

Comparación de la actividad antioxidante de 4 té comerciales (*Camellia sinensis*)

Comparison of the antioxidant activity of 4 commercial teas (*Camellia sinensis*)

Rubén Cázares¹, Eliza Morales¹, Guillermo C. G. Martínez-Ávila¹, Zahidd Meza-Carranco¹, Romeo Rojas^{1*}.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, 66050, General Escobedo, Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia: romeo.rojasmln@uanl.edu.mx

Resumen

El consumo de té a nivel mundial es una parte de la cultura de muchos países que se ha transmitido de generación en generación y en muchos casos sigue siendo parte esencial de la medicina tradicional. *Camellia sinensis* es una planta de origen chino que actualmente se cultiva en todo el mundo de la cual se puede obtener 4 té que son ampliamente conocidos (blanco, verde, rojo y negro). Sin embargo, ha existido mucha discusión de cuál de todos es mejor para su consumo. En cuanto a sabor y olor siempre existirá mucha discusión, pero en cuanto a contenido de polifenoles es fácil conocerlo. En el presente estudio se evaluaron los 4 té, se prepararon de acuerdo con las indicaciones del empaque, se purificaron los compuestos fenólicos y se evaluó la actividad antioxidante usando el radical ABTS^{•+}. El té que presentó un mayor potencial antioxidante fue el té blanco ya que se necesitan 158.39 µg/mL para inhibir en un 50 % el radical ABTS^{•+}. Por lo anterior, la mejor opción en cuanto a viabilidad de los compuestos fenólicos es el té blanco, sin embargo, los demás té evaluados presentaron una muy excelente actividad antioxidante que van desde los 212.80, 267.71 y 366.44 µg/mL para té verde, negro y rojo, respectivamente.

Palabras clave: *Camellia sinensis*, Pu-erh, ABTS^{•+}, regresión polinómica, IC₅₀.

Abstract

Tea consumption worldwide is a part of the culture of many countries that has been passed down from generation to generation and in many cases continues to be an essential part of traditional medicine. *Camellia sinensis* is a plant of Chinese origin that is currently cultivated throughout the world from which 4 widely known teas can be obtained (white, green, red and black). However, there has been a lot of discussion about which of all is better for consumption. As for taste and smell, there will always be a lot of discussion, but as for polyphenol content, it is easy to know. In the present study, the 4 teas were evaluated, they were prepared according to the package instructions, the phenolic compounds were purified and the antioxidant activity was evaluated using the ABTS^{•+} radical. The tea that presented the greatest antioxidant potential was white tea, since 158.39 µg/mL are needed to inhibit the ABTS^{•+} radical by 50%. Therefore, it can be said that under the study conditions the best option in terms of viability of phenolic compounds is white tea, however, the other teas evaluated presented very excellent antioxidant activity ranging from 212.80, 267.71 and 366.44 µg/mL for green, black and red tea, respectively.

Keywords: *Camellia sinensis*, Pu-erh, ABTS^{•+}, polynomial regression, IC₅₀.



INTRODUCCIÓN

El té es la bebida más consumida, solo después del agua (Paiva *et al.*, 2020). El término “té” se asigna exclusivamente a las bebidas con cafeína y sin alcohol que se obtienen por infusión a partir de la planta *Camellia sinensis* procedente de China (Shang *et al.*, 2021). Es un árbol de hoja perenne de la familia *Theaceae* que tiene 82 especies y llega a tener de 10-15 m de altura cuando es silvestre y de 0.6-1.5 m cuando se cultiva (Ochoa-Chantaca *et al.*, 2019). Se caracteriza por tener una gran cantidad de compuestos bioactivos, principalmente, polifenoles (36 %), metil-xantinas (3.5 %), aminoácidos (4 %), ácidos orgánicos (1.5 %), carotenoides (<0.1%), clorofila (0.5 %) y compuestos volátiles (0.1 %). Además, la planta en si se conforma de carbohidratos (25 %) como glucosa, fructosa y sacarosa, proteínas (15 %), lignina (6.5 %), lípidos (2 %) y cenizas (5 %) (Chen *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2021). Sin embargo, la concentración de los componentes varía de acuerdo con la estación, clima, prácticas hortícolas y la edad de la planta.

