

## Reduction of the environmental impact in the agri-food industry through the transformation of bio-waste into new foods processed with emerging technologies

## Reducción del impacto ambiental en la industria agroalimentaria mediante la transformación de biorresiduos en nuevos alimentos procesados con tecnologías emergentes

P. Martínez<sup>1,2\*</sup>, A. Martínez<sup>1,2</sup>, E. Aguayo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Calidad Alimentaria y Salud del Instituto de Biotecnología Vegetal.

<sup>2</sup>Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Cartagena.

\*paloma.martinez@edu.upct.es

### **Abstract**

**This work will study the development of new food products obtained from food industry bio-waste. The main objective is to reduce the environmental impact of the agri-food industry by reducing waste or revaluing by-products and applying eco-innovative techniques, as high hydrostatic pressures, as an alternative to conventional heat treatments in food processing.**

**Keywords:** High hydrostatic pressure; cremogenated; by-product; eco-innovative technology.

### **Resumen**

**La presente investigación abordará la elaboración de nuevos productos alimentarios obtenidos a partir de biorresiduos procedentes de la industria alimentaria. El objetivo principal es reducir el impacto ambiental de esta industria disminuyendo los residuos o revalorizando sus subproductos y aplicando técnicas eco-innovadoras, como las altas presiones hidrostáticas, como alternativa a los tratamientos térmicos convencionales utilizados en el procesado de alimentos.**

**Palabras clave:** Altas presiones hidrostáticas; cremogenado; subproducto; tecnologías ecoinnovadoras.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Región de Murcia es un importante productor de frutas y hortalizas y cuenta con una industria agroalimentaria que genera grandes cantidades de biorresiduos a partir de materia prima que no cumple determinadas características que se exigen para ser consumida en fresco [1]. Estos biorresiduos constituyen una fuente de subproductos que pueden revalorizarse y ser integrados de nuevo en la cadena alimentaria [2,3]. Estas pérdidas generadas durante el cultivo y transformación del producto agroalimentario generan no sólo un desperdicio de los recursos

utilizados en su producción, sino también un grave problema medioambiental relacionado con la gestión de los biorresiduos producidos [4]. Paralelamente, existe una creciente preocupación por el consumo de alimentos saludables, poco procesados y con propiedades beneficiosas para la salud frente a los productos ultraprocesados [5]. En este contexto, están proliferando en los lineales de los supermercados productos naturales, sin aditivos ni conservantes, en forma de smoothies, sopas frías, snacks, etc.

El presente trabajo se centrará en la transformación de los biorresiduos procedentes de la industria agroalimentaria en nuevos productos de alto valor nutricional y/o funcional, procesados mediante técnicas más respetuosas con el medio ambiente. Para ello, se abordarán dos líneas principales de investigación: 1) Un producto fresco, como es un cremogenado, a través del cual se elaborarán nuevos productos que serán procesados mediante tecnología de altas presiones hidrostáticas (APH). Esta técnica puede garantizar la seguridad microbiológica alterando mínimamente las propiedades sensoriales, físicas y nutricionales y permite prolongar la vida útil de numerosos alimentos [6]. 2) Un deshidratado, tipo snack, obtenido mediante diferentes técnicas de secado. Los procesos de deshidratación requieren de un elevado coste energético, sin embargo, la deshidratación osmótica podría reducir el coste energético del secado por liofilización al requerir de un menor tiempo. Además, puede mejorar las propiedades sensoriales y nutricionales del nuevo alimento deshidratado [7].

El objetivo general de esta tesis consiste en ayudar a mejorar la gestión del sector agroalimentario mediante la revalorización de biorresiduos alimentarios de la Región de Murcia por medio de su transformación en nuevos alimentos, saludables y nutritivos, procesados mediante técnicas más sostenibles y manteniendo la seguridad alimentaria del producto final. Este objetivo general se divide en los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los subproductos agroalimentarios de las distintas industrias.
2. Obtener un cremogenado procedente de la transformación de estos biorresiduos.
3. Diseñar nuevos productos alimentarios (zumos, cremas, gazpachos, deshidratados, etc.).
4. Obtener un producto deshidratado mediante el estudio de distintas técnicas de secado.
5. Procesar los nuevos productos mediante técnicas sostenibles que garanticen la calidad sensorial, nutricional, funcional y microbiológica.
6. Optimización y modelización del proceso global, prediciendo la calidad, en función del biorresiduo, técnica emergente aplicada y producto final obtenido, estableciendo la vida útil.
7. Evaluación de costes y comparación con la alternativa convencional del tratamiento de biorresiduos (depósito en vertederos). Cálculo de la huella de carbono.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para lograr los objetivos propuestos se realizarán las siguientes determinaciones:

