



TLATEMOANI
Revista Académica de Investigación
Editada por Eumed.net
No. 19 – Agosto 2015
España
ISSN: 19899300
revista.tlatemoani@uaslp.mx

Fecha de recepción: 21 de enero de 2015
Fecha de aceptación: 08 de junio de 2015

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

Karen Lizbeth Estrada Cruz
eckl91@hotmail.com

Abigail Reyes Munguía
abigail.reyes@uaslp.mx
Laboratorio de Desarrollo de Productos Alimenticios

Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

RESUMEN

En el organismo se llevan a cabo reacciones de oxidación esenciales para los procesos metabólicos celulares. El resultado de estas reacciones es la generación de moléculas con un alto poder oxidante, los radicales libres. La inhibición de estas moléculas es mediada por compuestos bioactivos llamados antioxidantes, generados por el organismo o presentes de forma natural en plantas y frutos. El litchi (*Litchi chinensis* Sonn) es un fruto de clima tropical, no climatérico, ovoide, color rojo intenso, con una pulpa blanca traslúcida y una semilla color marrón, que se cultiva en diversos estados del país, incluyendo San Luis Potosí. Varios estudios han comprobado la potente actividad antioxidante que presenta, por lo

que en esta revisión se analizan las propiedades del fruto del litchi y la relación de su actividad antioxidante, con el procesamiento y almacenamiento.

PALABRAS CLAVE: Radicales libres, polifenoles, actividad antioxidante.

ABSTRACT

In the body are carried out oxidation reactions essential for cellular metabolic processes, the result of these reactions is the generation of molecules with a high oxidizing power the free radicals. The inhibition of these molecules is mediated by bioactive compounds called antioxidants, or generated by the body naturally present in plants and fruits. The lychee (*Litchi chinensis* Sonn) Is a tropical fruit of climate, non-climacteric, ovoid, bright red, with a translucent white flesh and brown seeds grown in various states including San Luis Potosi. Studies have found that has potent antioxidant activity, so that in this review the properties of litchi fruit and the relationship of its antioxidant activity, processing and storage.

KEY WORDS: Free radicals, polyphenols, antioxidant activity.

INTRODUCCIÓN

Se conoce como radical libre a aquella especie química con alta reactividad oxidante, inestable, que en el orbital exterior contiene un electrón desapareado por lo que su tiempo de vida media es limitado (Reyes *et al.* 2011). Al ser altamente reactivas, estas moléculas son capaces de modificar, mediante una serie de reacciones en cadena, cualquier biomolécula próxima a ella amplificando el daño provocado en un principio. Las especies reactivas más conocidas son las derivadas del oxígeno y el nitrógeno, denominadas como especies reactivas de oxígeno (ERO) y de nitrógeno (ERN). Cuando las concentraciones de estas especies se elevan afectan las vías de señalización controladas normalmente por el estado redox celular, este desequilibrio entre la producción de especies reactivas, establece un tipo de estrés químico que ocurre en el organismo denominado estrés oxidativo y es secundario a este desequilibrio. El daño

originado es controlado por sustancias antioxidantes producidas en el propio organismo o adquiridas en la dieta (Riverón *et al.*, 2014; De Tursi *et al.*, 2013; Villanueva *et al.*, 2013).

Los antioxidantes pueden ser moléculas simples o complejas, lo que compensa el desequilibrio de especies oxidantes cuando no puede ser controlado por el cuerpo. Ingerir alimentos que aporten estas sustancias, se ha vuelto fundamental, por el beneficio que se les ha atribuido en la salud, por ejemplo en la actividad anticancerígena, antiinflamatoria y en algunas enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes. Entre éstos se encuentran plantas, especies, frutas y verduras. Un ejemplo de estos es el litchi, fruto exótico de sabor agridulce originario de China, con alto contenido fenólico y vitamina C que le confiere propiedades antioxidantes. Evaluar el comportamiento de la actividad antioxidante del fruto en el procesamiento y durante el tiempo de almacenamiento, ofrece una alternativa en la elaboración de alimentos funcionales y en el aprovechamiento de sus propiedades naturales.

