



La magia y el poder de las antocianinas. encapsulando color y bienestar en la cosmética natural

Naella Sandivel Valencia Pérez ^{1*}, Jorge Yáñez Fernández¹, María Carmen Fernández Martínez¹, Genaro Iván Cerón Móntes².

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional. Calzada Legaria N° 694, Colonia irrigación, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11500, Ciudad de México.

²Centro de Cooperación Academia Industria, Universidad Tecnológica de Tecámac. Carretera Federal México-Pachuca km 37.5, Predio Sierra Hermosa, Tecámac Edo. Méx.

Autor de correspondencia: naellavalenciap@gmail.com



RESUMEN

Las antocianinas son pigmentos naturales que dan los intensos colores rojos, morados y azules a frutas, flores y granos, y además aportan beneficios antioxidantes para la salud. Al ser muy delicadas, requieren protección para conservar su color y propiedades, lo que se logra mediante técnicas de encapsulación con materiales naturales y sostenibles. Este artículo explica de manera clara cómo estas tecnologías y su aplicación permiten transformar las antocianinas en ingredientes innovadores, versátiles y de alto valor agregado para una cosmética más saludable y sostenible.

Palabras clave: antocianinas, antioxidantes, encapsulación, cosmética natural.

ABSTRACT

Anthocyanins are natural pigments that give fruits, flowers, and grains their vibrant red, purple, and blue colors, while also offering antioxidant health benefits. Being highly delicate, they need protection to maintain their color and bioactive properties, which can be achieved through encapsulation using natural and sustainable materials. This article highlights how these technologies transform anthocyanins into innovative, versatile, and high-value ingredients for healthier and more sustainable natural cosmetics.

Keywords: anthocyanins, antioxidants, encapsulation, natural cosmetics.

1

INTRODUCCIÓN



Tabla 1. Fuentes naturales de antocianinas y sus colores más representativos.

¿Alguna vez te has preguntado de dónde provienen los intensos tonos rojos, morados y azules de los arándanos, las uvas, el maíz morado o las flores de hibisco? La respuesta está en las antocianinas, pigmentos naturales que la naturaleza utiliza para dar color a frutas, vegetales, granos y flores (ver Figura 1) (Enaru *et al.*, 2021).

Estos compuestos no solo hacen que los alimentos luzcan más atractivos, sino que también desempeñan un papel importante en la cosmética natural. Desde hace siglos, las personas los han aprovechado de manera indirecta a través de alimentos y bebidas tradicionales, pero hoy los buscamos también por sus propiedades benéficas para la salud y el cuidado personal.

Las antocianinas destacan por su poder antioxidante que ayuda a frenar el daño celular causado por los radicales libres, implicados en el envejecimiento prematuro (Correia *et al.*, 2021). Además, poseen efectos antiinflamatorios, antimicrobianos y anticancerígenos, lo que las convierte en ingredientes ideales para productos cosméticos y terapéuticos (Correia *et al.*, 2021;Enaru *et al.*, 2021).

Sin embargo, no es lo mismo consumir antocianinas que aplicarlas sobre la piel. Cuando se ingieren, son metabolizadas con rapidez y solo una fracción pequeña llega a la piel en su forma original (Enaru *et al.*, 2021). En cambio, al aplicarse tópicamente, actúan directamente en la epidermis, una barrera formada por queratinocitos expuestos constantemente al daño oxidativo, donde pueden ejercer efectos antioxidantes, antiinflamatorios y protectores (Correia *et al.*, 2021;Wang *et al.*, 2022). Allí contribuyen a mantener el colágeno y la elasticidad cutánea, neutralizar radicales libres generados por la radiación ultravioleta o contaminación, y mejorar la apariencia de la piel, haciéndola más firme y uniforme. Esto justifica su uso cosmético, basado en mecanismos locales bien definidos y distintos a los que ocurren cuando se consumen en la dieta.

