

EFFECTO DE HARINA DE CÁSCARAS DE TUNA Y PIÑA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y TEXTURALES DE SALCHICHAS COCIDAS INOCULADAS CON BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

Díaz-Vela J.^a, Totosaus A.^b, Pérez-Chabela, M. L.^{a,*}

a Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Biotecnología. Av. San Rafael Atlixco No. 186, Vicentina, C. P. 09340, Iztapalapa, México D. F.

b Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Laboratorio de Ciencia de Alimentos. Av. Tecnológico S/N, Valle de Anahuac, C.P. 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México. * e-mail: lpch@xanum.uam.mx

RESUMEN

Las cáscaras de frutos son fuente importante de fibra dietética potencialmente prebióticas y compuestos bioactivos que pueden tener un efecto de productos cárnicos. Fueron analizados seis diferentes tratamientos para establecer el efecto de la harina de cáscara de tuna y piña sobre las características fisicoquímicas, texturales y estructurales de un producto cárnico cocido inoculado con una bacteria ácido láctica (*P. pentosaceus* UAM22) durante 20 días de almacenamiento (4°C). La humedad de las salchichas fue mayor en tratamientos con harina de cáscaras de frutos, pero en salchichas inoculadas mostró menor humedad expresable. La harina de cáscara de tuna disminuyó la rancidez oxidativa durante el almacenamiento. La inoculación y ambas harinas causaron un incremento en la luminosidad y disminución en los valores de la componente roja y amarilla. Las muestras inoculadas y con harina de cáscara de tuna presentaron una estructura más dura, menos cohesiva y menos resiliente. Las micrografías mostraron la producción de exopolisacáridos en el tratamiento con inóculo y con harina de cáscara de tuna. La harina de cáscara de tuna y la cepa *P. pentosaceus* UAM22 pueden ser empleados en la formulación de productos cárnicos cocidos simbióticos.

ABSTRACT

Peel fruits are important sources of dietary fiber and bioactive compounds that have an effect on cooked meat products. Six different treatments were analyzed to establish the prebiotic effect of pear peel flour and pineapple peel flour on physicochemical, textural and structural characteristics of a cooked meat product inoculated with *P. pentosaceus* UAM22 during 20 days of refrigerated storage. Sausages moisture was higher in treatments with fruit peel flour, but inoculated sausages showed lower expressible moisture. Cactus pear peel flour decreased as well oxidative rancidity during storage. Inoculation and both flours caused increase luminosity and decrease redness and yellowness values. Inoculated samples with cactus fruit peel flour presented a harder but less cohesive and less resilient structure. Micrographs showed the production of exopolysaccharides by the employed strain and cactus peel flour. Cactus fruit peel flour and thermotolerant probiotic *P. pentosaceus* can be employed to formulate symbiotic cooked meat products.

Palabras clave: Fibra dietética, harina de cascara de frutos, salchichas cocidas.

Área: Alimentos funcionales

INTRODUCCIÓN

La utilización integral de frutas ha sido un reto para la industria alimenticia debido a la generación de co-productos agroindustriales tales como cáscaras. Estos co-productos pueden ser usados como ingredientes primarios o secundarios para la nutrición humana o animal como fuente de fibra dietética y compuestos bioactivos. Las semillas y cáscaras son las únicas partes no comestibles de la fruta cuando estas son procesadas o consumidas en fresco, las cuales han sido ampliamente estudiadas debido a la extracción de varios compuestos de valor agregado (Ketnawa et al., 2012). Se ha reportado que la cáscara de tuna (*Opuntia ficus indica*) contiene ácidos grasos poliinsaturados, como ácido linoléico, y antioxidantes tales como: tocoferoles, vitamina E, C y K, con un contenido de fibra dietética total de 64.15% (Ramadan and Mörcel, 2003). La cáscara de piña es un co-producto con un contenido de fibra dietética total de 62.54%, con capacidad antioxidante (Larrauri et al., 1997). Además, los estudios *in vitro* han demostrado el efecto prebiótico de la harina de cáscara de tuna y piña con el crecimiento de cepas probióticas (Díaz-Vela et al., 2013). Por otro lado, el desarrollo continuo de los alimentos funcionales es muy importante hoy en día con el fin de ofrecer alimentos más sanos a los consumidores. Los co-productos de frutas son una fuente importante de fibra dietética y antioxidantes para el desarrollo de alimentos funcionales. El uso de la fibra dietética en salchichas ha sido estudiado como el efecto sobre sus propiedades fisicoquímicas y tecno-funcionales (Hernández –García and Güemes-Vera, 2010; Ktari et al., 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de harina de cascaras de tuna y piña

Las cáscaras de las frutas fueron obtenidas en un establecimiento local y se lavaron con agua. Estas fueron cortadas (2x2 cm.) y secadas (60°C/24 h). Después fueron molidas y tamizadas (malla No. 100). La harina fue empacada al vacío y almacenada hasta su uso.

