

Algunas sales cálcicas reducen la actividad poligalacturonasa y el ablandamiento en melón “Galia” mínimamente procesado

A.C. Silveira¹, M. Chisari², E. Aguayo³ F. Artés³

¹ Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Área Disciplinaria Poscosecha de frutas y hortalizas. Garzón 780. CP 12300. Montevideo, Uruguay.

² Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia 98 95100 Catania

³ Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Ingeniería de Alimentos. Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Pº Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena. Murcia. España. fr.artes@upct.es

Palabras clave: procesado mínimo, enzimas pectolíticas, firmeza, calcio

Resumen

La pérdida de calidad de melón mínimamente procesado en fresco viene determinada principalmente por el ablandamiento y el crecimiento microbiano. En este trabajo se ha evaluado el efecto del aporte de diferentes sales cálcicas suministradas a través de baños calientes, en la firmeza de la pulpa y la actividad de las enzimas poligalacturonasa (PG) y pectinmetilesterasa (PME). Los resultados muestran que el ascorbato, propionato o cloruro cálcico, a una concentración equivalente a la aportada por 0,5% de cloruro de calcio, proporcionaron un melón más firme que en el testigo acompañado de una menor actividad PG.

INTRODUCCIÓN

El calcio (Ca^{2+}) juega un papel muy importante en el mantenimiento de la calidad postcosecha de los frutos, así como en el retraso de los procesos vinculados a la senescencia, principalmente los ligados al ablandamiento de la pulpa. La influencia del calcio para mejorar la firmeza se atribuye a su capacidad para servir como vínculo de unión a sustancias pécticas en la pared celular y lámina media, formándose pectato cálcico que aporta firmeza al tejido y, por tanto, previene el ablandamiento. También contribuye al mantenimiento de la firmeza por la reducción en la pérdida de agua y el consecuente aumento en la turgencia celular (Picchioni et al., 1996). La sal de calcio comúnmente utilizada es CaCl_2 para reducir el ablandamiento en muy diversas frutas y hortalizas enteras y mínimamente procesadas, incluidas las secciones de melón tipo ‘Cantaloupe’ (Luna-Guzmán et al., 1999). Cuando este aporte cálcico se realiza utilizando baños cálcicos, se recomienda emplear elevadas temperaturas durante la inmersión del producto para que activen la enzima pectinmetilesterasa (PME, EC 3.1.1.11) desmetilando las pectinas de la pared celular y la lámina media, lo que permite la unión del Ca^{2+} endógenos o exógenos con los grupos carboxílicos libres (desmetilados) de los polímeros de pectinas existentes (Luna-Guzmán et al., 1999; Stanley et al., 1995), estabilizando la pared celular y mejorando la firmeza. Otra enzima de gran interés en este proceso es la poligalacturonasa (PG, EC 3.2.1.15), cuya expresión o actividad, al parecer es reducida por el calcio evitando el ablandamiento (Mignani et al., 1995).

Con el objetivo de aclarar la relación entre actividades enzimáticas PG y PME y firmeza de la pulpa en melón “Galia” mínimamente procesado en fresco, se evaluó el efecto de distintas sales de calcio, autorizadas como aditivos alimentarios por la Unión Europea, aplicadas mediante baños.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y montaje experimental

Los melones tipo 'Galia' (*Cucumis melo* L var. *cantalupensis*) se recolectaron el día anterior al comienzo de la experiencia en una explotación comercial en Fuente Álamo (Murcia) y se enfriaron a 5°C en las instalaciones de la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos de la UPCT. El procesado mínimo en fresco del melón se realizó en una cámara refrigerada a 5°C. Los melones se cortaron longitudinalmente en 8 secciones (tajadas) a las que se les eliminó la corteza. Seguidamente cada sección se cortó en 6 piezas trapezoidales. Posteriormente, las secciones se sumergieron durante 1 min. en un baño cálcico a 60°C. Según el tipo de tratamiento, se añadieron distintas concentraciones de sales cálcicas, de forma que siempre aportaran la misma cantidad de calcio que el CaCl₂ puro al 0,5%. Los tratamientos realizados se exponen en la siguiente tabla.

