II Congreso Iberoamericano sobre Seguridad Alimentaria
V Congreso Español de Ingeniería de Alimentos
Barcelona, 5 a 7 de Noviembre de 2008
© CIMNE, España 2008

EFECTO DEL SECADO CONVECTIVO EN LA ESTABILIDAD DE COMPUESTOS FENÓLICOS AÑADIDOS A ALIMENTOS SÓLIDOS MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

A. Rózek[1], I. Achaerandio[2], C. Güell[1], F. López[1] y M. Ferrando[1]*

1: Departament d'Enginyeria Química
Universitat Rovira i Virgili
Avda. Països Catalans 26, 43007 Tarragona, España
e-mail: montse.ferrando@urv.cat, http://www.etseq.urv.es/gita

2: Departament d'Enginyeria Agroalimentaria i Biotecnologia
Universitat Politècnica de Catalunya
UPC Parc Mediterrani de la Tecnologia.
Campus Baix Llobregat Edifici D4-ESAB 08860 Castelldefels (Barcelona), España
e-mail: maria.isabel.achaerandio@upc.edu, https://deab.upc.edu/

Palabras clave: deshidratación osmótica, secado, polifenoles, uva, actividad antioxidante.
Resumen. La deshidratación osmótica (DO) y la tecnología del secado convectivo representan una alternativa en la reducción de las pérdidas de fruta perecedera. En el presente estudio se ha evaluado el efecto del proceso de secado convectivo sobre los compuestos fenólicos añadidos mediante DO, a un alimento modelo y a dos frutas con marcadas diferencias estructurales. Las propiedades antioxidantes de estos compuestos y su capacidad de atrapar radicales libres, son las responsables de las propiedades beneficiosas para la salud que se les atribuyen. La DO se llevó a cabo utilizando soluciones acuosas de sacarosa (50% p/p) y NaCl (10% p/p), como fuente de polifenoles, un extracto comercial de semillas de uva (0.63%). La DO de 25 g de gel de agar (alimento modelo), manzana y plátano cortados en forma de dado (1 cm) se llevó a cabo durante 8 horas. Seguidamente, las muestras se secaron mediante secado convectivo durante 2,5 horas. La temperatura de secado (40°C), la velocidad del aire (4 m/s) y la humedad relativa (60%) fueron controladas y se mantuvieron constantes durante todo el proceso. El contenido total en polifenoles se determinó en los alimentos deshidratados osmóticamente, antes y después del secado con aire. Los resultados de este estudio mostraron que el contenido total de polifenoles en las frutas osmo-deshidratadas y secadas convectivamente era comparable. El contenido total en polifenoles de los alimentos deshidratados osmóticamente fue de 9.2 ± 0.3 mg GAE/g m.s. para el gel de agar, 9.1 ± 0.3 mg GAE/g m.s. para la manzana y 4.2 ± 0.12 mg GAE/g m.s. para el plátano. Tras la etapa de secado convectivo, el contenido en polifenoles totales fue de 8.0 ± 0.4, 8.4 ± 0.6 y 4.1± 0.2 mg GAE/g m.s. para el gel de agar, la manzana y el plátano, respectivamente. La DO ha demostrado ser una operación adecuada para el enriquecimiento de alimentos sólidos con compuestos fenólicos de la uva. El secado convectivo que se realiza posteriormente parece no tener un efecto significativo en la degradación térmica de estos compuestos antioxidantes.

1. INTRODUCCIÓN

El empleo de extractos comerciales de elevado contenido en polifenoles de uva como suplemento nutricional se ha extendido en los últimos años. Su elevado contenido en monómeros, oligómeros y polímeros formados por subunidades de flavan-3-ol se ha relacionado con una seria de propiedades farmacológicas entre las que destacan, la reducción de la oxidación de lipoproteínas de baja densidad o la actividad anticancerígena y antimutagénica [1],[2].