### 2.1 Calidad sensorial

Mediante un panel sensorial entrenado se evaluará en la Sala de Catas del Instituto de Biotecnología Vegetal de la UPCT, la apariencia visual, color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad global del producto a través de una escala hedónica de 5 puntos, donde 3 es el límite de consumo.

### 2.2 Parámetros físico-químicos (color, pH, sólidos solubles totales-SST, acidez titulable-AT, densidad, turbidez y viscosidad)

El color se determinará con un colorímetro (Minolta CR-400, Ramsey, NJ, EEUU), la firmeza mediante un texturómetro, los SST con un refractómetro digital a 20 °C, el pH se calculará utilizando un pH-metro y la AT mediante un valorador automático. La densidad se obtendrá con

un picnómetro de tubo capilar, la turbidez mediante un turbidímetro y la viscosidad utilizando un reómetro a 20 °C.

### 2.3 Determinaciones de los enzimas oxidativos (polifenoloxidasas-PPO, peroxidasa-POD, pectínmetilesterasa-PME, poligalacturonasa-PG, superóxidodismutasa-SOD)

Estos análisis se realizarán en muestras congeladas siguiendo los protocolos de Arjmandi *et al.* [8]. La determinación de la SOD se efectuará midiendo la capacidad de inhibir la reducción fotoquímica del azul nitrotetrazolium (NBT) según Martínez -Hernández *et al.* [9].

### 2.4 Evaluación de la calidad microbiológica

Se utilizará la temperatura y medio de cultivo correspondiente según el microorganismo a estudiar. En los biorresiduos, cremogenados y elaborados finales, se evaluará la termorresistencia microbiana y los recuentos de microorganismos alterantes (bacterias psicrófilas, mohos y levaduras) y bacterias patógenas (*E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella*) durante la conservación de cada producto. La calidad microbiológica y vida útil se establecerá según el Reglamento Europeo 1441/2007 (2007).

### 2.5 Evaluación de la calidad nutricional y funcional

El producto final se congelará en N<sub>2</sub> líquido y se conservará a -80 °C hasta su análisis. En función del cremogenado y alimento final, se realizarán las determinaciones de los siguientes compuestos bioactivos: glucosinatos mediante UPLC [10], vitamina C mediante HPLC [11] y caracterización del perfil polifenólico mediante UPLC-MS [12]. Además, por espectrofotometría se determinarán: fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu propuesto por Singleton y Rossi [13] con modificaciones [10,14], capacidad antioxidante total (ABTS [15], FRAP [16] y/o DPPH [17]), carotenoides ( $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, licopeno, luteína y criptoxantina) por espectrofotometría mediante el método descrito por la AOAC [18] con ligeras modificaciones [19] y por HPLC [20] y clorofilas (a + b+ total) [21].

## **3. RESULTADOS ESPERADOS**

Los resultados esperados de la tesis se centrarán principalmente en la mejora de la gestión de los recursos de la industria alimentaria reduciendo las pérdidas y el desarrollo de nuevos productos alimentarios de gran calidad y con un alto contenido en compuestos bioactivos que puedan ejercer un efecto positivo en la salud del consumidor.

## **4. AGRADECIMIENTOS**

A la Fundación Séneca, por la concesión de una beca predoctoral para la Formación del Personal Investigador.

## **5. REFERENCIAS**

- [1] Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U. 2011. Global Food Losses and Food Waste. Save Food at Interpack Düsseldorf, Germany.
- [2] Ezekiel O., Aworh, O. 2018. Simultaneous saccharification and cultivation of *Candida utilis* on cassava peel. Innov. Food. Sci. Emerg. Technol. February 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.02.009>
- [3] Galanakis C.M. 2012. Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. Trends Food Sci. Technol. 26: 68–87.

