

@LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA
ISSN 1692-7125. Volumen 9, No. 1, p. 31-37, año 2011
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona



Conservación de la coliflor (*Brassica Oleraceae* L.) cv. botrytis almacenada en refrigeración

Preservation of minimally processed cauliflower (Brassica Oleraceae L.) cv. botrytis

Trujillo N. Yanine.^{1*}, Cáceres L. Leydi², Silva Jhorman.²

¹ Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Departamento de Alimentos, Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de Alimentos (GINTAL), Universidad de Pamplona

² Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Departamento de Alimentos, Semillero de investigación SINTAL Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Recibido 08 de Agosto 2010; aceptado 12 de Noviembre de 2010

RESUMEN

La conservación de la calidad de la coliflor empacada en celulosa y almacenada a 4°C durante 15 días, fue evaluada, con el fin de identificar (1) las características fisicoquímicas, organolépticas y enzimáticas que se relacionan en mayor grado con la pérdida de la calidad y vida útil de este vegetal, y (2) el tratamiento que mejor conserva dichas características en el tiempo de almacenamiento. Como tratamientos de conservación fueron empleados el ultrasonido, el uso de retardante de maduración, en solitario y en combinación con ácido ascórbico. Como variables de evaluación se determinó el color visual e instrumental, olor y exudación, humedad, sólidos solubles, acidez, pH y tasa de respiración expresada en CO₂/Kg.h; además se determinaron las unidades enzimáticas por espectrofotometría de la enzima polifenoloxidasas (PFO). Los resultados indican que el color, la tasa de respiración, la actividad enzimática PFO, son las propiedades que se ven modificadas en mayor grado durante el almacenamiento de la coliflor conservada a 4°C, y que, el uso del retardante en mezcla con ácido ascórbico (5000 ppm), es eficiente para conservar durante ocho días la calidad fresca de la coliflor empacada en bolsa de celulosa en atmósfera pasiva.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: yaninetrujillo@unipamplona.edu.co

Palabras clave: coliflor, color, cuarta gama, refrigeración, vida útil.

ABSTRACT

The conservation of the quality of the packed cauliflower in cellulose and stored at 4 ° C for 15 days was evaluated in order to identify (1) the physicochemical, organoleptic and enzymatic characteristics that are related at a greater extent with the loss of the quality and the useful life of the plant, and (2) the treatment that best retains those characteristics in the storage time. As conservation treatments ultrasound and ripening retardant alone and in combination with ascorbic acid were employed. As variables of evaluation it was determined the visual and instrumental color, smell, exudation, wetness, soluble solids, acidity, pH and respiration rate expressed in CO₂/Kg.h; furthermore enzymatic units were determined by spectrophotometry of the polyphenoloxidase enzyme (PPO). Results indicate that the color, respiration rate, enzymatic activity PFO are properties that are modified to a greater extent during the cauliflower storage at 4 ° C, and that the use of the retardant mix with the ascorbic acid (5000 ppm), it is efficient to preserve during eight days the fresh quality of the cauliflower packed in a cellulose bag in a passive atmosphere.

Keywords: *cauliflower, color, fourth range, refrigeration, useful life of the plant*

INTRODUCCIÓN

La coliflor es un vegetal en el que su frescura se valora por la apariencia visual, en la que el tono blanco del color es el atributo más importante. Uno de los problemas de este producto es la presencia de tonalidades pardas, grisáceas y ablandamiento en las pellas, las cuales pueden ser causadas por actividad enzimática, daños mecánicos y actividad microbiana; además del amarillamiento por exceso de luminosidad, con la consiguiente pérdida de calidad. El color está influenciado, entre otros factores, por la cantidad de luz que reciba la inflorescencia durante su desarrollo, ya que algunos pigmentos se sintetizan más intensamente por la acción de la luz. Asimismo, la forma globular, la firmeza y regularidad de las pellas son parámetros de calidad (Ruffio-Cháble y Hervé, 2001).

El color puede ser cuantificado a partir de un espectrofotocolorímetro, empleando un espacio de color CIEL*a*b* el cual suele usarse frecuentemente para determinar el color en frutas y vegetales (Tijssen *et al.*, 2001), o bien mediante la utilización de cartas de colores, como son la tabla del ITGA de Navarra (Instituto Técnico y de Gestión Agrícola), de grados de blancura en coliflores y las cartas de colores de la Royal Horticulture Society (RHS).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los tratamientos aplicados en la coliflor durante su almacenamiento de 15 días en refrigeración, determinando cual presenta mejor resultado sensorial, fisicoquímico y fisiológico en calidad y conservación; además de establecer las modificaciones generadas durante su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se adquirieron 6 Kg de coliflor variedad Botrytis en la central de abastos del municipio de Pamplona, (N. de S).

