

## Alternatives of preservation and processing to maintain the nutritional properties of broccoli

## Alternativas de conservación y procesado para mantener las propiedades nutricionales del brócoli

E. Paulsen<sup>1\*</sup>, P. Lema<sup>1</sup>, D.A. Moreno<sup>2</sup>, P.S. Fernández<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, UdelaR. Uruguay

<sup>2</sup>Laboratorio de Fitoquímica y Alimentos Saludables, Dpto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CEBAS-CSIC. Spain

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Agronómica, ETSIA, UPCT. Spain

\*erikap@fing.edu.uy

### **Abstract**

The increase of noncommunicable diseases is mainly attributed to poor diet. Consumers are being more awareness about it, demanding healthier and more convenient foods. In this context, this work proposes to study the effect of preservation and processing technologies on parameters of nutritional quality of ready-to-eat broccoli florets. Modified atmosphere packaging (MAP) is a technology widely used to preserve fresh and ready-to-eat horticultural products. It is proposed to study the effect of different MAP parameters on the profile and evolution of nutritional compounds of ready-to-eat broccoli florets during storage. Additionally, other quality parameters and shelf life of the product will be evaluated. On the other hand, cooking processes previously applied to broccoli consumption affect their nutritional value. In this study an evaluation of the effect of different cooking methods on the conservation of nutritional compounds of broccoli florets will be carried out.

**Keywords:** minimally processed; modified atmosphere packaging; cooking methods; health promoting.

### **Resumen**

El incremento de enfermedades no transmisibles se atribuye principalmente a una mala alimentación. Un aumento en la concientización por parte de los consumidores ha aumentado la demanda de alimentos más saludables y convenientes. Este trabajo propone estudiar el efecto de tecnologías de conservación y procesado en parámetros de calidad nutricional de floretes de brócoli listos para consumir. El envasado en atmósfera modificada (MAP) es una tecnología ampliamente utilizada para la preservación de productos hortofrutícolas frescos y listos para consumir. Se propone estudiar el efecto de distintos parámetros de esta tecnología sobre el perfil y evolución de componentes de interés nutricional de floretes de brócoli listos para el consumo. Así como la degradación de estos componentes durante el almacenamiento del producto y realizar seguimiento de otros parámetros de calidad durante su vida útil. Otro aspecto importante son los métodos de preparación del brócoli previo a su consumo, los cuales inciden en la calidad nutricional. Por lo tanto, el estudio se complementará con una evaluación de los efectos de distintos métodos de cocinado en la conservación de los compuestos de interés nutricional.

**Palabras clave:** mínimamente procesado; envasado en atmósfera modificada; métodos de cocinado; compuestos promotores de la salud.

## 1. INTRODUCCIÓN

El brócoli es un vegetal del género *Brassica* altamente valorado debido a su importante contenido de vitaminas, antioxidantes y fitoquímicos promotores de la salud [1, 2]. Varios estudios epidemiológicos muestran una relación inversa entre el consumo de este tipo de vegetales y el riesgo a contraer cáncer y otro tipo de enfermedades no transmisibles. El efecto protector de estos vegetales se atribuye a la gran cantidad de componentes fitoquímicos que poseen, y especialmente a su alto contenido de glucosinolatos (GLSs) [3]. En los últimos años, estos compuestos han ganado especial atención debido a su comprobada actividad anticancerígena [1, 4]. A pesar de la extensa literatura sobre los GLSs, aún existe información contradictoria sobre los efectos que tienen las tecnologías de conservación y procesado sobre estos compuestos [5].

La aplicación de envasado en atmósfera modificada (MAP) ha demostrado ser una tecnología capaz de extender la vida útil de frutas y hortalizas cuando se diseña correctamente, y en la actualidad es utilizada ampliamente en la comercialización de este tipo de productos [6]. Existen varios estudios que reportan un efecto significativo de la modificación atmosférica sobre el contenido de GLSs. Sin embargo, aún se desconoce cómo la concentración de O<sub>2</sub> y/o CO<sub>2</sub> afecta en el contenido de estos compuestos en brócoli. Rangkadilok et al. (2002) [7] observaron que la retención de glucorafanina en muestras de brócoli almacenadas 10 días a 20°C era mayor cuando se aplicaba MAP (1,5% de O<sub>2</sub> y 6% de CO<sub>2</sub>) que cuando se dejaban expuestos al aire. Otros autores, reportaron que floretes de brócoli en atmósferas modificadas activas (10% de O<sub>2</sub> y 5% de CO<sub>2</sub>) a 5°C y durante 12 días conservaban en mayor medida GLSs, y polifenoles totales respecto a floretes sin envasar [8]. Algunos trabajos indican que la modificación de la atmósfera incrementa el contenido de GLSs a lo largo del almacenamiento, y lo atribuyen a una respuesta al estrés [8].

