

Métodos combinados para incrementar la vida en anaquel de agua de coco obtenida de comercios no establecidos de la Ciudad de Puebla, México

Combined methods for increasing the shelf life of coconut water obtained from the non-established commerce of Puebla City, Mexico

Yosselin A. Cabrera-Trejo, Teresa S. Cid-Pérez, Paola Hernández-Carranza, Irving I. Ruiz-López y Carlos E. Ochoa-Velasco

Recibido 28 marzo 2018 / Enviado para modificación 13 diciembre 2020 / Aceptado 12 enero 2021

RESUMEN

Objetivo Evaluar el efecto de la aplicación de métodos combinados para incrementar la vida en anaquel de agua de coco.

Métodos El agua de coco fue obtenida de comercios no establecidos en la Ciudad de Puebla, México. El agua de coco fue tratada con luz ultravioleta-C, vainillina o cinamaldehído y almacenada a 5 y 22°C. Se evaluó el efecto de estas tecnologías sobre el crecimiento microbiano de bacterias mesófilas aerobias, mohos y levaduras.

Resultados El tratamiento con luz ultravioleta-C redujo la carga microbiana de bacterias mesófilas aerobias y mohos y levaduras en 3,2 y 2,9 ciclos logarítmicos, respectivamente. Durante el almacenamiento del agua de coco, la combinación de luz ultravioleta-C, cinamaldehído y baja temperatura mantuvo una carga microbiana en ambos grupos de microorganismos por debajo de 10 UFC/mL, durante 30 días.

Conclusión La aplicación de métodos combinados puede ser una alternativa a bajo costo para la conservación de agua de coco.

Palabras Clave: Cocos; conservación de alimentos; enfermedades transmitidas por los alimentos; manipulación de alimentos (*fuentes: DeCS, BIREME*).

ABSTRACT

Objective To evaluate the effect of combined methods for increasing the shelf life of coconut water.

Methods Coconut water was obtained from non-established commerce of Puebla City, Mexico. Coconut water was treated with ultraviolet-C light, vanillin or cinnamaldehyde, and stored at 5 and 22°C. The effect of combined methods was evaluated in the growth of aerobic mesophiles and molds plus yeasts.

Results Ultraviolet-C light treatment reduced the microbial load of aerobic mesophiles and molds plus yeast in 3,2 and 2,9 log cycles, respectively. In stored coconut water, the combination of ultraviolet-C light, cinnamaldehyde and low temperature maintained the microbial load in both groups of microorganisms under 10 CFU/mL for 30 days.

Conclusion Combined methods may be an alternative at a low cost for the conservation of coconut water.

Key Words: Cocos; food preservation; foodborne diseases; food handling (*source: MeSH, NLM*).

El agua de coco es el líquido obtenido del interior del fruto del coco (*Cocos nucifera* L.). Es una bebida refrescante consumida comúnmente en países tropicales y subtropicales (1). El agua de coco contiene diferentes compuestos tales como

YC: Lic. Químico Farmacobiólogo. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

yosselin.cabrera@alumno.buap.mx

TC: Lic. Químico Farmacobiólogo. M.Sc. Ciencias Químicas. Ph.D. Ciencias de Alimentos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

teresa.cid@correo.buap.mx

PH: Lic. Biología. M.Sc. Ciencia de Alimentos. Ph. D. Ciencias de Alimentos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

paola.hernandezc@correo.buap.mx

IR: Lic. Ing. Bioquímica. M.Sc. Ciencias en Ingeniería Bioquímica. Ph.D. Ciencias de Alimentos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

irving.ruiz@correo.buap.mx

CO: Lic. Ing. en Alimentos. M.Sc. Ciencias de Alimentos. Ph.D. Ciencias de Alimentos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

carlos.ochoav@correo.buap.mx

azúcares, sales minerales, vitaminas, fitohormonas y algunos aminoácidos que lo hacen una bebida de gran interés para los consumidores actuales (2). Sin embargo, estos compuestos también son una buena fuente de nutrientes para el crecimiento de diferentes microorganismos deteriorativos y patógenos (3).