A partir de *Camellia sinensis* se obtienen principalmente 4 diferentes tipos de té (verde, blanco, negro y rojo). El té verde se elabora a partir de hojas verdes sin marchitar, se somete a inactivación térmica de las enzimas, laminación y secado. Esto evita la oxidación de polifenoles, principalmente catequina (Silva *et al.*, 2023). El té blanco se hace a partir de cogollos jóvenes sin abrir. Las hojas se cosechan una vez por año iniciando la primavera, se secan rápidamente para evitar oxidación y promover un sabor ligero. Se cree que el procesamiento mínimo da como resultado la conservación de fitoquímicos que le confieren beneficios para la salud, lo que da ventaja sobre otros tipos de té (Gonçalves Bortolini *et al.*, 2021).

El té negro se prepara a base de hojas frescas, se trituran y se dejan marchitar para inducir la oxidación antes del secado. Se omiten la cocción a vapor o fritura, pero las hojas se muelen para interrumpir la compartimentación celular y acercar los compuestos bioactivos a la enzima polifenol oxidasa. Como resultado de la fermentación, gran parte de las catequinas se condensan en teaflavinas y tearubígenos que dan el color característico negro rojizo, astringencia reducida y amargor (Munim Khan *et al.*, 2023). El **té rojo**, conocido como Pu-erh es parcialmente fermentado, obtenido en una etapa de fermentación antes del secado y vaporización en la cual se logra la fermentación usando microorganismos y temperaturas de alrededor de 50 °C. El sabor se debe a los cambios en los componentes del té (polifenoles, flavonoles, cafeína, azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos y aromáticos) producidos durante la fermentación parcial (Schmidt *et al.*, 2017).

La razón de su popularidad se debe a su aroma, sabor y potencial beneficio a la salud debido a su alta capacidad antioxidante debido a la presencia de polife-

noles de la familia de las catequinas, principalmente. Además, se ha demostrado que estos compuestos bioactivos tienen actividad antimicrobiana (Gupta & Kumar, 2017), antitumoral (Choi *et al.*, 2006), anticancerígena (Bingfen *et al.*, 1994), antiartrítica (Tanwar *et al.*, 2017), anti-anafiláctica (Balaji *et al.*, 2014), antiinflamatoria (Chattopadhyay *et al.*, 2004), anti-mutagénica (van der Merwe *et al.*, 2006), antioxidante (Jo *et al.*, 2012), anti-proliferativa (Shah *et al.*, 2015), gastro protectora (Scoparo *et al.*, 2014), hipoglucémica (Wang *et al.*, 2017), hipolipidémica (Wang *et al.*, 2017), antihiper glucémica (Gomes *et al.*, 1995), antidiabética (Abeywickrama *et al.*, 2011), entre otras. Sin embargo, existen mitos respecto a cuál tipo de té preparado bajo condiciones normales (indicaciones del empaque) es el que ofrece una mayor capacidad antioxidante, así mismo, existen pocos estudios que desmientan dichos mitos, por lo que el objetivo de esta investigación fue preparar 4 té s comerciales a partir de *Camellia sinensis*, extraer y purificar los compuestos bioactivos, evaluar su capacidad antioxidante y determinar la cantidad necesaria para inhibir en un 50 % el radical ABTS^{•+}.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las 4 muestras (té) fueron adquiridas en un centro comercial de Monterrey, Nuevo León, México. La muestra de té verde fue Natural Health II S.A de C.V. (Irapuato, Guanajuato, México); el té negro fue de Plantas Medicinales Anáhuac (Iztacalco, Ciudad de México, México); el té rojo fue de Therbal (Iztapalapa, Ciudad de México, México) y el té blanco fue Centro Botánico Azteca S.A. de C.V. (Monterrey, Nuevo León, México).

Extracción y purificación de compuestos bioactivos

Se realizó de acuerdo con las indicaciones del empaque. Se calentó agua a punto de ebullición y se agregó a la muestra (té) a una relación de 15 mg/mL por un periodo de 4-6 min (té verde), 3-4 min (té blanco) y 3-5 min (té negro y rojo). Posteriormente, se filtraron las muestras con bomba de vacío usando papel Whatman #41. Al filtrado se le realizó una cromatografía en columna de acuerdo con lo reportado por (Ascacio-Valdés *et al.*, 2010) usando Amberlita XAD-16 como fase estacionaria, agua y etanol como fase móvil. Primero, se usó agua como eluyente para descartar compuestos indeseables como azúcares, y luego se usó etanol absoluto para obtener un extracto purificado de polifenoles. El etanol residual se eliminó al colocar el extracto en placas Petri de vidrio en una estufa a 60 °C/24 h. Los polifenoles se recuperaron como un polvo fino y se almacenaron en tubos Eppendorf ámbar a -20 °C hasta su uso (Hernández *et al.*, 2018).