Cada fuente natural aporta un tono característico y un tipo particular de antocianina, lo que amplía sus posibles aplicaciones. Por ejemplo, las frutas suelen presentar tonos rojizos o azulados, los vegetales exhiben púrpuras intensos, los granos destacan por sus matices morados

Fuente natural	Color predominante	Antocianinas principales	Referencia bibliográfica
Arándano (<i>Vaccinium spp.</i>)	Azul violáceo	Delfinidina, malvidina	Khoo <i>et al.</i> , 2017
Fresa (<i>Fragaria × ananassa</i>)	Rojo brillante	Pelargonidina	Khoo <i>et al.</i> , 2017
Uva (<i>Vitis vinifera</i>)	Rojo púrpura	Malvidina, petunidina	Khoo <i>et al.</i> , 2017
Col morada (<i>Brassica oleracea</i>)	Púrpura rojizo	Cianidina	Khoo <i>et al.</i> , 2017
Berenjena (<i>Solanum melongena</i>)	Púrpura intenso	Nasunina (derivado de cianidina)	Khoo <i>et al.</i> , 2017
Maíz morado (<i>Zea mays L.</i>)	Morado profundo	Cianidina, peonidina, pelargonidina	Mendoza <i>et al.</i> , 2017
Arroz negro (<i>Oryza sativa L.</i>)	Púrpura oscuro	Cianidina, peonidina	Mendoza <i>et al.</i> , 2017
Hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	Rojo oscuro	Cianidina, delfinidina	Enaru <i>et al.</i> , 2021
Petunia (<i>Petunia hybrida</i>)	Violeta	Petunidina, malvidina	Enaru <i>et al.</i> , 2021; Correia <i>et al.</i> , 2021

profundos y las flores aportan colores vibrantes junto con una alta actividad antioxidante. En la Tabla 1 se muestran algunas de las principales fuentes naturales de antocianinas, sus colores predominantes y los compuestos asociados.

Gracias a su colorido y sus propiedades bioactivas, las antocianinas se están integrando en cremas, jabones y otros productos de cosmética natural, donde combinan estética y funcionalidad (ver Figura 1). Así, se perfilan como ingredientes innovadores y de alto valor agregado para una cosmética más saludable, sostenible y alineada con las tendencias del futuro (Correia *et al.*, 2021;Enaru *et al.*, 2021).



Figura 1. Fuentes naturales de antocianinas y sus aplicaciones cosméticas. Las antocianinas, presentes en frutas, vegetales, granos y flores, actúan como pigmentos bioactivos con potencial antioxidante y funcional en productos cosméticos. Fuente: Elaboración propia.

2

DEL ROJO AL AZUL: EL VIAJE CROMÁTICO DE LAS ANTOCIANINAS.

Las antocianinas son pigmentos muy delicados, y para conservar su color y propiedades antioxidantes requieren protección frente a diversos factores que pueden deteriorarlas. Esta fragilidad se debe a su estructura química basada en el catión flavilio, una forma molecular altamente reactiva que puede cambiar rápidamente cuando se expone al calor, el oxígeno o variaciones de pH, provocando la pérdida de color y la degradación del pigmento. Entre estos factores se incluyen la luz directa, las altas temperaturas, cambios bruscos de pH, la presencia de oxígeno, iones metálicos como hierro o cobre, que aceleran su descomposición, y enzimas naturales que actúan como "tijeras químicas" capaces de romper su estructura (Bakowska, 2005).

La estabilidad de las antocianinas también puede verse afectada por sustancias presentes en alimentos y bebidas, como la vitamina C, azúcares o compuestos generados durante la cocción, por ejemplo en la caramelización. Incluso algunos conservadores, como el dióxido de azufre, pueden debilitar su color o hacerlo desaparecer (Mazza & Brouillard, 1990;Bakowska, 2005).

Más allá de estos factores, el color de las antocianinas está fuertemente influenciado por el pH del medio. En ambientes muy ácidos (pH 1-3) predominan los tonos rojos, en condiciones intermedias o neutras (pH 4-7) se observan púrpuras, y en medios básicos (pH 8-14) aparecen tonalidades azuladas (Khoo *et al.*, 2017;Bakows-



ka, 2005). La Figura 2 ilustra este viaje cromático, que puede ir del rojo al azul pasando por el violeta.

