

Caracterización fisicoquímica y contenido fenólico de la remolacha (*Beta vulgaris* L.) en fresco y sometida a tratamiento térmico

Chemical Physical Characterization and Phenolic Content of Beet (*Beta vulgaris* L.) in Fresh and Subjected to Thermal Treatment

Caracterização física química e conteúdo fenólico da beterraba (*Beta vulgaris* L.) em produtos frescos e submetidos ao tratamento térmico

Mónica Natalia Gómez; Alba Lucía Duque Cifuentes*

Grupo de Investigación Agroindustria de Frutas Tropicales. Universidad del Quindío (UQ), Carrera 15 calle 12 norte, Armenia, Colombia

*albdueque@uniquindio.edu.co

Fecha recepción: 25 de enero de 2018

Fecha aceptación: 23 de marzo de 2018

Resumen

La remolacha (*Beta vulgaris* L.), es una planta de la familia de las Amarantáceas, originaria del sur de Europa. Su variedad roja es un alimento especialmente rico en vitamina C y en flavonoides, antioxidantes que son un potente anticancerígeno, por lo que su ingestión regular dentro de una alimentación equilibrada ayuda a prevenir la aparición de cáncer. También es un protector frente a enfermedades cardiovasculares. Los flavonoides son pigmentos naturales que se sintetizan en las plantas y protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que deben obtenerse mediante la alimentación o en forma de suplementos. Están ampliamente distribuidos en plantas, frutas, verduras y en diversas bebidas. El objetivo de esta investigación fue caracterizar fisicoquímicamente la remolacha en estado fresco y después de ser sometida a tratamiento térmico. Las muestras se caracterizaron en los parámetros de color, carbohidratos, pH, humedad, actividad de agua, acidez titulable, textura y contenido fenólico en estado fresco y después del tratamiento térmico a una temperatura media de 86 °C y a diferentes tiempos (0, 8, 10 y 12 min). La remolacha que conservó mejor las propiedades fisicoquímicas fue la sometida a tiempo de cocción de 12 minutos con textura blanda y crujiente, un contenido de fenoles de 1,4204 mg GA/g, mayor contenido de sólidos solubles (6,76± 0,17 °Brix), mayor % de acidez titulable (0,062% ± 0,008) y menor pH (4,56 ± 0,02).

Palabras clave: tubérculo, fenoles, temperatura, tiempo de cocción.

Abstract

Beet (*Beta vulgaris* L.), is a plant of the Amarantáceas family, originally from southern Europe. Its red variety is a food especially rich in vitamin C and in flavonoids, antioxidants that are a potent anticancer, so that its regular ingestion in a balanced diet helps to prevent the appearance of cancer. It is also a protector against cardiovascular diseases; Flavonoids are natural pigments that are synthesized in plants and protect the body from damage caused by oxidizing agents. The human body can not produce these protective chemicals, so they must be obtained by feeding or in the form of supplements. They are widely distributed in plants, fruits, vegetables and various beverages. The objective of this research was to physicochemically characterize the beet in fresh condition and after being subjected to thermal treatment.

The samples were characterized in the parameters of color, carbohydrates, pH, humidity, water activity, titratable acidity, texture and phenolic content in fresh state and after the thermal treatment at an average temperature of 86 °C and at different times (0, 8, 10 and 12 min). The beetroot that best preserved the physicochemical properties was the one subjected to the cooking time of 12 minutes with a soft and crunchy texture, a content of phenols of 1.4204 mg GA / g, higher content of soluble solids (6.76 ± 0.17). °Brix), higher% titratable acidity (0.062% ± 0.008) and lower pH (4.56 ± 0.02).