Por otra parte, es necesario determinar el impacto de los procesos de cocinado en los compuestos bioactivos del producto tal cual será consumido. Es bien sabido que los métodos de cocinado inducen importantes cambios en la composición química y física, y por lo tanto influyen en la concentración y biodisponibilidad de los componentes de interés nutricional. Los métodos más usuales para la cocción de brócoli son hervido, escaldado, vapor, frito/salteado, horno convencional y horno microondas. En la literatura se encuentran varios trabajos que evalúan el efecto de estos métodos en el contenido de GLSs, polifenoles y vitamina C en brócoli. Sin embargo, la comparación entre estudios resulta difícil debido a que dentro de un mismo método son varios los parámetros que se pueden cambiar. En general, la cocción al vapor es el método que ha demostrado conservar mejor los GLSs. Los datos indican pérdidas de entre un 15-40%, dependiendo de las condiciones [9]. Incluso algunos autores han señalado un aumento en el contenido de GLSs después de la cocción al vapor [10]. El hervido es el método que ha mostrado ser más agresivo respecto a la pérdida de GLSs, principalmente por el efecto de la lixiviación, reportándose pérdidas de entre 40-77% [9]. Respecto al efecto del cocinado de brócoli al microondas, los resultados son diversos. Algunos autores muestran pérdidas drásticas de GLSs, mientras que otros reportan un aumento en el contenido de estos compuestos [9, 11]. Las discrepancias entre los estudios se pueden explicar por las condiciones de extracción empleadas para los análisis y por las condiciones de cocción que varían ampliamente. Esto hace que sea difícil determinar los efectos positivos y negativos de este método de cocinado [11].

En base a lo mencionado, el objetivo principal del proyecto es estudiar cómo influyen las condiciones de conservación, almacenamiento y cocinado para seleccionar aquellas que permitan mantener las propiedades nutricionales de floretes de brócoli.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizarán ensayos de floretes de brócoli MAP evaluando el efecto de diferentes parámetros: temperatura de almacenamiento, permeabilidad de films, composición atmosférica inicial, en el perfil y contenido de compuestos bioactivos y calidad fisicoquímica y microbiológica del vegetal.

Se llevarán a cabo experiencias de cocinado de los floretes mediante diferentes métodos, vapor y microondas principalmente, evaluando el impacto en el perfil y contenido de compuestos bioactivos y calidad microbiológica. Estas experiencias se realizarán en el marco de la Unidad Asociada de Calidad y Evaluación de Riesgo de Alimentos UPCT + CEBAS-CSIC.

La identificación y cuantificación de compuestos bioactivos, principalmente GLSs y compuestos fenólicos, se realizarán mediante técnicas analíticas de HPLC-DAD y HPLC-MS/MS [12,13]. También se evaluará la capacidad antioxidante a través de análisis espectrofotométricos [14].

Se realizará el seguimiento de otros parámetros de calidad durante el almacenamiento: pérdida de peso, composición atmosférica dentro de envases, color y textura instrumental, recuento microbiano y otros que resulten relevantes [15].

## **3. RESULTADOS ESPERADOS**

Este proyecto pretende generar resultados que permitan la selección objetiva de condiciones de envasado, almacenamiento y cocinado que preserven los componentes bioactivos y actividad biológica del brócoli, y en consecuencia su potencial saludable.

Como resultados principales, se espera identificar parámetros de la tecnología de MAP que tengan un efecto significativo en el contenido de compuestos bioactivos y en la calidad fisicoquímica y microbiológica de floretes de brócoli listos para consumir. Además, se espera cuantificar la pérdida de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante asociada a la aplicación de MAP durante el almacenamiento del producto.

Por otra parte, se espera determinar el impacto de diferentes metodologías de cocción sobre el valor nutricional y calidad microbiológica de floretes de brócoli.