Elaboración de salchichas

Se elaboraron seis diferentes tratamientos de salchichas de acuerdo a la formulación de salchichas tipo-Vienna. Control: carne de cerdo (50% p/p), lardo (20% p/p), hielo (22.3% p/p), cloruro de sodio (2% p/p), fosfato de sodio (0.4% p/p), nitritos (0.3% p/p) y harina de trigo (5% p/p). Experimentales: con harina de cáscara de tuna o harina de cáscara de piña (3% p/p), con inóculo (10^8 UFC/mL) (*P. pentosaceus* UAM22) y adicionadas con ambas harinas e inoculadas.

Análisis Fisicoquímicos

Humedad Total, Humedad Expresable, Rancidez Oxidativa y Análisis de perfil de textura (APT)

La humedad total se determinó por diferencia de peso después del secado en un horno a 110°C hasta obtener un peso constante (Método Oficial No. 950.46; A.O.A.C, 1996). La humedad expresable se determinó al someter 2-3 g de muestra a una fuerza

centrífuga (2000 x g /15 min), reportando el porcentaje de agua liberada (Jauregui et al., 1981). La rancidez oxidativa fue determinada mediante la metodología propuesta por Zipser and Watts (1962); destilando una solución con la muestra (10g), agua destilada (49mL/50°C) y 1 mL sulfanilamida-HCl; del cual se tomó 5mL y se adicionó 1 mL de TBA (Ácido Tiobarbiturico), determinando por espectrofotometría ($\lambda=538$ nm) los mg MAD/g de muestra. Para el APT se utilizó un texturometro Brookfield LFRA 4500, donde las muestras fueron comprimidas hasta 30% de su tamaño a una velocidad de compresión de 1mm/s. De las curvas de fuerza-deformación fue calculada la dureza, cohesividad y resiliencia (Bourne, 1978).

Microscopia electrónica de barrido

Se tomó una porción interna de las salchichas (1x1 cm y 2-3 mm de espesor). Las muestras fueron fijadas (glutaraldehido al 5%) durante 48 h y post-fijadas con tetraóxido de osmio (1%) durante 2h. Posteriormente, se deshidrataron con etanol (30-100%) y se secaron a punto crítico con CO₂; para después realizar un baño de oro y ser observadas en un microscopio JEOL JSM-5900LV (JEOL Ltd., Tokyo, Japan) (Julavittayanukul et al., 2006).

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados con el procedimiento PROC ANOVA del paquete estadístico SAS v.8.0 (SAS System, Cary, NC, USA). Las diferencias entre medias fueron determinadas mediante la prueba de Duncan.

RESULTADOS

La humedad total de las salchichas fue mayor al incorporar harina de cascara de frutas (tuna o piña), mientras que el tratamiento control presento el menor porcentaje; durante el tiempo de almacenamiento, el valor mayor fue al día 1 presentando una tendencia en descenso hasta el día 20 (Tabla I). La humedad expresable fue mayor con harina de cáscara de piña, seguido de la harina de cáscara de tuna, mientras que los tratamientos con alguna de las harinas e inoculadas presentaron una disminución en este parámetro; además, durante el almacenamiento fue aumentando la humedad expresable (Tabla I). La incorporación de harina de cascara de tuna y/o bacteria ácido lácticas resulto en valores significativamente ($P<0.05$) bajos de rancidez oxidativa que el control; durante el almacenamiento, la concentración de malonaldehido incremento significativamente ($P<0.05$) (Tabla I).

