

Effect of cooking broccoli florets in microwave-bags on the retention of bioactive compounds

Efecto del cocinado de floretes de brócoli en bolsas de microondas sobre la retención de compuestos bioactivos

E. Paulsen^{1*}, D.A. Moreno², P. Lema¹

¹Instituto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo. Uruguay.

²Laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludables, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, 25, 30100 Espinardo, Murcia. Spain.

*erikap@fing.edu.uy

Abstract

Cooking vegetables in microwave-bags has become a popular cooking method; however, information about effect of this emerging cooking method on phytochemicals compounds of vegetables is limited. The aim of this work was to study the effect of microwave-bag cooking vs. traditional microwaving on bioactive compounds content of broccoli florets. Broccoli heads were obtained in a local supermarket, transported to laboratory and processed immediately. Broccoli florets were placed into microwaveable bags and cooked in a domestic microwave oven for 5 min. The product cooked under the same conditions but without using bag, was used as a control (traditional). Broccoli floret samples were taken before and after cooking and lyophilized. Glucosinolates (GSL) and hydroxycinnamic acids (HCAs) contents were analyzed by HPLC-DAD-ESI-MSn. Microwave-bag cooking kept total GSL content (32.3 mmol·kg⁻¹); while in traditional microwaving significant loss was observed (from 32.0 to 26.4 mmol·kg⁻¹). For both cooking methods, a 40 % reduction in HCAs compared to fresh broccoli was observed. Microwave-bag cooking is a novel method that helps to retain GSL, the major bioactive compounds of broccoli. Furthermore, this option is fast, easy and considerable clean cooking option to fulfill modern consumers' needs.

Keywords: microwave cooking; microwaveable bag; glucosinolates; hydroxycinnamic acids; vegetables.

Resumen

Cocinar verduras en bolsas para microondas se ha convertido en un método muy utilizado por consumidores modernos. Existen escasos reportes acerca su efecto sobre los componentes bioactivos de estos productos. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la cocción en bolsa versus cocción convencional en microondas en el contenido de compuestos bioactivos de floretes de brócoli. Los floretes de brócoli se cocinaron en bolsas para microondas, en un horno de microondas doméstico, durante 5 min (muestras MWB). Producto cocinado en las mismas condiciones, pero sin bolsa se usó como control (Tradicional). Las muestras fueron tomadas antes y después del cocinado. El contenido de glucosinolatos (GSL) y ácidos hidroxicinámicos (HCAs) se analizó por HPLC-DAD-ESI-MSn. Floretes de brócoli MWB preservaron el contenido de GSL totales (32,3 mmol·kg⁻¹), mientras que los controles presentaron una pérdida significativa de estos compuestos (de 32,0 a 26,4 mmol·kg⁻¹). En ambos métodos el contenido de HCAs se redujo un 40 % con respecto al producto fresco. El uso de bolsas para microondas es un método novedoso que ayuda a retener el contenido de GSL, principales compuestos bioactivos del brócoli.

Además, es una opción de preparación rápida y limpia que satisface las necesidades de los consumidores modernos.

Palabras clave: cocción en microondas; bolsas aptas para microondas; glucosinolatos; ácidos hidroxicinámicos; hortalizas.

1. INTRODUCCIÓN

El brócoli es un vegetal del género *Brassica* altamente valorado debido a su importante contenido de fitoquímicos promotores de la salud (1,2). Dentro de éstos, los glucosinolatos (GSL) presentan un particular interés debido a su probada actividad anticancerígena e implicación en la reducción del desarrollo de problemas cardiovasculares. Generalmente, este vegetal es cocinado previo a su consumo. Los métodos de cocción inducen importantes cambios en la composición fisicoquímica del vegetal, influyendo en la concentración y biodisponibilidad de componentes de interés como los glucosinolatos (GSL) y compuestos fenólicos. Esto puede comprometer las cualidades funcionales del brócoli, por lo que resulta relevante determinar los efectos de los métodos y condiciones de cocción en el contenido compuestos bioactivos (3).

