

Quality and microbiological safety of microwave-cooked broccoli

Calidad y seguridad microbiológica del brócoli cocinado en microondas

E. Paulsen^{1*}, D.A. Moreno², P.M. Periago³, 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.

³Departamento de Ingeniería Agronómica, ETSIA, Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. 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 quality parameters of vegetables is limited. The aim of this work was to study the effect of microwave-bag cooking vs. conventional microwaving on microbiological and nutritional quality of broccoli florets. The influence of cooking time on these quality parameters was also evaluated. Broccoli florets were placed into microwaveable bags and cooked in a microwave oven for 3 and 5 min. Product cooked under the same conditions, without using bag, was used as a control. Samples were taken before and after cooking. Microbial count and antioxidant capacity (AOC) were analyzed. For both cooking time, microwave-bag cooking showed higher reduction of mesophilic bacteria than conventional microwaving. For cooking time of 5 min, microwave-bag cooked broccoli retained AOC to a greater extent than conventional microwaved. Microwave-bag cooking is a novel method that showed to be microbiologically safe and preserved healthy potential of broccoli floret. Furthermore, this option is fast, easy and clean cooking option to fulfill modern consumers' needs.

Keywords: microwave cooking; microwaveable bag; microbiological quality; antioxidant capacity.

Resumen

Cocinar verduras en bolsas para microondas se ha convertido en un método muy utilizado por consumidores modernos, pero existen escasos reportes de su efecto en la calidad de estos productos. Este trabajo estudió el efecto de la cocción en bolsa versus cocción convencional en microondas en la calidad microbiológica y nutricional de floretes de brócoli. El efecto del tiempo de cocción en estos parámetros de calidad también fue evaluado. Floretes de brócoli se cocinaron en bolsas para microondas, en un horno de microondas, durante 3 y 5 minutos. Floretes cocinados en las mismas condiciones, sin bolsa, se usaron como controles. Antes y después de la cocción se analizó: carga microbiana y capacidad antioxidante (AOC). La cocción en bolsa mostró mayor reducción de bacterias mesófilas respecto a la cocción convencional, para los dos tiempos de cocción evaluados. Para tiempos de 5 min, la cocción en bolsa retuvo en mayor medida la AOC respecto a la cocción convencional. La cocción en bolsas de microondas es un método novedoso que demostró ser microbiológicamente seguro y preservó el potencial saludable de floretes de

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

Palabras clave: cocinado por microondas; bolsas para microondas; calidad microbiológica; capacidad antioxidante.

1. INTRODUCCIÓN

El brócoli es un vegetal del género *Brassica* altamente valorado debido a su importante contenido de fitoquímicos promotores de la salud, principalmente glucosinolatos y compuestos fenólicos (1,2). Los métodos de cocción inducen importantes cambios en la composición fisicoquímica del vegetal, influyendo en la concentración y biodisponibilidad de estos componentes de interés. 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 de compuestos bioactivos (3).

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. 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). Sin embargo, son escasos los reportes acerca del efecto del cocinado en bolsas de microondas sobre parámetros de calidad de este producto. Además, muchos de los resultados reportados son contradictorios y difíciles de comparar, debido a la cantidad de parámetros que se pueden variar dentro de un método de cocción y también por los métodos de extracción y determinación utilizados (5).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la cocción en bolsas versus cocción convencional en horno microondas en la calidad microbiológica y nutricional de floretes de brócoli. Además, se evaluó el efecto del tiempo de cocción en estos parámetros de calidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal y diseño experimental

Las pellas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* cv. 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 3 (MWB3) y 5 (MWB5) minutos a una potencia de 800 W. Producto cocinado en las mismas condiciones pero sin bolsa se utilizaron como controles (3 min: MW3; 5 min: MW5). Las muestras fueron tomadas antes y después de la cocción.

2.2 Análisis microbiológico

Diez gramos de muestra se colocaron asépticamente en bolsa estéril con 90 mL de agua peptonada tamponada (Scharlab, Barcelona) y se homogeneizó en Stomacher. Se analizaron bacterias aeróbicas mesófilas y psicrotóricas usando agar para recuento en placa (PCA) (Scharlab, Barcelona) y se incubaron durante 24-48 h 30°C y durante 7 días a 5°C, respectivamente. Los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonia por gramo de muestra (UFC/g).

2.3 Capacidad antioxidante (AOC)

La extracción se realizó según Baenas et al. (6). Para ello, 100 mg de muestra liofilizada en polvo se extrajo en 1,5 mL de metanol al 70% (v/v) durante 60 min en baño de ultrasonido (8891 model, Cole-Parmer, USA). Los extractos se almacenaron en oscuridad y refrigerados durante 16

h. Tras el almacenamiento se sonicaron durante 1 h y se centrifugaron a 10500 g (3–16KL model, Sigma, Germany) durante 5 min.