EL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn) FRUTA EXÓTICA CON BENEFICIOS A LA SALUD

El litchi (*Litchi chinensis* Sonn) es un árbol originario de China, cultivado y apreciado por el sabor agradable de su fruta. Se le conoce desde hace 2000 años a. C., y es la especie más importante de la familia *Sapindaceae*. Se introdujo a México a través del Estado de Sinaloa a principios del siglo XX. Se cultiva generalmente en países tropicales y subtropicales en muchas partes del mundo, con inviernos secos y veranos cálido-húmedos; prefiere suelos franco arenosos, con buen drenaje, y un pH entre 5 a 8 (Maldonado *et al.*, 2012; Prakash *et al.*, 2013). De acuerdo con el SIAP (2012), en México se cultivan 4000 hectáreas de litchi distribuidas en 12 estados, principalmente en Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí y Sinaloa con una producción total de 22,549 toneladas y un rendimiento promedio de 5.637 toneladas por hectárea. En el Estado de San Luis Potosí se

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

reportan 589.74 hectáreas de litchi en 10 municipios; el más sobresaliente es el municipio de Huehuetlán con 163.65 hectáreas.

El árbol de litchi es de hoja perenne y de tamaño medio, que alcanza de 15 a 20 m de altura. La fruta, una drupa, de 3 a 4 cm de longitud y unos 3 cm de diámetro, es no climatérico subtropical redondeado, ovoide, acorazonado, color rojo intenso. La parte comestible, el arilo, es una pulpa jugosa y dulce, comúnmente blanca y translúcida con una sola semilla de color marrón. Contiene azúcares (12.1 a 14.8 % en peso) de los cuales, los reductores representan el 0.9-13.7 % en peso y los no reductores el 1.3-4 % en peso. Contiene ácido cítrico (0.22 a 12.33 % en peso), vitamina C (34.5 a 45.4 mg/100g), acetato de isobutilo, óxido de cis-rosa, 2 geraniol, ácido isovalérico, guayacol, vainillina, 2-acetil-2-thiazosine y etanol 2-fenil. En su piel el litchi contiene compuestos polifenólicos, que le confieren la fuerte actividad antioxidante, de los componentes presentes se encuentra la procyanidin A2 (0,7 mg/g de pericarpio fresco), antocianinas (0.4 mg/g de pericarpio fresco), quercetina 3-rutinósido (rutina) glucósido y quercetina. El tejido del pericarpio es rico en polisacáridos (65.6% manosa, 33.0% de galactosa y 1.4% arabinosa) (Bhoopat *et al.*, 2011). Durante el ciclo anual de litchi se observan distintas fases fenológicas para los árboles en producción: La fase de nuevos brotes, ocurre entre los meses de septiembre a noviembre; la fase de floración, ocurre de diciembre a febrero según las condiciones de temperatura y humedad; la fase de amarre de fruta, entre febrero y marzo; la fase de desarrollo de fruto, entre marzo y abril; la fase de maduración y cosecha, entre mayo y principios de junio; y la fase de “calmeo” o descanso del árbol, de junio a septiembre. El desarrollo y crecimiento del fruto depende de distintos factores, como la humedad, la fertilidad del suelo y específicamente de la nutrición del cultivo. (Wang *et al.*, 2010; Hernández, 2011; Maldonado *et al.*, 2012). La fruta se consume en fresco, deshidratada, enlatada o congelada; se emplea también para la fabricación de licores, y como ingrediente para postres.