Los tratamientos térmicos se han utilizado ampliamente para incrementar la vida en anaquel de alimentos tales como jugos y néctares; sin embargo, se sabe que estos afectan características deseables como las nutricionales y sensoriales. En agua de coco específicamente, los tratamientos térmicos pueden generar reacciones químicas indeseables como reacciones de caramelización y Maillard (3). Recientemente se han utilizado tecnologías emergentes (no térmicas) o aplicación de métodos combinados para incrementar la vida en anaquel de alimentos para tratar de reducir los efectos negativos de los tratamientos térmicos (4). Al respecto, la luz ultravioleta de onda corta (UV-C) se ha utilizado ampliamente para la desinfección de agua y superficies, aunque recientemente también se ha aplicado al tratamiento de productos de frutas, tales como jugos y néctares.

En agua de coco, Ochoa-Velasco (5) informaron que el tratamiento con luz UV-C puede reducir la carga microbiana de microorganismos patógenos y deteriorativos. Por otra parte, las tendencias actuales indican que los consumidores prefieren alimentos con antimicrobianos naturales sobre aquellos alimentos conservados con antimicrobianos sintéticos (6). Esto ha causado que la aplicación de los antimicrobianos naturales en alimentos sea cada vez más estudiada y aplicada (4). En este sentido, la vainillina es un antimicrobiano natural extraído de las vainas de vainilla, mientras que el cinamaldehído es obtenido de la corteza del árbol de canela. Ambos antimicrobianos han sido utilizados en la industria de alimentos como agentes saborizantes ya que son generalmente reconocidos como seguros (7,8).

Dado lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto combinado de la luz UV-C, vainillina o cinamaldehído y diferentes temperaturas de almacenamiento sobre la flora nativa de agua de coco obtenida de comercios no establecidos en la Ciudad de Puebla, México.

MÉTODOS

Agua de coco

El agua de coco (*Cocos nucifera* L.) se obtuvo de comercios no establecidos en la Ciudad de Puebla, Puebla, México. El agua de coco fue inmediatamente transportada en bolsas estériles bajo condiciones de refrigeración

(5-7°C) hasta el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla para su análisis y procesamiento.

Antimicrobianos naturales

El transcinamaldehído y la vainillina fueron obtenidos de Sigma-Aldrich (Toluca, México). Ambos antimicrobianos fueron preparados a una concentración de 1000 ppm con agua destilada estéril y tween 20 (1% v/v) como agente emulsificante. Las soluciones fueron esterilizadas utilizando un filtro acrodisco® de 0.2 µm (Sigma-Aldrich, Toluca, México). Las soluciones fueron almacenadas en refrigeración hasta su uso.

Equipo de luz ultravioleta de onda corta (UV-C)

El tratamiento con luz ultravioleta de onda corta (UV-C) se realizó utilizando un equipo diseñado y ensamblado en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. El equipo es ampliamente descrito en Hernández-Carranza (9).

Tratamiento combinado

El agua de coco (1 L) fue procesada con luz UV-C durante 7 min (18.5 J cm⁻²). Posteriormente se le añadieron antimicrobianos naturales para alcanzar en el agua de coco una concentración de 100 ppm de vainillina o cinamaldehído (la concentración de antimicrobianos y los tiempos de procesamiento con luz UV-C fueron seleccionadas mediante pruebas microbiológicas y sensoriales preliminares). Posteriormente el agua de coco fue almacenada en recipientes estériles de cristal a temperatura ambiente (22 ± 3°C) o en refrigeración (5 ± 1°C). Agua de coco sin tratar con luz UV-C o sin antimicrobiano natural fue usada como control. Los experimentos se realizaron por triplicado.

