



PROCESO Y PLANTA PILOTO PARA LA EXTRACCIÓN DE MOLÉCULAS BIOACTIVAS DE RESIDUOS DE ATÚN EN EL MARCO DEL PROYECTO ECOEFISHENT

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción pesquera y acuícola mundial ha alcanzado niveles sin precedentes, con un incremento aproximado del 4,4 % entre 2020 y 2022, hasta situarse en 223,2 millones de toneladas. De forma paralela, el consumo mundial de este tipo de alimentos ha aumentado de manera sostenida, alcanzando un consumo per cápita de 20,7 kg en 2022. ^[1] Este crecimiento pone de manifiesto la necesidad de desarrollar estrategias más eficientes y sostenibles para la gestión tanto de los recursos pesqueros como de los residuos generados a lo largo de la cadena de valor.

ALBA SOMOZA CERVIÑO.

Ingeniera de procesos (UN I+D) en SYSPRO Automation S.L.

El atún se encuentra entre las especies más comercializadas y consumidas en la Unión Europea, especialmente en forma de producto enlatado, con una demanda creciente a escala mundial. Su procesado industrial genera un volumen considerable de corrientes secundarias, estimándose que aproximadamente entre el 55 % y el 70 % del peso total del pescado no se destina al consumo directo, sino que da lugar a subproductos como cabezas, vísceras, huesos y piel. ^[2] A pesar de ser frecuentemente infrautilizados, estos residuos son ricos en proteínas colagénicas y no colagénicas, de elevado interés industrial para aplicaciones farmacéuticas, cosméticas, nutracéuticas y alimentarias.

Entre las proteínas colagénicas, la gelatina destaca por sus propiedades de gelificación, estabilización, emulsificación y encapsulación. Asimismo, los péptidos de gelatina hidrolizados (HGPs) obtenidos a partir de subproductos pesqueros han demostrado diversas propiedades

bioactivas lo que refuerza su potencial como ingredientes funcionales de alto valor añadido en los sectores alimentario y nutracéutico. ^[3,4]

La extracción de estos compuestos a partir de fracciones previamente separadas, como piel o huesos, ha sido ampliamente documentada; sin embargo, llevar a cabo esta separación no siempre resulta viable desde el punto de vista económico y operativo en muchas cadenas industriales de procesado de pescado, lo que limita su aplicación a gran escala. ^[5] En consecuencia, resulta necesario explorar estrategias alternativas que permitan una valorización más integral y eficiente de las corrientes secundarias generadas.

En este contexto, se enmarca el proyecto europeo EcoeFISHent. Este proyecto tiene dentro de sus objetivos principales la valorización de la biomasa residual procedente de la cadena de suministro pesquera mediante la



extracción sostenible de moléculas bioactivas de alto valor añadido. ^[6]

De forma más concreta y en línea con este planteamiento, el presente estudio se centra en el desarrollo de un proceso de valorización de biomasa deshidratada procedente de la industria del enlatado de atún, orientado a la extracción integrada de proteínas de alto valor. Este enfoque incluye la obtención de gelatina, péptidos de gelatina hidrolizados (HGPs) y otras fracciones proteicas no colagénicas ricas en nutrientes esenciales y compuestos bioactivos, con el objetivo de avanzar hacia un aprovechamiento más eficiente, sostenible e integral de estas corrientes secundarias.

Descripción del proceso y planta piloto

A partir de los datos obtenidos a escala de laboratorio por ANFACO-CECOPECA, NOFIMA y la Universidad de Génova (UNIGE), se evaluó el uso de enzimas proteolíticas específicas e inespecíficas para la obtención de hidrolizados de pescado y de colágeno, así como su actividad biológica, sentando las bases para la operación piloto.

Para escalar y validar el proceso, se ha diseñado y construido una planta piloto en las instalaciones de SYSPRO, que integra todas las etapas del proceso: hidrólisis enzimática, tamizado, centrifugación, ultrafiltración/nanofiltración y secado por atomización, y que permitirá realizar pruebas a mayor escala y optimizar la producción de hidrolizados y péptidos bioactivos.