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y ANTIOXIDANTES DEL LITCHI

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

El litchi, contiene propiedades antioxidantes principalmente en el fruto y la flor. Las investigaciones realizadas han encontrado e identificado algunos compuestos fenólicos en la cáscara, pulpa y semilla del litchi. Estos compuestos tienen efectos anticancerígenos, antiinflamatorios y cardio-protectores, capaces de eliminar los radicales libres y prevenir enfermedades crónicas degenerativas. Chuan Liu *et al.* (2009) determinaron la capacidad antioxidante de los extractos de acetona, metanol y agua de las flores secas del litchi; la capacidad antioxidante de estos extractos se evaluó con la reducción del potencial y ensayo de la captación del radical libre 2,2-difenil-2-hidrato de picrilhidrazil (DPPH●), se identificaron algunos componentes en los extractos, fenoles principalmente, flavonoides y taninos condensados, a su vez relacionaron el contenido de antioxidantes con la actividad antioxidante presente en cada uno de los extractos, presentando el extracto de acetona la actividad más alta. Por otro lado, Chen *et al.* (2011) evaluaron la actividad antioxidante de los extractos de la flor de litchi en acetona, etanol y agua caliente, estimando tres modelos: la inhibición de Cu^{2+} - inducido por la oxidación de la lipoproteína de baja densidad humana, la capacidad de barrido de radicales de oxígeno en la sangre humana, y la inhibición de hemólisis de eritrocitos humanos inducida por los radicales peroxilo, además de su composición y contenido de ácidos fenólicos. Los resultados mostraron que los efectos antioxidantes de todos los modelos de prueba, así como el contenido de flavonoides y ácidos fenólicos de los extractos de la flor de lichi están en mayor actividad en el extracto de etanol y los compuestos identificados fueron ácido gentsico y epicatequina.

Actualmente existen técnicas de extracción utilizadas para recuperar los compuestos activos presentes en plantas y frutos, una de más utilizadas es el método de extracción a alta presión (HPE). Nagendra *et al.* (2009) utilizaron el pericarpio del litchi para extraer los compuestos bioactivos utilizando la HPE, en el estudio participaron diferentes factores experimentales como disolvente, etanol a una concentración (35-95 en volumen), el material a disolver en una relación

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

(1:25-1:100) en medio ácido, la presión de extracción (200-500 MPa), el tiempo (2.5-30 min) y la temperatura (30-90 °C). El rendimiento de la extracción, el contenido de fenoles totales, la actividad de eliminación de radicales por medio del 1,1-difenil-2-picrilhidrazil y la capacidad de eliminación de aniones superóxido de la muestra por HPE se examinaron y se compararon con la extracción ultrasónica y convencional, exhibiendo el HPE una mayor eficiencia de extracción en términos de mayor rendimiento de extracción y tiempo, sin diferencias significativas ($P > 0.05$) en el contenido de fenoles totales y de actividad antioxidante entre estas diversas extracciones.

Investigaciones realizadas por Bhoopat *et al.* (2011) evaluaron el efecto hepatoprotector de dos variedades de litchi, Chakapat y Gimjeng. A partir de extractos de pulpa de fruta de ambas variedades se administraron en conjunto con silimarina y CCl_4 en ratas albinas Wistar macho. Al extraer los hígados se analizó vitamina C, contenido fenólico, actividad anti-lípido y el efecto hepatoprotector. Los extractos de Gimjeng y Chakapat mostraron el contenido de vitamina C (1.2 ± 0.6 y 4.3 ± 0.1 mg / 100 g) y compuestos fenólicos como el ácido trans-cinámico y pelargonidina-3-O-glucósido ($9,80 \pm 0,21$ y $19,56 \pm 0,4$ mg GAE / g valores de capacidad antioxidante Trolox equivalente (TEAC) de extracto), y ($11,64$ y $9,09$ g / mg de Trolox), respectivamente. El Gimjeng en comparación con el Chakapat demostró una mejor actividad antioxidante. Los extractos de Gimjeng, Chakapat y la silimarina impidieron el aumento de TGP, TGO y ALP en el suero. La disminución significativa de las células apoptóticas juntos con la restauración de los cambios morfológicos confirmó el efecto hepatoprotector en las ratas inducidas por CCl_4 pretratada con los extractos.