Tabla I. Humedad total, humedad expresable y rancidez oxidativa de los diferentes tratamientos de salchichas durante su almacenamiento

Tratamiento	Humedad total (%)			Humedad expresable (%)			Rancidez Oxidativa (mg Malonaldehido/kg)		
	Tiempo (días)			Tiempo (días)			Tiempo (días)		
	1	9	20	1	9	20	1	9	20
Control	55.06 ^{CA}	49.42 ^{CB}	49.88 ^{CB}	19.18 ^{bc} C	28.63 ^{bc} B	29.63 ^{bc} A	0.02 ^{aC}	0.077 ^{aB}	0.105 ^{aA}
BAL	50.98 ^{bA}	54.55 ^{bB}	54.07 ^{bB}	21.59 ^{cC}	23.51 ^{cB}	29.17 ^{CA}	0.025 ^{bC}	0.041 ^{bB}	0.064 ^{bA}
HCT	58.02 ^{aA}	54.02 ^{aB}	54.14 ^{aB}	19.25 ^{bC}	25.23 ^{bB}	25.99 ^{bA}	0.028 ^{eC}	0.028 ^{eB}	0.032 ^{eA}
HCP	56.43 ^{aA}	56.25 ^{aB}	55.42 ^{aB}	39.30 ^{aC}	40.05 ^{aB}	44.23 ^{aA}	0.027 ^{de} C	0.029 ^{de} B	0.044 ^{de} A

HCT + BAL	54.08 ^{ba}	53.84 ^{bb}	53.13 ^{bb}	20.32 ^{cc}	25.38 ^{cb}	25.70 ^{ca}	0.028 ^{cd} C	0.039 ^{cd} B	0.040 ^{cd} A
HCP + BAL	53.40 ^{bc} A	52.40 ^{bc} B	52.76 ^{bc} B	22.82 ^{cc}	27.70 ^{cb}	32.37 ^{ca}	0.029 ^{bc} C	0.032 ^{bc} B	0.060 ^{bc} A

a-b Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente ($P>0.05$) diferentes por tratamiento.

A-B Medias con la misma letra en la misma fila no son significativamente ($P>0.05$) diferentes por tiempo de almacenamiento. BAL: bacteria ácido láctica, HCT: harina de cáscara de tuna, HCP: harina de cáscara de piña.

De acuerdo a la textura (Tabla II), las muestras con harina de cáscara de tuna fueron menos duras, sin embargo al ser inoculadas y con esta harina la dureza fue significativamente mayor ($P<0.05$) que el resto de los tratamientos, aumentando además durante el almacenamiento; la cohesividad fue mayor ($P<0.05$) con harina de cáscara de piña seguidas de las muestras control e inoculadas; los valores más bajos de resiliencia fueron detectados con harina de cáscara de tuna, durante el almacenamiento las muestras presentaron disminución en los valores de cohesividad y resiliencia a partir del día 9.

Tabla II. Análisis de perfil de textura de los diferentes tratamientos de salchichas durante su almacenamiento

Tratamiento	Dureza (N)			Cohesividad			Resiliencia		
	Tiempo (días)			Tiempo (días)			Tiempo (días)		
	1	9	20	1	9	20	1	9	20
Control	17.15 ^c C	18.80 ^c A	15.70 ^c B	0.37 ^b B	0.35 ^b B	0.38 ^b A	0.72 ^a B	0.70 ^a B	0.73 ^a A
BAL	15.00 ^c C	20.25 ^c A	16.10 ^c B	0.33 ^c B	0.33 ^c B	0.37 ^c A	0.68 ^b B	0.68 ^b B	0.73 ^b A
HCT	10.80 ^e C	11.90 ^e A	10.60 ^e B	0.20 ^f B	0.23 ^f B	0.25 ^f A	0.54 ^e B	0.56 ^e B	0.60 ^e A
HCP	18.30 ^b C	23.15 ^b A	22.90 ^b B	0.37 ^a B	0.38 ^a B	0.38 ^a A	0.72 ^a B	0.72 ^a B	0.72 ^a A
HCT + BAL	24.70 ^a C	22.60 ^a A	26.40 ^a B	0.33 ^d B	0.33 ^d B	0.33 ^d A	0.68 ^c B	0.69 ^c B	0.68 ^c A
HCP + BAL	14.40 ^d C	15.50 ^d A	15.10 ^d B	0.28 ^e B	0.28 ^e B	0.27 ^e A	0.63 ^d B	0.63 ^d B	0.61 ^d A

a-e Medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente ($P>0.05$) diferentes por tratamiento.

A-C Medias con la misma letra en la misma fila no son significativamente ($P>0.05$) diferentes por tiempo de almacenamiento. BAL: bacteria ácido láctica, HCT: harina de cáscara de tuna, HCP: harina de cáscara de piña.

Por último, las micrografías muestran un crecimiento de bacterias ácido lácticas en las muestras control (Fig. 1b), siendo más evidente para las muestras inoculadas y harina de cáscara de tuna (Fig 1e y f) donde además puede observarse la producción probable de exopolisacáridos aún después de 9 días de almacenamiento.