Pruebas microbiológicas

Se realizaron pruebas microbiológicas al agua de coco antes y después del tratamiento con luz UV-C, así como durante el almacenamiento (0, 1, 2, 4, 8, 16 y 30 días). Para el recuento microbiano, se realizaron diluciones del agua de coco con agua peptonada hasta alcanzar un recuento microbiano apropiado (30-300 UFC/mL). Para el crecimiento de bacterias mesófilas aerobias (BMA) se utilizó agar cuenta estándar (BD Bioxon, Ciudad de México, México) y para mohos y levaduras (M y L) se utilizó agar papa dextrosa (BD Bioxon, Ciudad de México, México) acidificado con ácido tartárico. Las cajas Petri para BMA se incubaron a 37 ± 2°C y el recuento se realizó después de 48 h. Mientras que para M y L, las cajas Petri se incubaron a 25 ± 2°C y el recuento se realizó después de 4 días.

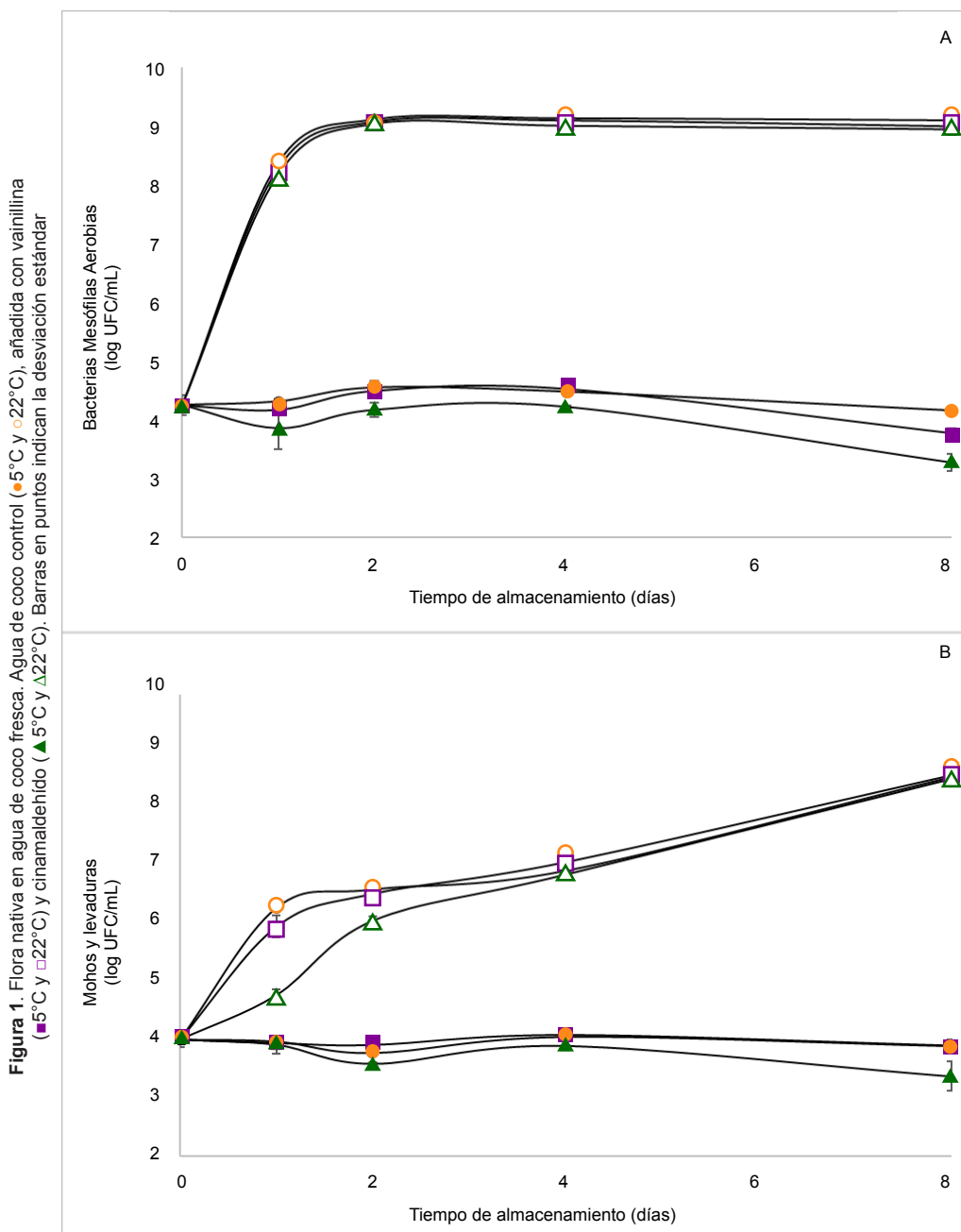
Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza con ayuda del programa Minitab 16 (Minitab, Inc. PA, USA). Se utilizó un valor de $p < 0,05$ para evaluar la diferencia significativa entre las muestras analizadas.