Estas investigaciones abren un panorama acerca de la funcionalidad que los frutos naturales ofrecen, específicamente el litchi, el cual es una fuente rica no solo de nutrientes, sino de componente no energéticos esenciales para el organismo, como lo son los antioxidantes.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL FRUTO

El litchi sufre alteraciones no sólo en su cáscara, sino también en el arilo, carne blanca, translúcida y dulce que se consume generalmente fresca. Su vida útil es limitada por lo que se han elaborado algunos productos para conservarla. Un método convencional ha sido la adición de azúcares, el litchi en almíbar enlatado preserva la calidad de la fruta, sin embargo, nutricionalmente existen pérdidas en sabor y coloración debido a la acción térmica y enzimática durante el proceso de elaboración. A lo anterior Dajanta *et al.* (2012) analizaron el efecto del cambio de color del litchi en almíbar por alta presión y el procesamiento térmico. Se encontró que las actividades enzimáticas, a alta presión reducen la actividad de la polifenoloxidasas por 33-51%, mientras que la pasteurización reduce notablemente la actividad en un 90%.

Cao *et al.* (2014) desarrollaron un modelo matemático utilizando la validación cruzada para evaluar la calidad integral de la fruta, de acuerdo al análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de regresión lineal múltiple (MLR) utilizando los parámetros de calidad instrumentales, como color, peso del fruto (SFW), total de sólidos solubles (TSS), pH, proteína bruta (CP), vitamina C (Vc), ácido valorable (TA), glucosa, fructosa, sacarosa, ácido málico (MA), tartárico, tasa comestible (ER), y rendimiento de zumo (JY). Los resultados demostraron que seis PCA mostraron alta relación, color, ER, TSS, Vc y JY, que representan el 82.35% de las variables originales, y los resultados de MLR indicaron que la calidad fundamental en los parámetros fueron SFW, TA, y ER. El modelo proporciona una guía que estima la calidad en la producción de litchi y la cría del mismo.

EL LITCHI COMO ALIMENTO FUNCIONAL

El litchi es un fruto con una corta estación de maduración, su vida útil de anaquel se estima de 3 a 5 días, al ser altamente vulnerable a los factores medio ambientales el fruto presenta un encarecimiento rápido en sus características

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

sensoriales, aspecto y calidad nutricional por lo que generalmente se consume fresco o en algunos productos elaborados, como el vino. Alvarenga *et al.* (2011) elaboraron vino de litchi utilizando tres cepas de levadura, con el fin de otorgarle a la fruta un valor agregado. Se controló la fermentación mediante análisis de sólidos solubles, pH, acidez, etanol y azúcar. Al final de la fermentación, los vinos fueron sometidos a análisis químico, físicoquímico y sensorial. Los vinos preparados mostraron mayores variaciones en lo cualitativo que cuantitativo en el análisis de sus constituyentes. El análisis sensorial indicado y el análisis principal de componentes arrojaron que el vino producido por la inoculación con UFLA CA1183 demostró ser el más adecuado para la producción de vinos de litchi.

La creciente demanda de alimentos que ofrezcan no sólo un sabor agradable al paladar, sino también proporcione beneficios a la salud utilizando las propiedades naturales que poseen las plantas y frutos, permite el desarrollo de productos alimenticios que potencialicen el efecto benéfico de los compuestos activos o que al ser agregados en otros alimentos, le den al nuevo producto características nutrimentales que mantenga al organismo en un estado completo de salud y evite el riesgo de contraer enfermedades. En este el litchi, contiene compuestos activos que le otorgan un efecto antioxidante, y los cuales han sido utilizados en el procesamiento de mejores alimentos, tal es el caso de, Zheng *et al.* (2014) evaluaron el uso de jugo de lichi tratado por alta presión hidrostática (HHP) como sustratos para producir una bebida con características de probiótico *Lactobacillus casei*. Los atributos de calidad y estabilidad del producto en el jugo de lichi tratado con HHP por *L. casei* se compararon con un tratamiento térmico fermentado tradicional. El jugo de lichi tratado con HHP fermentado mostró un mejor color, y sabor a su vez que retuvo los fenoles totales y la capacidad antioxidante. Ambos recuentos de viabilidad de *L. casei* eran más 8.0 log ufc/ml en el jugo de lichi por calor y tratado con HHP después de 4 semanas de almacenamiento a 4 °C. Además, algunos de los atributos de calidad en la fermentación por calor y el jugo de lichi tratado con HHP mostrando una tendencia a frenar la disminución durante

el almacenamiento a 4 °C, pero ambas puntuaciones de aceptación general de calor fermentado y el jugo de litchi tratada con HHP no mostraron una reducción después de que el almacenamiento de 4 semanas a 4 °C. En general, la aplicación del tratamiento con HHP podría ser una alternativa ideal de tratamiento calor para garantizar la seguridad microbiana, la calidad sensorial y nutricional consistente de jugo de lichi fermentado antes a la fermentación.