Esta capacidad de cambiar de color según el pH convierte a las antocianinas en excelentes bioindicadores de calidad y frescura, por ejemplo, en alimentos que se deterioran al aumentar su acidez, o en materiales inteligentes que alertan sobre contaminación o mala conservación. Además, esta misma propiedad se aprovecha en el diseño de cosméticos innovadores, donde los pigmentos pueden interactuar con el pH de la piel y ofrecer colores más vivos y estables (Menzoza *et al.*, 2017; Wahyuningsih *et al.*, 2017).

Del rojo al azul: el secreto del color de las antocianinas.

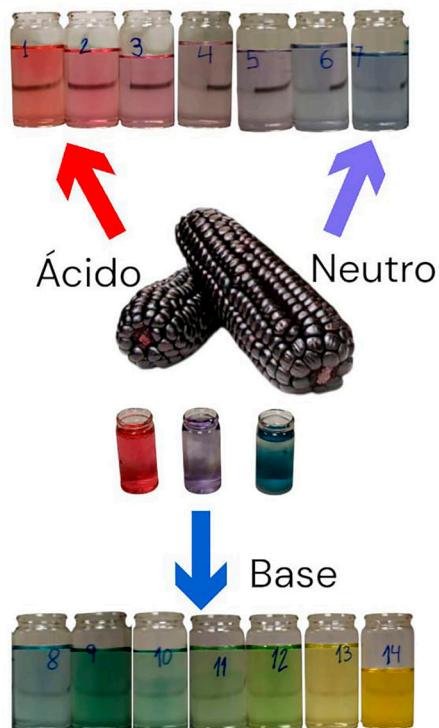


Figura 2. El cambio de color de las antocianinas en función del pH, que va del rojo al azul. Se incluye el maíz morado como ejemplo de fuente natural rica en estos pigmentos. Fuente: Elaboración propia.

3

CÓMO ATRAPAR Y PROTEGER A LAS ANTOCIANINAS: ESTRATEGIAS NATURALES PARA CONSERVAR SU COLOR Y POTENCIAR SUS BENEFICIOS COSMÉTICOS.

Las antocianinas son pigmentos naturales muy apreciados por su color y propiedades antioxidantes, pero son bastante sensibles a su entorno (Wahyuningsih *et al.*, 2017). Para mantener sus beneficios al incorporarlas en productos cosméticos, se han desarrollado diversas estrategias de encapsulación que funcionan como un "escudo protector", estabilizando las moléculas y permitiendo una liberación controlada (Laorungrueng *et al.*, 2025).

Entre los métodos físico-químicos más utilizados se encuentran la microencapsulación y nanoencapsulación con liposomas, la gelificación iónica y los complejos proteicos con polisacáridos y emulsiones (ver figura 3). La micro y nanoencapsulación se refieren al tamaño de los encapsulados, es decir, que pueden ser tan pequeños

que no se distinguen a simple vista; a su vez, envuelven a las antocianinas en cápsulas diminutas hechas de materiales naturales como alginato derivado de algas pardas, maltodextrina carbohidrato soluble en agua obtenido del almidón de maíz y goma arábiga resina natural de Acacia empleada como estabilizante en alimentos, bebidas y cosméticos. Estas cápsulas protegen los pigmentos de los factores ambientales y prolongan su color y beneficios antioxidantes (Bustamante *et al.*, 2025).

Por su parte, las nanoemulsiones y liposomas funcionan como contenedores microscópicos. Las nanoemulsiones son gotitas de agua y aceite tan pequeñas que resultan invisibles al ojo humano y, gracias a su tamaño microscópico, aumentan la superficie del pigmento y mejoran su



absorción. En cambio, los liposomas son esferas de lípidos parecidas a las membranas celulares de nuestro cuerpo y pueden contener moléculas delicadas como las antocianinas. Estas estructuras las mantienen estables y las liberan poco a poco, prolongando su efecto (Wang *et al.*, 2022). Además, pueden reforzarse con materiales naturales como el quitosano, un biopolímero derivado de conchas de crustáceos que no contiene las proteínas responsables de las reacciones alérgicas a mariscos y ha demostrado ser seguro para personas alérgicas (Amaral *et al.*, 2016; Jiang *et al.*, 2019)