Metodos

Una vez adquiridas los floretes de coliflor, se realizó un lavado con hipoclorito de sodio y una caracterización fisicoquímica previa, con el fin de conocer las condiciones iniciales de la coliflor.

Evaluación previa de las características fisicoquímicas

De las características físicas de la coliflor se realizó color visual e instrumental. Desde el punto de vista visual se evaluó la coliflor de acuerdo a la intensidad de tono bajo una escala de cuatro puntos. 1 (Blanco), 2 (Blanco-crema), 3 (Blanco-marfil) y 4 (marfil amarillo).

El color instrumental se determinó a partir del uso del espectrofotómetro de esfera X-RITE empleándose un espacio de color CIEL*a*b* con iluminante D65, observador 10° y componente especular incluido.

De las características químicas se evaluaron pH, acidez total y sólidos solubles.

El pH se determinó por potenciometría a partir de un pH-metro digital SCHOTT Modelo Handylab valorándose directamente sobre una muestra previamente homogenizada y exenta de gas carbónico.

La acidez total se determinó tomando una muestra homogénea de agua destilada-coliflor (50:50), exenta de gas carbónico, tomándose de ésta 10 mL y valorándola con

hidróxido de sodio (NaOH) 1N. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido málico teniendo en cuenta el factor de dilución.

$$\% \text{ Acido Málico} = \frac{N * V_1 * 0,067}{V_2} * 100$$

La determinación de sólidos solubles totales se realizó por refractometría.

La humedad se determinó en una balanza de humedad OHAUS MB35 Halogen en una muestra de 3 g de coliflor expuesta a 110 °C durante 60 min, tomando datos de pérdida de humedad y peso cada 2 minutos con el fin de poner a punto la técnica, estableciéndose que el tiempo al que debe ser sometidos 3 g de muestra a 110°C es de 32 minutos.

Como análisis fisiológico se evaluó la tasa de respiración en la coliflor, la cual se hizo a partir de un montaje cerrado, en donde el CO₂ atrapado en solución de hidróxido de bario, se valora con ácido axálico empleando fenoltaleína como indicador.

$$\text{mg.} \frac{\text{CO}_2}{\text{Kg}} \text{ hora} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot 22 \text{gCO}_2 \cdot (N) \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{\text{tiempo de barrido (h)} \cdot \text{peso de la muestra (Kg)}}$$

donde:

V₀: Volumen de ácido oxálico gastado en la titulación de 50 mL de hidróxido de bario blanco. V₁: Volumen de ácido oxálico gastado para titular la solución de hidróxido de bario y el CO₂ producido por la coliflor

Aplicación de tratamientos de conservación

Las cabezas de coliflor fueron sometidas a cuatro tratamientos de conservación. El primero consistió en un tratamiento físico, ul-

trasonido donde se sumergieron las muestras de coliflor en una tina por ultrasonido durante 5 minutos, manteniendo la temperatura a 20°C y una potencia de 40 voltios. El segundo y tercer tratamiento, de naturaleza química, uso de un retardante de maduración solo y en combinación con ácido ascórbico a 5000 ppm aplicados por inmersión. El cuarto era la muestra testigo (sin tratamiento).

Posteriormente de la aplicación de tratamientos se procedió a hacer un escurrido y secado, se realizó un empaçado en atmosfera pasiva en un empaque de celulosa y se dispusieron por separado cada uno de los tratamientos realizados en almacenamiento por refrigeración a $4\pm 2^\circ\text{C}$ durante 15 días.

Para la aplicación del tratamiento de conservación con antioxidante se realizó previamente la evaluación de la actividad de la enzima Polifenoloxidasas por espectrofotometría siguiendo la metodología que se detalla a continuación.

Evaluación de la actividad enzimática de la Polifenoloxidasas (PFO)

Se tomaron 50 g de coliflor cortada en láminas finas, se homogenizaron mecánicamente durante 2 minutos con 50 mL de buffer fosfato a pH 6.5, atemperado a 4 °C con PVP (Polivinilpirrolidona) 3% (w/v) disuelto en ácido ascórbico a la concentración de 50 mM., filtrándola y centrifugándola durante 30 minutos manteniéndolas a 4°C. el sobrenadante obtenido se denominó extracto enzimático crudo.