Actividad antioxidante

Los compuestos polifenólicos purificados fueron suspendidos en agua destilada para la evaluación de la actividad antioxidante. Para la determinación del IC_{50} se usó una curva de 0 a 750 ppm. La inhibición del radical $ABTS^+$ se determinó de acuerdo con la metodología reportada por (Bautista-Hernandez *et al.*, 2021) con ligeras modificaciones. El radical catión $ABTS^+$ se generó mezclando en solución acuosa ABTS (7 mM) con persulfato de potasio (2.45 mM) en condiciones de oscuridad durante 12 h antes de su uso. La solución $ABTS^+$ se ajustó con etanol a 0.700 ± 0.002 nm de absorbancia. Para el análisis, se mezclaron 50 μ L de muestra con 950 μ L de solución $ABTS^+$ y después de 1 min de reacción se midió la absorbancia a 734 nm. La capacidad de inhibición de los radicales se determinó de acuerdo con la ecuación 1 y los resultados se expresaron como IC_{50} (cantidad de polifenoles necesarios para la inhibición del radical $ABTS^+$ en un 50 %).

$$\text{Inhibicion (\%)} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{muestra}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

Eq. 1

Análisis por regresión y estadístico

Los datos fueron graficados y debido a su comportamiento cuadrático se realizó una regresión polinómica del segundo grado. Usando la ecuación polinómica se despejó se fijó $Y = 50 \%$ y se despejó X (cantidad de compuestos necesarios para inhibir al 50 % el radical $ABTS^+$). Los análisis se realizaron por triplicado y los datos se analizaron como un diseño completamente al azar con el software InfoStat (versión 2017 1.2), mediante análisis de varianza. Se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividad antioxidante

El ensayo midió la capacidad de los antioxidantes purificados para eliminar el catión radical estable $ABTS^+$ ((2,2'-azinobis (ácido 3-etil- benzotiazolina-6-sulfónico)), un cromóforo azul-verde con absorción máxima a 734 nm que disminuye en la presencia de antioxidantes (Sanz *et al.*, 2020). Así mismo, los tés se caracterizan por tener una gran capacidad antioxidante. Sin embargo, difiere de un tipo de té a otro. De acuerdo con los resultados obtenidos, todas las muestras revelaron un comportamiento cuadrático (figura 1) que se ajustaron a un modelo polinomial del segundo grado ($y = ax^2 + bx + c$) con un valor cóncavo negativo (-a) donde "x" son los mg/ μ L de polifenoles totales para inhibir en un 50 % la reacción de oxidación. Presentaron una R^2 de 0.9857, 0.9599, 0.9926 y 0.9695 para té

