

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Durango

"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

Oficina: RECURSOS HUMANOS

D.R.H. 138/17.

ASUNTO: Carta de adscripción

MTRO. MANUEL QUINTERO QUINTERO
DIRECTOR GENERAL DEL TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO
PRESENTE

El que suscribe Jefe del Departamento de Recursos Humanos del Instituto Tecnológico de Durango, por este conducto hace **CONSTAR** que de acuerdo a la documentación existente en los archivos del Dpto de Recursos Humanos, la **C. Dra. Luz Araceli Ochoa Martínez**, con RFC **OOML590415FX8** y con clave presupuestal **E386300.0141007**, con status **(10)**, y fecha de ingreso al SNIT el **1 DE SEPTIEMBRE DE 1994** cuenta con **22 años** de adscripción a este Instituto.

Se extiende la presente a petición del interesado para los fines legales a que hubiera lugar, en la ciudad de Durango Dgo., a 13 de Marzo de 2017

ATENTAMENTE

"La Técnica al Servicio de la Patria"

ING. JUAN VANEGAS RENTERÍA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS



Felipe Pescador 1830 Ote. C.P. 34080, Durango, Dgo., México
Tel (618) 829-0900, www.itdurango.edu.mx



Fecha de Inicio: 2015.12.21
Fecha de Término: 2018.12.21

GESTIÓN DE CALIDAD
RSGC 957

Proceso Educativo que comprende desde la inscripción hasta el otorgamiento del Título y Cédula profesional de Licenciatura.

El Sistema Nacional de Investigadores otorga al

DR. LUZ ARACELI OCHOA MARTINEZ

la distinción de

INVESTIGADOR NACIONAL NIVEL I

Durante el periodo del 1 de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2017 en virtud de sus logros en la realización de trabajo de investigación original.

DRA. JULIA TAGÜEÑA PARGA
Secretaria Ejecutiva del SNI

fHRWRqFB9DhiFjvmU0sskKyxtEk=
Documento firmado electrónicamente.

6 de septiembre de 2013

Vo. Bo.



M.C. ISELA FLORES MONTENEGRO
SUBDIRECTORA ACADÉMICA

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Universitaria
Dirección de Superación Académica
Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior

"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón"

México, D. F., 21 de Julio de 2015
Oficio No. DSA/103.5/15/8557

Ochoa Martinez Luz Aracely
Instituto Tecnológico de Durango
Presente

Me complace informarle que el Comité Evaluador externo al PRODEP, de acuerdo con las Convocatorias 2015, resolvió positivamente su solicitud de Reconocimiento a Perfil Deseable.

En consecuencia, la SES acredita que usted tiene el perfil deseable para profesores de tiempo completo.

La acreditación tiene validez por 3 años a partir de esta fecha y servirá para los fines establecidos en la propia convocatoria, en el entendido de que dejar de laborar en esta institución conlleva la cancelación del reconocimiento.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para enviarle un saludo.

Atentamente

M. en C. Guillermina Urbano Vidales

Directora

"Este programa es público ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa. Quien haga uso indebido de los recursos de este Programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente"

F-PROME-32/Rev-07

CÉDULA 7235085

SEP



México D.F. 10 de Noviembre del 2011



FIRMA DEL TITULAR

10/11/11
Cecilia del... 11/11



Cuerpos Académicos

[Regresar](#)

Datos Generales	<u>NombreCA LGAC/LIADT/LILCD</u>	<u>Miembros</u>	<u>Áreas y disciplinas</u>	<u>Resumen curricular</u>	<u>Consultar Curriculum del CA</u>
------------------------	----------------------------------	-----------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------

Clave	Nombre del Cuerpo Académico	Grado	Estado	Año de registro	Vigencia
ITDUR-CA-7	Modernización e innovacion de procesos alimentarios	Consolidado	Reconocido por PROMEP	2008	01 Dic 2009 - 30 Nov 2014

DES
Instituto Tecnológico De Durango

Miembros del Cuerpo Académico

GONZALEZ HERRERA SILVIA MARINA
MORALES CASTRO JULIANA
OCHOA MARTINEZ LUZ ARACELY (Responsable del cuerpo académico)

Líneas de Generación y /o Aplicación del Conocimiento/Línea de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico
Modernización e innovacion de procesos alimentarios

Área	Disciplina
Ingeniería y Tecnología	CIENCIA DE ALIMENTOS

Beneficios PROMEP del Cuerpo Académico
Apoyo para REDES

Rafael A. Salazar
R1A



INSTITUTO TECNOLÓGICO **SEP**
de Durango
DEPTO. DE DESARROLLO ACADÉMICO

Cuerpos Académicos

[Regresar](#)

Datos Generales [NombreCA LGAC/LIIADT/LILCD](#) [Miembros](#) [Áreas y disciplinas](#) [Resumen curricular](#) [Consultar Curriculum del CA](#)

Clave	Nombre del Cuerpo Académico	Grado	Estado	Año de registro	Vigencia
ITDUR-CA-7	PROCESOS TRADICIONALES Y EMERGENTES EN ALIMENTOS	Consolidado	Reconocido por PROMEP	2008	09 Abr 2015 - 08 Abr 2020

DES

Instituto Tecnológico De Durango

Miembros del Cuerpo Académico

GONZALEZ HERRERA SILVIA MARINA
 OCHOA MARTINEZ LUZ ARACELY (Responsable del cuerpo académico)
 RUTIAGA QUIÑONES OLGA MIRIAM

Líneas de Generación y /o Aplicación del Conocimiento/Línea de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico

Modernización e innovación de procesos alimentarios

Área	Disciplina
Ingeniería y Tecnología	CIENCIA DE ALIMENTOS

Beneficios PROMEP del Cuerpo Académico

Apoyo para REDES



DIPLOMA DE MEMBRESÍA

La RED TEMÁTICA EN SEGURIDAD ALIMENTARIA:
Valorización de Subproductos Agroindustriales y Disminución
de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos (PDA), RedSAPDA.

CERTIFICA A:

Dra. Luz Araceli Ochoa Martínez

Como Miembro del Comité Técnico Académico, CTA

Desde el 1o de junio del 2016, otorgado en la Cd. de Durango, Dgo.