El proceso de valorización de biomasa deshidratada de atún se inicia con una hidrólisis enzimática, que degrada parcialmente las proteínas presentes en los subproductos, facilitando su posterior separación y concentración. En esta etapa, la materia prima se homogeneiza y se ajustan parámetros críticos como pH, temperatura y relación enzima-sustrato, optimizando la actividad enzimática. La reacción se mantiene bajo condiciones controladas hasta alcanzar la hidrólisis deseada, tras lo cual la enzima se inactiva para preservar las propiedades funcionales de las proteínas y péptidos obtenidos. A nivel planta piloto este proceso se lleva a cabo en un reactor tipo *batch* de acero inoxidable, equipado con un agitador de paletas para homogeneizar la biomasa y distribuir uniformemente la enzima. También cuenta con un serpentín de calefacción que permite controlar la



Reactor enzimático.

temperatura durante la hidrólisis y la inactivación enzimática. En esta unidad se ajustan parámetros críticos (pH, temperatura, relación enzima-sustrato), optimizando la producción de péptidos bioactivos.

El hidrolizado resultante se somete a un tamizado en un tamiz vibratorio multietapa, que elimina los sólidos no disueltos y partículas grandes, asegurando un flujo uniforme hacia las etapas de concentración y purificación. A continuación, se lleva a cabo una etapa de centrifugación en una centrífuga vertical de platos, que permite separar los sólidos residuales, la fracción líquida rica en proteínas y los aceites presentes en la biomasa. Esta operación genera un concentrado homogéneo adecuado para la etapa de ultrafiltración y nanofiltración, mientras que los sólidos residuales se gestionan por separado.

A continuación, la fracción rica en proteínas, se somete a un skid de ultrafiltración y nanofiltración. Estos procesos se utilizan para fraccionar y concentrar proteínas según su tamaño molecular, obteniendo gelatina, péptidos de gelatina hidrolizados (HGPs) y proteínas no colagénicas con alto valor nutracéutico. Estas etapas permiten eliminar componentes de bajo peso molecular no deseados y preservar las propiedades bioactivas y funcionales de las fracciones obtenidas. El sistema incluye bombas autoaspirantes, válvulas de control y sensores de presión y caudal, permitiendo un control preciso del proceso. Las membranas disponibles abarcan desde 100 kDa hasta 200 Da, posibilitando

la obtención de gelatina y péptidos bioactivos con perfiles diferenciados.

Finalmente, las fracciones concentradas se someten a secado por atomización en un spray dryer. El equipo consta de una cámara cilíndrica de secado, un atomizador de alimentación líquida y un sistema de aire caliente con control de temperatura y caudal. Tras esta etapa se obtiene un polvo que posee baja humedad y granulometría controlada, manteniendo sus propiedades bioactivas y funcionales para su uso en alimentación, nutracéutica y cosmética.

Esta planta piloto permite implementar un proceso integral de valorización de las corrientes secundarias del atún sin necesidad de una separación previa. Los hidrolizados y la gelatina generados pueden ser empleados en aplicaciones en cosmética, nutracéutica y acuicultura, mientras que la fracción residual de proteínas se destina a la bioconversión para alimentación de larvas, cerrando así el ciclo de valorización de la biomasa. En conjunto, este enfoque combina innovación científica, ingeniería de procesos y sostenibilidad, ofreciendo una plataforma validada para la producción de compuestos de alto valor añadido.

Fuentes

- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2024, 7 de junio). Informe de la FAO: La producción pesquera y acuícola mundial alcanza un nivel sin precedentes. FAO. <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/es>
- [2] Herpandj, N. H., Rosma, A., & Wan Nadiah, W. A. (2011). The tuna fishing industry: A new outlook on fish protein hydrolysates. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4), 195–207. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00155.x>
- [3] Cebi, N., Durak, M. Z., Toker, O. S., Sagdic, O., & Arici, M. (2016). An evaluation of Fourier transforms infrared spectroscopy method for the classification and discrimination of bovine, porcine and fish gelatins. *Food Chemistry*, 190, 1109–1115. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.065>
- [4] Tekle, S., Bozkurt, F., Akman, P. K., & Sagdic, O. (2022). Bioactive and functional properties of gelatin peptide fractions obtained from sea bass (*Dicentrarchus labrax*) skin. *Food Science and Technology*, 42, e60221. <https://doi.org/10.1590/fst.60221>
- [5] Usman, M., Sahar, A., Inam-Ur-Raheem, M., Rahman, U. U., Sameen, A., & Aadil, R. M. (2022). Gelatin extraction from fish waste and potential applications in food sector. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(1), 154–163. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15286>
- [6] EcoeFISHent. (s. f.). EcoeFISHent: Making the fish processing side-streams sustainable and efficient. <https://ecofishent.eu/>