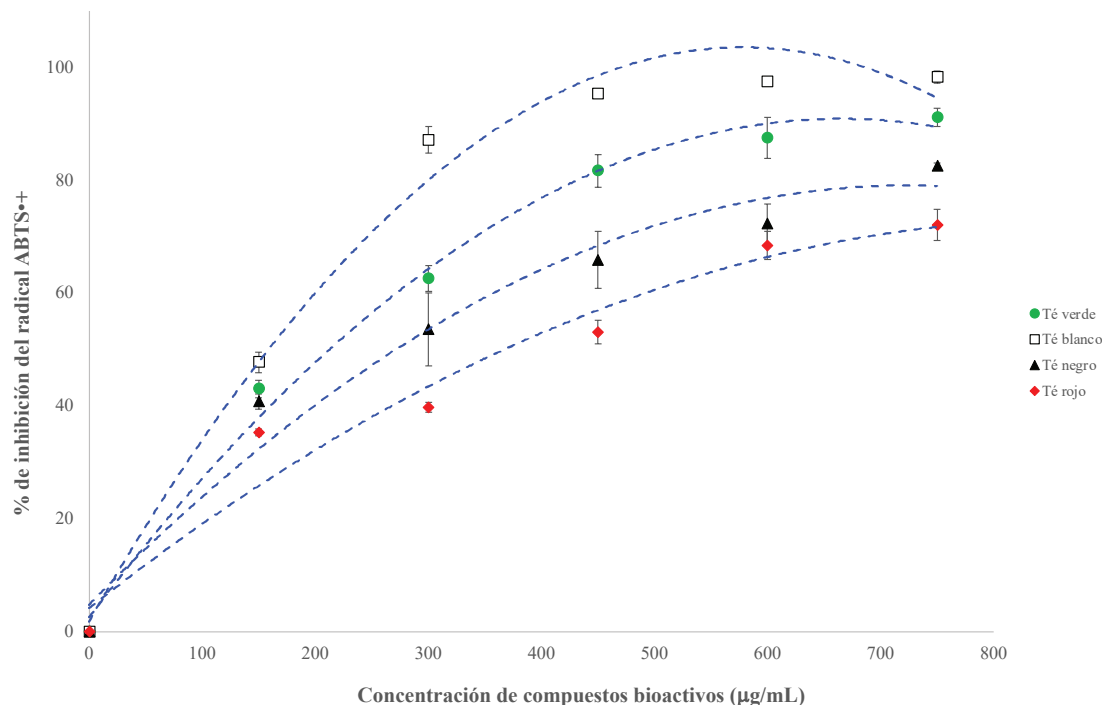


Figura 1. Modelo cuadrático de las curvas de inhibición del radical ABTS^{•+}

blanco, rojo, verde y negro, respectivamente. Esto demuestra que los datos se ajustan a un comportamiento cuadrático e indican que una vez alcanzado el nivel máximo de inhibición del radical ABTS^{•+} la reacción se estabiliza (Asfaw *et al.*, 2023; Chacón Ortiz *et al.*, 2021).

Este análisis se ha utilizado para evaluar la actividad de captación de radicales libres en alimentos y sistemas biológicos a través del grado de decoloración, indicando el potencial depurador de los compuestos bioactivos, que se debe a la capacidad donadora de hidrógeno (Rojas *et al.*, 2020). El IC₅₀ fue de 158.39, 212.80, 267.71 y 366.44 µg/mL para té blanco, verde, negro y rojo, respectivamente (Cuadro 1). Esto indica que el té blanco es el que tiene la mayor actividad antioxidante si se consume de acuerdo con las indicaciones del empaque. Su mayor actividad se debe a que se hace a partir de plantas jóvenes, se cosechan una sola vez por año, el proceso de secado es rápido con lo que se evita la oxidación de los compuestos bioactivos. Por otra parte, para la producción del té verde el secado es más prolongado que el del té blanco donde se facilita la acumulación de flavonoides, flavanonas, aminoácidos y azúcares (Zhou *et al.*, 2022). De acuerdo con la literatura, la mayor actividad se reporta para el té verde, sin embargo, también se sabe que la temperatura y el tipo de luz usada para secarse (luz azul) puede reducir la cantidad de polifenoles presentes (Li *et al.*, 2022). Una menor



actividad es presentada por el té negro la cual se debe a que las hojas se dejan marchitar para inducir la oxidación antes del secado, dando como resultado teaflavinas, teanina, vitaminas y minerales derivadas del proceso de fermentación, que a su vez dan el color característico al té. Además, los altos niveles de calor y humedad de la fermentación inducen reacciones enzimáticas (polifenol oxidasas) en las hojas (Qiao *et al.*, 2023). Finalmente, el té rojo es el que presenta la menor actividad antioxidante de todos los evaluados y esto se debe a que es un producto parcialmente fermentado y que se usan temperaturas de alrededor de 50 °C donde se modifican los componentes del té (desde polifenoles hasta aminoácidos). Así mismo, se sabe que la calidad de los tés depende también de los cultivares, medio ambiente, métodos de cultivo, tecnología de procesamiento, almacenamiento y distribución (Qin *et al.*, 2023).