"Desperdiciar menos para alimentar a mas"


Dr. Juliana Morales Castro
Coordinadora Técnica de la RedSAPDA





PARA TODOS
Dgo

GOBIERNO DEL ESTADO DE DURANGO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL ESTADO
a través del
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO
otorgan el presente



Reconocimiento

a:

Dra. Luz Araceli Ochoa Martínez
Dra. Juliana Morales Castro
Dra. Silvia Marina González Herrera

PREMIO ESTATAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DURANGO 2016

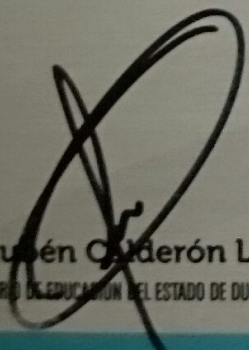
en el área de:

INGENIERÍAS, DESARROLLO INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO

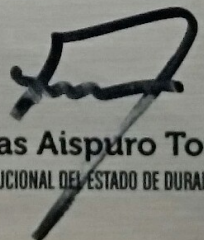
con el trabajo de investigación

**Impacto del escaldado con vapor y microondas en la calidad de harina
de camote naranja y su uso en productos alimenticios**

Victoria de Durango, Dgo, noviembre de 2016



C.P. Rubén Calderón Luján
SECRETARIO DE EDUCACIÓN DEL ESTADO DE DURANGO



Dr. José Rosas Aispuro Torres
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE DURANGO



Dr. Eliseo Medina Elizondo
DIRECTOR GENERAL DEL CONSEJO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO



**LA SOCIEDAD MEXICANA DE
NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA A:

Dra. Luz Araceli Ochoa Martínez

**QUE LO ACREDITA COMO
MIEMBRO REGULAR**

A PARTIR DE:

**ENERO 2015
A DICIEMBRE DEL 2015**

**DRA. ROCÍO M. URESTI MARÍN
PRESIDENTE**

**DR. GONZALO VELAZQUEZ DE LA CRUZ
VICEPRESIDENTE**



otorga la

Constancia de Membresía

a

Luz Araceli Ochoa Martínez

Con duración de Octubre del 2014 a Octubre del 2016

**Monterrey, N.L. México, a 8 de octubre del
2014.**


**Dr. J. Santos García A.
Presidente**



**LA SOCIEDAD MEXICANA DE
NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA A:

Dra. Luz Araceli Ochoa Martínez

**QUE LO ACREDITA COMO
MIEMBRO REGULAR**

A PARTIR DE:

**ENERO 2016
A DICIEMBRE DEL 2016**

**DRA. ROCÍO M. URESTI MARÍN
PRESIDENTE**

**DR. GONZALO VELAZQUEZ DE LA CRUZ
VICEPRESIDENTE**



**LA SOCIEDAD MEXICANA DE
NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA A:

Aracely Ochoa Martínez

**QUE LO ACREDITA COMO
MIEMBRO REGULAR**

A PARTIR DE:

**ENERO 2017
A DICIEMBRE DEL 2017**

**DRA. ROCÍO M. URESTI MARÍN
PRESIDENTE**

**DR. GONZALO VELAZQUEZ DE LA CRUZ
VICEPRESIDENTE**

Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences



An International Peer Review E-3 Journal of Sciences

Available online at www.jcbps.org

Section B: Biological Sciences

CODEN (USA): JCBPAT

Research Article

Natural dye ultrasound extraction from beetroot: role of extraction solvent pH on color and enzyme inactivation

Blanca Edith Esquivel-González³, Olga Miriam Rutiaga-Quñones³, Nuria Elizabeth Rocha-Guzmán³, Luis Medina-Torres¹, Elizabeth del Carmen Varela-Santos², Luz Araceli Ochoa-Martínez^{3*}

¹ Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, Conjunto E, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 04510, México.

² TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Departamento de Posgrado e Investigación, Prolongación Av. Veracruz s/n esq. Héroes de Puebla Col. Pemex, C.P. 95180. Tierra Blanca, Veracruz.

^{3*} TecNM/Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Col Nueva Vizcaya. Durango, Dgo, 34180, México.

Received: 16 May 2017; **Revised:** 03 June 2017; **Accepted:** 11 June 2017

Abstract: The presence of enzymes in agricultural commodities causes quality changes, including color, flavor, and nutritional losses. The use of non-thermal and innovative technologies for the production of quality extracts derived from plant products is a recent trend in food processing. The aim of this study was to evaluate the effect of ultrasound applying different pH in the extraction solvent for obtaining a natural dye from beetroot on the color and enzyme inactivation. The natural beetroot dye was obtained using the extraction solvent (Mc Ilvaine buffer) at pH of 3.5, 5.0 and 6.5, ultrasound amplitude of 40, 60 and 80% and time of processing of 2, 6 and 10 minutes. Physicochemical parameters, color and enzymes were determined on the dye extracted, additionally, the microstructure of



Received: 26 October 2015
Accepted: 15 December 2015
First Published: 19 January 2016

*Corresponding author: Luz Araceli Ochoa-Martínez, Biochemical Engineering, Technical Institute of Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote, Durango Dgo, Mexico
E-mail: aocooa@itdurango.edu.mx

Reviewing editor:
Fatih Yildiz, Middle East Technical University, Turkey

Additional information is available at the end of the article

FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY | RESEARCH ARTICLE

Quality evaluation of tortilla chips made with corn meal dough and cooked bean flour

Luz Araceli Ochoa-Martínez^{1*}, Karla Castillo-Vázquez¹, Juan de Dios Figueroa-Cárdenas², Juliana Morales-Castro¹ and José Alberto Gallegos-Infante¹

Abstract: A mixture of cornmeal dough and cooked bean flour (BF) was prepared at different ratios (50/50, 60/40, and 70/30 w/w), and processed to chips. Viscosity profile, temperature of gelatinization and enthalpy, texture, protein content, and *in vitro* digestibility were measured. Pasting temperature tended to be lower when the flour bean concentration was lower. Maximum viscosity increased significantly in both samples (dough mixture and chips) when the BF concentration was lower. In general, gelatinization temperature remains constant, while the heating enthalpy was higher with lower BF concentration. The addition of BF was correlated with greater crispiness, suggesting improved chip texture at higher BF concentrations. The final protein content in the corn-bean chips was very similar, despite the concentration of BF used. Protein digestibility in the chips was affected by the proportion of BF added, being higher when the amount of the BF was lower.

Subjects: Beverages; Food Additives & Ingredients; Food Science & Technology; Preservation; Product Development

Keywords: cornmeal dough; bean flour; viscosity; texture; chips

1. Introduction

Snacks have gained importance and acceptability worldwide in recent years and are now part of the contemporary culture. Typically, snacks are dense calorie foods consisting of high carbohydrate and fat content, but with respect to the amount of protein content, they have low nutritional value. Because they traditionally provide less than 2% of the protein requirement, they are referred to as foods that provide “empty calories” (Almeida, Valencia, & Higuera, 1990). The current trend in the



Luz Araceli Ochoa-Martínez

ABOUT THE AUTHOR

L.A. Ochoa-Martínez, is researcher professor in the Technical Institute of Durango, México, in the Chemistry and Biochemistry Department. She works on research projects about food processing and new products development from fruits, vegetables, and cereals. Her research involves new products development, studying the preservation of main components either as the complete matrix or as extracts. Her research studies also involve shelf life and sensory evaluation. She uses traditional processing methods such as dehydration (convective, osmotic, spray drier), as well alternative and complementary technologies such as microwaves and ultrasound. This research deals about the enrichment of a corn snack by adding a popular legume in México like beans.