Determinación de la actividad de PFO

Para la determinación de la actividad enzimática se empleó el procedimiento de

Oktay et al., (1995). Se tomó 1 mL de buffer, estabilizado a 30°C, se le adicionó 0.4 mL del extracto enzimático y 0.8 mL de sustrato (pirocatecol 50mM), se dejó reaccionar durante 1 min. a 30°C y se realizó la lectura en un espectrofotómetro con una longitud de onda de 410 nm. Se uso 2.2 mL del sustrato pirocatecol para realizar la calibración en blanco del equipo. El cambio de la absorbancia fue medido cada 5 segundos por un tiempo de 1 minuto y la actividad fue determinada por la porción lineal de la curva (Wong *et al.*, 1971). Una unidad de actividad de la PFO fue definida como el cambio de la absorbancia en 0,001 por mililitro de enzima.

Influencia de los tratamientos en las características fisicoquímicas

Los análisis de las características fisicoquímicas y organolépticas a las muestras tratadas se llevaron a cabo durante los días 8 y 15, utilizando los métodos previamente descritos (color, pH, acidez total, sólidos solubles totales, humedad y unidades enzimáticas de PFO).

Para la intensidad de olores relacionados a putrefacción se evaluó en una escala de cuatro puntos. 1(Ausencia), 2(Leve), 3(Moderado) y 4(Acentuado) y para el grado de exudación se evaluó en una escala de cinco puntos. 1(Seco), 2(Leve), 3(Moderado), 4(Alto) y 5(Muy alto).

Análisis estadístico

Todos los resultados fueron analizados estadísticamente, empleándose un análisis de la varianza para comparar el efecto de los distintos tratamientos. Se utilizó el programa SPSS (Statistical Package for the Social Science v.19.0).

Resultados y discusión

De acuerdo con los análisis de las propiedades organolépticas (datos no mostrados), se presentó que el tratamiento por ultrasonido (coliflor 1), mantuvo la coloración inicial evitando en mayor grado el pardeamiento, tanto a los ocho como a los quince días, pero presentó daños en su textura, como también olor acentuado relacionado a putrefacción, a los quince días de almacenamiento. El tratamiento con retardante mas antioxidante (coliflor 2), presentó a los ocho días estabilidad en el color y olor con respecto a los iniciales, pero a los quince días hubo deterioro relacionado a ablandamiento y pardeamiento en la inflorescencia. El tratamiento con retardante (coliflor 4), presentó características organolépticas similares con respecto a las iniciales, pero después de transcurridos los quince días hubo daño total por pardeamiento, amarillamiento y la aparición de podredumbre fúngica gris, los cuales son índices determinantes en la calidad. Por otra parte la muestra testigo presentó daños significativos, que con respecto a las demás muestras.

Con relación a lo anterior, el tratamiento que mejor conservó, durante los ocho primeros días, las características organolépticas iniciales durante el almacenamiento en refrigeración a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ de la coliflor fue el tratamiento del retardante en combinación con el ácido ascórbico.

Por otra parte, los resultados del color (figuras 1-3), muestran que al tratar la coliflor con ultrasonido (coliflor 1), se obtiene mayor luminosidad. Sin embargo, este tratamiento demuestra ser destructivo en el color característico de la coliflor y en las propiedades de textura, ya que se torna harinosa.

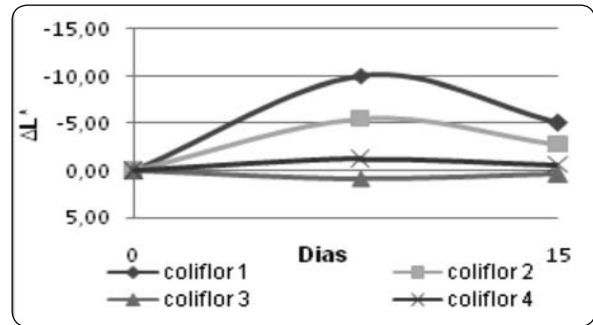


Figura 1. Diferencial de luminosidad de la coliflor

Observando los resultados de color se presenta, que al emplear el retardante de la maduración en combinación con ácido ascórbico (coliflor 2), se conserva mejor las características iniciales de la coliflor durante el almacenamiento refrigerado, siendo éste efectivo en el control de la formación de tonalidades oscuras.

