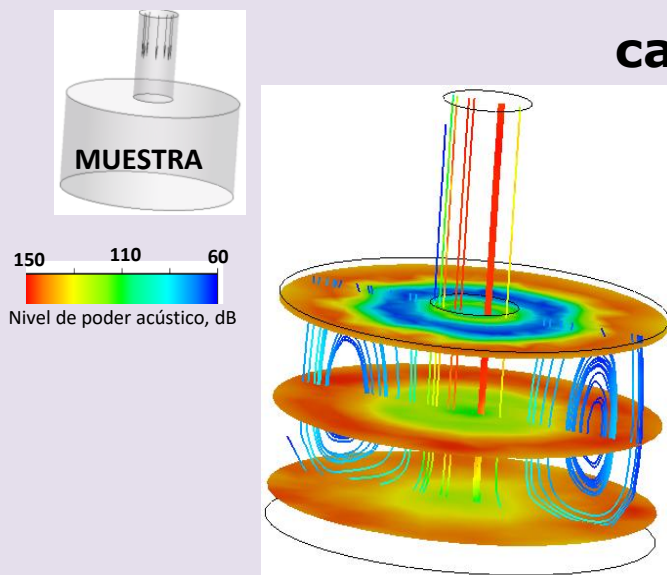


ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Ultrasonido y sus aplicaciones en la cadena alimentaria



*Cortesía de TecNM/I. T. Roque

Rita María Velázquez Estrada

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Tepic

RESUMEN

En los últimos 10 años, la tecnología de ultrasonido ha ido evolucionando de tal manera que ahora está presente en múltiples procesos y concede grandes ventajas. En la cadena alimentaria, el ultrasonido tiene múltiples aplicaciones que van desde la producción primaria hasta la obtención de un producto o ingrediente. Para esto la tecnología de ultrasonido puede combinarse con parámetros como la temperatura y presión.

La cadena alimentaria a través de los años ha experimentado cambios importantes en correspondencia a las necesidades y expectativas de la población. Con los avances en las tecnologías de la información y comunicación, los consumidores

ahora tienen acceso a mayor información sobre la alimentación y el bienestar que esta les otorga. Por lo que, buscan para su despensa productos inocuos, y que no sólo aporten energía y nutrientes, sino también funcionalidad para la prevención de enfermedades; asimismo, que estos productos estén libres de sellos, con atributos sensoriales, y con características eco-amigables. Además, existen

mercados donde los productos deben cumplir con ciertas especificaciones, por ejemplo: los productos libres de gluten, altos en fibra, bajos en calorías, hipoalergénicos, entre otros. Aunque los procesos convencionales aplicados en la cadena alimentaria son eficientes y útiles, estos tienen limitaciones para alcanzar los criterios que se solicitan actualmente. Es por ello, que las denominadas tecnologías emergentes surgen como una alternativa y/o como complemento a las tecnologías tradicionales.

El ultrasonido de alta intensidad es una tecnología que se basa en el paso de ondas que crean regiones de alta y baja presión, estos cambios de presión generan microburbujas en el sistema que acaban implosionando en un proceso denominado cavitación (Fu et al., 2020). La cavitación impacta tanto en la inactivación de enzimas como de microorganismos no deseables en los alimentos. Adicionalmente, facilita la extracción de compuestos de interés en diversas matrices, y también puede provocar cambios estructurales de los componentes de los alimentos, lo cual modifica sus propiedades tecnológicas.

En la cadena alimentaria, el ultrasonido tiene múltiples aplicaciones que van desde la producción primaria hasta la obtención de un producto o

ingrediente. Para esto la tecnología de ultrasonido puede combinarse con parámetros como la temperatura y presión. En el caso de la termosonificación se emplea el ultrasonido combinado con temperaturas moderadas (50 a 70°C) (Manzoor et al., 2021). Por otro lado, la mano-termsonificación, combina ultrasonido, temperatura y presión. Otras formas de aplicación del ultrasonido es la nebulización ultrasónica, en la cual se generan neblinas finas del agente nebulizado con el fin de desinfectar superficies. Conjuntamente, el ultrasonido puede asistir a otras tecnologías como la filtración y la microfluidización dinámica de alta presión, entre otras.

En el campo agrícola, específicamente en las prácticas postcosecha, el ultrasonido es útil para la limpieza y desinfección de las superficies de los productos frescos, ya que se puede incluir la adición de agentes de desinfección (hipoclorito de sodio, ácido acético, bicarbonato de sodio, entre otros) o también de agentes de control de patógenos (quitosano, aceites esenciales, entre otros) (de São et al., 2014). También, el empleo de la nebulización ultrasónica es de gran utilidad para la desinfección de superficies de contacto con los productos o desinfección de los mismos. Además, las ventajas de



la nebulización ultrasónica son el volumen requerido de los agentes y el ahorro que conlleva, ya que la formación de la niebla requiere de poca cantidad, y esta niebla al estar conformada por gotas micrométricas puede alcanzar cualquier espacio de la superficie a desinfectar (Vardar et al., 2012; Perkins et al., 2017).