PUBLIC INTEREST STATEMENT

The consumption of snacks all around the world is constantly increasing, as a result, it is necessary to offer more nutritional products. In that sense, it is important to try the enrichment of traditional products to give an added value from the nutritional and economical point of view. This experimental work was conducted to assess the feasibility to produce a corn snack containing a certain proportion of bean flour and having the proper characteristics of a snack.

Effect of osmotic dehydration on the physical and chemical properties of Mexican ginger (*Zingiber officinale* var. Grand Cayman)

Efecto de la deshidratación osmótica sobre las propiedades físicas y químicas de jengibre mexicano (*Zingiber officinale* var. Gran Caimán)

José A. García-Toledo^a, Irving I. Ruiz-López^b, Cecilia E. Martínez-Sánchez^b, Jesús Rodríguez-Miranda^b, Roselis Carmona-García^a, Juan G. Torruco-Uco^b, Luz A. Ochoa-Martínez^c and Erasmo Herman-Lara^{b*}

^aDepartamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Tuxtepec, Av. Dr. Víctor Bravo Ahuja S/N, Col. 5 de Mayo, C.P. 68350, Tuxtepec, Oax, México; ^bFacultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. San Claudio y 18 Sur, Ciudad Universitaria, Puebla, Pue. C.P. 72570, México; ^cDivisión de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote., C.P. 34080 Durango, Dgo., México

(Received 14 November 2014; final version received 6 April 2015)

The aim of this study was to evaluate the effect of osmotic dehydration of ginger on the properties of color, total polyphenol content (TPC) and antioxidant capacity (AC). Fresh samples were pretreated with scalding (100°C/1.0 minute). Water loss (WL) and solid gain (SG) kinetics were performed using three sucrose concentrations: 35%, 50% and 65% at three temperatures: 40°C, 55°C and 70°C. WL and SG simulated kinetics by Diffusion model for cubes averaged a R^2 of 0.95. The diffusivities for water and solid by Fick's Law obtained maximum values of 6.81×10^{-7} and 2.65×10^{-7} m²/s, respectively. WL results were obtained up to 60.83% and SG 32.24%. Ginger treatments without blanching (GWB) at 40°C with 35% and 50% sucrose, respectively, showed a similar fresh ginger color. The GWB treatments showed the higher TPC using 50% sucrose at 40°C (753 µg GAE/mL) and AC (341.96 mg AAE/mL).

Keywords: osmotic dehydration; total polyphenol content; water loss; *Zingiber officinale* var. Grand Cayman

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la deshidratación osmótica de jengibre sobre las propiedades del color, contenido de polifenoles totales (CPT) y la capacidad antioxidante (CA). Las muestras frescas fueron pretratadas con escaldado (100°C/1.0 minuto). Las cinéticas de pérdida de agua (PA) y ganancia de sólidos (GS) se realizaron con tres concentraciones de sacarosa: 35, 50 y 65% a tres temperaturas: 40, 55 y 70°C. Las cinéticas de PA y GS simuladas por el modelo de Difusión para cubos promediaron una R^2 de 0,95. Los difusividades de agua y sólidos calculadas por la Ley de Fick obtuvieron valores máximos de $6,81 \times 10^{-7}$ y $2,65 \times 10^{-7}$ m²/s, respectivamente. Los resultados de PA obtuvieron hasta un 60,83% y la GS hasta un 32,24%. Los tratamientos de jengibre sin escaldar (GSE) a 40°C con 35 y 50% de sacarosa respectivamente, mostraron un color similar al jengibre fresco. Los tratamientos GSE mostraron el mayor CPT utilizando 50% de sacarosa a 40°C (753 mg EAG/mL) y CA (341,96 mg EAA/mL).

Palabras clave: deshidratación osmótica; contenido de polifenoles totales; pérdida de agua; *Zingiber officinale* var. Gran Caimán

Introduction

Osmotic dehydration (OD) is a process that involves immersing a solid food in a hypertonic aqueous solution, which leads to the loss of water and a solids gain from the solution into the food. The process of osmotic solutes transferring from the solution into the product is directly related to the water exchange from the product into the osmotic solution (Barbosa Júnior, Cordeiro-Mancini, and Dupas-Hubinger (2013). The driving force for this process originates from the solids concentration gradients through the activity of the sample and the solution interface. The variables affecting the rates of water removal and solute impregnation are the composition and the concentration of the osmotic solutes, the temperature of the osmotic solution, the immersion time, the level of agitation, the specific characteristics of the food, and the solution-to-food ratio (Fernandes, Rodrigues, Law, & Mujumdar, 2011). The OD of common fruits and vegetables, such as banana, pineapple, guava, papaya, and carrot, has been described by several authors (Jain, Verma, Murdia, Jain, & Sharma, 2011; Silva, Fernandes, & Mauro, 2014). Additionally, OD is gaining considerable attention as a method of minimal

processing because of advantages such as energy savings and low temperatures. Moreover, OD is a drying process that provides better control of flavor loss and tissue damage as well as improved color and nutrient retention (Nowacka, Tylewicz, Laghi, Dalla-Rosa, & Witrowa-Rajcher, 2014). Sugars and salts are the two most commonly used solutes for OD, with relevance to sodium chloride and sucrose (Jokić, Gyura, Lević, & Zavargó, 2007). Because of its many advantages, OD has been widely used in various foods and can be used in tubers and leaves, such as Chinese ginger (An et al., 2013). Ginger (*Zingiber officinale* var. Grand Cayman) has been extensively used as a traditional medicine in the East. The main bioactive components of ginger are the gingerols, which possess antioxidant, anticancer, and anti-inflammatory attributes (Ghasemzadeh, Jaafar, & Rahmat, 2010). However, the high moisture content (70–75%) of ginger makes it susceptible to microbial contamination and insect infestation, resulting in significant loss and deterioration of product quality, drying could be a useful process to reduce product damage. Conventional drying reduces the moisture content and thus increases the shelf life of the product; however, it often results in the loss of nutrients and has an adverse effect on the

*Corresponding author. Email: erasmo_hl@hotmail.com



EFFECTO DEL TRATAMIENTO CON ULTRASONIDO SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES DE ALMIDÓN PROCEDENTE DE DIVERSAS FUENTES: UNA REVISIÓN

EFFECT OF ULTRASONIC TREATMENT ON STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF STARCH FROM DIFFERENT SOURCES: A REVIEW

Ríos Romero Evelyn Alicia, Ochoa Martínez Luz Araceli *, Morales Castro Juliana

Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote, Colonia Nueva Vizcaya, C.P. 34080. Durango Dgo, México.