Cuadro 1. Cantidad de polifenoles necesarios (ppm) para inhibir el 50 % del radical ABTS ⁺		
Tipo de té	Ecuación	IC ₅₀ (µg/mL)
Verde	$y = -0.0002x^2 + 0.2657x + 2.5513$	212.80 ± 7.55 ^c
Blanco	$y = -0.0003x^2 + 0.352x + 1.8053$	158.39 ± 6.09 ^d
Negro	$y = -0.0001x^2 + 0.2049x + 4.7806$	267.71 ± 8.30 ^b
Rojo	$y = -9E-05x^2 + 0.1582x + 4.1607$	366.44 ± 6.72 ^a

Letras diferentes indican diferencia estadística. IC₅₀: cantidad de polifenoles necesarios para la inhibición del radical ABTS⁺ en un 50 %.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de estudio (de acuerdo con las indicaciones del empaque), el té blanco es la mejor opción para su consumo ya que con una menor cantidad se inhiben el 50 % de los radicales libres (158.39 mg/mL). Esto se debe a que se obtiene de hojas frescas las cuales son secadas inmediatamente y no se alteran los compuestos fenólicos presentes, o su alteración es mínima comparada con los otros tés. Sin embargo, el consumo de los demás tés representa una excelente alternativa ya que presentan una actividad antioxidante elevada, y sensorialmente son diferentes. Así mismo, se debe de considerar que la cantidad y calidad de los compuestos fenólicos presentes depende de más variables como temporada de cosecha, humedad, temperatura, altura, tipo de suelo, entre otros factores.

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución de autoría:

Conceptualización, adquisición de fondos, administración de proyecto, redacción – borrador original (Romeo Rojas); investigación, metodología (Rubén Cázares, Elisa Morales); recursos, software (Zahidd Meza-Carranco) y supervisión, visualización y redacción – revisión y edición (Guillermo C. G. Martínez-Ávila).

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Química y Bioquímica de la Facultad de Agronomía por las facilidades prestadas para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

LITERATURA CITADA

- Abeywickrama, K. R. W., Ratnasooriya, W. D., & Amarakoon, A. M. T. (2011). Oral hypoglycaemic, antihyperglycaemic and antidiabetic activities of Sri Lankan Broken Orange Pekoe Fannings (BOPF) grade black tea (*Camellia sinensis* L.) in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 135(2), 278–286. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2011.02.035>
- Ascacio-Valdés, J. A., Aguilera-Carbó, A., Martínez-Hernández, J. L., Rodríguez-Herrera, R., & Aguilar, C. N. (2010). Euphorbia antisyphilitica residues as a new source of ellagic acid. *Chemical Papers*, 64(4), 528–532.
- Asfaw, T. B., Woldemariam, H. W., Tadesse, M. G., Tessema, F. B., Admassie, Z. G., & Esho, T. B. (2023). Method optimization for the determinations of selected phytochemicals and antioxidant activities of wild Ethiopian *Syzygium guineense* fruit and seed under different drying conditions. *Heliyon*, 9(6), e16227. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E16227>
- Balaji, G., Chalamaiah, M., Hanumanna, P., Vamsikrishna, B., Jagadeesh Kumar, D., & Venu babu, V. (2014). Mast cell stabilizing and anti-anaphylactic activity of aqueous extract of green tea (*Camellia sinensis*). *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 2(1), 89–94. <https://doi.org/10.1016/J.IJVSM.2014.03.001>
- Bautista-Hernandez, I., Aranda-Ledezma, N., Rojas, R., Tafolla-Arellano, J. C., & Martinez-Avila, G. C. G. (2021). Antioxidant activity of polyphenolic compounds obtained from *Euphorbia antisyphilitica* by-products. *Heliyon*, 7(2021), e06734.
- Bingfen, X., Zongchao, L., Qichao, P., Yongju, L., Xiurong, S., Likai, W., Runmei, Z., & Hongda, Z. (1994). The anticancer effect and anti-DNA topoisomerase II effect of extracts of *camellia ptilophylla* chang and *camellia sinesis*. *Chinese Journal of Cancer Research* 1994 6:3, 6(3), 184–190. <https://doi.org/10.1007/>