Respecto al procesamiento de los alimentos, el ultrasonido y la termosonicación han sido estudiados como tratamientos alternativos a la pasteurización térmica en una amplia gama de jugos y néctares de frutas (Anaya et al., 2017). El uso combinado del ultrasonido con temperatura radica en que el ultrasonido, por sí sólo, no logra inactivar los microorganismos más resistentes, y en materia de inocuidad alimentaria la Agencia de control de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (Food and Drug Administration FDA, por sus siglas en inglés) demanda la reducción de 5 Log UFC/mL de bacterias patógenas indicadoras (*Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes*) (Demir & Kılınç 2019). Por lo anterior, la termosonicación presenta una opción en la que el ultrasonido puede lograr este requerimiento de la FDA. Así mismo, la termosonicación potencia la capacidad antioxidante en las bebidas tratadas al facilitar la extractabilidad de compuestos antioxidantes (Sotelo-Lara et al., 2023). En las bebidas vegetales procedentes de fuentes como la soya, el arroz, las almendras, los cacahuates o la avena, el ultrasonido, así como la termosonicación, han favorecido propiedades como la viscosidad, color y tamaño de partícula, ya que homogeneizan y emulsionan el alimento, otorgando así una mejor estabilidad sin la incorporación de aditivos (Manzoor et al., 2021; Atalar et al., 2019). Esto último, presenta una gran ventaja para que los productos novedosos cuenten con una etiqueta limpia.

En relación con la mano-termsonicación, esta combinación crea diferentes barreras que son efectivas para la inactivación de microorganismos. No obstante, la presión es un parámetro a considerar, porque esta puede evitar que se produzca la cavitación. Aparte, el sobreexponer un alimento a múltiples parámetros puede ocasionar una pérdida de su calidad (Condón et al., 2011). Por otro lado, en la filtración asistida con ultrasonido, se puede evitar la colmatación de las membranas facilitando este proceso en matrices pulposas de los frutos (Hemmati et al., 2021). Y en el caso de

microfluidización dinámica de alta presión asistida por ultrasonidos la hidrofobicidad de la superficie, el potencial zeta y tamaño de las partículas es mejorado (Huang et al., 2023).

El ultrasonido ha sido fundamental en procesos de extracción de compuestos de interés que pueden ser usados posteriormente como ingredientes en la industria de alimentos, o para ser encapsulados y liberados gradualmente beneficiando según sea la funcionalidad que presente (Kumar et al., 2021). También, puede asistir reacciones enzimáticas para potenciar la actividad de las enzimas facilitando la obtención de péptidos bioactivos (Kadam et al., 2015). La aplicación del ultrasonido facilita la ruptura de enlaces en proteínas, carbohidratos y demás componentes de los alimentos favoreciendo o no diferentes propiedades tecno-funcionales. En alimentos alergénicos, la modificación de las estructuras proteicas alérgicas por medio del ultrasonido puede lograr la reducción de la alergenicidad (Balunkeśwar et al., 2017). Asimismo, se ha observado que, dependiendo de la potencia aplicada, el ultrasonido podría ser capaz de degradar micotoxinas con carácter carcinógeno (Moosavi et al., 2021).

En los últimos 10 años, la tecnología de ultrasonido ha ido evolucionando de tal manera que ahora está presente en múltiples procesos y concede grandes ventajas como las mencionadas anteriormente. No obstante, los estudios continúan para evaluar si puede aplicarse a más áreas como en la fermentación o en el desarrollo de bebidas funcionales para hacer más biodisponibles los compuestos de los alimentos. La promesa de esta tecnología también recae en que se encuentra en las tecnologías denominadas verdes por su ahorro energético, y por evitar el uso de solventes para las extracciones y en consecuencia ser eco-amigable. Finalmente, el reto para esta tecnología es su escalamiento a nivel industrial con la adecuación de equipos respecto a la aplicación y objetivo que la industria pretenda alcanzar.