RESUMEN

El ultrasonido representa un método de procesamiento no térmico que emplea ondas de sonido con frecuencias por arriba del umbral del oído humano. El tratamiento con ultrasonido es uno de los métodos físicos utilizado para la modificación del almidón y ofrece la oportunidad de aplicarlo para mejora de sus propiedades. El almidón es ampliamente utilizado en la industria de los alimentos como espesante, gelificante, microencapsulante, etc., dependiendo de sus propiedades funcionales. Los efectos del ultrasonido se deben al fenómeno de cavitación acústica, el cual ejerce un impacto sobre la estructura de los gránulos de almidón, por el colapso de las burbujas de cavitación, afectando las propiedades fisicoquímicas de éste. El efecto del ultrasonido sobre los gránulos, depende de la potencia y frecuencia de sonicación, temperatura y tiempo de tratamiento, propiedades de la dispersión de almidón, concentración, así como su origen botánico. Este documento, presenta una revisión de reportes actuales sobre el impacto del ultrasonido sobre las propiedades estructurales y funcionales de almidón de diferentes fuentes.

Palabras clave: Ultrasonido, Almidón, Propiedades funcionales, Morfología, Estructura.

ABSTRACT

Ultrasound represents a non-thermal processing method that uses sound waves at a frequency above the threshold of human hearing. Ultrasound treatment is one of the physical methods used for starch modification and offers the opportunity to be applied to improve its properties. Starch is widely used in the food industry as a thickening, gelling, microencapsulating agent, etc., depending on their functional properties. The effects of ultrasound are due to the acoustic cavitation phenomenon, this has an impact on the structure of the starch granule, affecting their physicochemical properties. The effect of ultrasounds on starch granules depends on power and frequency of sonication, temperature and time of the treatment, properties of the starch dispersion, concentration, and botanical origin. This document presents a review of recent reports about the impact of ultrasound on the structural and functional properties of starch from different sources.

Keywords: Ultrasound, Starch, Functional Properties, Morphology, Structure.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha crecido considerablemente el interés por utilizar tecnologías no térmicas con fines de investigación fundamental y aplicación comercial, como es el caso del ultrasonido de alta frecuencia. El ultrasonido consta de ondas elásticas cuya frecuencia se transmite sobre el umbral del oído humano (Gómez-Díaz y López-Malo, 2009) y su aplicación ofrece la oportunidad de desarrollar nuevos productos con propiedades únicas. El almidón es uno de los principales componentes naturales de cierto grupo de alimentos, como cereales y raíces, y es generalmente modificado, genética, enzimática, física o químicamente para mejorar las propiedades tecnológicas particulares (solubilidad, capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, capacidad de gelificación, etc) y tener mayores aplicaciones en la industria de los alimentos en comparación con el almidón nativo (Zhu *et al.*, 2012). Se ha reportado que el ultrasonido es un método eficaz para modificar los polisacáridos. El proceso ocurre a través de los efectos de la cavitación y puede involucrar dos mecanismos: el colapso de las burbujas de cavitación y la degradación de los polímeros como resultado de la reacción química entre el polímero y moléculas de alta energía producidas a partir del fenómeno de cavitación (Chemat *et al.*, 2011). Esta revisión resume reportes actuales sobre la aplicación del ultrasonido y su efecto sobre las propiedades funcionales y estructurales de almidones procedentes de diferentes fuentes.

Ultrasonido

Principios del ultrasonido

La tecnología de ultrasonido está basada en ondas mecánicas a frecuencias por arriba del umbral del oído humano (>16 kHz). Las ondas viajan a través del material o sobre la superficie a una velocidad la cual es característica de la naturaleza de la onda y del material a través del cual es propagada (Soria y Villamiel, 2010). El ultrasonido se puede dividir en diferentes rangos de frecuencia, ultrasonido de alta frecuencia (100 kHz–1 MHz), con niveles de intensidades menores a 1 W cm⁻², el cual se ha utilizado con éxito en la detec-



Effect of pre-treatment on physicochemical and structural properties, and the bioaccessibility of β -carotene in sweet potato flour



Nalleli Trancoso-Reyes^a, Luz A. Ochoa-Martínez^{a,*}, Luis A. Bello-Pérez^b, Juliana Morales-Castro^a, Rocío Estévez-Santiago^c, Begoña Olmedilla-Alonso^c

^aDepartamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Durango, Felipe Pescador 1830 Ote, Colonia Nueva Vizcaya, C.P. 34080 Durango Dgo, Mexico

^bCentro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN, Carretera Yautepec-Jojutla, km 6, calle Ceprobi 8. Col. San Isidro, C.P. 62731 Yautepec, Morelos, Mexico

^cInstituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición, Calle José Antonio Nováis 10, Ciudad Universitaria, C.P. 28040 Madrid, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 September 2015

Received in revised form 9 January 2016

Accepted 10 January 2016

Available online 11 January 2016

Keywords:

Bioaccessibility

Crystallinity

Microstructure

Starch

β -Carotene

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the effect of microwave or steam pre-treatment of raw sweet potato on physicochemical and microstructural properties, and the bioaccessibility of β -carotene in sweet potato flour. This is the first report on using the *in vitro* digestion model suitable for food, as proposed in a consensus paper, to assess the bioaccessibility of β -carotene in sweet potato flour. The pre-treatments produced a rearrangement of the flour matrix (starch, protein and non-starch polysaccharides), which was greater by using microwaves (M6) conducting to a greater increase in the phase transition temperatures up to 4.14 °C, while the enthalpy presented the higher reduction (4.49 J/g), both parameters in respect to the control. The resistant starch fraction was not modified, with about 3% in all samples. Microwave (M6) and all the steam pre-treatments showed the higher bioaccessibility of β -carotene. This flour can be used in the development of new products with high β -carotene content.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a root with positive attributes such as geographical variety in terms of production, adaptability to marginal conditions, a short production cycle, a high nutritional content and sensorial versatility in terms of flesh color, taste and texture. It is the sixth most important world crop, after rice, wheat, potato, corn and cassava (Faostat, 2013). While the Mexican climate is suited to its cultivation, the limited production options for the sweet potato and the lack of awareness of its nutritional properties have contributed to lags in production and industrialization. Depending on flesh color, the sweet potato is rich in β -carotene, anthocyanins, phenolic compounds, dietary fiber, ascorbic acid, folic acid and minerals (Grabowski, Truong, & Daubert, 2008; Woolfe, 1992). Numerous benefits, such as antioxidant, cardioprotective and anti-diabetic effects, have been attributed to sweet potato consumption, with the orange-fleshed sweet potato recognized for its pro-vitamin A activity, which contributes to preventing deficiencies of this vitamin (van Jaarsveld et al., 2005).

