

Evolución del contenido en vitamina C en brócoli mínimamente procesado en fresco desinfectado con agua electrolizada y con recubrimientos comestibles

J. Navarro-Rico⁽¹⁾, G.B. Martínez-Hernández⁽²⁾, P.A Gómez⁽²⁾, M. Otón⁽²⁾, F. Artés^(1,2), F. Artés-Hernández⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos y del Equipamiento Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia, España. javiernavarrico@gmail.com;

⁽²⁾ Instituto de Biotecnología Vegetal. UPCT. Campus Muralla del Mar, Edificio I+D+I. 30202 Cartagena, Murcia, España.

RESUMEN

Tradicionalmente, los recubrimientos comestibles se han empleado con el fin de retrasar la senescencia del producto vegetal, estableciendo una protección natural. En este trabajo, se estudió el efecto de la aplicación de dos recubrimientos comestibles sobre la calidad y el contenido de vitamina C durante la vida comercial de brócoli "Parthenon" mínimamente procesado en fresco. El broccoli fue desinfectado con agua electrolizada neutra (AEN) (ORP= 830 mV; 5 °C; pH=7; tiempo de contacto= 2 min). Posteriormente, se aplicaron dos recubrimientos comestibles: Naturcover® (5% de sucroesteres) y alginato de sodio (2 g/100 mL), empleando glicerol como plastificante (1,5 g/100 mL) y aceite de girasol como emulsionante. El producto fue almacenado bajo condiciones de atmosfera modificada (AM) durante 15 días a 5 °C. Brócoli lavado con agua corriente a 5°C fue considerado como testigo. Se estudió la calidad sensorial, la carga microbiana (mesófilos, enterobacterias y hongos y levaduras) y el contenido de vitamina C (ácido ascórbico y dehidroascórbico) de los floretes de brócoli 'Parthenon'. La AM de equilibrio se alcanzó a los 3-4 días de conservación y fue de 10-12 kPa CO₂ y 5-11 kPa O₂. La carga microbiana para los tres tipos de microorganismos estudiados estuvo situada entre 4 y 7 UFC g⁻¹ durante el almacenamiento refrigerado. El contenido de vitamina C el día inicial varió entre los 914.74 mg/kg materia fresca del tratamiento NEW y los 555.96 del tratamiento testigo. Como conclusión principal, el brócoli 'Parthenon' MPF tratado con NEW y Naturcover® mostraron una mejor calidad durante la vida comercial conservando el contenido de vitamina C inicial.

Palabras clave: IV Gama, "Parthenon", conservación, ácido ascórbico, *Brassica oleracea* Grupo Itálica

1. Introducción

Los hábitos de vida saludables cada vez más instaurados en la población actual, han provocado un aumento progresivo de la demanda de productos frescos, de buena calidad y que estén listos para consumir como los productos mínimamente procesados en fresco (PMPF) [1]. Es esencial una desinfección eficaz de los PMPF para poder garantizar la seguridad alimentaria de los mismos, pues todas las operaciones que se realizan durante el procesado provocan un aumento de la carga microbiana de los productos. Diversos estudios han mostrado al agua electrolizada neutra (AEN), como un desinfectante barato, eficaz y con resultados similares a los presentados por el hipoclorito sódico [2], desinfectante ampliamente utilizado por las industrias de PMPF y que ha sido prohibido en distintos países europeos debido a

que su empleo favorece la formación de compuestos potencialmente perjudiciales para el ser humano y el medio ambiente [3]. Los recubrimientos comestibles se emplean ampliamente en las industrias de la IV Gama de la alimentación ya que proveen al producto de una protección natural que retrasa su senescencia y le permite mantener una calidad óptima durante un mayor periodo de tiempo. El brócoli presenta gran cantidad de compuestos bioactivos en su composición, como la vitaminas C y E, flavonoles, carotenoides y los glucosinolatos [4].

En este trabajo se realizó un estudio sobre el efecto de una desinfección con AEN y la posterior aplicación de dos recubrimientos comestibles sobre la calidad durante la vida útil y el contenido de vitamina C de brócoli "Parthenon" MPF.