- chacón Ortiz, C. Y., Mori Culqui, P. L., Chavez Quintana, S. G., chacón Ortiz, C. Y., Mori Culqui, P. L., & Chavez Quintana, S. G. (2021). Antioxidantes y polifenoles totales de chocolate negro con incorporación de cacao (*Theobroma cacao* L.) crudo. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(4), 266–273. <https://doi.org/10.18271/RIA.2021.331>
- Chattopadhyay, P., Besra, S. E., Gomes, A., Das, M., Sur, P., Mitra, S., & Vedasiromoni, J. R. (2004). Anti-inflammatory activity of tea (*Camellia sinensis*) root extract. *Life Sciences*, 74(15), 1839–1849. <https://doi.org/10.1016/J.LFS.2003.07.053>
- Chen, X., Zhao, Y., Zhao, Y., Hu, Y., Wang, C., Zhang, K., Wang, C., & Wu, Z. (2021). Effect of ultra-high pressure treatment on the characteristics of a tea polysaccharide conjugate aqueous solution. *Industrial Crops and Products*, 171, 113859. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2021.113859>
- Choi, J. H., Yoon, S. K., Lee, K. H., Seo, M. S., Kim, D. H., Hong, S. B., Kim, J. Y., Paik, H. D., & Kim, C. H. (2006). Antitumor activity of cell suspension culture of green tea seed (*Camellia sinensis* L.). *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 11(5), 396–401. <https://doi.org/10.1007/BF02932305/METRICS>
- Gomes, A., Vedasiromoni, J. R., Das, M., Sharma, R. M., & Ganguly, D. K. (1995). Anti-hyperglycemic effect of black tea (*Camellia sinensis*) in rat. *Journal of Ethnopharmacology*, 45(3), 223–226. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(95\)01223-Z](https://doi.org/10.1016/0378-8741(95)01223-Z)
- Gonçalves Bortolini, D., Windson Isidoro Haminiuk, C., Cristina Pedro, A., de Andrade Arruda Fernandes, I., & Maria Maciel, G. (2021). Processing, chemical signature and food industry applications of *Camellia sinensis* teas: An overview. *Food Chemistry: X*, 12, 100160. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2021.100160>
- Gupta, D., & Kumar, M. (2017). Evaluation of in vitro antimicrobial potential and GC–MS analysis of *Camellia sinensis* and *Terminalia arjuna*. *Biotechnology Reports*, 13, 19–25. <https://doi.org/10.1016/J.BTRE.2016.11.002>
- Hernández, M., Ventura, J., Castro, C., Boone, V., Rojas, R., Ascacio-Valdés, J., & Martínez-Ávila, G. (2018). UPLC-ESI-QTOF-MS2-Based Identification and Antioxidant Activity Assessment of Phenolic Compounds from Red Corn Cob (*Zea mays* L.). *Molecules*, 23(1425), 1–10.
- Jo, Y. H., Yuk, H. G., Lee, J. H., Kim, J. C., Kim, R., & Lee, S. C. (2012). Antioxidant, tyrosinase inhibitory, and acetylcholinesterase inhibitory activities of green tea (*Camellia sinensis* L.) seed and its pericarp. *Food Science and Biotechnology* 2012 21:3, 21(3), 761–768. <https://doi.org/10.1007/S10068-012-0099-9>
- Li, Y., He, C., Yu, X., Zhou, J., Ntezimana, B., Yu, Z., Chen, Y., & Ni, D. (2022). Study on improving aroma quality of summer-autumn black tea by red-light

- irradiation during withering. *LWT*, 154, 112597. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112597>
- Munim Khan, M. R., Islam, M. A., Uddin, R., Kalam, M. A., Baishakh, N. N., Barua, P., Rahman Talukder, M. H., & Ahmad, I. (2023). Biochemical investigation of Bangladeshi black tea and their correlation to organoleptic quality evaluation. *Heliyon*, 9(6), e16802. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E16802>
- Ochoa-Chantaca, A., Martínez-Ávila, G. C. G., Sánchez-Alejo, E. J., & Rojas, R. (2019). Tea from *Camellia sinensis*: A New Tendency of Valuable Active Compounds. In *Handbook of Research on Food Science and Technology. Volume 1: Food Technology and Chemistry* (Vol. 1, p. 917). Chávez-González, Monica; Buenrostro-Figueroa, Jose Juan & Aguilar, Cristobal N.
- Paiva, L., Lima, E., Motta, M., Marcone, M., & Baptista, J. (2020). Variability of antioxidant properties, catechins, caffeine, L-theanine and other amino acids in different plant parts of Azorean *Camellia sinensis*. *Current Research in Food Science*, 3, 227–234. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2020.07.004>
- Qiao, X., Zhang, S., He, S., & Liu, S. (2023). Urate oxidase treatment increases the quality of autumn Yellowish Yinghong 9 black tea. *LWT*, 184, 115092. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2023.115092>
- Qin, X., Zhou, J., He, C., Qiu, L., Zhang, D., Yu, Z., Wang, Y., Ni, D., & Chen, Y. (2023). Non-targeted metabolomics characterization of flavor formation of Lichuan black tea processed from different cultivars in Enshi. *Food Chemistry: X*, 19, 100809. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2023.100809>
- Rojas, R., Alvarez-Pérez, O. B., Contreras-Esquivel, J. C., Vicente, A., Flores, A., Sandoval, J., & Aguilar, C. N. (2020). Valorisation of Mango Peels: Extraction of Pectin and Antioxidant and Antifungal Polyphenols. *Waste and Biomass Valorization*, 1(11), 89–98.
- Sanz, V., Flórez-Fernández, N., Domínguez, H., & Torres, M. D. (2020). Valorisation of *Camellia sinensis* branches as a raw product with green technology extraction methods. *Current Research in Food Science*, 2, 20–24. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2019.11.006>
- Schmidt, H. L., Garcia, A., Martins, A., Mello-Carpes, P. B., & Carpes, F. P. (2017). Green tea supplementation produces better neuroprotective effects than red and black tea in Alzheimer-like rat model. *Food Research International*, 100, 442–448. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.07.026>
- Scoparo, C. T., Borato, D. G., Souza, L. M., Dartora, N., Silva, L. M., Maria-Ferreira, D., Sasaki, G. L., Gorin, P. A. J., Baggio, C. H., & Iacomini, M. (2014). Gastroprotective bio-guiding fractionation of hydro-alcoholic extracts from green- and black-teas (*Camellia sinensis*). *Food Research International*, 64, 577–586. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2014.07.043>