RESULTADOS

El agua de coco obtenida de comercios no establecidos de la Ciudad de Puebla (Puebla, México) presentó una

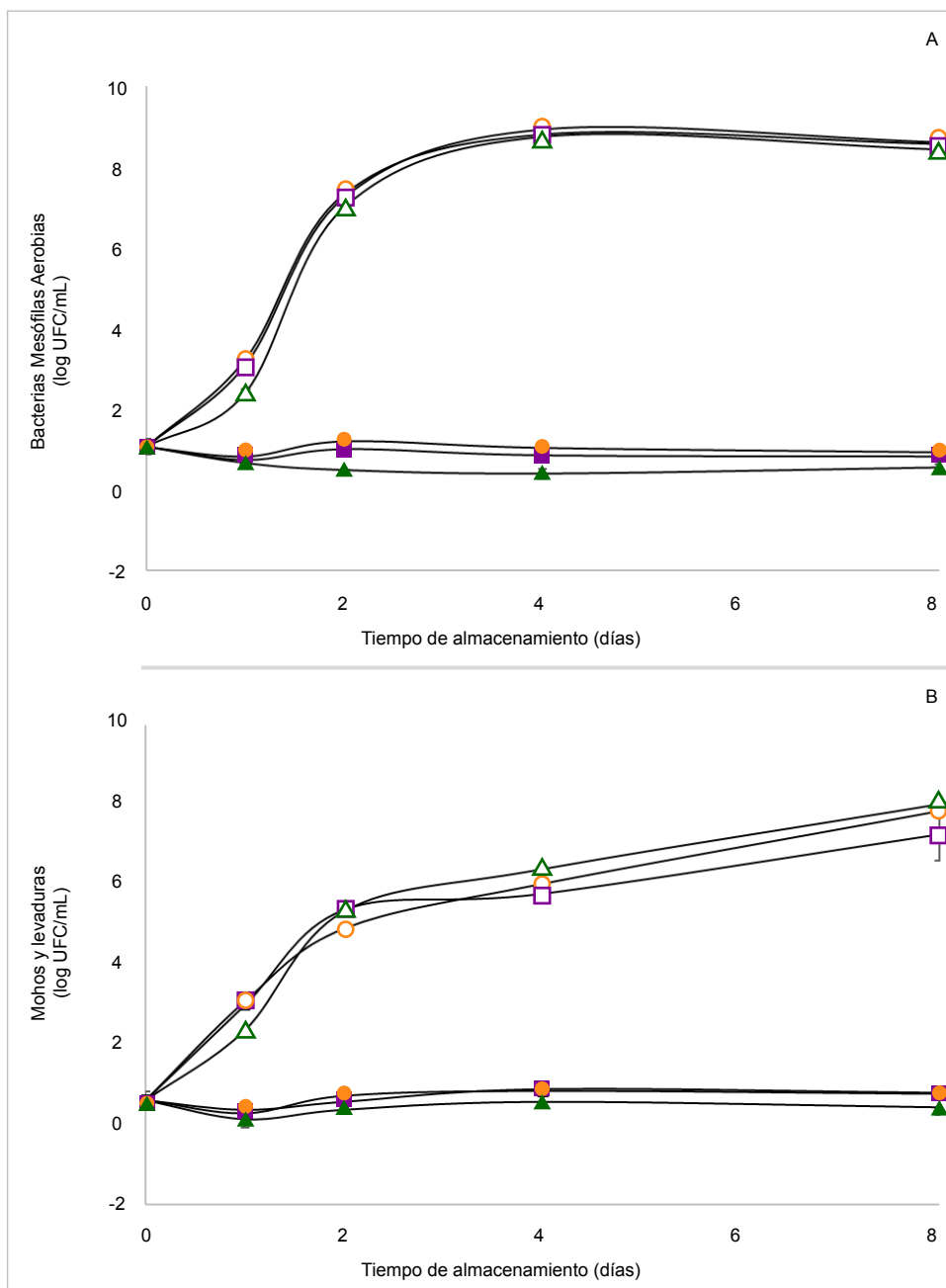
carga elevada de BMA ($1,9 \pm 0,6 \times 10^4$ UFC/mL) y M y L ($3,3 \pm 0,7 \times 10^3$ UFC/mL). Durante el almacenamiento se pudo observar que la carga microbiana de ambos grupos de microorganismos se incrementó cuando el agua de coco se almacenó a temperatura ambiente (22°C), sin importar la aplicación de antimicrobianos naturales, y alcanzó una carga microbiana de alrededor de 9 y 7 ciclos logarítmicos para BMA y M y L, respectivamente (Figura 1). Por otra parte, en la Figura 2 se presenta el crecimiento microbiano durante el almacenamiento de BMA (Figura 2A) y