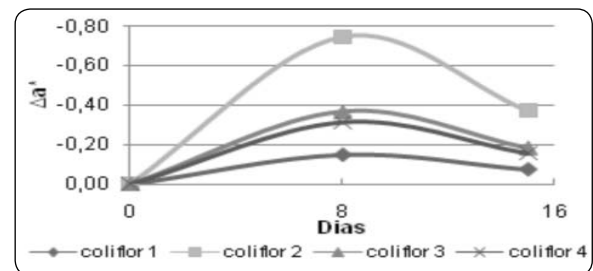


Figura 2. Diferencial del espacio cromático (a*) de la coliflor

El espacio cromático b^* indica en la coliflor el incremento de tonalidades amarillas el cual es índice de maduración. En la figura 3, se observa que conforme va pasando el tiempo de almacenamiento se van intensificando las tonalidades amarillas (coliflor 3: testigo) con respecto al valor inicial, siendo los tratamientos que contienen retardante (coliflor 2 y 4) los que controlaron la formación de tonalidad amarillas.

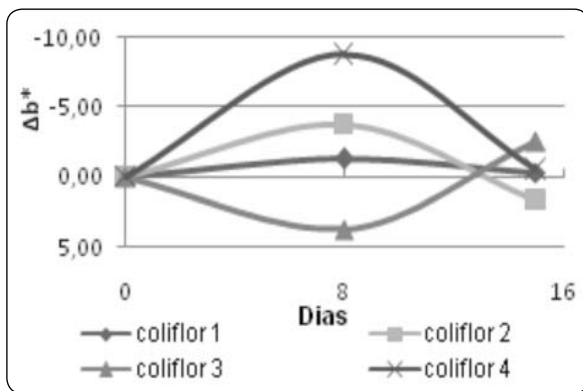


Figura 3. Diferencial del espacio cromático b* de la coliflor

Según el análisis ANOVA (tabla 1), existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para la variable de respuesta luminosidad (ΔL^*) de la coliflor.

TABLA 1
Resultados promedios de color de la coliflor

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2	-5.73 ± 5.31 ^{bc}	-0.27 ± 0.29	-0.79 ± 1.01
3	-2.92 ± 4.19 ^a	-0.07 ± 0.86	-1.04 ± 2.96
4	3.22 ± 3.28 ^{ab}	-0.42 ± 0.51	0.59 ± 3.67 ^a
5	-0.06 ± 2.21 ^c	0.30 ± 0.74	-4.64 ± 4.62 ^a
p-valor	0.008	0.361	0.164

1: Control, 2: ultrasonido, 3:retardante + antioxidante, 4: testigo, 5: retardante. n = 5, X ± Desviacion tipica, p - valor ≤ 0.05 existen diferencias significativas, a, b, c letras iguales entre columnas existen diferencias minimas significativas

Las pruebas post hoc indican que los tratamientos de Ultrasonido (coliflor 1) y retardante mas antioxidante (coliflor 2) difieren de la muestra testigo, logrando reducir significativamente el proceso de maduración en la coliflor durante el tiempo de almacenamiento con respecto a la luminosidad.

Respecto al tratamiento con ultrasonido, a pesar de que se pierde el mayor grado de luminosidad, permite mantener el color característico de la coliflor. Según el análisis ANOVA (tabla 2), existen diferencias esta-

dísticamente significativas en el parámetro de acidez, siendo más estable al tratamiento con retardante en combinación con antioxidante durante el tiempo de almacenamiento a 4°C y condiciones del empaque en la coliflor.

TABLA 2

Resultados promedios analisis fisicoquimicos de los tratamientos aplicados en la coliflor durante el tiempo de almacenamiento

	°Brix	pH	Acidez
1	3.15 ± 0.07	7.05 ± 0.01	0.04 ± 0.00 ^{a,b,c,d}
2	2.60 ± 0.70	7.13 ± 0.95	0.02 ± 0.00 ^a
3	2.85 ± 0.81	7.07 ± 0.11	0.03 ± 0.01 ^b
4	2.70 ± 0.35	7.02 ± 0.14	0.02 ± 0.04 ^c
5	3.25 ± 0.81	7.20 ± 0.05	0.02 ± 0.00 ^d
p-valor	0.640	0.172	0.003

1:control, 2:ultrasonido, 3:retardante+antioxidante, 4:testigo, 5: retardante. n = 5, X ± desviacion tipica.

p-valor ≤ existen diferencias significativas. a, b, c letras iguales entre columnas existen diferencias minimas significativas

En la figura 4, se observa que la coliflor sin tratar (coliflor 3) presenta aumento en el porcentaje de humedad durante el tiempo de almacenamiento. El tratamiento con retardante mas antioxidante (coliflor 2) retiene en mayor grado la humedad durante el tiempo de almacenamiento con respecto al valor inicial (control).