Keywords: *tuber, phenols, temperature, cooking time.*

Resumo

Beet (*Beta vulgaris* L.), é uma planta da família Amarantáceas, originária do sul da Europa. Sua variedade vermelha é um alimento especialmente rico em vitamina C e em flavonóides, antioxidantes que são um anticancerígeno potente, de modo que sua ingestão regular em uma dieta equilibrada ajuda a prevenir o aparecimento do câncer, também é um protetor contra doenças cardiovasculares; Os flavonóides são pigmentos naturais que são sintetizados em plantas e protegem o corpo de danos causados por agentes oxidantes. O corpo humano não pode produzir esses produtos químicos protetores, por isso eles devem ser obtidos alimentando ou sob a forma de suplementos. Eles são amplamente distribuídos em plantas, frutas, vegetais e várias bebidas. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar físico-quimicamente a beterraba em condições frescas e depois de ser submetido a tratamento térmico. As amostras foram caracterizadas nos parâmetros de cor, carboidratos, pH, umidade, atividade da água, acidez titulável, textura e conteúdo fenólico em estado fresco e após o tratamento térmico a uma temperatura média de 86 °C e em momentos diferentes (0, 8, 10 e 12 min). A beterraba que melhor preservou as propriedades físico-químicas foi a submetida ao tempo de cozimento de 12 minutos com uma textura macia e crocante, um teor de fenóis de 1,4204 mg GA / g, maior teor de sólidos solúveis (6,76 ± 0,17). °Brix), maior% de acidez titulável (0,062% ± 0,008) e menor pH (4,56 ± 0,02).

Palavras-chave: *tubérculos, fenóis, temperatura, tempo de cozimento.*

Introducción

La remolacha (*Beta vulgaris* L.) es una raíz casi esférica de forma globosa, con un diámetro de entre 5 y 10 cm y un peso de entre 80 y 200 gramos. Su color es variable desde rosáceo a violáceo, anaranjado rojizo o hasta el marrón, la pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar, en ocasiones, círculos concéntricos de color blanco, su sabor es dulce, debido a que se acumula gran cantidad de azúcares y es una fuente excelente de vitamina C. Además, presenta un contenido intermedio de compuestos fenólicos (100-500 mg ácido gálico/100 g muestra) [1].

El interés por alimentos saludables y de fácil consumo ha promovido la creación de nuevas tecnologías como los productos frescos mínimamente procesados [2]. No obstante, la vida útil de estos productos es limitada por su carácter perecedero y por los cambios físicos, químicos y fisiológicos que con frecuencia ocurren [3]. Es de gran importancia el tratamiento térmico en la conservación de los alimentos para aumentar su tiempo de vida. Sin embargo, a pesar de los beneficios del tratamiento térmico, una serie de

cambios tienen lugar en el producto que altera su calidad final, por ejemplo, sabor, color, textura y aspecto general.

La pasteurización y la esterilización son los dos procesos térmicos más comunes utilizados para procesar y conservar los alimentos en el mundo. El calor es responsable de la inactivación microbiana y la reducción de la actividad enzimática que se produce en los productos alimenticios sometidos a tratamiento térmico, dando como resultado un producto seguro y cuya vida de anaquel será mucho más larga. Con el tratamiento térmico se busca la inactivación de microorganismos para proporcionar a los consumidores un producto microbiológicamente seguro.

El objetivo de esta investigación fue evaluar las características físico-químicas, contenido fenólico y minerales de la remolacha en estado fresco y bajo un proceso de cocción suave.

Metodología

Obtención de la materia prima

La remolacha (*Beta vulgaris*), se adquirió en la plaza mercado de la ciudad de Pereira y se

seleccionó teniendo en cuenta los parámetros de color, firmeza, diámetro de fruta entre 7 y 8 cm y sin daño mecánico. Se lavó con solución desinfectante de hipoclorito de sodio 500 ppm, de acuerdo a los requerimientos mínimos del Codex Alimentarius para frutas y hortalizas frescas, se peló y troceó en cubos de 1 cm³ aproximadamente.

Tratamiento térmico

Los cubos de remolacha fueron sometidos a cocción en agua a temperaturas entre 83 y 88 °C por espacios de 8, 10, 12 y 14 minutos. Después del tratamiento térmico, se caracterizó fisicoquímicamente para determinar el tiempo de cocción óptimo.