Tratamientos	Concentración de sal cálcica (g L ⁻¹)	Tipo de desinfección
Testigo	0	NaOCl
Cloruro cálcico	5,3	H ₂ O ₂
Citrato cálcico	6,8	H ₂ O ₂
Silicato cálcico	8	H ₂ O ₂
Acetato cálcico	5,7	H ₂ O ₂
Lactato cálcico	9	H ₂ O ₂
Ascorbato cálcico	15	H ₂ O ₂
Tartrato cálcico	6,8	H ₂ O ₂
Propionato cálcico	6,9	H ₂ O ₂

Tras el baño, las secciones de melón se enfriaron y desinfectaron sumergiéndolas durante 1 min, en agua a 1°C conteniendo 3 ppm de H₂O₂, excepto el testigo que fue desinfectado con 100 mg L⁻¹ NaOCl. Tras el lavado todos los tratamientos se enjuagaron en agua sin cloro a 1°C durante 1 min. Seguidamente se procedió al envasado de las secciones de melón (160-180 g) en barquetas de polipropileno. Las barquetas se termosellaron por la parte superior con polipropileno orientado de 35 µm microperforado (Danisco Flexible, Bristol, UK). Se realizaron tres repeticiones por tratamiento manteniéndose a continuación durante 10 días a 5°C y 90% de HR.

Parámetros evaluados

Firmeza de la pulpa. La firmeza en las secciones trapezoidales se determinó por penetrometría con una prensa (Ibertest S.A.E. Madrid, Spain). Se utilizó un punzón de acero de 4,5 mm de diámetro, que se introdujo 5 mm en la pulpa a una velocidad de contacto de 100 mm min⁻¹.

Actividad enzimática pectinmetilesterasa y poligalacturonasa. Para determinar la actividad PME, se tomaron 100 µL de muestra añadiendo 30mL de solución de pectina de manzana al 1% conteniendo 200 mM de NaCl. La actividad PME se considera proporcional al consumo de NaOH 0,01N necesario para mantener el pH en 7, durante 20 min y se expresó en µM de ácido producido por min. a pH 7 y 22°C. La actividad PG se determinó por espectrofotometría. Para ello se incubaron 100µL de la solución de extracción con 0,3 mL de ácido poligalacturónico al 5% (v/v), a 35°C durante 30 min.

Tras detener la reacción usando buffer borato 0,1M pH 9 y 0,4 mL de cianocetamida 1% (v/v), se midió la absorbancia a 295 nm y 25°C, siendo la actividad PG expresada como reducciones equivalentes de ácido poligalactorónico por g. de peso fresco por min.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los baños cálcicos ejercieron un papel fundamental en el mantenimiento de la firmeza. La inmersión en disoluciones cálcicas repercutió en un inmediato aumento de la firmeza con respecto al testigo (Fig 1., día 0), siendo el tartrato cálcico el que marcó un efecto significativo en comparación con el testigo. Con el tiempo de almacenaje, todos los tratamientos sufrieron un ablandamiento, en especial, al prolongar la conservación de 7 a 10 días. Tras la conservación, el testigo sufrió un ablandamiento del 13%. El uso de ascorbato, propionato, acetato, cloruro y tartarato cálcico redujo el ablandamiento entre un 20-15% frente al testigo. El silicato tan sólo proporcionó un melón un 6% más firme mientras que citrato y lactato no lograron reducir el ablandamiento del melón. No obstante, estos tratamientos sí ofrecieron un melón más firme durante la primera semana de conservación. Este comportamiento concuerda con el obtenido por otros autores como Saftner et al. (2003) y Aguayo et al. (2006), donde baños cálcicos de melón “Honeydew” o “Amarillo” en disoluciones de propionato, cloruro o quelatos cálcicos mantuvieron la calidad y prolongaron la vida útil al reducir el ablandamiento, fijar el color, disminuir la actividad respiratoria, la emisión de etileno, el desarrollo de translucencia y el crecimiento microbiano.

