

AYUDA FORMACIÓN PREDOCTORAL-IKERTALENT

Título Proyecto: Diseño y digitalización de procesos avanzados de biorrefinería para la valorización de subproductos agroalimentarios

El proyecto predoctoral propuesto por AZTI, a desarrollar en sus instalaciones de Derio, se orienta al diseño, desarrollo y validación de estrategias avanzadas de biorrefinería aplicadas a subproductos y corrientes secundarias de la industria agroalimentaria, con el objetivo de obtener ingredientes de alto valor añadido para aplicaciones alimentarias y nutraceuticas. La propuesta combina tecnologías de pretratamiento, fraccionamiento, extracción, purificación, estabilización y digitalización de procesos, con un enfoque integrado de sostenibilidad, eficiencia de recursos y transferencia industrial.

1. Enfoque técnico y justificación

La generación de pérdidas, subproductos y corrientes secundarias en la transformación alimentaria constituye una fuente relevante de biomasa infrautilizada. Muchas de estas corrientes contienen fracciones de interés tecnológico y nutricional, como proteínas, péptidos, fibras, lípidos, compuestos fenólicos, minerales u otros componentes bioactivos. Sin embargo, su aprovechamiento exige procesos capaces de manejar matrices heterogéneas, variables en composición y estabilidad, y con requerimientos específicos de seguridad, funcionalidad, calidad y escalabilidad.

En este contexto, el proyecto plantea una aproximación de biorrefinería alimentaria, entendida como la combinación ordenada de operaciones unitarias orientadas al aprovechamiento integral de una materia prima residual o secundaria. El objetivo no es únicamente recuperar una fracción de interés, sino diseñar rutas de valorización que maximicen el rendimiento global, reduzcan la generación de residuos secundarios y generen conocimiento sobre la relación entre composición de la materia prima, condiciones de proceso y propiedades del ingrediente obtenido.

La incorporación de herramientas de digitalización constituye un elemento diferencial del proyecto. La adquisición sistemática de datos de proceso, su estructuración y análisis permitirán identificar variables críticas, establecer ventanas operativas robustas, apoyar la

optimización experimental y facilitar la futura transferencia a escala piloto o industrial. Esta dimensión digital se aplicará como soporte al diseño experimental y como base para la modelización de procesos de valorización.

2. Objetivo general y objetivos específicos

El objetivo general del proyecto es desarrollar y validar una estrategia integrada de biorrefinería avanzada y digitalización de procesos para la valorización sostenible de subproductos agroalimentarios, orientada a la obtención de ingredientes de alto valor añadido para aplicaciones en alimentación y nutracéutica, maximizando el rendimiento, la calidad funcional y la eficiencia técnico-ambiental del proceso.

1. Seleccionar y caracterizar subproductos agroalimentarios con potencial de valorización, considerando composición, disponibilidad, estabilidad, seguridad y aplicabilidad industrial.
2. Diseñar rutas de pretratamiento, procesado, fraccionamiento, extracción, purificación y estabilización adaptadas a la naturaleza de cada corriente.
3. Evaluar el rendimiento de recuperación y la calidad físico-química, tecnológica, funcional y, cuando proceda, bioactiva de los ingredientes obtenidos.
4. Desarrollar una capa de digitalización basada en captura, estructuración y análisis de datos de proceso, orientada a la monitorización de variables críticas y al apoyo a la optimización.
5. Integrar indicadores técnicos, funcionales, ambientales y de escalabilidad para seleccionar las configuraciones de proceso con mayor potencial de transferencia.

3. Metodología de trabajo

La metodología se organizará en una secuencia de trabajo experimental e iterativa. En primer lugar, se realizará una revisión técnico-científica y una selección justificada de materias primas, priorizando corrientes con interés por su composición, volumen, estabilidad, facilidad de obtención y potencial de aplicación. Esta etapa incluirá la caracterización inicial de las matrices seleccionadas y la definición de criterios de valorización.