Son varios los estudios que han evaluado los efectos del hervido, escaldado, cocción al vapor, salteado, horno convencional y horno microondas sobre el contenido de fitoquímicos en brócoli (3,4). Muchos de los resultados reportados en estos estudios son contradictorios y difíciles de comparar, debido a la cantidad de parámetros que se pueden variar dentro de cada método de cocción y también por los métodos de extracción y determinación utilizados (5).

El actual estilo de vida ha convertido el cocinado de vegetales en bolsas para microondas en un método de cocción muy utilizado. Este método se caracteriza por ser rápido, fácil y limpio, ajustándose a las necesidades de los consumidores modernos. Sin embargo, son escasos los reportes acerca del efecto del cocinado en bolsas de microondas sobre componentes bioactivos en matrices vegetales.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la cocción en bolsas para microondas versus cocción convencional en horno microondas en el contenido de glucosinolatos y ácidos hidroxicinámicos de floretes de brócoli.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal y diseño experimental

Pellas de brócoli (*Brassica oleracea* L. [Italica Group] Parthenon) se compraron en un supermercado local, se trasladaron al laboratorio y se procesaron inmediatamente. Los brócolis se cortaron en floretes y se lavaron con agua corriente. Aproximadamente 200 g de floretes de brócoli se colocaron en bolsas aptas para microondas y se cocinaron en un horno de microondas doméstico (MW 213 INOX, TEKA) durante 5 min a una potencia de 800 W (muestras MWB). Producto cocinado en las mismas condiciones, pero sin bolsa se usó como control. Las muestras fueron tomadas antes y después de la cocción. Se congelaron en N₂ líquido y se liofilizaron para su posterior análisis.

2.2 Contenido de glucosinolatos (GSL) y ácidos hidroxicinámicos (HCAs)

La extracción de las muestras se llevó a cabo según Baenas et al. (6). Muestras liofilizadas se extrajeron en metanol (70 % v/v) y se calentaron a 70 °C durante 30 min agitando cada 5 min. Después del calentamiento, las muestras se centrifugaron (15.000 × g, 15 min, 4 °C), se colectó el sobrenadante y se removió completamente el metanol en evaporador rotatorio. El material obtenido se resuspendió en agua ultrapura y se filtró a través de filtros de 0,22 µm.

El análisis cualitativo y cuantitativo de GSL y HCAs se realizó de acuerdo con Baenas et al. (6). La identificación de GSL y HCAs se realizó mediante espectrometría de masas analizando patrones de fragmentación característicos [M-H, MS2, and MS3] en un HPLC-DAD-ESI-MSn (Agilent Technologies HPLC 1200, Waldbronn, Germany acoplado a UltraHCT Bruker Ion Trap, Bremen, Germany). Para la cuantificación de GSL y HCAs se registraron cromatogramas a 227 y 330 nm respectivamente. GSL y HCAs se identificaron siguiendo los espectros UV, orden de elución y patrones de fragmentación. Los GSL se cuantificaron utilizando sinigrina y glucobrassicina (Phytoflan, Alemania) como patrones externos de glucosinolatos alifáticos e indólicos, respectivamente. Los HCAs se cuantificaron utilizando ácido clorogénico y sinapínico como patrones externos (Sigma-Aldrich, Barcelona, España). Los resultados se expresaron como mmol por kilogramo de peso seco (mmol kg^{-1} p.s.).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Contenido de GSL totales

Se encontraron diferencias significativas en el contenido de GSL totales entre métodos de cocción. Floretes de brócoli cocinados en bolsa de microondas presentaron mismo contenido de GSL totales respecto al producto fresco ($32,3 \pm 2,6$ mmol kg^{-1}). Floretes cocinados en microondas (MW) convencionalmente mostraron una reducción significativa del contenido de GLS totales respecto al producto fresco (de $32,0 \pm 2,2$ to $26,4 \pm 1,3$ mmol kg^{-1}). Por lo tanto, el uso de bolsa de microondas permitió mantener el contenido de GSL totales en el cocinado. Varios estudios muestran que la cocción en MW es adecuada para la retención de varios compuestos de interés nutricional (4,7–10). Sin embargo, también se ha informado que la lisis celular y la alta tasa de evaporación en la cocción con MW podrían provocar pérdidas de varios compuestos, incluidos GSL (9). En función de los resultados obtenidos, se sugiere que la mejor conservación de GSL en la cocción en bolsa podría deberse a la reducción de las pérdidas por evaporación.