M y L (Figura 2B) en agua de coco tratada con luz UV-C y añadida con antimicrobianos naturales. Al inicio del almacenamiento, se observa una reducción significativa del recuento microbiano de BMA ($3,2 \pm 0,1$ ciclos logarítmicos) y M y L ($2,9 \pm 0,3$ ciclos logarítmicos) debido al tratamiento con luz UV-C. Sin embargo, en ambas temperaturas de almacenamiento, el comportamiento

microbiano es similar al que se presenta en agua de coco sin tratamiento. Es importante puntualizar que en agua de coco procesada con luz UV-C, cinamaldehído y almacenada a 5°C, el crecimiento microbiano de ambos grupos de microorganismos es menor a 10 UFC/mL durante todo el tiempo de almacenamiento.

Figura 2. Flora nativa en agua de coco procesada con luz UV-C. Agua de coco control (● 5°C y ○ 22°C), añadida con vainillina (■ 5°C y □ 22°C) y cinamaldehído (▲ 5°C y ▲ 22°C). Barras en puntos indican la desviación estándar



DISCUSIÓN

El agua de coco fresca comúnmente expendida en comercios no establecidos en la Ciudad de Puebla (Puebla, México) presentó una alta carga microbiana. Aunque hasta el momento no existe una norma para el agua de coco comercializada de manera ambulante, la Comunidad del Caribe (10) emitió un estándar para el agua de coco empacada y puntualiza que el recuento microbiano para BMA debe ser menor a $5,0 \times 10^3$ UFC/mL y para M y L, menor a 10 UFC/mL de agua de coco. Lo anterior indica que el agua de coco expendida de manera ambulante no cumple con lo establecido por la Comunidad del Caribe.

Por otra parte, el tratamiento con luz UV-C disminuyó la carga microbiana inicial del agua de coco; en los dos grupos de microorganismos la carga microbiana alcanzada en promedio fue menor a 15 UFC/mL de agua de coco. Al respecto, se sabe que el tratamiento con luz UV-C ha sido aprobado por la FDA (11) como método de pasteurización en frío, ya que este genera daño a nivel del ADN, formando dímeros de pirimidina, lo que inhibe o disminuye el proceso de replicación y transcripción de las células, lo que conduce a la muerte microbiana (9).

Es importante puntualizar que el agua de coco se almacenó durante 30 días, aunque solo se le dio seguimiento al agua de coco almacenada bajo refrigeración debido a que, a temperatura ambiente, el crecimiento microbiano no se vio limitado por ninguno de los obstáculos aplicados (luz UV-C y antimicrobianos naturales). En este sentido, Awua et ál. (12) puntualizaron que el agua de coco es una bebida adecuada para el crecimiento microbiano debido a las características nutritivas que presenta. Además, los microorganismos tienen la capacidad de reparar el daño al ADN causado por el tratamiento con luz UV-C por foto-reactivación o reparación oscura y la de alcanzar una alta carga microbiana si no existe una inactivación completa o si las condiciones de almacenamiento son inadecuadas (5).