Otra estrategia eficaz es la formación de complejos entre antocianinas y proteínas o polisacáridos, como la gelatina (derivada del colágeno) o la pectina (presente en cáscaras de manzana y cítricos). Estas asociaciones estabilizan los pigmentos y facilitan su incorporación en cosméticos. La coacervación compleja es una técnica basada en este principio, que crea microcápsulas naturales capaces de proteger a las antocianinas frente a agentes externos (Napiórkowska & Kurek, 2022). La gelificación iónica constituye otra alternativa sencilla y sostenible. En este proceso, el extracto del pigmento se mezcla con alginato y al entrar en contacto con una solución de calcio se forman perlas de gel (Lupo *et al.*, 2014; Mohammadalinejhad *et al.*, 2023). Estas microperlas funcionan como un escudo natural que conserva el color, la estabilidad y la funcionalidad del pigmento durante más tiempo, permitiendo su uso en cosmética natural (Mohammadalinejhad *et al.*, 2023).

Además de su capacidad para proteger y estabilizar el color durante la encapsulación, las antocianinas aportan un beneficio cosmético directo cuando se aplican sobre la piel, favorecen la síntesis de colágeno y disminuyen la degradación de fibras estructurales, lo que mejora la firmeza y aspecto de la piel (Enaru *et al.*, 2021; Correia *et al.*, 2021; Napiórkowska & Kurek, 2022).

En formulaciones como cremas, sérum o jabones naturales, su presencia no solo aporta color, sino que fortalece la conexión entre naturaleza, bienestar y cuidado personal, promoviendo pro-

ductos más saludables y sostenibles (Bustamante *et al.*, 2025; Laorungruang *et al.*, 2025). Gracias a estas cualidades, las antocianinas se consolidan como ingredientes versátiles y de alto valor agregado en la cosmética natural (Laorungruang *et al.*, 2025).

Métodos físico-químicos de encapsulación de antocianinas



Figura 3. Estrategias naturales para “atrappar” y proteger a las antocianinas. Cada técnica (gelificación iónica, nanoemulsiones, liposomas y coacervación compleja), crea una barrera que preserva el color y los beneficios del pigmento en productos cosméticos. Fuente: Elaboración propia.



4 TECNOLOGÍAS MECÁNICAS DE ENCAPSULACIÓN: TRANSFORMANDO EXTRACTOS NATURALES EN PIGMENTOS ESTABLES Y FUNCIONALES PARA COSMÉTICA.

Una vez que hemos visto cómo proteger a las antocianinas mediante métodos físico-químicos de encapsulación, llega el momento de aplicar estrategias mecánicas, ya sea a nivel de laboratorio o con equipos industriales, que permiten transformar los extractos líquidos de antocianinas en nano o microencapsulados estables. Estos métodos utilizan máquinas o sistemas controlados para obtener pigmentos en forma de polvo o cápsulas listas para su incorporación en productos cosméticos.

Entre los principales métodos mecánicos se encuentran el secado por aspersión, el secado por congelación y la extrusión, los cuales se ilustran en la Figura 4, donde se muestran ejemplos visuales de estos procesos y los productos resultantes. El secado por aspersión convierte el extracto líquido en polvo mediante aire caliente, tras mezclarlo con biopolímeros protectores como maltodextrina, goma arábiga o proteínas de suero de leche o soya, que envuelven las moléculas formando microcápsulas invisibles al ojo humano y mejoran la estabilidad y el efecto antioxidante de los pigmentos (Bustamante *et al.*, 2025; Sia *et al.*, 2025). El secado por congelación, o liofilización, obtiene polvo sin aplicar calor, preservando el color y las propiedades antioxidantes, mediante la congelación del extracto y la eliminación del agua por sublimación, conservando la forma y actividad de las antocianinas (Wu *et al.*, 2021). Finalmente, la extrusión encapsula las antocianinas al pasar la mezcla por una boquilla bajo presión y temperatura controlada, combinándolas con materiales como almidón, pectina o proteínas, formando microcápsulas o filamentos protectores, y permitiendo controlar forma y tamaño de las cápsulas de manera eficiente, económica y escalable, sin requerir disolventes ni secados prolongados (Wang *et al.*, 2022).