3.2 Contenido de HACs

Floretes de brócoli cocinados con MW presentaron una reducción del contenido HACs de un 40 % respecto al producto fresco (de $2,52 \pm 0,08$ a $1,52 \pm 0,31$ mmol kg^{-1}), independientemente del tratamiento. Los HACs son compuestos fenólicos que se caracterizan por su baja estabilidad a altas temperaturas. Por esta razón, las pérdidas de HACs se atribuyen a la degradación térmica. Vallejo et al. (11) cocinaron floretes de brócoli en MW (1.000 W, 5 min) obteniendo una disminución del contenido de HACs del 74 %. Estos autores emplearon agua para la cocción y las pérdidas se atribuyeron a fenómenos de lixiviación. Pellegrini et al. (8) cocinaron floretes de brócoli en MW (300 W, 30 min) sin usar agua, y también detectaron grandes pérdidas en el contenido HCAs respecto al brócoli fresco (72 %). Las pérdidas en este caso fueron atribuidas a la degradación térmica debido al extenso tiempo de cocción (7).

4. CONCLUSIONES

La utilización de bolsas para microondas es un método novedoso para cocinar hortalizas, como el brócoli, que mostró retener el contenido de GSL, sus principales compuestos bioactivos. Además, es una opción de elaboración rápida, fácil y limpia, ajustándose al estilo de vida actual.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica, Universidad de la República, Uruguay.

Los autores agradecen a la Agencia Nacional de Innovación e Investigación por otorgarle a Erika Paulsen una beca de doctorado y una pasantía en el Laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludables del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos del CEBAS-CSIC, Murcia, España (referencia de la beca: POS_EMHE_2018_1_1007740).

6. REFERENCIAS

1. Jia C, Xu C, Wei J, Yuan J, Yuan G, Wang B, et al. Effect of modified atmosphere packaging on visual quality and glucosinolates of broccoli florets. *Food Chem.* 2009;114:28–37.
2. Moreno DA, Carvajal M, Garc C. Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *J Pharmaceut Biomed.* 2006;41:1508–22.
3. Hennig K, Verkerk R. Food science meets plant science : A case study on improved nutritional quality by breeding for glucosinolate retention during food processing. *Trends Food Sci Technol.* 2014;35(1):61–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2013.10.006>
4. Tabart J, Pincemail J, Kevers C, Defraigne JO, Dommes J. Processing effects on antioxidant, glucosinolate, and sulfuraphane contents in broccoli and red cabbage. *Eur Food Res Technol.* 2018;244(12):2085–94.
5. Barakat H, Rohn S. Effect of different cooking methods on bioactive compounds in vegetarian, broccoli-based bars. *J Funct Foods.* 2014;11:407–16.
6. Baenas N, Villaño D, García-viguera C, Moreno DA. Optimizing elicitation and seed priming to enrich broccoli and radish sprouts in glucosinolates. *Food Chem.* 2016;204:314–19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.144>
7. Guo Q, Sun DW, Cheng JH, Han Z. Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. *Trends Food Sci Technol.* 2017;67:236–47.
8. Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M, et al. Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen brassica vegetables. *J Agric Food Chem.* 2010;58(7):4310–21.
9. Soares A, Carrascosa C, Raposo A. Influence of Different Cooking Methods on the Concentration of Glucosinolates and Vitamin C in Broccoli. *Food Bioprocess Technol. Food and Bioprocess Technology.* 2017;10(8):1387–411.
10. Xu Y, Chen Y, Cao Y, Xia W, Jiang Q. Application of simultaneous combination of microwave and steam cooking to improve nutritional quality of cooked purple sweet potatoes and saving time. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 2016;36:303–10.
11. Vallejo F, Tomás-Barberán FA, García-Viguera C. Phenolic compound contents in edible parts of broccoli inflorescences after domestic cooking. *J Sci Food Agric.* 2003;83(14):1511–16.