Caracterización fisicoquímica

La remolacha en estado fresco y después del tratamiento térmico, se caracterizó fisicoquímicamente en los parámetros de textura: con un texturómetro TAxT plus, con la herramienta para frutas y vegetales y se midió el corte de cizalla de la remolacha fresca y cocida. La fuerza del corte se expresó en gramos; la distancia del corte en mm, y el tiempo en segundos. Color: la intensidad del color se midió en un espectrofotómetro Minolta modelo CR-10 con iluminación D-65, y se observan en un estándar de 10°, en el sistema CIELAB. Los valores triestímulo L*, a* y b* son suministrados en forma directa por el equipo. Potencial de hidrógeno (pH): por el método potenciométrico de acuerdo a la norma NTC 4592. Acidez titulable (%AT): por el método volumétrico, y se expresó como el porcentaje en peso de ácido cítrico, que es el ácido predominante de la remolacha, según la norma NTC 4623. Sólidos solubles totales (°Brix): por el método refractométrico y se expresó como °Brix. siguiendo el método A.O.A.C 932.12. Humedad (X_w): por método gravimétrico, siguiendo la norma AOAC 931.04, con modificaciones [4]. El Actividad de agua (a_w): en un higrómetro punto de rocío marca AQUALAB modelo AQUA3TE con 0,001 de sensibilidad y un rango de temperatura de 20 a 25°C (Manual de usuario AQUA LAB, 2007).

Contenido fenólico

La concentración de fenoles totales se midió por método de Folin Ciocalteu, se realizó una curva de calibración de ácido gálico (0,1- 0,2 - 0,3 - 0,4 -0,5 mg/mL). Considerando que los compuestos flavonólicos son de carácter polar, el extracto de la remolacha fresca y con tratamiento térmico se extrajo de manera mecánica y se diluyó con agua

a razón de (1:25). El método se adaptó al proceso realizado por Morillas *et al.* [5], donde se preparó una solución con 1 mL de muestra de remolacha, adicionándole agua destilada, reactivo de Folin-Ciocalteu, NaOH al 30% y Na₂CO₃, y se realizó la lectura a 765nm en un espectro fotómetro UV-VIS Chemstation HP-8453.

Análisis estadístico

El estudio de la significancia de los diferentes efectos y comportamientos de las variables se realizó mediante análisis de varianza simple (ANOVA), para efectos aleatorios, usando el método LEAST SQUARE DIFFERENCES como método de comparación de significancia (α) de 0,05. El paquete estadístico usado fue STATGRAPHICS CENTURION XV (Versión 15.2.06), para las variables fisicoquímicas de las muestras de remolacha en diferentes tiempos de cocción.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestra la caracterización fisicoquímica de la remolacha cruda y con tratamiento de cocción de 10 y 12 minutos.

Como se observa en la tabla 1, la remolacha cruda (0) presentó una humedad de 88,22%, y en los tiempos de cocción de 10 y 12 min se presentó un incremento con respecto al tiempo 0 min, debido a que el medio de cocción es agua, y esta evita que el agua contenida en el interior de la remolacha se libere tan fácilmente, o que la vuelva a absorber una vez se ha desprendido de ella. Este proceso de absorción mucho mayor a su condición inicial. Un comportamiento similar se presentó con la actividad de agua. Se observa un aumento de pH al llegar a los 10 minutos de cocción, y luego baja a los 12 minutos; esto debido posiblemente a que a mayor tiempo de cocción mayor degradación de los ácido orgánicos de la remolacha, mientras que el comportamiento de la acidez es contrario. Comportamiento similar fue reportado por [6] durante el proceso de maduración del mango. En el tiempo 0, la remolacha presentó mayor contenido de sólidos solubles a los de las muestras sometidas a tratamiento térmico. Esto muestra una tendencia a aumentar a medida que es mayor el tiempo de cocción, debido posiblemente a que el agua de cocción a los 12 minutos se ha reducido por causa de la evaporación, permitiendo que la remolacha conserve la mayor cantidad de sólidos solubles. El parámetro de color fue evaluado en la tendencia hacia el rojo la cual disminuye debido a que las

betalaínas se degradan y se solubilizan en agua. Resultados similares fueron encontrados por [7], en zanahorias escaldadas a diferentes temperaturas, lo que demuestra así que la temperatura es uno de los parámetros más influyentes en el cambio de color. A los 0 minutos, la remolacha tiene una textura firme, con una fuerza de ruptura promedio

de 4200.0 g mayor a la presentada por las muestras con tratamiento térmico de 1267,32 g. A medida que aumenta el tiempo de cocción, la fuerza de ruptura de la remolacha disminuye su firmeza, lo que muestra una textura más blanda y agradable a la mordida sin perder su crocancia, debido al tratamiento térmico.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la remolacha con y sin tratamiento térmico