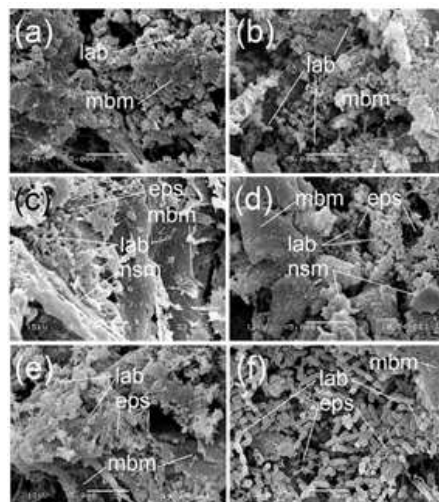


Figura 1. Micrografías de las salchichas durante almacenamiento: control día 9 (a) y 20 (b); HCT día 9 (c) y 20 (d); HCT-BAL día 9 (e) y 20 (f). LAB: bacteria ácido láctica. MBM: matriz de batido cárnico. EPS: exopolisacárido. NSM: material no soluble.

DISCUSIÓN

La capacidad de retención de agua en un sistema alimenticio es una propiedad importante desde el punto de vista técnico. Esta propiedad muestra la habilidad de un material de retener agua durante la aplicación de fuerzas gravitacionales o compresión, la cual se compone de agua ligada, hidrodinámica y principalmente agua ligada físicamente (Yamazaki et al., 2005). De acuerdo a Thebaudin et al., (1997), la adición de fibra dietética incrementa la capacidad de retención de agua y grasa en un producto cárnico, reflejándose en características físicas y estructurales. Por otro lado, la baja rancidez detectada es debido a la composición de harinas de cáscara de tuna y piña por su capacidad antioxidante; la cáscara de tuna contiene taninos, flavonoides y polifenoles (Ramadan and Mörsel, 2003; Cerezal and Duarte, 2005), mientras que la cáscara de piña tiene alto contenido de mirecitina, un polifenol con capacidad antioxidante (Larrauri et al., 1997). *P. pentosaceus* produjo exopolisacáridos lo cual pudo haber explicado la textura firme y menos cohesiva de las muestras inoculadas, además de incrementar la humedad y reducir la humedad expresable (Pérez-Chabela et al., 2013).

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC 1996: Official Method of Analysis of AOAC International (16th ed.). Washington, DC.
- Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 32: 62-72.
- Cerezal P, Duarte G. 2005. Utilización de cáscaras en la elaboración de productos concentrados de tuna (*Opuntia ficus-índica* (L.) Miller). *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 7: 61-83.
- Díaz-Vela J, Totosaus A, Cruz-Guerrero AE, Pérez-Chabela ML. 2013. *In vitro* evaluation of the fermentation of added-value agroindustrial by-products: cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.) peel and pineapple (*Ananas comosus*) peel as functional ingredients. *International Journal of Food Science and Technology* 48: 1460-1467.

- Hernández-García S, Güemes-Vera N. 2010. Efecto de la adición de harina de cascara de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de salchichas cocidas. *Nacameh* 4: 23-36.
- Jauregui CA, Regenstein JM, Baker RC. 1981. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *Journal of Food Science* 46: 1271-1273.
- Ketnawa S, Chaiwut P, Rawdkuen S. 2012. Pineapple waste. A potential source for bromelain extraction. *Food and Bioproducts Processing* 90: 385-391.
- Ktari N, Smaoui S, Trabelsi I, Nasri M, Salah RB. 2014. Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage. *Meat Science* 96: 521-525.
- Larrauri J, Ruperez P, Saura FC. 1997. Pineapple shell as a source of dietary fiber with associated polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 4028-4031.
- Pérez-Chabela ML, Díaz-Vela J, Menéndez CV, Totosaus A. 2013. Improvement of moisture stability and textural properties of fat and salt reduced cooked sausages by inoculation of thermotolerant lactic acid bacteria. *International Journal of Food Properties* 16: 1789-1808.
- Ramadan MF, Mörsel JT. 2003. Recovery lipids from prickly pear [*Opuntia ficus-indica*(L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. *Food Chemistry* 83: 447-456.
- Thebaudin JY, Lefebvre AC, Harrington M, Bourgeois CM. 1997. Dietary fibers: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology* 8: 41-48.
- Yamazaki E, Murakami K, Kurita O. 2005. Easy preparation of dietary fiber with the high water-holding capacity from food source. *Plant Foods for Human Nutrition* 60: 17-23.
- Zipser M, Watts B. 1962. A modified 2-tiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meats. *Food Technology* 17: 102-104.