While sweet potato is generally consumed cooked, the dried form of the root is also used in the production of flour, which is used in the manufacture of bread and breakfast cereal products, as well as baby foods and alcoholic drinks (Grabowski, Truong, & Daubert, 2007; Teramoto, Hano, & Ueda, 1998; Truong & Avula, 2010; Wireko-Manu, Ellis, & Oduro, 2010). There is no standardized procedure for the production of sweet potato flour, but in some regions a blanching process is used before drying and then milling. Different dehydration methods have also been used, such as solar, rotary drum, tray and spray drying (Grabowski et al., 2007; Truong & Avula, 2010). On laboratory or commercial scales, sweet potatoes are treated with a sodium metabisulfite solution to inhibit enzymatic darkening (Aprianita, Purwandari, Watson, & Vasiljevic, 2009; Sablani & Mujumdar, 2007). The extraction of compounds using microwave radiation improves the yield, such as anthocyanins in the purple-fleshed sweet potato (Lu et al., 2010), and the retention of vitamins, such as thiamin and riboflavin in the orange-fleshed sweet potato (Dawkins & Lu, 1991). Furthermore, the use of microwave blanching on products such as rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and marjoram (*Marjona hortensis* Moench.) has led to improved results in terms of color, ascorbic acid and chlorophyll retention compared to steam and water immersion pre-treatments (Singh, Raghavan, & Abraham, 1996). Although there is a large market for foodstuffs prepared with

* Corresponding author.

E-mail address: aochoa@itdurango.edu.mx (L.A. Ochoa-Martínez).

Research & Reviews: Journal of Food and Dairy Technology

Functional Properties, Color and Betalain Content in Beetroot-Orange Juice Powder Obtained by Spray Drying

Ochoa-Martinez LA*, Garza-Juarez SE, Rocha-Guzman NE, Morales-Castro J,
Gonzalez-Herrera SM

Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. 34080 Durango, Dgo., Mexico

Research Article

Received date: 11/05/2015

Accepted date: 18/05/2015

Published date: 26/05/2015

*For Correspondence

Ochoa-Martínez LA, Instituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. 34080 Durango, Dgo., Mexico

E-mail: aralui.ochoamartinez@gmail.com

Keywords: Spray drying, Beetroot, Betalains, Stability, Juices.

ABSTRACT

Betalains are water-soluble pigments mainly found in red beetroots. Stability of betalains in processed and stored products is generally affected by numerous factors such as the matrix constituent, chelating agents, water activity, pH, temperature, oxygen and light. This research paper reports the functional properties, color, and betalain content in beet root-orange juice powder produced by spray drying. A mixture of beet root juice and orange juice (60/40) was spray dried using 3, 5 and 7% (w.b.) of maltodextrin DE 10, three different inlet air temperatures of 130 °C, 140 °C and 150 °C and two feed flow rates (8 and 10 mL/min). The powders obtained were analysed for moisture content, bulk density, hygroscopicity, wettability, solubility, color and total pigments. It was found that processing juice at 140°C with feed flow rate of 8 mL/min and 5% of maltodextrin gave the best functional properties and the conservation of betalains was high.

INTRODUCTION

Food coloring of fruits and vegetables suffer, in general, color degradation during processing, losing an important quality indicator parameter. The beetroot is a great source of antioxidant components called betalains, which are divided into betacyanins and betaxanthins, the former imparts the purple color to beetroot and the latter gives the yellow-orange color. Red beet has been reported as one of the ten vegetables with most potent antioxidant capacity^[1]. Medical studies have demonstrated health related beneficial properties of beetroot such as lowering cholesterol and arterial pressure, and it has been considered a good source of vitamin B complex and folic acid. Stability of betalains is affected by chelating agents, water activity, nitrogen atmosphere, degree of glucosylation or acylation, pH, temperature, light, oxygen and moisture^[2-4]. Pedreno and Escribano^[5] reported that at pH 3.5 the degradation of betanin was slight, while at pH 8.5 the betanin concentration fell more than 60%, they also reported high antiradical activity at pH 3.5. A pH range between 5 and 7 has been reported to be ideal for the stability of betalains. Von Elbe^[6] found that the highest stability of betanins in a model system was between pH 4 and 5, and pointed that pH=5 were most suitable to preserve the betanins in beetroot juice at 100 °C. Stintzing and Carle^[7] have reported a pH about 4 as suitable for processing. Addition of antioxidants like ascorbic and isoascorbic acids has been reported to improve betalain stability by oxygen removal. Herbach found better stabilizing effect of betacyanins in pitaya juice heated at 85 °C for 1 hour at pH 4 adjusted with 1.0% ascorbic acid, probably due to that the electrophilic center of betanin was partially neutralized. In order to preserve components of interest in liquid food products, spray drying technique has been widely investigated and used^[8-11]. Juices of different vegetable products, contain varied proportions of glucose, fructose, and organic acids, these components have very low glass transition temperature (T_g), high hygroscopicity, low melting point and high solubility resulting in a sticky product when spray dried, leading to different state transitions properties, which are related with collapse, stickiness, agglomeration, crystallization, and caking^[12,13]. Dried

MICROENCAPSULACIÓN MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS

Esquivel-González B.E., Ochoa Martínez L.A.* y Rutiaga-Quiñones O.M.

Instituto Tecnológico de Durango. Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Colonia Nueva Vizcaya, 34080 Durango Dgo., México. Tel: +52 (618) 8186936. email: achoa@itdurango.edu.mx. *Autor para correspondencia

Palabras clave: microencapsulación, secado por aspersion, compuestos bioactivos.