En conjunto, estos métodos permiten transformar los extractos líquidos de antocianinas en pigmentos secos y estables, conservando su color, propiedades bioactivas y beneficios antioxidantes (Wu *et al.*, 2021; Napiórkowska & Kurek, 2022; Mohammadnejhad *et al.*, 2023; Bustamante *et al.*, 2025; Sia *et al.*, 2025). Esta estabilidad no solo prolonga la vida útil de los productos, sino que también mejora su desempeño sensorial, ofreciendo colores uniformes, texturas suaves y una apariencia más natural en formulaciones como cremas, jabones o maquillajes (Correia *et al.*, 2021; Enaru *et al.*, 2021; Laorungrueng *et al.*, 2025; Bustamante *et al.*, 2025). De este modo, la encapsulación mecánica convierte los extractos naturales en ingredientes cosméticos funcionales, capaces de combinar belleza, protección y bienestar, acercando la biotecnología sostenible al cuidado cotidiano de la piel.

Métodos mecánicos de encapsulación de antocianinas

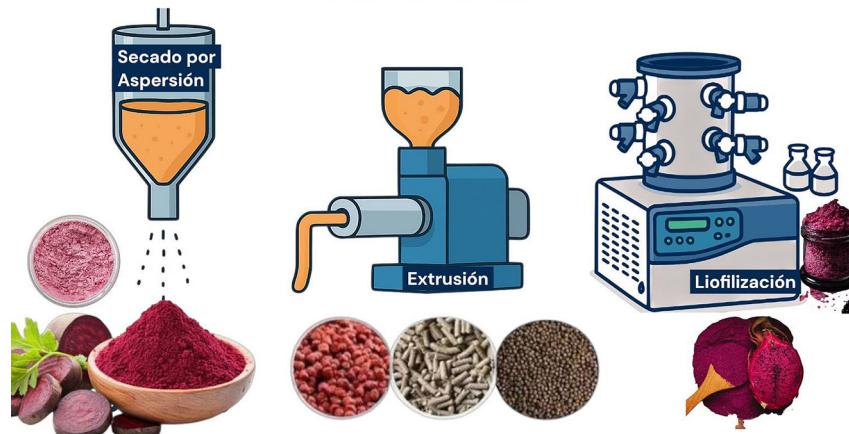


Figura 4. Ejemplos de métodos mecánicos de encapsulación de pigmentos naturales. A la izquierda, polvo de antocianinas de betabel obtenido por secado por aspersión; al centro, una extrusora produciendo pellets como ejemplo de encapsulación continua; y a la derecha, polvo de antocianinas seco de pitaya roja y zarzamora obtenido por liofilización o congelación. Fuente: Elaboración propia.

5

CONCLUSIÓN

6

AGRADECIMIENTOS

Las antocianinas no solo aportan color, sino también salud y funcionalidad. Gracias a estrategias de encapsulación físico-química y mecánica, estos pigmentos naturales se transforman en polvos o microcápsulas estables que conservan su color, propiedades antioxidantes y beneficios tópicos. Al aplicarse sobre la piel, pueden contribuir a una apariencia más saludable, firme y luminosa, reforzando el concepto de belleza y bienestar de una cosmética natural. Su versatilidad y valor agregado consolidan a las antocianinas como ingredientes clave para una cosmética más innovadora, saludable y sostenible.

Los autores agradecen al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) por su apoyo al contribuir al desarrollo de una línea de investigación en este campo. Asimismo, se reconoce al emprendimiento de cosmética natural “Naella” por proporcionar las fotografías de sus productos, enriqueciendo la presentación de este trabajo.