Con respecto a la actividad enzimática, en general, se observó una mayor actividad PME en el día 4, decayendo suavemente con el periodo de conservación. Sin embargo, se detectó una respuesta contraria en la PG, ésta aumentó en el día 7, frente al día 4. Esto indica que puede existir un predominio enzimático en la cinética de expresión en relación con el proceso de degradación de la pared celular. Al parecer existe una superioridad de la desesterificación de pectinas (PME) frente a la hidrólisis de las cadenas pécticas de la pared celular (PG), invirtiéndose el proceso al prolongarse el periodo de conservación. Este comportamiento también fue observado por Mangararis et al. (2005) en melocotón.

En el día 7, la cantidad de PG en algunos tratamientos cálcicos fue inferior a la obtenida en el testigo (Fig. 2). Por orden ascendente, los tratamientos que presentaron una menor PG fueron lactato, cloruro, ascorbato, citrato, propionato y silicato cálcico. En cambio, tartarato, acetato y testigo presentaron mayor PG. No se observó una relación positiva entre actividad PG y ablandamiento en todos los tratamientos estudiados. Tan sólo, cloruro, propionato y ascorbato cálcico proporcionaron un tejido más firme acompañado de una menor actividad PG. Esta relación positiva podría explicarse al posible doble efecto del calcio sobre el ablandamiento, un efecto directo al unirse con los polímeros pécticos a la lámina media de la pared celular (Damarty et al., 1984) y otro indirecto, al reducir la expresión o actividad de la PG (Serrano et al., 2002). La actividad PME no experimentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Fig. 2).

Como conclusión, podemos decir que, se recomienda la utilización de baños cálcicos durante 1 min y a 60°C, utilizando ascorbato, propionato o cloruro cálcico para reducir el ablandamiento y la actividad PG de melón “Galia” mínimamente procesado en fresco.

Referencias

- Aguayo, E., Escalona, V. and Artés F. 2006. Calcium salts dips for keeping firmness and safety of minimally fresh processed *Saccharinus* melon. IIR-IRHACE Conference. Auckland, New Zeland, 160-167.
- Luna-Guzmán, I., Cantwell, M. and Barrett, D.M. 1999. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl_2 dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biol. Technol.*, 17: 201-213.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Mignani, I., Diamantidis, G. and Tzavella-Klonari, K. 2005. The effect of preharvest calcium spray son quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown roto f peach fruit. *Scientia Horticulturae* 107: 43-50.
- Mignani, I., Greve, L.C., Ben-Arie, R., Stotz, H.U. Li, C., Shackel, K. and Labavitch, J. 1995. The effects of GA3 and divalent cations on aspects of pectin metabolism and tissue softening in ripening tomato pericarp. *Physiol. Plantarum* 93: 108-115.
- Picchioni, G.A., Watada, A.E., Whitaker, B.D. and Reyes, A. 1996. Calcium delays senescence-related membrane lipid changes and increases net synthesis of membrane lipi components in shredded carrtos. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 235-245.
- Saftner, R., Bai, J., Abbott, J., Lee and Y. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf life stability of fresh-cut honeydew chunks. *Postharvest Biol. Technol.* 29: 257-269.
- Serrano, N., Amorós, A., Pretel, M.T., Martínez-Madrid, M.C., Madrid, R. and Romojaro, F. 2002. Effect of calcium deficiency on melon (*Cucumis melo*, L.) texture and glassiness incidence during ripening. *Food Sci. Tech. Int.* 1: 1-8.
- Stanley, D.W., Bourne, M.C., Stone, A.P. and Wismer, W.V. 1995. Low temperature blanching effects on chemistry, firmness and structure of canned green beans and carrots. *J. Food Sci.*, 60: 327-333.