RESUMEN

La microencapsulación es un proceso que se usa para convertir líquidos en sólidos, agregar funcionalidad y mejorar la estabilidad oxidativa de alimentos y extractos e ingredientes alimenticios. Entre sus principales ventajas, se encuentra: enmascarar sabores y olores desagradables de los productos encapsulados, proteger los compuestos bioactivos de oxidación y de reacciones indeseables, así como de condiciones adversas de luz, calor y gases, además de alargar su vida útil. Aunque existe un considerable número de técnicas que permiten realizar el proceso de microencapsulación, el secado por aspersion es un proceso ampliamente utilizado en la industria de alimentos debido a las ventajas que presenta, especialmente cuando se desea proteger aquellos compuestos que presentan una actividad antioxidante y que se encuentran dentro de una matriz alimentaria. Las frutas y vegetales son fuentes importantes de compuestos bioactivos cuyos beneficios a la salud se ha documentado ampliamente, principalmente debido a la actividad antioxidante que poseen. Sin embargo su perecibilidad hace necesaria la aplicación de procesos de conservación que permitan mantener los compuestos de interés y alargar su vida de anaquel. Esta revisión aborda el proceso de secado por aspersion como técnica de encapsulación, incluyendo principalmente sobre los materiales encapsulantes y las diferentes etapas del proceso. Posteriormente se revisa sobre la microencapsulación de compuestos bioactivos como betalaínas, polifenoles, carotenoides y antocianinas.

MICROENCAPSULATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS BY SPRAY DRYING

Key words: microencapsulation, spray drying, bioactive compounds

ABSTRACT

The microencapsulation process is used to convert liquids in solids, to add functionality and to improve the oxidative stability of food and food extracts and ingredients. The main advantages of this technique are to hide flavors and undesirable odors from the encapsulated material, protect bioactive compounds from oxidative reactions, and from environmental conditions like heat, light and gases, as well as to enhance the shelf life. There are several techniques that allow to encapsulate materials, however, spray drying is the most widely used in the food industry due to the advantages presented, especially when it is desirable to protect bioactive compounds from a food matrix having a potential as antioxidant. Fruits and vegetables are important sources of bioactive compounds and their health benefits are well documented, mainly due to the antioxidant activity. However, due to their perishability, it is necessary to apply any kind of processes to allow the conservation of compounds of interest and to extend the shelf life. This review deals about the spray drying as a microencapsulating method, mainly including about encapsulating materials and the steps of the method. Then, it includes about the microencapsulation of bioactive compounds such as, betalains, polyphenols, carotenoids and anthocyanins.

INTRODUCCIÓN

La microencapsulación se define como una tecnología de empaque de materiales sólidos, líquidos o gaseosos en miniatura, cápsulas selladas que pueden liberar su

contenido a velocidades controladas bajo condiciones específicas. Esta tecnología se ha utilizado en la industria de alimentos por más de sesenta años a la fecha. En un sentido amplio, la tecnología de encapsulación en el

Effect of nixtamalization conditions ultrasound assisted on some physicochemical, structural and quality characteristics in maize used for pozole

Efecto de las condiciones de nixtamalización asistida con ultrasonido sobre algunas características fisicoquímicas, estructurales y de calidad en maíz usado para pozole

L.E. Robles-Ozuna^a, L.A. Ochoa-Martínez^{a*}, J. Morales-Castro^a, J.A. Gallegos-Infante^a, A. Quintero-Ramos^b and T.J. Madera-Santana^c

^aInstituto Tecnológico de Durango, Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica, Felipe Pescador 1830 Ote, Colonia Nueva Vizcaya, Durango, Dgo 34080, México; ^bSecretaría de Investigación y Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario s/n, Campus Universitario #2, C.P. 31125, Chihuahua, Chih, México; ^cCentro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Carretera a La Victoria Km. 0.6, Apartado Postal 1735, C.P. 83304, Hermosillo, Son, México

(Received 13 April 2015; final version received 13 October 2015)

Traditional nixtamalization (TN) and assisted ultrasound nixtamalization (ASN) were carried out on maize kernel (*Zea mays*) used for pozole elaboration, evaluating some physicochemical, structural and quality characteristics. It was found that the cooking time for popping (CTP) varied from 92 to 99 min in TN samples and from 72 to 90 min in ASN samples. The percentage of popped grains and the expansion volume did not show significant differences between treatments. In general, it was observed more luminous color and a lower b^* value, which indicate the yellow color when sonication was used during the nixtamalization process. Less starch damage was observed when sonication was applied during the nixtamalization process. Using the ASN, up to 20 min in the CTP was reduced for obtaining the maize kernel for pozole.

Keywords: nixtamalization; maize kernels; pozole; ultrasound; color

Se aplicó el proceso de nixtamalización tradicional (TN) y asistido por ultrasonido (ASN) en maíz utilizado para elaborar pozole, evaluando algunas características fisicoquímicas, estructurales y de calidad. Se encontró que el tiempo de cocimiento para reventado (CTP) varió entre 92 y 99 min en las muestras NT y de 72 a 90 min en las muestras ASN. No se encontró diferencia significativa en el porcentaje de granos reventados y el volumen de expansión (VE). De manera general, se observó que la luminosidad fue mayor y los valores del parámetro b^* que indican el color amarillo fueron más bajos cuando la nixtamalización se llevó a cabo con sonicación. Se observó menos daño en el almidón del grano cuando la nixtamalización se llevó a cabo bajo sonicación. El uso de ASN promovió la reducción de hasta 20 min en el CTP para la obtención del maíz para pozole.

Palabras claves: Nixtamalización; Granos de maíz; Pozole; Ultrasonido; Color

Introduction

Pozole is a typical ingredient to elaborate a dish of the Mexican cuisine, which is widely consumed by the population; it is made from a maize kernel containing certain characteristics. However, processing time is long. In México, the maize varieties destined for pozole known as “pozolero maize” are empirically defined as a function of size and shape, considering large and globular grains (Bonifacio-Vázquez, Salinas-Moreno, Ramos-Rodríguez, & Carrillo-Ocampo, 2005; Hernández-Galeno et al., 2014). However, there are no standards that detail the characteristics of the maize kernel to be considered as “pozolero.” Regarding the technological variables, it is empirically known that the pozolero maize after nixtamalization must have a short cooking time for popping (CTP), and that when it happens it does not disintegrate and the grains must be white and with soft texture. Bonifacio-Vázquez et al. (2005) and Vázquez-Carrillo & Santiago-Ramos (2013) have pointed out that a pozolero maize should have a high percentage of starchy endosperm and minimum pericarp thickness, and that its quality is widely affected by the different types of processes as the nixtamalization and

subsequent cooking. Nixtamalization is considered a process by which the maize kernels acquire higher nutritional value and provoke functional changes (Paredes-López, Guevara-Lara, & Bello-Pérez, 2009). It consists of softening the maize kernel by heating with alkaline solutions, usually calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), followed by steeping and washing. Then the grain is milled to obtain dough, tortillas and other products (Ruiz-Gutiérrez et al., 2010). Several researchers have reported the effect of nixtamalization conditions on the physicochemical parameters and on the quality of flour production (Gutiérrez-Cortez et al., 2013; Ménera-López, Gaytán-Martínez, Reyes-Vega, Morales-Sánchez, & Figueroa, 2013; Palacios-Fonseca et al., 2013). Other studies have suggested that different factors including the type of corn, added water, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, high temperatures, soaking and grinding, among others, induced structural changes in the grain as well as in the chemical composition, and consequently, in the functional properties and nutritional value; however, it has been pointed out that the moisture and calcium absorption the major phenomena occurring in the grain during nixtamalization (Ayala-Rodríguez et al., 2009; Laria, Meza, & Peña, 2007; Rojas Molina et al., 2008).