Zhang et al, (2014) evaluaron el efecto del pardeamiento del pericarpio en la fruta de litchi tratados con polifenoles de la manzana (APP); encontraron que el tratamiento reduce eficazmente el pardeamiento y retarda la pérdida de color rojo. La fruta tratada con APP mostró niveles más altos de antocianinas y cianidin-3-rutinósido, que se correlacionaban con la actividad de la antocianasa suprimida. El tratamiento también mantuvo la integridad de la membrana y redujo el daño oxidativo, por una menor tasa de fuga relativa, en el contenido del malondialdehído y en la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS). Los datos sugieren que descompartimentación de la peroxidasa, polifenoloxidasas y sustratos de pardeamiento respectivos se redujo. Además, el tratamiento con APP mejoró las actividades de las enzimas antioxidantes (superóxido dismutasa, catalasa, ascorbato peroxidasa y glutatión reductasa), así como la capacidad antioxidante no enzimática, actividad de los radicales de captación y poder reductor (DPPH), lo que podría ser beneficioso en la captación de ROS.

Los polifenoles de la manzana no han sido los únicos tratamientos alternativos para retardar el encarecimiento del fruto, otras investigaciones como la realizada por Chen *et al.* (2014) aplicaron los polifenoles del té para ampliar la vida útil y mantener la calidad del litchi durante el almacenamiento en frío. El proceso se llevó a cabo sumergiendo en una solución de 1% de polifenoles de té durante 5 minutos antes del almacenamiento en frío a 4°C. Se evaluaron los cambios en el índice de pardeamiento, contenido de antocianinas y compuestos fenólicos, superóxido dismutasa (SOD) y actividades de la peroxidasa (POD), la tasa de producción O₂·-, el contenido de H₂O₂, los niveles de tasa relativa de fuga, la

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

peroxidación lipídica, y la actividad de captación del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH●) se midieron después de 0, 10, 20 y 30 días de almacenamiento en frío. Los resultados mostraron que la aplicación de los polifenoles del té retrasó el pardeamiento del pericarpio, aliviando las disminuciones en el contenido de sólidos solubles totales (SST) y ácido ascórbico, y manteniendo los niveles relativamente altos de fenoles totales y antocianinas de la fruta lichi después de 30 días de almacenamiento en frío. El tratamiento a su vez redujo el aumento de la tasa de fuga relativa y el contenido de la peroxidación lipídica, retrasó los aumentos tanto en la tasa de producción O₂- y el contenido de H₂O₂, y aumento de la actividad SOD pero redujo la actividad POD a lo largo de este período de almacenamiento.

CONCLUSIONES

El litchi es un fruto que contiene compuestos antioxidantes en fruto y flor que son útiles en el organismo para la inhibición del estrés oxidativo, y se pueden extraer a través de infusiones. La cáscara cuenta con antocianinas principalmente, la pulpa es rica en vitamina C y ácidos fenólicos que le confieren esta capacidad antioxidante. Existen distintas alternativas para aprovechar sus beneficios, consumiéndolos fresco durante el tiempo de temporada, en infusiones o conservándolos de tal forma que los compuestos bioactivos presentes, sean absorbidos por el cuerpo. Las últimas investigaciones han caracterizado algunos de estos compuestos, abriendo un panorama de alternativas, en el aprovechamiento de estas sustancias naturales.