2. Materiales y Métodos

El brócoli 'Parthenon' fue proporcionado por la Cooperativa Agrícola de Producción Sacoje (La Hoya, Lorca, Murcia). Una vez recolectado, el producto fue trasladado con hielo picado en la superficie a la planta piloto del Grupo de Postrecolección y Refrigeración de la Universidad Politécnica de Cartagena y almacenado a 0°C en condiciones de oscuridad hasta el momento del procesado. El material vegetal fue seleccionado en un estado de madurez uniforme y desprovisto de hojas. Las cabezas de "Parthenon" se cortaron con un cuchillo afilado, dejando sólo los floretes.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: **TESTIGO:** El brócoli fue lavado (2 min) con agua corriente (5 °C); **NEW:** El brócoli fue desinfectado con AEN (100 ppm Cl₂ libre; pH: 7; 5°C; ORP: 830 mV) durante 2 min, seguido de un enjuagado (1 min) con agua corriente (5°C); **NATURCOVER:** desinfección del mismo modo que en el tratamiento NEW, seguido de la aplicación del recubrimiento comestible comercial Naturcover® (5% sucroesteres) (Decco, Valencia, España) durante 1 min, seguido de un secado de 1 min; **ALGINATO DE SODIO:** desinfección del mismo modo que en el tratamiento NEW, seguida de la aplicación de un recubrimiento comestible elaborado a partir de alginato de sodio (2 g/ 100 mL) + glicerol (1.5 g / 100 mL), aplicando aceite de girasol como emulsionante, durante 1 min, seguido de un secado de 1 min.

Una vez aplicados los tratamientos, 200 g de brócoli se situaron en barquetas de polipropileno rígido (PP) de 2 L de capacidad. Las barquetas se termosellaron con film de PP biorientado de 30 µm de espesor. Una vez envasado, se conservaron a 5°C en oscuridad. Los análisis se llevaron a cabo el día de procesado y en los días 5, 9 y 15 de conservación del producto.

2.1 Composición atmosférica en el interior de los envases

Las presiones parciales de O₂ y CO₂ en el interior de los envases se midieron según los análisis realizados por Martínez-Hernández et al. [5].

2.2 Análisis microbiológicos

Se elaboraron conteos microbianos mediante métodos estándares realizados anteriormente por Martínez-Hernández [5] para aerobios mesófilos totales (AMT), enterobacterias (E) y hongos y levaduras (HL). La carga microbiana se expresó como logaritmo de unidades formadoras de colonia por gramo (log UFC g⁻¹).

2.3 Evaluación sensorial

El panel consistía en 5 individuos previamente entrenados de entre 22-67 años. La escala y el procedimiento para el análisis sensorial se realizó de acuerdo a los trabajos previos elaborados por Martínez-Hernández et al. [5].

2.4 Contenido de vitamina C

Los análisis de ácido ascórbico (AA) y dehidroascórbico (ADHA) se elaboraron según el método llevado a cabo por Zapata y Dofour [6] con ligeras modificaciones introducidas por Martínez-Hernández et al. [7].

3. Resultados y Discusión

3.1 Composición atmosférica en el interior de los envases

No se apreciaron diferencias entre los distintos tratamientos para la concentración atmosférica en el interior de los envases (Fig 1). Las presiones parciales de CO₂ y O₂ en el equilibrio se alcanzaron el día 4 de conservación y hasta el día 15 se mantuvieron en valores de 10-12 kPa y 5-11 kPa, respectivamente. Estos valores son ligeramente inferiores para el CO₂ y superiores para el O₂ a los presentados por Martínez-Hernández et al. [5] para brócoli MPF.

3.2 Análisis microbiológicos

El día de procesado no se apreciaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos para los AMT, así, la carga microbiana inicial varió entre los 3,5 log UFC g⁻¹ del tratamiento CONTROL y los 3,1 log UFC g⁻¹ de los tratamientos NEW y NATURCOVER (Fig 2). Al final de la conservación, fueron estos dos tratamientos, NEW y NATURCOVER, los únicos que lograron mantener la carga de AMT por debajo de 5 log UFC g⁻¹. Cabe destacar, el aumento de la carga microbiana de AMT que se produjo en el tratamiento ALGINATO, llegando a los 6,6 log UFC g⁻¹ (Fig 2) el último día de procesado, probablemente debido a la composición del recubrimiento, ya que se observó la misma tendencia tanto en la carga microbiana de E como en la de HL. La carga microbiana para las E el día de procesado se encuentra por debajo de los 3,5 log UFC g⁻¹ para todos los tratamientos, el último día de conservación la carga microbiana de E para CONTROL, NEW, NATURCOVER y ALGINATO había aumentado en un 47, 31,9, 31,8, y 67,9 % con respecto de la carga inicial, respectivamente. El máximo aumento vuelve a ser para el tratamiento ALGINATO. La carga microbiana de HL fue más elevada que la mostrada anteriormente para la misma variedad de brócoli por Martínez-Hernández [5], tanto en

el día de procesado como al final de la conservación, en la que no se encuentran diferencias entre los tratamientos aplicados.

3.3 Análisis sensorial

No se observaron diferencias en el día 5 de conservación entre los distintos tratamientos (datos no mostrados). En los días 9 y 15 de conservación los que mejores puntuaciones presentaron fueron NEW y NATURCOVER, mientras que TESTIGO y ALGINATO mostraron valores por debajo de los límites comerciales (datos no mostrados).