La deshidratación osmótica se ha planteado como una tecnología apropiada para la incorporación de compuestos bioactivos de distinta naturaleza en alimentos sólidos [3]. Entre distintas aplicaciones, cabe mencionar el empleo de la DO para enriquecer un alimento modelo (gel de agar) con polifenoles de uva procedentes de un mosto concentrado [4]. En estas condiciones se consiguió un incremento significativo del contenido en polifenoles totales y de la actividad antioxidante (TEAC), en el alimento modelo. Sin embargo, la aplicación de la DO para la formulación de alimentos enriquecidos con polifenoles de uva requiere investigar de qué forma la estructura del alimento afecta a la impregnación de los polifenoles y determinar la estabilidad de los mismos durante una etapa posterior de tratamiento.

Con esta finalidad se ha investigado la ganancia de polifenoles de uva en tres matrices vegetales (manzana, plátano y patata) durante la DO, utilizando un extracto comercial de semillas de uva como fuente de polifenoles. La estabilidad de los polifenoles incorporados en cada uno de estos alimentos se ha estudiado durante una etapa posterior de secado convectivo y se ha comparado con la observada en un alimento modelo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Deshidratación osmótica

Manzanas (*Malus pumila*, var. Ganny Smith), plátanos (*Musa acuminata*, var. Cavendish) y patatas (*Solanum tuberosum*, var. Monalisa), adquiridos en un supermercado local, fueron pelados previamente a la DO. Como alimento modelo se empleó un gel preparado con un 4% (p/p) de agar-agar (Scharlau), 9,6% (p/p) de sacarosa, y agua destilada. Todos los alimentos fueron cortados en cubos de 1 cm antes de la DO. Entre 40 y 50 g de alimento fueron introducidos en 1L de solución osmótica durante 0,5, 1, 2, 4 y 8 h a 25°C y presión atmosférica. Se realizaron duplicados de todos los experimentos

En la solución osmótica, se empleó como fuente de polifenoles un extracto comercial de semillas de uva (Vitisol®, Berkem, Gardonne, Francia). La DO de las manzanas y plátanos se realizó con soluciones de sacarosa al 50% (p/p) y la de patatas con soluciones de NaCl al 10% (p/p). La fracción másica de polifenoles en todas las soluciones fue 6300 mg GAE/kg.

2.2 Secado convectivo

Aproximadamente 100g de manzana, plátano, patata y alimento modelo tratado

osmóticamente durante 8 h se introdujeron en un secadero a escala de laboratorio. El secado se llevó a cabo hasta peso constante a 55°C con una velocidad del aire de 4m/s. Se monitorizó el peso durante el proceso.

2.3 Métodos analíticos

En las muestras de alimento fresco y tratado, se determinó el contenido en humedad con el método oficial AOAC 920.151, el contenido en polifenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu [5] y la capacidad para secuestrar radicales libres con el método TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) [6]. Previamente a la determinación de polifenoles totales y TEAC, los polifenoles fueron extraídos de las muestras de alimentos mediante una extracción secuencial [4].

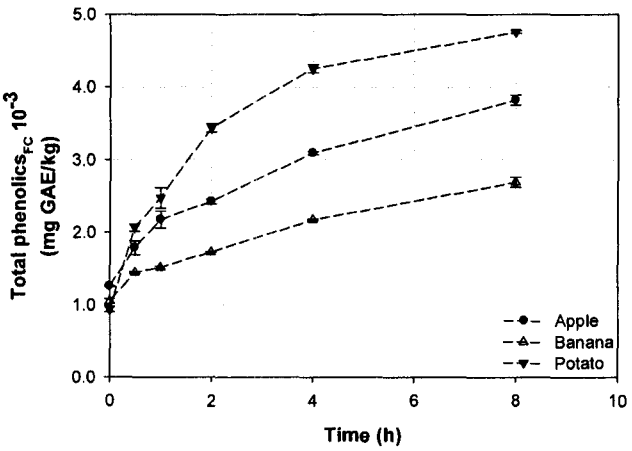
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Impregnación de polifenoles durante DO