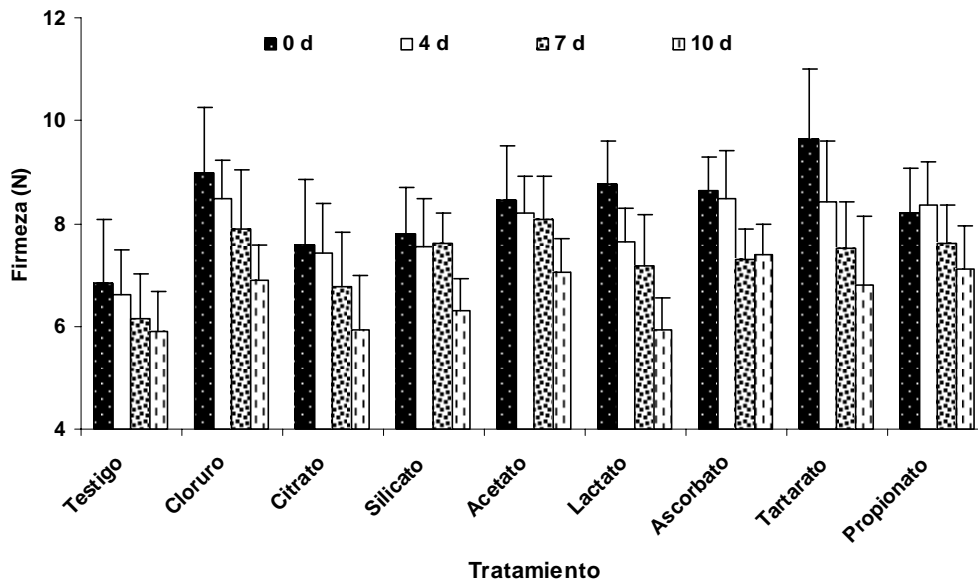


Fig. 1. Firmeza de la pulpa (N) en melón “Galia” mínimamente procesado en fresco, según tratamiento y días de conservación a 5°C. Media ($n = 3 \pm \text{ES}$).

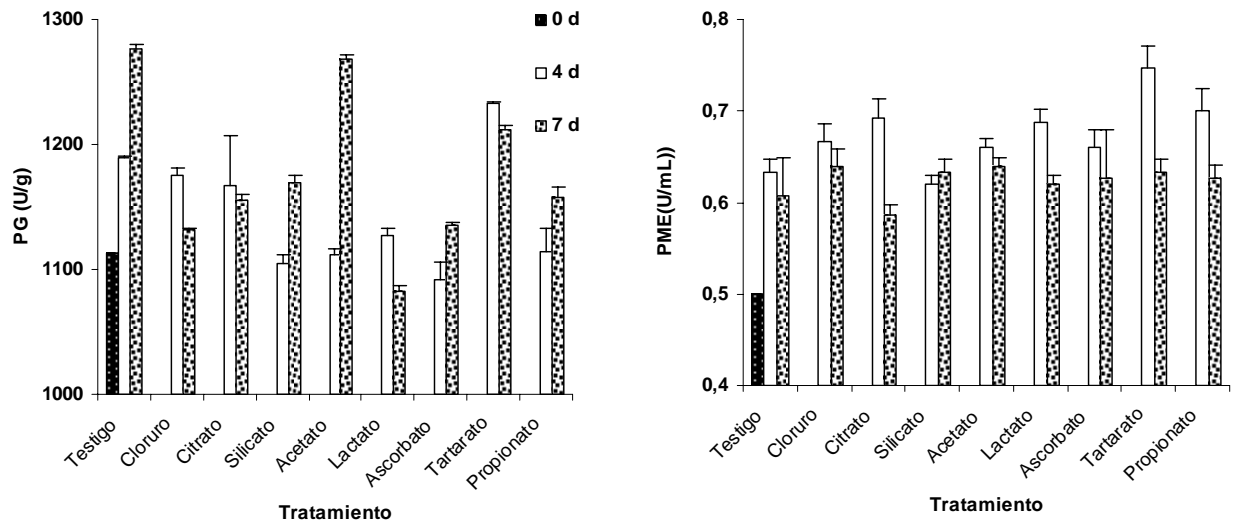


Fig. 2. Actividad PG y PME en melón “Galia” mínimamente procesado en fresco, según tratamiento y días de conservación a 5°C. Media ($n = 3 \pm ES$).