3.4 Contenido de vitamina C

El día de procesado los tratamientos CONTROL y ALGINATO con 166,1 y 175,7 mg/kg MF, respectivamente, presentaron mayores cantidades de AA que los tratamientos NEW y NATURCOVER, con 47,2 y 45,6 mg/kg MF.

En la Fig. 3 se observa como el TESTIGO presenta un contenido de ADHA de 389,8 mg/kg MF, significativamente menor, que los tratamientos NEW, NATURCOVER, ALGINATO, 867,5, 741,8, 677,9 mg/kg MF, respectivamente. Esta diferencia en el contenido de ADHA se puede deber al estrés sufrido por el brócoli durante la aplicación del tratamiento desinfectante así como de la aplicación de los recubrimientos comestibles.

Los valores de vitamina C total (AA+ADHA) (Fig. 3) en el día inicial varían de 555,9 mg/kg MF del tratamiento TESTIGO a los 914,7 mg/kg MF del tratamiento NEW, valores que están dentro del rango de 0,4-1,2 g/kg MF para variedades convencionales de brócoli [8,9]. Al final de la conservación, no se observaron diferencias; los valores de vitamina C total oscilaron entre 872,5 mg/kg MF de NEW y los 722,0 mg/kg MF de ALGINATO.

4. Conclusiones

La desinfección con AEN combinada con un envasado bajo AM resultó efectiva para mantener la calidad sensorial y microbiológica de brócoli 'Parthenon' MPF, así como el contenido de vitamina C total durante 15 días de conservación a una temperatura de 5°C.

A su vez, una desinfección con AEN combinada con la aplicación del recubrimiento comestible Naturcover® y envasado bajo AM resultó efectiva para mantener la calidad sensorial y microbiológica de brócoli 'Parthenon' MPF, así como el contenido de ácido ascórbico durante 15 días de conservación a una temperatura de 5°C.

5. Agradecimientos

Agradecer a la empresa Sakata SEEDS S.L.U. por la financiación necesaria para la elaboración de esta investigación, y a la Cooperativa Agrícola de Producción SACOJE por la donación del material vegetal.

6. Referencias bibliográficas

[1] Artés F., Gómez P., Aguayo E., Escalona V., y Artés-Hernández F. 2009. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology*, 51, 287-296.

[2] Navarro-Rico J., Artés-Hernández F., Gómez P., Nuñez-Sánchez M.A., Artés F., Martínez-Hernández G.B. 2014. Neutral and acidic electrolysed water microbial quality and health promoting compounds of fresh-cut broccoli throughout the shelf life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 21, 74-81.

[3] Rico D., Martín-Diana A.B., Barry-Ryan C., Frías J.M., Henehan G.T.M., y Barat J.M. 2008. Use of neutral electrolysed water (EW) for quality maintenance and shelf-life extension of minimally processed lettuce. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 37-48.

[4] Podsedek A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 1-11.

[5] Martínez-Hernández G.B., Artés-Hernández F., Gómez P., Artés F. 2013. Comparative behaviour between kailan-hybrid and conventional fresh-cut broccoli throughout shelf-life. *LWT- Food Science and Technology*, 50, 298-305.

[6] Zapata, S., Dufour, J. P. 1992. Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic and simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. *Journal of Food Science*, 57, 506-511.

[7] Martínez-Hernández G.B., Artés-Hernández F., Gómez P., Artés F. 2013. Induced changes in bioactive compounds of kailan-hybrid broccoli after innovative processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 5, 133-143.

[8] Galgano, F., Favati, F., Caruso, M., Pietrafesa, A., & Natella, S. (2007). The influence of processing and preservation on the retention of health-promoting compounds in broccoli. *Journal of Food Science*, 72, 130-135.

[9] Munyaka, A. W., Oey, I., Van Loey, A., Hendrickx, M. 2010. Application of thermal

inactivation of enzymes during vitamin C analysis to study the influence of acidification, crushing and blanching on vitamin C stability in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Food Chemistry*, 120, 591–598.

Levaduras (log UFC g⁻¹) de brócoli 'Parthenon' MPF almacenado en condiciones de AM 15 días a 5°C.

