

ALIMENTÓMICA VERDE Y SOSTENIBILIDAD

J.D. Sánchez-Martínez¹, D. Ballesteros-Vivas², B. Socas Rodríguez¹, J.A. Mendiola¹, A. Cifuentes¹, E. IBÁÑEZ^{1*}

¹Laboratory of Foodomics, Institute of Food Science Research, CIAL, CSIC, Nicolás Cabrera 9, Madrid, 28049, Spain;

²Departamento de Nutrición y Bioquímica, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

La seguridad alimentaria y la nutrición están experimentando cambios importantes y enfrentándose a retos cruciales para la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (entre ellos la erradicación del hambre) [1]. Desde el laboratorio de Alimentómica (Foodomics) intentamos abordar los aspectos relacionados con la sostenibilidad y la cadena alimentaria mediante la aplicación de los principios de la Química Verde y de la Química Analítica Verde, conceptos que incorporamos en la disciplina de Alimentómica Verde (Green Foodomics) [2, 3].

Haciendo un poco de historia, la disciplina de Alimentómica fue definida por primera vez en una revista SCI (en 2009) por nuestro grupo de investigación como "una nueva disciplina que empleando técnicas ómicas investiga los alimentos, incluyendo sus múltiples conexiones con la nutrición y la salud [4]"; unos años más tarde, en 2013, surge la Alimentómica Verde [2] en un intento de aportar un marco de referencia para evaluar las posibles opciones que permitieran reducir el impacto ambiental de las técnicas analíticas empleadas en Alimentómica, así como en la producción de ingredientes alimentarios funcionales.

El interés en Alimentómica y Alimentómica Verde coincide con una clara tendencia en medicina y "biociencias" hacia la prevención de enfermedades futuras y en la preservación de la sostenibilidad del planeta.

Todos estos aspectos se aúnan en esta presentación ya que se pretende abordar aspectos relacionados con la seguridad, calidad y bioprospección de compuestos bioactivos

con valor nutricional o funcional empleando solventes verdes y tecnologías de extracción sostenibles [5]. Concretamente, se presentarán estudios que implican el empleo de subproductos agroalimentarios (hoja de olivo y cáscara de naranja) para la obtención de extractos con actividad neurodegenerativa frente a la enfermedad de Alzheimer (EA), así como la evaluación de su seguridad mediante el desarrollo de una metodología sostenible basada en el empleo de NADES (Natural Deep Eutectic Solvents) para su determinación [6].

Así, se han evaluado dos subproductos alimentarios importantes para la economía española, las hojas de olivo y los subproductos de la industria de los cítricos. Las hojas de olivo constituyen un 25 por ciento de la biomasa total de biomasa generada por la industria del aceite de oliva y corresponden a un total de 500.000 toneladas al año; por su parte, la industria de los cítricos en España contribuye con más de 1,3 millones de toneladas de residuos. Son muchos los problemas asociados a la eliminación de este tipo de residuos (sobre todo problemas medioambientales asociados a su vertido o incineración) y, por tanto, la posibilidad de la revalorización de los mismos a partir de la obtención de extractos con actividad biológica es una vía interesante y económicamente sostenible ya que puede impulsar la economía circular en el sector. Dentro de las moléculas de interés que están presentes en los mencionados subproductos, los terpenoides se han asociado con un potencial neuroprotector que podría emplearse como una terapia para prevenir o retardar los efectos de la enfermedad de Alzheimer. En este sentido, la EA está relacionada con ciertas características

fisiopatológicas como son el estrés oxidativo, un deterioro cognitivo progresivo, neuroinflamación, agregación de placas de amiloide-beta ($A\beta$), hiperfosforilación de proteínas tau y su agregación en ovillos neurofibrilares; además, la acetilcolinesterasa (AChE), butirilcolinesterasa (BChE) y enzimas lipooxigenasas (LOX) han mostrado un papel crucial en los trastornos neurológicos debido a su control del sistema colinérgico y respuesta neuroinflamatoria. En esta presentación se mostrarán ejemplos sobre el desarrollo de procesos sostenibles y medioambientalmente seguros para la obtención de extractos con potencial neuroprotector frente a EA. Los trabajos presentan tecnologías basadas en el empleo de fluidos comprimidos tales como fluidos supercríticos para las hojas de olivo [7] y líquidos presurizados para los subproductos de cítricos [8]. Los extractos obtenidos se han evaluado químicamente empleando técnicas analíticas avanzadas como la cromatografía de gases asociada a espectrometría de masas de alta resolución (GC-q-TOF-MS), y también se ha estudiado su potencial bioactividad empleando una batería completa de ensayos in-vitro, anti-enzimas (AChE, BChE y LOX) y antioxidantes (ABTS, especies reactivas de oxígeno (ROS) y de nitrógeno (RNS)). Asimismo, se ha estudiado la potencial citotoxicidad de los extractos frente a diferentes líneas celulares).

Por último, aunque no menos importante, se ha llevado a cabo un estudio sobre la seguridad de los extractos obtenidos a partir de los subproductos agroalimentarios, fundamentalmente en relación a su posible contenido en pesticidas empleados habitualmente en este tipo de cultivos. Para ello se ha desarrollado un nuevo método para su extracción y cuantificación empleando NADES basados en betaína y aplicando extracción asistida por ultrasonidos.

Bibliografía

- [1] Bizikova L, Jungcurt S, McDougal K, Tyler S: How can agricultural interventions enhance contribution to food security and SDG 2.1? *Glob Food Sec* **2020**, 26:100450.
- [2] Castro-Puyana M, Mendiola JA, Ibañez E, Strategies for a cleaner new scientific discipline of green foodomics, *TrAC Trends Anal. Chem.* **2013**, 52:23-35.
- [3] Gilbert-López B, Mendiola JA, Ibañez E: Green foodomics. Towards a cleaner scientific discipline, *TrAC Trends Anal Chem* **2017**, 96:31-41.
- [4] Cifuentes A, Food Analysis and Foodomics, *J. Chromatogr. A* **2009**, 1216:7109.
- [5] Ballesteros-Vivas D, Socas-Rodríguez B, Mendiola JA, Ibañez E, Cifuentes A, Green food analysis: Current trends and perspectives *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* **2021**, 31:100522.
- [6] Socas-Rodríguez B, Mendiola JA, Rodríguez-Delgado MA, Ibañez E, Cifuentes A, Safety assessment of citrus and olive by-products using a sustainable methodology based on natural deep eutectic solvents, *Journal of Chromatogr. A* **2022**, 1669:462922.
- [7] Suárez-Montenegro Z, Alvarez-Rivera G, Sánchez-Martínez JD, Gallego R, Valdés A, Bueno, M, Ibañez, E, Cifuentes A. Neuroprotective Effect of Terpenoids Recovered from Olive Oil by-products, *Foods* **2021**, 10: 1507. <https://doi.org/10.3390/foods 10071507>
- [8] Sánchez-Martínez JD, Alvarez-Rivera G, Gallego R, Bittencourt Fagundes M, Valdés A, Mendiola JA, Ibañez E, Cifuentes A, Neuroprotective potential of terpenoid-rich extracts from orange juice by-products obtained by pressurized liquid extraction, *Food Chemistry: X* **2022**, 13:100242.