Dado lo anterior, la aplicación de bajas temperaturas resultó ser crucial para mantener y/o reducir la carga microbiana. En este aspecto, a una temperatura de almacenamiento de 5°C, las BMA se redujeron significativamente ($p < 0,05$) en agua de coco añadida con cinamaldehído. Mientras que los M y L permanecen constantes, independientemente del uso de antimicrobianos durante 30 días de almacenamiento. En conclusión, la combinación de luz UV-C, cinamaldehído y baja temperatura mantuvo una carga microbiana por debajo de 10 UFC/mL de ambos grupos de microorganismos durante 30 días de

almacenamiento. La aplicación de métodos combinados no térmicos puede ser una alternativa de bajo costo para el procesamiento y conservación de agua de coco ♦

Agradecimientos: A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por todo el apoyo otorgado en esta investigación.

Conflictos de intereses: Ninguno.

REFERENCIAS

1. Prades A, Dornier M, Diop N, Pain JP. Coconut water uses, composition and properties: a review. *Fruits* [Internet]. 2012 [cited 2018 Feb 3]; 67:87-107. <https://bitly.co/B5La>.
2. Yong J, Ge L, Ng Y, Tan SN. The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*. 2009;14: 5144-64. <https://doi.org/10.3390/molecules14125144>.
3. Adubofuor J, Amoah I, Osei-Bonsu I. Sensory and physicochemical properties of pasteurized coconut water from two varieties of coconut. *Food Science and Quality Management*. 2016;54:26-32.
4. Cassani L, Tomadoni B, Ponce A, Agüero MV, Moreira MR. Combined use of ultrasound and vanillin to improve quality parameters and safety of strawberry juice enriched with prebiotics fibers. *Food and Bioprocess Technology*. 2017; 10:1454-65. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1914-3>.
5. Ochoa-Velasco CE, Díaz-Lima MC, Ávila-Sosa R, Ruiz-López II, Corona-Jiménez E, Hernández-Carranza P, et al. Effect of UV-C light on *Lactobacillus rhamnosus*, *Salmonella Typhimurium*, and *Saccharomyces cerevisiae* kinetics in inoculated coconut water: Survival and residual effect. *Journal of Food Engineering* [Internet]. 2017 [cited 2018 Feb 5]; 223:255-61. <https://bitly.co/B5Lu>.
6. Siddiqua S, Anusha BA, Ashwini LS, Negi PS. Antibacterial activity of cinnamaldehyde and clove oil: effect on selected foodborne pathogens in model food systems and watermelon juice. *Journal of Food Science and Technology*. 2015; 52:5834-41. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1642-x>.
7. Char C, Guerrero S, Alzamora SM. Survival of *Listeria innocua* in thermally processed orange juice as affected by vanillin addition. *Food Control* [Internet]. 2009 [cited 2021 Feb 2]; 20:67-74. <https://bitly.co/B5M2>.
8. Baskaran SA, Amalaradjou MAR, Hoagland T, Venkatarayanan K. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in apple juice and apple cider by trans-cinnamaldehyde. *International Journal of Food Microbiology*. 2010; 141:126-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.002>.
9. Hernández-Carranza P, Ruiz-López II, Pacheco-Aguirre FM, Guerrero-Beltrán JA, Ávila-Sosa R, Ochoa-Velasco C. Ultraviolet-C light effect on physicochemical, bioactive, microbiological, and sensorial characteristics of carrot (*Daucus carota*) beverages. *Food Science and Technology*. 2016; 22:536-46. <https://doi.org/10.1177%2F1082013216631646>.
10. Caricom Regional Standard. Specification for packaged natural coconut water. Barbados: CROSQ; 2010.
11. FDA. 21 CFR Part 179.39. Irradiation in the production, processing and handling of food. Federal Register. United State of America. 2000; 65:71056-8.
12. Awua AK, Doe ED, Agyare R. Potential bacterial health risk posed to consumers of fresh coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Food and Nutrition Sciences*. 2010; 3(8):1136-43. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2012.38149>.