La Figura 1 muestra la evolución del contenido en polifenoles totales y TEAC observado en manzana, plátano y patata durante la DO. Estos resultados indican que es posible incrementar de manera significativa el contenido en polifenoles totales en alimentos de origen vegetal mediante DO, y por tanto su capacidad antioxidante. Tras 8 h de DO, el contenido en polifenoles totales en manzana y plátano fue de 3800±69 y 2690±71 mg GAE/kg, respectivamente. En el caso de la patata, este valor se incrementó hasta 4757±18 mg GAE/kg. Asimismo los valores de TEAC en manzana, plátano y patata fueron, respectivamente, 33±1, 19±5 y 62±1 mmol Trolox/kg. Resultados aparecidos en la literatura muestran que frutas ricas en polifenoles como moras, arándanos, o ciruelas tienen unas concentraciones en polifenoles totales que oscilan entre 2700-9300, 5272 ±215, 1740-3750 mg GAE/kg, respectivamente [7], [8]. En términos de TEAC, se encontraron valores elevados en bayas como la zarzamora (20,24 mmol Trolox/kg), la frambuesa (16,79 mmol Trolox/kg) o la fresa (10,94 mmol Trolox/kg) [9]. Es interesante hacer notar que el enriquecimiento con polifenoles de uva aportó un incremento en la capacidad antioxidante incluso superior al observado en el contenido de polifenoles totales.

El agente osmótico utilizado en la DO de frutas (manzana y plátano) fue sacarosa (50% p/p) mientras que en la DO de patata se empleó NaCl (10% p/p). Esto puede explicar la notable diferencia observada entre el contenido en polifenoles obtenido en patata con respecto al conseguido con manzana y plátano. En este sentido, se ha observado que el empleo de mezclas de sacarosa y NaCl durante la DO de gel de agar originó un incremento en la impregnación de polifenoles respecto al obtenido con sacarosa como único agente osmótico [10].

a)



b)

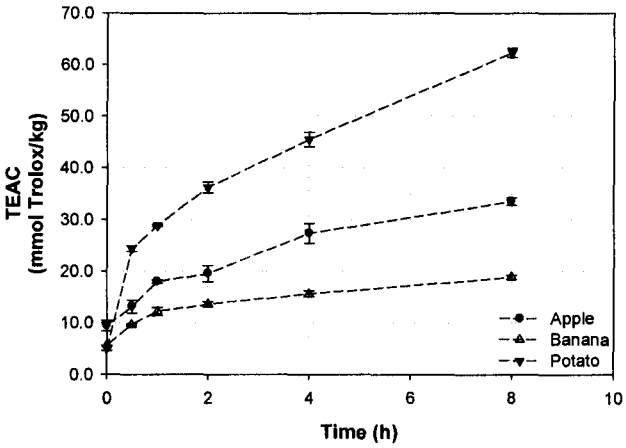


Figura 1. Evolución del contenido en polifenoles totales (a) y TEAC (b) en manzana, plátano y patata durante la DO.

3.2 Estabilidad de los polifenoles de uva durante el secado convectivo

Con el fin de determinar el efecto del secado convectivo (SC) en la estabilidad de los polifenoles de uva incorporados en los diferentes alimentos mediante DO, se ha determinado su contenido en polifenoles totales y TEAC antes y después de SC (Tabla 1). Para ello todos los valores se han calculado por kg de materia seca (m.s).

El alimento modelo tratado con la solución de control (sin agente osmótico) durante OD es el que mostró una mayor reducción en polifenoles totales (9%) seguida por la obtenida en

plátano (3,7%) y manzana (3,7%). Por otro lado la DO del alimento modelo tratado con soluciones de sacarosa y NaCl condujo a un incremento del contenido en polifenoles, que también se observó, aunque en menor medida, en patata.
A diferencia de la reducción en polifenoles totales observada en manzana y plátano, TEAC mostró un notable incremento del 24% y 66,6% en manzana y plátano, respectivamente. En el alimento modelo se observó una elevada reducción de TEAC (14,4%) en el tratado con la solución de control durante DO frente a un notable incremento de TEAC en el tratado con soluciones de sacarosa y NaCl.
Así pues, en las frutas (manzana y plátano), la DO con solución de sacarosa produjo un pequeña reducción en la concentración de polifenoles totales pero un importante incremento en TEAC, mientras que la DO en las mismas condiciones, en el caso del alimento modelo, ocasionó un importante incremento en el contenido en polifenoles totales y un menor aumento en TEAC. Estos resultados muestran un efecto importante de la composición y estructura de los alimentos de origen vegetal en la evolución tanto del contenido en polifenoles totales como en TEAC durante el SC.
Los diferentes resultados obtenidos con alimento modelo en función de si la solución osmótica contaba o no con agente osmótico parecen indicar un efecto protector de la sacarosa y el NaCl incorporados durante la DO frente a la degradación fenólica durante el SC.