REFERENCIAS

- Amaral, Luís; Silva, Diana; Couto, Mariana; Nunes, Cláudia; Rocha, Sílvia M.; Coimbra, Manuel A.; Coimbra, Alice; Moreira, André. Safety of chitosan processed wine in shrimp allergic patients. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 2016, 116(5):462-463. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2016.02.004>
- Bakowska-Barczak, A. (2005). Acylated Anthocyanins As Stable, Natural Food Colorants - A Review. *Polish Journal of Food And Nutrition Sciences*, 1455(2), 107-116.
- Bustamante-Bernedo, M. S., Félix, L. L., Huamán-Castilla, N. L., Ponce, S., & Pacheco-Salazar, D. G. (2025). Microencapsulation of natural antioxidant-rich and pH-sensitive extracts from Peruvian purple corn (*Zea mays* L.) cob using spray-drying. *International Journal of Biological Macromolecules*, 318(February). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.144937>
- Correia, P., Araújo, P., Ribeiro, C., Oliveira, H., Pereira, A. R., Mateus, N., de Freitas, V., Brás, N. F., Gameiro, P., Coelho, P., Bessa, L. J., Oliveira, J., & Fernandes, I. (2021). Anthocyanin-related pigments: Natural allies for skin health maintenance and protection. *Antioxidants*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/antiox10071038>
- Enaru, B., Dreçanu, G., Pop, T. D., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors affecting their stability and degradation. *Antioxidants*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/antiox10121967>
- Jiang, Tiechao; Ji, Hong; Zhang, Lirong; Wang, Ye; Zhou, Hui. Chitosan Oligosaccharide Exerts Anti-Allergic Effect against Shrimp Tropomyosin-Induced Food Allergy by Affecting Th1 and Th2 Cytokines. *International Archives of Allergy and Immunology*, 2019, 180(1):10-16. <https://doi.org/10.1159/000500720>
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food and Nutrition Research*, 61(1). <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Laorungrueng, H., Changprasoed, S., & Keawbankrud, W. (2025). Utilization of Gardenia jasminoides discarded leaves as agricultural by-products in nanoemulsions for cosmetic industry: Enhancing stability, controlled release, and prolonged skin retention. *Industrial Crops & Products*, 236(June), 121906. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121906>
- Lupo, B., Maestro, A., Porras, M., Gutiérrez, J. M., & González, C. (2014). Preparation of alginate microspheres by emulsification/internal gelation to encapsulate cocoa polyphenols. *Food Hydrocolloids*, 38, 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.003>
- Mazza, G., & Brouillard, R. (1990). The mechanism of co-pigmentation of anthocyanins in aqueous solutions. *Phytochemistry*, 29(4), 1097-1102. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(90\)85411-8](https://doi.org/10.1016/0031-9422(90)85411-8)
- Mendoza, C. G., Mendoza, M. del C., Delgado, A., Castillo, F., Kato, T., & Cruz, S. (2017). Antocianinas totales y parámetros de color en líneas de maíz morado. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(4), 471-479.
- Mohammadalinejhad, S., Almonaityé, A., Jensen, I. J., Kurek, M., & Lefall, J. (2023). Alginate microbeads incorporated with anthocyanins from purple corn (*Zea mays* L.) using electrostatic extrusion: Microencapsulation optimization, characterization, and stability studies. *International Journal of Biological Macromolecules*, 246(June). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125684>
- Napiórkowska, A., & Kurek, M. (2022). Coacervation as a Novel Method of Microencapsulation of Essential Oils—A Review. *Molecules*, 27(16). <https://doi.org/10.3390/molecules27165142>
- Sia, Y. J., Chua, L. S., Aman Nor, N. F., Soo, J., & Sari, E. (2025). Spray drying and characterisation of anthocyanin rich microcapsules from jaboticaba juice with maltodextrin. *Food Bioscience*, 68(January), 106446. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106446>
- Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M. W., Munawaroh, H., & Ramelan, A. H. (2017). The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 193(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012047>
- Wang, L., Wang, L., Wang, X., Lu, B., & Zhang, J. (2022). Preparation of blueberry anthocyanin liposomes and changes of vesicle properties, physicochemical properties, in vitro release, and antioxidant activity before and after chitosan modification. *Food Science and Nutrition*, 10(1), 75-87. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2649>
- Wu, K., Laouar, L., Shardt, N., Elliott, J. A. W., & Jomha, N. M. (2021). Osmometric measurements of cryoprotective agent permeation into tissues. *In Methods in Molecular Biology* (Vol. 2180). https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0783-1_11