*Corresponding author. Email: aocchoa@itdurango.edu.mx

ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.

Robles-Ozuna L.E.^{1*} y Ochoa-Martínez L.A.²

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Carretera a La Victoria km 0.6 C.P. 83304, Hermosillo, Sonora, México. Teléfono: + 52 (662) 289-24-00- e-mail: lero@ciad.mx

²Instituto Tecnológico de Durango. Felipe Pescador 1830 Oriente Nueva Vizcaya, 34080 Durango Durango, México. Teléfono: +52 (618) 829 0910. E-mail: aralui@itdposgrado-bioquimica.com.mx

*Autor para correspondencia

Palabras clave: Ultrasonido, procesamiento de alimentos, calidad, industria de alimentos

RESUMEN

Actualmente, el empleo de ultrasonido (US) en el procesamiento de alimentos está basado en la ventaja que representa sobre los procesos tradicionales, al reducir tiempos de proceso y mejorar atributos de calidad. Además es considerada una tecnología limpia y de gran potencial de aplicación en procesos como secado, congelado, descongelado, extracción, entre otros. Fundamentalmente está establecido que el efecto de cavitación gaseosa es el que produce el efecto conservador del US, ya que de esta manera se promueve la implosión de microburbujas las cuales generan la liberación de energía. Esto permite aumentos de temperatura que producen los diferentes cambios físicos, químicos y bioquímicos en el micro entorno de las células de los diferentes productos procesados. Los US se aplican en diferentes modalidades de alta y baja intensidad así como alta y baja frecuencia. De esta manera, variando su longitud de onda, frecuencia e intensidad es que se promueven mejores tiempos y formas de mezclado, al igual que transferencia de energía y masa, para reducir tiempos de extracción e incrementar la producción y elaboración de alimentos. En esta revisión se presenta una visión actual del uso de US en diferentes modalidades y en procesos de gran importancia en la industria de alimentos actual, enfatizando las ventajas y los efectos en los diferentes procesos.

ULTRASOUND AND THEIR APPLICATIONS IN FOOD PROCESSING

Key words: Ultrasound, food processing, quality, food industry

ABSTRACT

Currently, the use of ultrasound (US) in food processing is based on the advantage that represents on the traditional processes, reducing processing times and improved quality attributes. It is also considered a clean technology and great potential for application in processes such as drying, freezing, thawing, extraction, among others. Essentially, it is established that the gaseous cavitation caused during application of US provoke the preservation effect on foods, since in this way promotes the implosion of microbubbles which generate energy release. This allows temperature increases to produce different physical, chemical and biochemical changes in the micro environment of cells of different products processed. The US is applied in various forms of high and low intensity and high and low frequency. Thus, varying the wavelength, frequency and intensity leads to better forms and time of mixing, as well as energy and mass transfer, to reduce extraction times and increase production and food processing. This review presents a current view of the use of US in different forms and processes of great importance in the food industry today, emphasizing the advantages and effects on the components of foods in different processes.

INTRODUCCIÓN

El ultrasonido de potencia representa una tecnología novedosa, la cual ha creado bastante interés debido a sus efectos promisorios en las áreas de procesamiento y

conservación de alimentos; sin embargo, y aunque actualmente es considerada una tecnología emergente, el uso de la tecnología de ultrasonido no se ha promovido para su aplicación en productos comerciales. Solo se

Efecto de la aplicación de alta presión hidrostática sobre la inactivación microbiana y las propiedades fisicoquímicas de arilos de granada

Effect of high hydrostatic pressure processing on microbial inactivation and physicochemical properties of pomegranate arils

Evelyn Ríos-Romero^a, Gipsy Tabilo-Munizaga^b, Juliana Morales-Castro^a, Juan E. Reyes^b, Mario Pérez-Won^c and Luz Araceli Ochoa-Martínez^{a*}

^aDepartamento de Ingeniería Bioquímica, Instituto Tecnológico de Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote., Durango, Dgo, Mexico; ^bDepartamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Bio-Bio, Avenida Andrés Bello s/n, casilla 447, Chillán, Chile; ^cDepartamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad de la Serena, Avenida Raúl Bitrán s/n, casilla 599, La Serena, Chile

(Received 25 January 2011; final version received 9 July 2011)

The objective of this research was to evaluate the effect of high pressure processing on the microbiological shelf life and physicochemical properties (pH, acidity, antioxidant activity, polyphenols, total soluble solids, and color) of the pomegranate arils during refrigerated storage. Pressures of 350, 450, and 550 MPa for 30, 60, and 90 s were applied on pomegranate arils and stored at 4°C during 35 days. Microbiological and physicochemical parameters were determined during storage. High hydrostatic pressure treatments were able to reduce the initial microbial load (1.0 and 1.60 CFU/g) to <1.0 CFU/g. Independently of the applied treatment the self-life was extended more than 35 days. During the storage time, the total polyphenol content and antioxidant activity decreased significantly ($p < 0.05$) compared to the control sample.

Keywords: Pomegranate arils; hydrostatic high pressure; shelf-life; microbial inactivation; physicochemical parameters.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la APH sobre la vida útil microbiológica y parámetros fisico-químicos (pH, acidez, actividad antioxidante, contenido de polifenoles, SST y color) de arilos de granada durante su almacenamiento a temperatura de refrigeración. Se aplicaron tratamientos de 350, 450 y 550 MPa durante 30, 60 y 90 s, posteriormente las muestras se almacenaron a 4°C durante 35 días. Las muestras fueron sometidas a recuentos microbianos y análisis fisico-químicos. Todos los tratamientos de APH ensayados lograron reducir la carga microbiana inicial (1,0 y 1,6 log UFC/g) a <1,0 log UFC/g. La vida útil se logró extender a más de 35 días, independientemente del tratamiento aplicado. El contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante de las muestras procesadas disminuyeron significativamente ($p < 0,05$) durante el tiempo de almacenamiento en comparación con la muestra control.

Palabras claves: arilos de granada; alta presión hidrostática; vida útil; inactivación microbiana; parámetros fisicoquímicos.