Tablas y Figuras

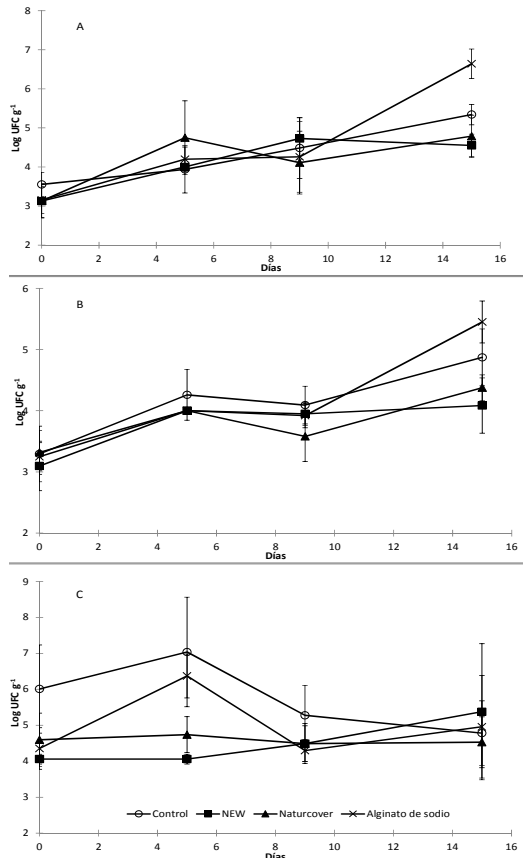


Figura 2. Cambios en (A) Aerobios Mesófilos Totales, (B) Enterobacterias, (C) Hongos y

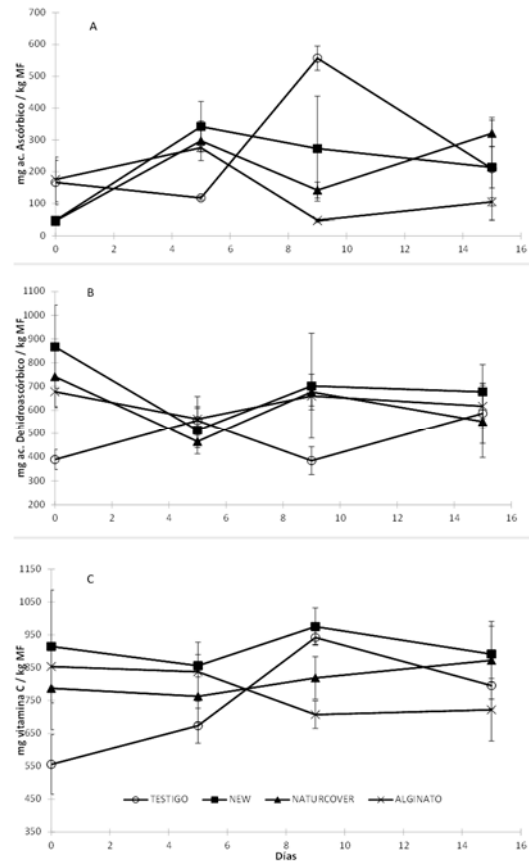


Figura 3. Cambios en (A) Ácido ascórbico (mg AA/kg MF), (B) Ácido dehidroascórbico (mg ADHA/kg MF), (C) Vitamina C total (AA+ADHA) (mg/kg materia fresca) de brócoli 'Parthenon' MPF almacenado en condiciones de AM 15 días a 5°C.

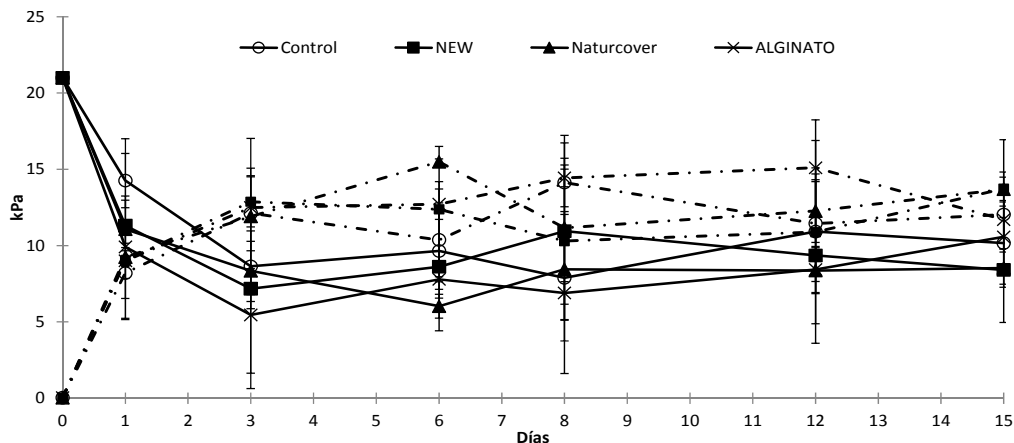


Figura 1. Composición atmosférica [O₂ (-), CO₂ (-)] en el interior de los envases de brócoli 'Parthenon' MPF almacenado en condiciones de AM 15 días a 5°C.