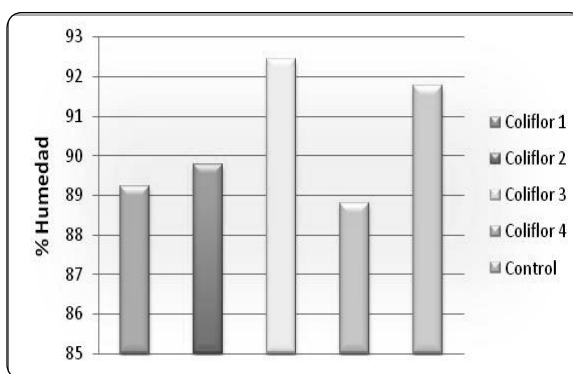


Figura 4. Promedios de humedad de los tratamientos aplicados en la coliflor durante el tiempo de almacenamiento

En la figura 5, se observa que el tratamiento con retardante en mezcla con antioxidante (coliflor 2), logra inhibir durante los ocho primeros días, la actividad enzimática de la polifenoloxidasas. El ultrasonido demuestra ser efectivo sólo hasta el día 15 de almacenamiento.

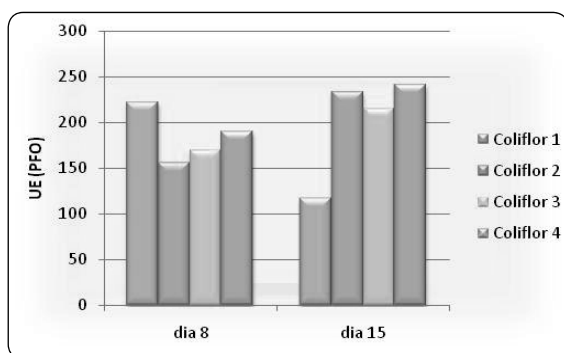


Figura 5. Unidades enzimáticas de polifenoloxidasas en los tratamientos aplicados en la coliflor durante el tiempo de almacenamiento

CONCLUSIONES

El color valorado en una escala CIEL*a*b* es un parámetro que identifica los cambios que se han generado por la maduración durante el tiempo de almacenamiento a 4°C de la coliflor.

El mejor tratamiento que controla el pardeamiento enzimático y conserva el color amarillo que caracteriza la coliflor es el retardante empleado en combinación con ácido ascórbico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzalez M., Caicedo C., Velasquez M., Florez V., Garzon M. Efecto de la aplicación del retardante sobre el crecimiento de coliflor (*Brassica oleraceae L.*) var. Botrytis DC. Revista Scielo Colombia. Vol 25, No 1 (2007), disponible en:
http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100007&script=sci_arttext
- Lopez A. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Depositos de documentos de la FAO, disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s08.htm>
- Los alimentos. Carbohidratos de la coliflor, disponible en: <http://alimentos.org.es/carbohidratos-coliflor>
- Rodriguez P. Guía técnica para la producción del cultivo de la coliflor. Ministerio de la Agricultura Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, disponible en: http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=21&cf_id=2
- Ruffio-Châble, V. and Hervé, Y. (2001). Coliflor y brócoli p. 191-211. En: Tecnología de las hortalizas. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Tuskens, L.M.M., Schijevens, E.P.H.M. y Blekman, E.S.A. (2001). Modelling the change in color of broccoli and green beans during blanching. Innovative Food Science & Emerging Technologies 2, 303-313.
- Trevor V. & Marita Cantwell. Coliflor, recomendaciones para mantener la calidad poscosecha. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, disponible en http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Produce_Facts/Espanol/Coliflor.shtml
- Wong TC. Luh BS & Whitaker JR. (1971). Isolation and characterization of polyphenol oxidase isoenzyme of Clingstone peach. Plant Physiology 48:19-23.