Posteriormente se diseñarán rutas de biorrefinería que podrán incluir, según la materia prima y el objetivo de valorización, operaciones de reducción de tamaño, separación sólido-líquido, tratamientos térmicos, tratamientos enzimáticos o fermentativos, extracción, concentración,

filtración por membranas, purificación y estabilización. Cada operación se evaluará en función de su contribución al rendimiento, selectividad, conservación de la funcionalidad, consumo de recursos y generación de corrientes residuales.

Los ingredientes o fracciones obtenidas se caracterizarán mediante técnicas físico-químicas y funcionales adecuadas a cada caso. La caracterización podrá incluir composición proximal, perfil de compuestos de interés, propiedades tecnológicas, estabilidad, solubilidad, capacidad emulsificante, capacidad antioxidante u otros parámetros relevantes para su incorporación en matrices alimentarias o nutraceuticas. La selección de ensayos dependerá de la naturaleza de la fracción obtenida y de la aplicación prevista.

La digitalización del proceso se abordará mediante la identificación de variables críticas, la definición de puntos de captura de datos, la estructuración de bases de datos experimentales y el uso de análisis multivariante o modelos predictivos sencillos para relacionar condiciones de operación, características de materia prima y propiedades del ingrediente final. Este enfoque permitirá mejorar el control del proceso, reducir la variabilidad y generar conocimiento útil para el escalado.

4. Resultados esperados

Como resultados principales se espera obtener una caracterización técnico-funcional de una o varias corrientes secundarias agroalimentarias con potencial de valorización, al menos una ruta de biorrefinería validada a escala de laboratorio, una o varias fracciones o ingredientes con interés tecnológico o nutricional, y un marco de digitalización aplicable a la monitorización y optimización del proceso.

El proyecto generará conocimiento sobre la influencia de la variabilidad de la materia prima, las condiciones de operación y la secuencia de procesos en el rendimiento y la calidad del producto final. Este conocimiento permitirá establecer criterios técnicos para la selección de materias primas, el diseño de procesos de valorización y la definición de condiciones de operación reproducibles y transferibles.

5. Plan de trabajo

El proyecto se desarrollará durante cuatro años. El primer año se centrará en la revisión científico-técnica, la selección de materias primas, la caracterización inicial y el diseño experimental. El segundo año abordará el desarrollo de rutas de pretratamiento,

fraccionamiento y recuperación de ingredientes. El tercer año se orientará a la optimización de procesos, caracterización avanzada de fracciones e integración de datos experimentales. El cuarto año se dedicará a la consolidación de la capa de digitalización, la comparación de alternativas, la evaluación de escalabilidad y la integración final de resultados para la tesis doctoral.

Los hitos técnicos previstos incluyen la selección justificada de materias primas, la definición de rutas de valorización, la validación experimental de los procesos, la obtención de ingredientes con propiedades objetivo, la implementación del esquema de digitalización y la integración de indicadores técnicos, funcionales y ambientales. Los entregables principales serán un informe de selección y caracterización de materias primas, un informe de rutas de biorrefinería, un informe de ingredientes obtenidos y caracterización, y un informe de digitalización y modelización del proceso.

6. Capacidades técnicas y entorno de ejecución

La ejecución del proyecto requiere capacidades en procesamiento de matrices alimentarias, bioprocesos, separación y purificación, análisis físico-químico, caracterización funcional, sostenibilidad y tratamiento de datos. AZTI dispone de un entorno científico-técnico adecuado para el desarrollo del proyecto, incluyendo capacidades de laboratorio y escala piloto, experiencia en valorización de subproductos, desarrollo de ingredientes, ecoeficiencia de procesos y digitalización aplicada a sistemas alimentarios.

La persona predoctoral se integrará en un equipo multidisciplinar con experiencia en tecnología alimentaria, procesos de biorrefinería, caracterización de matrices complejas, sostenibilidad, análisis de datos y transferencia tecnológica. La supervisión científica y técnica permitirá asegurar la coherencia metodológica, la trazabilidad experimental, la revisión periódica de avances y la orientación de los resultados hacia una tesis doctoral robusta y con potencial de aplicación.