Referencias:

Anaya-Esparza, L.M., Velázquez-Estrada, R.M., Roig, A.X., García-Galindo, H.S., Sayago-Ayerdi, S.G., & Montalvo-González, E. (2017). Thermosonication: An alternative processing for fruit and vegetable juices. *Trends in Food*

- Science and Technology, Vol. 61, pp. 26–37. Elsevier Ltd.
DOI: 10.1016/j.tifs.2016.11.020
- Atalar, I., Gul, O., Saricaoglu, F.T., Besir, A., Gul, L. B., & Yazici, F. (2019). Influence of thermosonication (TS) process on the quality parameters of high pressure homogenized hazelnut milk from hazelnut oil by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1405–1415.
DOI: 10.1007/s13197-019-03619-7
- Balunckeswar N., Zhenxing, L., Ishfaq, A., & Hong, L. (2017). Chapter 11 - Removal of Allergens in Some Food Products Using Ultrasound. *Ultrasound: Advances for Food Processing and Preservation*, Academic Press, Pages 267-292.
- Condón, S., Mañas, P., & Cebrián, G. (2011). Manothermosonication for microbial inactivation. *Ultrasound technologies for food and bioprocessing*, 287-319.
- de São José, J.F.B., de Andrade, N.J., Ramos, A. M., Vanetti, M.C.D., Stringheta, P. C., & Chaves, J. B. P. (2014). Decontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. *Food control*, 45, 36-50.
- Demir H, Kiliç A (2019) Effect of batch and continuous thermosonication on the microbial and physicochemical quality of pumpkin juice. *Journal of Food Science and Technology* 56(11), 5036–5045.
DOI: 10.1007/s13197-019-03976-3
- Fu, X., Belwal, T., Cravotto, G., & Luo, Z. (2020). Sono-physical and sono-chemical effects of ultrasound: Primary applications in extraction and freezing operations and influence on food components. *Ultrasonics Sonochemistry*, 60, 104726.
DOI: 10.1016/j.ultsonch.2019.104726
- Hemmati, A., Mirsaeedghazi, H., & Aboonajmi, M. (2021). The effect of ultrasound treatment on the efficiency of membrane clarification of carrot juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15001.
- Huang, J., Chen, X., Su, D., Chen, L., Chen, C., & Jin, B. (2023). Molecular mechanisms affecting the stability of high internal phase emulsions of zein-soy isoflavone complexes fabricated with ultrasound-assisted dynamic high-pressure microfluidization. *Food Research International*, 170, 113051.
- Kadam, S.U., Tiwari, B.K., Álvarez, C., & O'Donnell, C. P. (2015). Ultrasound applications for the extraction, identification and delivery of food proteins and bioactive peptides. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1), 60-67.
- Kumar, K., Srivastav, S., & Sharanagat, V.S. (2021). Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 70, 105325.
- Manzoor, M.F., Xu, B., Khan, S., Shukat, R., Ahmad, N., et al. (2021). Impact of high-intensity thermosonication treatment on spinach juice: Bioactive compounds, rheological, microbial, and enzymatic activities. *Ultrasonics Sonochemistry*, 78, 105740.
DOI: 10.1016/j.ultsonch.2021.105740
- Manzoor, M.F., Siddique, R., Hussain, A., Ahmad, N., Rehman, A., et al. (2021). Thermosonication effect on bioactive compounds, enzymes activity, particle size, microbial load, and sensory properties of almond (*Prunus dulcis*) milk. *Ultrasonics Sonochemistry*, 78, 105705.
DOI: 10.1016/j.ultsonch.2021.105705
- Moosavi, M. H., Khaneghah, A.M., Javanmardi, F., Hadidi, M., Hadian, Z., et al. (2021). A review of recent advances in the decontamination of mycotoxin and inactivation of fungi by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 79, 105755.
- Sotelo-Lara, D.M., Amador-Espejo, G.G., Zamora-Gasga, V.M., Gutiérrez-Martínez, P., & Velázquez-Estrada, R.M. (2023). Effect of thermosonication on bioactive compounds, enzymatic and microbiological inactivation in nectar with strawberry by-products. *Journal of Food Science and Technology*. 60(5), 1580-1589.
DOI: 10.1007/s13197-023-05700-8
- Vardar, C., İlhan, K., & Karabulut, O.A. (2012). The application of various disinfectants by fogging for decreasing postharvest diseases of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 66, 30–34.
DOI: 10.1016/j.postharvbio.2011.11.008
- Perkins, M. L., Yuan, Y., & Joyce, D.C. (2017). Ultrasonic fog application of organic acids delays postharvest decay in red bayberry.

Postharvest Biology and Technology, 133, DOI: 10.1016/j.postharvbio.2017.06.009
41–47.

RESEÑA DE LA AUTORA

Química en Alimentos por la Universidad Autónoma de Querétaro, con maestría y doctorado en Ciencias en Alimentos por la Universidad Autónoma de Barcelona. Profesora de tiempo completo en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tepic. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (Nivel I), con Perfil Deseable PRODEP, perteneciente al grupo de investigación “Tecnologías Alternativas y Emergentes en Alimentos”. Área de investigación en tecnologías emergentes para el procesamiento, conservación, y transformación de alimentos.