REFERENCIAS

Alvarenga, A., de Oliveira , L., Antonio, N., Ribeiro , D., & Freitas , S. (2011). Chemical, Physical–Chemical, and Sensory Characteristics of Lychee (*Litchi chinensis* Sonn) Wines. *Journal of Food Science*, 76(5), 333-336.

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

- Bhoopata, L., Srichairatanakoolb, S., Kanjanapothic, D., Taesotikul, T., Thananchaid, H., & Bhoopate, T. (2011). Hepatoprotective effects of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.): A combination of antioxidant and anti-apoptotic activities. *Journal of Ethnopharmacology*(136), 55-66.
- Cao, Y., Jiang, Y., Gao, H., Chen, H., Fang, X., Mua, H., & Tao, F. (2014). Development of a model for quality evaluation of litchi fruit. *Computers and Electronics in Agriculture*, 106, 49–55.
- Chen, W., Zhang, Z., Shen, Y., Duan, X., & Jiang, Y. (2014). Effect of Tea Polyphenols on Lipid Peroxidation and Antioxidant Activity of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) Fruit during Cold Storage. *Journal Molecules*(19), 16837-16850.
- Chen, Y.-C., Lin, J.-T., Liu, S.-C., Lu, P.-S., & Yang, D.-J. (2011). Composition of Flavonoids and Phenolic Acids in Lychee (*Litchi Chinensis* Sonn.) Flower Extracts and Their Antioxidant Capacities Estimated with Human LDL, Erythrocyte, and Blood Models. *Journal of Food Science* , 76(5), 724-728.
- Dajanta, K., Apichartsrangkoomb, A., & Somsangb, S. (2012). Comparison of physical and chemical properties of high pressure- and heat-treated Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) in syrup. *High Pressure Research*, 32(1), 114–118.
- De Tursi Ríspoli, L., Vázquez Tarragon, A., Vázquez Prado, A., Sáez Tormo, G., Ismail, A., & Gumbau Puchol, V. (2013). Estrés oxidativo; estudio comparativo entre un grupo de población normal y un grupo de población obesa mórbida. *Nutrición Hospitalaria*, 3(28), 671-675.
- Prasad, N., Yang, B., Zhao, M., Wang, B., Chen, F., & Jiang, Y. (2009). Effects of high-pressure treatment on the extraction yield, phenolic content and antioxidant activity of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp. *International Journal of Food Science and Technology*(44), 960–966.
- Ramiro Maldonado, P., Trinidad Santos, A., Téliz Ortíz, D., Velasco Velasco, V., & Volke Haller, V. (2012). Respuesta del litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) a la fertilización con npk en el norte de Oaxaca, México. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 35(3), 251-258.
- Reyes Munguía , A., Galicia Cardoso, M., & Carrillo Inungaray, M. (2011). Antioxidantes: la magia de lo natural. *Tlatemoani*(18).

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DEL LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn)

- Riverón Forment, G., Lemus Molina, G., Lantigua Cruz, A., Marcos Plascencia, L., Bataille García, A., & Martínez Bonne, O. (2014). Daño oxidativo y respuesta antioxidante en pacientes con ataxia–telangiectasia (estudio de casos y controles). *Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía*, 1(4), 1-6.
- Shih-Chuan , L., Jau-Tien , L., Chin-Kun , W., Hsin-Yi , C., & Deng-Jye , Y. (2009). Antioxidant properties of various solvent extracts from lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) flowers. *Food Chemistry*(114), 577-581.
- Villanueva, C., Sevilla González, M., & Kross, R. (2013). La bioética medioambiental y el estrés oxidativo. *Cuicuilco*(58), 91-108.
- Zhang, Z., Huber, D., Qu, H., Yun, Z., Wang, H., Huang, Z., Jiang, Y. (2014). Enzymatic browning and antioxidant activities in harvested litchi fruit as influenced by apple polyphenols. *Food Chemistry*(171), 191–199.
- Zheng, X., Yu, Y., Xiao, G., Xu, Y., Wu, J., Tang, D., & Zhang, Y. (2014). Comparing product stability of probiotic beverages using litchi juice treated by high hydrostatic pressure and heat as substrates. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 23, 61–67.