- [4] Jin Q., Yang L., Poe N., Huang H. 2018. Integrated processing of plant-derived waste to produce value-added products based on the biorefinery concept. *Trends Food Sci. Technol.* 74: 119–131.
- [5] García-Parra J., González-Cebrino F., Delgado-Adámez J., Cava R., Martín-Belloso O., Elez-Martínez P., Ramírez R. 2018. Application of innovative technologies, moderate-intensity pulsed electric fields and high-pressure thermal treatment, to preserve and/or improve the bioactive compounds content of pumpkin. *Trends Food Sci. Technol.* 45: 53–61.
- [6] González-Cebrino F., Durán R., Delgado-Adámez J., Contador R., Ramírez R. 2013. Changes after high-pressure processing on physicochemical parameters, bioactive compounds, and polyphenol oxidase activity of red flesh and peel plum purée. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 20: 34–41.
- [7] Cano-Lamadrid M., Lech K., Michalska A., Wasilewska M., Figiel A., Wojdyło A., Carbonell-Barrachina Á. A. 2017. Influence of osmotic dehydration pre-treatment and combined drying method on physico-chemical and sensory properties of pomegranate arils, cultivar Mollar de Elche. *Food Chem.* 232: 306–315.
- [8] Arjmandi M., Otón M., Artés F., Artés-Hernández F., Gómez P. A., Aguayo E. 2016. Continuous microwave pasteurization of a vegetable smoothie improves its physical quality and hinders detrimental enzyme activity. *Food Sci. Technol. Int.* 23: 36–45.
- [9] Martínez-Hernández G. B., Artés-Hernández F., Gómez P. A., Formica A. C., Artés, F. 2013. Combination of electrolysed water, UV-C and superatmospheric O<sub>2</sub> packaging for improving fresh-cut broccoli quality. *Postharvest Biol. Technol.* 76: 125–134.
- [10] Martínez-Hernández G. B., Artés-Hernández F., Gómez P. A., Artés F. 2013. Induced changes in bioactive compounds of kailan-hybrid broccoli after innovative processing and storage. *J. Funct. Foods.* 5(1): 133–143.
- [11] Zapata S., Dufour J. 1992. Ascorbic, Dehydroascorbic and Isoascorbic Acid Simultaneous Determinations by Reverse Phase Ion Interaction HPLC. *J. Food Sci.* 57(2): 506–511.
- [12] Falagán N., Artés F., Gómez P.A., Artés-Hernández F., Pérez-Pastor A., de la Rosa J.M., Aguayo E. 2015. Combined effects of deficit irrigation and fresh-cut processing on quality and bioactive compounds of nectarines. *Hort. Sci.* 42: 125–131.
- [13] Singleton V. L., Rossi J. A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16(3): 144–158.
- [14] Martínez-Hernández G. B., Gómez P. A., Artés F., Artés-Hernández F. 2011. Moderate UV-C pretreatment as a quality enhancement tool in fresh-cut Bimi® broccoli. *Postharvest Biol. Technol.* 62(3): 327–337.
- [15] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26: 1231–1237.
- [16] Aguayo E., Requejo-Jackman C., Stanley R., Woolf A. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. *Postharvest Biol. Technol.* 57(1): 52–60.
- [17] Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - J. Food Sci. Technol.* 28(1): 25–30.
- [18] AOAC. 1997. Association of Official Analytical Chemists International Official Methods of Analysis. 16th Edition, AOAC, Arlington.
- [19] Tarazona-Díaz M.P., Aguayo E. 2013. Assessment of by-products from fresh-cut products for reuse as bioactive compounds. *Food Sci. Technol. Int.* 19: 439–446.
- [20] Wright K. P., Kader A. A. 1997. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biol. Technol.* 10(1): 39–48.
- [21] Martínez-Sánchez A., Allende A., Bennett R.N., Ferreres F., Gil M.I. 2006. Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers. *Postharvest Biol. Technol.* 42(1): 86–97.