Introducción

La granada (*Punica granatum* L.) es una fruta no climatérica que presenta una baja velocidad de respiración. La parte comestible de la fruta se encuentra en el interior de una corteza coriácea y se denominan “arilos”; éstos están compuestos en un 78% de jugo y un 22% de semilla (Kurkarni & Aradhya, 2005). El jugo de granada contiene una cantidad considerable de sólidos solubles totales, azúcares, antocianinas, polifenoles, ácido ascórbico y proteínas; además es una fuente rica de antioxidantes (Gil, Tomas-Barberan, Hess-Pierce, Holcroft, & Kader, 2000). Los principales compuestos antioxidantes presentes en el jugo de granada son los taninos hidrolizables, aunque las antocianinas y derivados del ácido elágico también contribuyen a la capacidad antioxidante total del jugo (Gil et al., 2000). Se sabe que el consumo de granada tiene múltiples beneficios nutricionales y médicos. Y así, algunas investigaciones clínicas sugieren que el jugo de granada cambia en la sangre los parámetros de Lipoproteínas de Baja Densidad (LDL), Lipoproteínas de Alta Densidad (HDL) y del

colesterol, y puede ser útil en enfermedades del corazón, Alzheimer y cáncer, además de mejorar la calidad del esperma y la disfunción eréctil del hombre (Tezcan, Gültekin-Özgüven, Diken, Özcelik, & Erim, 2009). Desafortunadamente, los compuestos bioactivos son rápidamente afectados por factores exógenos tales como oxígeno, luz, y especialmente pH y temperatura. Por lo tanto, existe una verdadera necesidad por minimizar la degradación de compuestos con propiedades funcionales durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos, a fin de garantizar una óptima calidad nutricional y sensorial (Ferrari, Maresca, & Ciccarone, 2010). Por otro lado, los arilos de granada, al igual que otras frutas, son susceptibles a la alteración microbiana, la que puede reducir su vida útil.

Para conservar las propiedades nutraceuticas y extender la vida útil de los alimentos funcionales se ha sugerido la utilización de tecnologías innovadoras de naturaleza no térmicas. Entre estas tecnologías, la alta presión hidrostática (APH), tiene un gran potencial para extender la vida útil y producir alimentos de alta calidad, que mantengan las

*Corresponding author. Email: aralui@itdposgrado-bioquimica.com.mx



Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on physicochemical properties, bioactive compounds and shelf-life of pomegranate juice

Elizabeth Varela-Santos ^a, Araceli Ochoa-Martinez ^a, Gipsy Tabilo-Munizaga ^b, Juan E. Reyes ^b, Mario Pérez-Won ^{c,*}, Vilbett Briones-Labarca ^c, Juliana Morales-Castro ^a

^a Department of Biochemical Engineering, Instituto Tecnológico de Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Durango, Durango, Mexico

^b Department of Food Engineering, Universidad del Bío-Bío, Avenida Andrés Bello s/n, Box 447, Chillán, Chile

^c Department of Food Engineering, Universidad de La Serena, Avenida Raúl Bitrán s/n, Box 599, La Serena, Chile

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 May 2011

Accepted 21 October 2011

Editor Proof Receive Date 18 November 2011

Keywords:

Pomegranate juice

High hydrostatic pressure

Shelf-life

Antioxidant

Phenolic

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect high hydrostatic pressure (HHP) processing (350–550 MPa for 30, 90 and 150 s) on microbial quality as well as physico-chemical and bioactive compounds of pomegranate juices during 35 days of storage at 4 °C. Antioxidant activity, phenolic content and color values (L^* , a^* and ΔE) were determined. The microbiological results showed that HHP-treatment at or over 350 MPa for 150 s resulted in a reduction of the microbial load around 4.0 log cycles, and were sufficient to keep microbial populations investigated below the detection limit during the whole storage period. Therefore, these treatments were able to extend the microbiological shelf-life of pomegranate juice stored at 4 °C for more than 35 days. All HHP-treated samples showed a slight reduction in antioxidant capacity during storage time. Phenolic content increased significantly ($p < 0.05$) between 3.38% and 11.99% for treated samples with 350 MPa and 550 MPa at day 0. The ΔE values, which are an indicator of total color difference, showed that there were significant differences ($p < 0.05$) in color between untreated and treated samples and showed a significant decrease ($p < 0.05$) in ΔE values during storage time. The highest color difference was obtained at day 35 for 550 MPa for 90 s. These results clearly demonstrate that the color stability of pomegranate juice depends on the processing conditions. During the first 15 days, the pH, °Brix and titratable acid were not significantly affected by high pressure processing.

Industrial relevance: This paper provides information of storage stability of pomegranate juice after pressure treatments which is quite scarce. In database collected, criteria for commercial production of high quality pomegranate juice with safety requirements could be established.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Pomegranate (*Punica granatum*, Punicaceae) is highly valued mainly due to its exceptional and unique sensory and nutritional properties (López-Rubira, Conesa, Allende, & Artés, 2005). Polyphenols are the major class of pomegranate phytochemicals, including flavonoids (anthocyanins), condensed tannins (proanthocyanidins) and hydrolysable tannins (ellagitannins and gallotannins) (Jaiswal, DerMarderosian, & Porter, 2009). It has been reported that consumption of pomegranate fruits has nutritional and medical benefits, including reduced oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation, as well as anticancer, antibacterial, and antiviral activities (Qu, Pan, & Ma, 2010). Therefore, there is a need for alternative methods of processing which can increase microbiological stability and preserve nutritional and bioactive characteristics (Patras, Brunton, Da Pieve, &

Butler, 2009). Consumer demand for freshly squeezed fruit juices is increasing, but such products are susceptible to spoilage and thus have a limited shelf-life (Buzrul, Hami, Largeteau, & Demazeau, 2008). Thermal processing (pasteurization) is the most commonly used preservation technique to extend the shelf life of juices. However, this process may have adverse effects on sensory and nutritional values of juices (Plaza et al., 2006). Therefore, color quality of anthocyanin containing juices is undesirably lost during thermal process (Patras, Brunton, O'Donnell, & Tiwari, 2010). Food scientists and the food industry are therefore searching for novel methods, which can destroy undesirable microorganisms with less adverse effects on product quality. Several methods have been investigated for extending the shelf life of food. Non-thermal processing technologies for food preservation and safety are gaining widespread acceptance throughout the food industry. An example is high hydrostatic pressure (HHP) technology, which has been identified as a method for inactivating microorganisms (Patterson, 2005) and the processing temperature does not increase beyond 40 °C (Welti-Chanes, Ochoa-Velasco, & Guerrero-Beltrán, 2009). This technology transmits isostatic pressure instantly to the product,

* Corresponding author.

E-mail address: mperez@userena.cl (M. Pérez-Won).