## **4. CONCLUSIONES**

Debido al interés en mejorar los componentes de la dieta y a la creciente demanda de productos mínimamente procesados, estudios para el desarrollo de productos hortofrutícolas frescos evaluando las condiciones que mejor conserven las cualidades nutricionales son necesarios. Por otro lado, el efecto de los métodos de cocinado sobre la calidad nutricional merece una investigación paralela más exhaustiva.

Como conclusiones del presente proyecto, se espera obtener condiciones de envasado, almacenamiento y cocinado que aseguren la retención de la calidad nutricional del brócoli. Dichas conclusiones podrán ser transferidas directamente al sector agroindustrial aportando información relevante para la elaboración de productos hortofrutícolas de alta calidad nutricional y con agregado de valor.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por la beca doctoral otorgada a Erika Paulsen en el marco del programa EMHE, proyecto POS\_EMHE\_2018\_1\_1007740. A la ETSIA-UPCT por la admisión de Erika Paulsen al programa de doctorado TAIDA en régimen de cotutela.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Jia, C., Xu, C., Wei, J., Yuan, J., Yuan, G., Wang, B., & Wang, Q. (2009). Effect of modified atmosphere packaging on visual quality and glucosinolates of broccoli florets, *Food Chemistry*, 114, 28–37.
- [2] Moreno, D. A., Carvajal, M., & García-Viguera, C. (2006). Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41, 1508–1522.
- [3] Nugraehedi, P. Y., Verkerk, R., Widianarko, B., Dekker, M. (2015). A Mechanistic Perspective on Process-Induced Changes in Glucosinolate Content in Brassica Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55: 823 – 838.
- [4] Dominguez-Perles, R., Medina, S., Moreno, D. Á., García-Viguera, C., Ferreres, F., & Gil-Izquierdo, Á. (2014). A new ultra-rapid UHPLC / MS / MS method for assessing glucoraphanin and sulforaphane bioavailability in human urine. *Food Chemistry*, 143, 132–138.
- [5] Campos, D., Aguilar-Galvez, A., García-Ríos, D., Chirinos, R., Limaymanta, E., Pedreschi, R. (2019). Postharvest storage and cooking techniques affect the stability of glucosinolates and myrosinase activity of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum*). *International Journal of Food Science and Technology*.
- [6] Belay, Z. A., Caleb, O. J., Opara, U. L. (2016). Modelling approaches for designing and evaluating the performance of modified atmosphere packaging (MAP) systems for fresh produce: A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 6, 7-20.
- [7] Rangkadilok, N., Tomkins, B., Nicolas, M. E., Premier, R. R., Bennett, R. N., Eagling, D. R., Taylor P. W. J. (2002). The effect of post-harvest and packaging treatments on glucoraphanin concentration in Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7386-7391.
- [8] Fernández-León, M. F., Fernández-León, A. M., Lozano, M., Ayuso, M. C., Amodio, M. L., & Colelli, G. (2013). Retention of quality and functional values of broccoli “Parthenon” stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31(2), 302–313.
- [9] Soares, A., Carrascosa, C., Raposo, A. (2017). Influence of Different Cooking Methods on the Concentration of Glucosinolates and Vitamin C in Broccoli. *Food Bioprocess Technol*, 10, 1387–1411.
- [10] Verkerk, R., Knol, J. J., & Dekker, M. (2010). The effect of steaming on the glucosinolate content in broccoli. *Acta Horticulturae*, 867, 37–45.
- [11] Barakat, H., & Rohn, S. (2014). Effect of different cooking methods on bioactive compounds in vegetarian, broccoli-based bars. *Journal of Functional Foods*, 11, 407–416.
- [12] Pérez-Balibrea, S., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2008). Influence of light on health-promoting phytochemicals of broccoli sprouts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 904–910.
- [13] Francisco, M., Moreno, D.A., Cartea, M.E., Ferreres, F., Garcia-Viguera, C., Velasco, P. (2009). Simultaneous identification of glucosinolates and phenolic compounds in a representative collection of vegetable *Brassica rapa*. *J. Chromatogr. A* 18 (38), 6611–6619.
- [14] Pérez-Balibrea, S., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2011). Genotypic effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars. *Food Chemistry*, 125, 348–354.
- [15] Paulsen, E., Barrios, S., Baenas, N., Moreno, D. A., Heinzen, H. & Lema, P. (2018). Effect of temperature on glucosinolates content and shelf life of ready-to-eat broccoli florets packaged in passive modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 138, 125-133.