- Shah, S., Gani, A., Ahmad, M., Shah, A., Gani, A., & Masoodi, F. A. (2015). In vitro antioxidant and antiproliferative activity of microwave-extracted green tea and black tea (*Camellia sinensis*): a comparative study. *Nutrafoods* 2015 14:4, 14(4), 207–215. <https://doi.org/10.1007/S13749-015-0050-9>
- Shang, A., Li, J., Zhou, D. D., Gan, R. Y., & Li, H. Bin. (2021). Molecular mechanisms underlying health benefits of tea compounds. *Free Radical Biology and Medicine*, 172, 181–200. <https://doi.org/10.1016/J.FREERADBIOMED.2021.06.006>
- Sharma, R., Verma, S., & Kumar, D. (2021). Polyphenolics and therapeutic insights in different tissues extract and fractions of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Kangra Tea). *Food Bioscience*, 42, 101164. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2021.101164>
- Silva, F. M. R., Magalhaes, F. E. A., Batista, F. L. A., da Silva, L. M. R., Ricardo, N. M. P. S., Sabino, L. B. de S., & de Figueiredo, R. W. (2023). Microencapsulation of green tea (*Camellia sinensis*) phenolic extract: Physical-chemical characterization, antimicrobial and toxicological properties. *Food Chemistry Advances*, 3, 100360. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2023.100360>
- Tanwar, A., Chawla, R., Ansari, M. M., Neha, Thakur, P., Chakotiya, A. S., Goel, R., Ojha, H., Asif, M., Basu, M., Arora, R., & Khan, H. A. (2017). In vivo antiarthritic efficacy of *Camellia sinensis* (L.) in collagen induced arthritis model. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87, 92–101. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2016.12.089>
- van der Merwe, J. D., Joubert, E., Richards, E. S., Manley, M., Snijman, P. W., Marnewick, J. L., & Gelderblom, W. C. A. (2006). A comparative study on the antimutagenic properties of aqueous extracts of *Aspalathus linearis* (rooibos), different *Cyclopia* spp. (honeybush) and *Camellia sinensis* teas. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 611(1–2), 42–53. <https://doi.org/10.1016/J.MRGENTOX.2006.06.030>
- Wang, X., Liu, Q., Zhu, H., Wang, H., Kang, J., Shen, Z., & Chen, R. (2017). Flavonols from the *Camellia sinensis* var. *assamica* and their hypoglycemic and hypolipidemic activities. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 7(3), 342–346. <https://doi.org/10.1016/J.APSB.2016.12.007>
- Zhou, B., Wang, Z., Yin, P., Ma, B., Ma, C., Xu, C., Wang, J., Wang, Z., Yin, D., & Xia, T. (2022). Impact of prolonged withering on phenolic compounds and antioxidant capability in white tea using LC-MS-based metabolomics and HPLC analysis: Comparison with green tea. *Food Chemistry*, 368, 130855. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.130855>