proceso llega a un equilibrio osmótico produciendo una disminución de la velocidad de ganancia de sólidos.

FIGURA 4.2
GANANCIA DE SÓLIDOS VS TIEMPO EN LOS PROCESOS DE IMPREGNACIÓN AL VACÍO Y TRADICIONAL

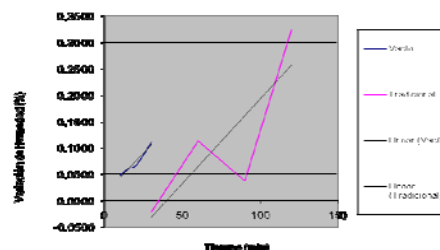


Elaborado por Omar Grijalva

Por otro lado en la figura 4.3 se puede observar la ganancia de agua en ambos procesos. Se observa que en ambos procesos existe un

incremento en las humedades; indicando que existe una mejora relativa en las características del pimiento dado que el agua ayuda a mejorar la turgencia de los alimentos y que el cloruro de calcio mejora a la retención del agua en los productos.

FIGURA 4.3
VARIACIÓN DE HUMEDAD VS TIEMPO EN LOS PROCESOS DE IMPREGNACIÓN AL VACÍO Y TRADICIONAL



Elaborado por Omar Grijalva

Determinación de los Valores D y Z

Los valores D y Z permiten analizar la resistencia térmica de un aspecto de calidad específico.

Los resultados indican que las muestras que fueron procesadas con impregnación al vacío tuvieron los mayores tiempos de reducción decimal (valor D) y termo resistencia (valor Z) en comparación con las procesadas tradicionalmente y las muestras en blanco sin procesar. Como resultado se demuestra que el vegetal adquiere mayor resistencia al tratamiento térmico con la utilización de vacío durante la impregnación. Además, se puede observar que la impregnación de cloruro de calcio mejora significativamente la turgencia del pimiento, obteniendo un incremento considerable de los valores Z con respecto a una muestra en blanco.

TABLA 2
VALORES D PARA EL PIMIENTO EN LOS DIFERENTES EXPERIMENTOS Y A DIFERENTES TEMPERATURAS

Proceso	Temperatura (°C)		
	70	80	90
Vacío	5.38	4.77	4.20
Tradicional	4.84	4.47	4.11
Sin Proceso	4.37	4.13	3.86

Elaborado por Omar Grijalva

TABLA 3
VALORES D PARA EL PIMIENTO EN
LOS DIFERENTES EXPERIMENTOS Y A
DIFERENTES TEMPERATURAS

Proceso	Temperatura (°C)		
	7	8	9
Vacío 1 semana	.50	.47	.38
Tradicional 1 semana	.20	.14	.00
Sin Proceso	.37	.13	.86

Elaborado por Omar Grijalva

Adicionalmente se determino que los pimientos que fueron sometidos a impregnación tradicional con cloruro de calcio y procesados térmicamente después de una semana mostraron valores D y Z menores a los que fueron impregnados por vacío, lo que demuestra que la adición de sales por medio de vacío ayuda a la retención de agua manteniendo la turgencia del vegetal alargando su vida útil, incluso después de una semana con una simple refrigeración

TABLA 4
VALORES Z DEL PIMIENTO EN LOS
DIFERENTES EXPERIMENTOS

Tratamiento	Valor Z
Vacío	3.66
Tradicional	3.45
Sin procesar	2.84

Elaborado por Omar Grijalva

TABLA 5
VALORES Z DEL PIMIENTO EN LOS
DIFERENTES EXPERIMENTOS

Tratamiento	Valor Z
Vacío, 1 semana	2.57
Tradicional, 1 semana	1.90
Sin procesar	2.84

Elaborado por Omar Grijalva

Efecto de la Presión en la porosidad del pimiento

El mecanismo hidrodinámico esta relacionado con la estructura de los tejidos, ya que ésta es discontinua, porosa y posee espacios ocupados por gas. Por lo tanto, en procesos de impregnación por pulsos de vacío es importante conocer el comportamiento de la porosidad del producto

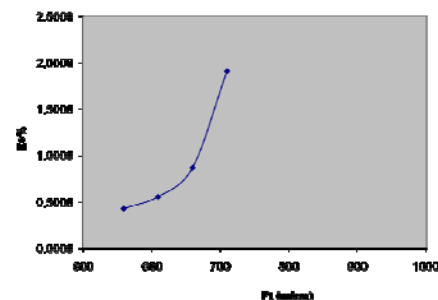
cuando se somete a vacío para determinar el volumen que puede ocupar el líquido externo.

La representación gráfica entre la fracción volumétrica total del pimiento ocupado por una solución isotónica (X_v) (Ec. 3.5) versus el término $1-1/r$, donde r es la relación entre la presión atmosférica y la presión de vacío aplicada (Ec. 2.3). Obteniendo la pendiente se determina la porosidad efectiva del alimento.

Por lo tanto, el pimiento Capsicum Annum que produce el Ecuador, posee una porosidad efectiva de un 6%.

A medida que decrece la presión la porosidad efectiva disminuye. Este resultado indicaría que sería conveniente utilizar presiones de vacío cercanas a la atmosférica debido a que al disminuir la porosidad del alimento se dificulta la transferencia de masa disminuyendo la eficiencia del proceso.