	Polifenoles totales (mg GAE/kg m.s.)		TEAC (mmol Trolox/kg m.s.)	
Alimento (agente osmótico)	antes SC	después SC	antes SC	después SC
Gel (sacarosa)	8637,9	11240,8	91,0	102,9
Gel (NaCl)	36643,8	55857,5	509,5	641,3
Gel (ninguno)	102058,0	92784,6	1524,4	1303,77
Manzana (sacarosa)	12680,5	12215,9	81,55	101,2
Plátano (sacarosa)	7434,3	7159,4	33,46	55,6
Patata (NaCl)	16530,2	17655,3	159,23	185,5

Tabla 1. Contenido en polifenoles totales y TEAC antes (es decir, tras 8 h de OD) y después del secado convectivo (SC). Todos los valores están expresados por kg de materia seca.

4 CONCLUSIONES

La DO permite enriquecer en polifenoles de uva alimentos estructurados de origen vegetal como la manzana, el plátano y la patata, los cuales presentan una elevada estabilidad durante una etapa posterior de secado convectivo. Asimismo parece que la impregnación en sacarosa y NaCl que se consigue durante la DO, reduce la degradación de los polifenoles añadidos durante el secado convectivo.

REFERENCIAS

[1] D.M Morré and D.J. Morré, "Anticancer activity of grape skin extracts alone and combined with green tea infusions", *Cancer Letters*. Vol **238**, pp. 202-209, (2006).

[2] G. Spigno, L. Tramelli, and D.M Faveri,. "Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics". *J. Food Eng.* Vol 81, pp. 200-208, (2007).

[3] S. M. Alzamora, D. Salvatori, M. S. Tapia, A. López-Malo, J. Welti-Chanes, and P. Fito, "Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds". *J. Food Eng.* Vol **67**, pp. 205-214, (2005).

[4] A. Rózek, I. Achaerandio, M.P. Almajano, C. Güell, F. López and M. Ferrando, "Solid foodstuff supplemented with phenolics from grape: Antioxidant properties and correlation with phenolic profiles" *J. Agric. Food Chem.* Vol **55**, pp. 5147-5155, (2007).

[5] V.L. Singleton and J.A. Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomdybdic-phosphotungstic acid agents". *Am. J. Viticulture Enology.*, Vol 16, pp. 144-158, (1965).

[6] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans, "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine" *Free Radical Biology and Medicine* Vol 26, pp. 1231-1237, (1999.).

[7] O.K. Chun, D.O. Kim, N. Smith, D. Schroeder, J.T. Han and C.Y. Lee, "Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet" *J. Sci. Food Agriculture*, Vol **85**, pp. 1715-1724, (2005).

[8] N. Balasundram, K. Sundram and S. Samman, "Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses". *Food Chemistry*, Vol **99**, pp. 191-203 (2006).

[9] N. Pellegrini, M. Serafini, B. Colombi, D. del Rio, S. Salvatore, M. Bianchi, F. Brighenti, "Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays". *J. Nutrition.* Vol **133**, pp. 2812-2819, (2003).

[10] A. Rózek, I. Achaerandio, C. Guell, F. López and M. Ferrando, "Direct Formulation of a Solid Foodstuff with Phenolic-Rich Multicomponent Solutions from GrapeSeed: Effects on Composition and Antioxidant Properties" *J. Agric. Food Chem.*, Vol **58**, pp. 4564-4576, (2008).