	Parámetro	Tiempo de tratamiento térmico (minutos) ±DS		
		0	10	12
	Humedad (%)	88,22±0,13	93.04±0,10	92.12±0,10
	Actividad de agua (a _w)	0.984±0,005	0.998±0,005	0.994±0,003
S: Desviación estándar; n=5	pH	4.92±0,30	5.15±0,10	4.56±0,01
	Acidez titulable (%)	0.12±0,01	0.03±0,02	0.06±0,01
	Sólidos solubles (°Brix)	11.6±0.3	5.6±0.5	6.8±0.1
	Textura (g)	4200.0±0.0	1267.0±0.0	1266.0±0.0
	Color (a*)	6.90±0.31	-1.11±0.10	-1.10±0.01

En la figura 1 se muestra el contenido fenólico (mgGA/g) de la remolacha en estado fresco y con tratamiento térmico.

En la figura 1 podemos observar que el contenido de fenoles es similar entre la remolacha cruda y la de cocción a los 12 minutos. Siendo el de la remolacha cruda de 1,6926 mg GA/g y el de la remolacha cocida a los 12 minutos de 1,3368 mg Ga/g, mientras que a los 10 minutos de cocción el contenido de fenoles disminuyó a 0,9615 mg Ga/g. Esto se debe posiblemente a la degradación del ácido cítrico en fenoles durante el tratamiento térmico. Estos valores son superiores a los reportados para yuca 0,12 mg GA/g, ahuyama 0,727 mg GA/g [1].

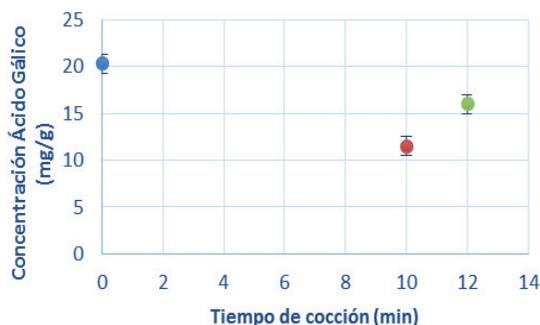


Figura 1. Contenido fenólico en la remolacha en diferentes tiempos de cocción en agua

Conclusiones

El tiempo de cocción adecuado para la remolacha es de 12 minutos y presentando textura blanda y crugiente, mayor contenido de sólidos solubles (6,76± 0,17 °Brix), mayor % de acidez titulable (0,062456% ± 0,00834) reportada como ácido cítrico y menor pH (4,56 ± 0,019) , por lo que evita el crecimiento de la bacteria *Clostridium Botulinum* por ser menor de 4,6 y mayor contenido de compuestos fenólicos (1,3368 mg Ga/g).

El contenido fenólico de la remolacha (1,3368 mg Ga/g) es alto comparado con otras verduras y hortalizas del medio como la ahuyama 0,727 mg GA/g, entre otros, y varía dependiendo de la región donde es cultivada y el medio de extracción.

Agradecimientos

Los autores agradecen al grupo de investigación Agroindustria de Frutas Tropicales, al Programa de Química y a la Universidad del Quindío y por su apoyo en esta investigación.

Referencias bibliográficas

- [1] Zapata K, Cortes F, Rojano B. Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). Inf.Tecnol.

- 2013;24(5):103-12.
- [2] Santos MI, Cavaco A, Gouveia J, Novais MR, Nogueira PJ, Pedroso L, Ferreira MS. Evaluation of minimally processed salads commercialized in Portugal. *Food Control*. 2012;23(1):275-81.
- [3] Artés F, Allende A. Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices. En: *Emerging technologies for food processing*. San Diego, California: Elsevier Academic Press; 2005.
- [4] Official methods of Analysis (Normas AOAC). 16th ed. USA: Association of official Analytical Chemists; 1982.
- [5] Morilla JM, Delgado JM. Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutr. Clín. Diet. Hosp*. 2012;32(2):8-20.
- [6] Quintero V, Giraldo G, Lucas J, Vasco J. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. 2013;11(1):10-8.
- [7] Hernández R, Candelas C, Meza V, Minjares, F. Estabilidad en el color y la concentración de carotenos en zanahorias escaldadas a diferentes temperaturas. En: *Artículo XII Congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos*. Guanajuato, Mexico: Universidad Guanajuato; 2010.