La AOC se determinó mediante el uso de radicales libres de DPPH• según Brand-Williams et al. (7). Los cambios en la absorbancia a 515 nm después de 50 min de reacción se midieron usando microplacas de 96 pocillos (Nunc, Roskilde, Dinamarca) y un lector de microplacas Infinite® M200 (Tecan, Grodig, Austria). Se preparó una curva de calibración con Trolox (Sigma-Adrich, Alemania) para un rango de concentraciones de 0 a 200 µM. Los resultados se expresaron como µmol equivalentes de Trolox por gramo de peso seco (µmol/g).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recuentos de bacterias mesófilas mostraron diferencias significativas según tiempo de cocción y método aplicado. Tiempos de cocción más largos (5 min) mostraron menores recuentos. La cocción en bolsa mostró una mayor reducción de bacterias mesófilas (no se detectaron colonias después de la cocción) respecto a la cocción convencional (de $1,5 \cdot 10^4$ a $1,6 \cdot 10^3$ UFC/g). Para 3 min de cocción, no hubo diferencias significativas en el recuento de bacterias psicrófilas entre métodos de cocción (MW3 y MWB3). Para 5 min de cocción, el brócoli cocido en bolsa (MWB5) mostró menores recuentos de bacterias psicrófilas (no se detectaron colonias) en comparación con la cocción convencional (MW5) ($4,0 \cdot 10^1$ UFC/g). Por lo tanto, para tiempos largos (5 min), la cocción en bolsas mostró una mayor reducción en la carga microbiana de floretes de brócoli. Esto podría deberse a las mayores temperaturas alcanzadas por el producto durante la cocción en bolsa. Tiempos de cocción más largos mostraron una mayor reducción, lo que podría estar relacionado con una mayor temperatura del producto y mayor tiempo de proceso.

Se encontraron diferencias significativas en la AOC de floretes de brócoli según el método de cocción aplicado. En floretes de brócoli cocinados de forma convencional, la AOC se redujo en un 41% y un 75% durante 3 y 5 minutos de cocción, respectivamente. En el brócoli cocido en bolsa, la AOC disminuyó en un 50%, independientemente del tiempo de cocción aplicado. Por lo tanto, para tiempos de cocción de 5 min, cocinar en bolsa para microondas permitió retener la AOC de floretes de brócoli en mayor medida que en la cocción convencional. Estos resultados coinciden con los de Zhong et al. (8), quienes reportaron que el brócoli cocido en bolsa presentó mayor AOC en comparación con una cocción convencional (5 min). Sin embargo, nuestros hallazgos muestran una disminución significativa de la AOC durante la cocción, mientras que Zhong et al. (8) reporta un incremento. En este sentido, los resultados del presente estudio concuerdan con los reportados por Pellegrini et al. (9), quienes concluyen que el uso de microondas tiene un efecto perjudicial en la AOC.

Además de la calidad microbiológica y la capacidad antioxidante, se evaluó el efecto del cocinado en bolsa en el contenido de glucosinolatos de floretes de brócoli, principales compuestos bioactivos de este vegetal. Se observó que la cocción en bolsas mantuvo el contenido total de glucosinolatos en comparación con el brócoli cocinado convencionalmente en microondas, y que el perfil de glucosinolatos no se modificó durante la cocción (10).

4. CONCLUSIONES

La cocción en bolsa de microondas es un método novedoso para cocinar hortalizas que, para tiempos de 5 minutos, mostró preservar el potencial saludable de floretes de brócoli y fue seguro desde el punto de vista microbiológico. Los floretes de brócoli cocidos en bolsa preservaron la capacidad antioxidante y presentaron menores recuentos microbianos en comparación con el brócoli cocinado convencionalmente. Este estudio mostró que la cocción de brócoli en bolsas de microondas puede contribuir a mejorar su calidad nutricional y microbiológica, a la vez que resulta un método de cocción rápido, fácil y limpio, que satisface las necesidades de los consumidores modernos.

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 Pharm Biomed Anal.* 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* [Internet]. 2014;35(1):61–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2013.10.006>.
4. Tabart J, Pincemail J, Kevers C, Defraigne JO, Dommès 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(C):407–16.
6. Baenas N, Moreno DA, Garc C. Selecting Sprouts of Brassicaceae for Optimum Phytochemical. *J. Agric. Food Chem.* 2012;60:11409–11420.
7. Brand-William W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Leb u- Technol.* 1995;30:25–30.
8. Zhong X, Dolan KD, Almenar E. Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*). *Innov Food Sci Emerg Technol.* 2015;31:116–22.
9. 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.
10. Paulsen E, Moreno DA, Periago PM, Lema P. Influence of microwave bag vs . conventional microwave cooking on phytochemicals of industrially and domestically processed broccoli. *Food Res Int* [Internet]. 2021;140:110077. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110077>.