FIGURA 4.
COEFICIENTES DE POROSIDAD PARA
EL PIMIENTO VERDE CULTIVADO EN EL
ECUADOR A DISTINTAS PRESIONES



Elaborado por Omar Grijalva

Análisis Físico

El análisis físico que se determinó en los pimientos fue la textura. Las mayores presiones de turgencia las tienen las muestras procesados por medio de vacío.

Los pimientos impregnados tradicionalmente y tratados térmicamente después de una semana tienen una disminución de la turgencia inicial, pero muestra mayor resistencia al incremento de temperatura y tiempo de tratamiento con respecto a la muestra sin procesar. Este comportamiento concuerda con la asunción de que las sales mejoran o incrementa la resistencia de la textura del pimiento a los tratamientos térmicos.

Análisis Sensorial

En el análisis sensorial las calificaciones obtenidas por los jueces presentan una intensidad mucho mayor, en cuanto al atributo de consistencia en la textura, para las muestras impregnadas al vacío y tradicionalmente, ambas procesadas térmicamente de inmediato.

Por otro lado se observa que entre las muestra impregnadas por ambos métodos y procesados térmicamente después de una semana no existe diferencia alguna. La muestra en blanco se diferencia significativamente de todas las demás muestras realizadas en este estudio.

5. Conclusiones.

La impregnación de una sal de calcio aplicando vacío es una técnica que brinda mejores resultados en cuanto a resistencia térmica en comparación al método tradicional de impregnación, a pesar de que los análisis demuestran que al disminuir la presión disminuye la porosidad.

La impregnación por vacío produjo un ahorro de tiempo de proceso y del aditivo. Por otro lado, la utilización de una bomba de vacío no influye significativamente en los costos debido a que se utilizan presiones cercanas a la atmosférica.

La utilización de cloruro de calcio no sólo incremento la turgencia del pimiento, sino que también alargó la vida útil del producto hasta una semana con una simple refrigeración a 10 °C.

Se recomienda un estudio más amplio y profundo sobre la influencia del cloruro de calcio en las características químicas de los alimentos para adquirir mayor conocimiento sobre nuevas técnicas de utilización de sales a fin de mejorar las propiedades de los alimentos.

Las muestras evaluadas mediante el análisis de varianza a un nivel de significancia del 1% demostraron diferencia significativa entre sí, a excepción de las muestras impregnadas por ambos métodos y tratadas térmicamente después de una semana que no presentaron diferencia significativa. Pero se puede concluir que las muestras impregnadas al vacío son mucho más consistentes en la textura, luego en menor intensidad le siguen las muestras impregnadas tradicionalmente.

Bibliografía

- Badui S., Química de Alimentos, Editorial Alambra Mexicana S.A., Mexico D.F., 1996
- Barat, J.M., Desarrollo de un modelo de la deshidratación osmótica como operación básica. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Bioline
<http://www.bioline.org.br/request?cg06016>
- Buescher R.W.; Hudson J.M.; Adams J.R., Lebensmittel Wiss V Technol, 1981. Pags. 14, 65.
- Comarca de la Avera
<http://www.comarcadelavera.com/Pimenton/default.htm>
- Espinoza, Aurora. Efecto del cloruro de calcio sobre la deshidratación Osmótica a vacío en mitades de duraznos (*Prunus Persica*) en soluciones de Sacarosa. Universidad de Oriente, Venezuela. 2006.
- FAO
<http://www.fao.org/inpho/content/document/s/vlibrary/AE620s/Pfrescos/PIMIENTO.HTM#B1#B1>
- Fito, P.; Chiralt, A.; Shi Q, Influence of Vacuum treatment on mass transfer during osmotic of fruits, Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia – España. 1995. pags. 445 – 454.
- Huayamave, Elizabeth Cristina, Estudio del Efecto de la Presión sobre la Deshidratación Osmótica del mango. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador. 2005
- Lewis M.J. Propiedades Físicas de los alimentos y de los sistemas de Procesado, Editorial Aribia S.A., Zaragoza – España, 1993, pag. 136.
- Raoult-Wack A., Recent advances in the osmotic dehydration of foods. Trends in food Science and technology 5, 1994, Pags. 255 – 260
- Rastogi, N.; Raghavarao, K. Kinetics of osmotic dehydration under vacuum lebensmittel – wissenschaft technology. 1996, pag. 669 – 672.
- Reynosa – Ochoa, Martínez/A. Ayala, Modelos Matemáticos de transferencia de Masa en deshidratación Osmótica, Ciencia y Tecnología Alimentaria; Sociedad

Mexicana de Nutrición y tecnología de alimentos, México. 2005, pag. 332 – 338.

- Salvatori, D.; Andres, A.; Chiralt, A.; Fito, P., Osmotic dehydration progression in apple tissue: spatial distribution of solutes and moisture content. *Journal of food Engineering*. 1999, pag. 42, 125 – 132.
- Schwartz M., Principios y aplicaciones de métodos de factores combinados en la transformación de frutas, II Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1999, Pag. 120.
- Verduras Consumer
www.verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/piminto/intro.php
- Wikipedia
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Turgencia>