

Inspección de calidad en productos de la pesca y acuicultura mediante visión hiperespectral

E. Gaston. Grupo Tecnologías Alimentarias, IRIS.

M. L. Cabo. Grupo Microbiología y Tecnología de Productos Pesqueros, IIM-CSIC.

Los expertos del centro tecnológico IRIS destacan en este artículo las ventajas de la visión hiperespectral como alternativa a las técnicas sensoriales o instrumentales en la inspección de calidad de los productos de la pesca en conserva, debido a su mayor fiabilidad y rapidez en el análisis de las muestras

Los datos proporcionados por la FAO (SOFIA, 2014) ponen de manifiesto que a lo largo de las últimas cinco décadas se ha producido un incremento medio anual del peso de productos de la pesca y acuicultura destinado a consumo humano del 3,6%, alcanzando en 2012 el 86% de la producción total. De ellos, la Unión Europea es responsable del consumo de 16 millones de toneladas, lo que supone uno de los valores per cápita (22 kg/per cápita/año) más elevados a nivel mundial.

Ello se contextualiza en una situación socioeconómica marcada por un mercado impulsado por políticas de comercialización liberalizadoras y en las que el desarrollo tecnológico ha impulsado una mejora significativa en las posibilidades de comercialización. Sin embargo, y como consecuencia, se genera un mercado globalizado altamente competitivo que impulsa a las empresas a buscar soluciones tecnológicas que permitan incrementar la productividad y rentabilidad de sus productos. En este contexto, el mercado exige, en primer término, productos de elevada calidad. Y para ello, resulta necesario el desarrollo de técnicas de evaluación objetivas, rápidas y fácilmente aplicables a lo largo de la cadena de frío. En productos de la pesca y acuicultura, las técnicas con base científica actualmente reconocidas (Reglamento (CE) N° 854/2004) son de dos tipos:

✓ Técnicas sensoriales o inspección visual, cuyo objetivo es valorar la aceptación del producto por parte del consumidor a partir de la evaluación por un panel de expertos de los principales atributos sensoriales relativos al color, olor y textura de diferentes partes del cuerpo del animal.

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la tecnología de visión hiperespectral es el almacenamiento, manejo y análisis de los hipercubos con el objetivo de extraer la información relevante contenida en ellos

Se trata de las técnicas más tradicionales que han progresado hasta existir actualmente estándares oficiales (Real Decreto 331 1999) y no oficiales (QIM, Eurofish) bien definidos y que permiten la categorización de pescado fresco.

✓ Técnicas instrumentales o inspección no visual, para la determinación de parámetros químicos, físicos y microbiológicos identificados científicamente como atributos sensibles a los cambios asociados al deterioro de los diferentes productos de la pesca y acuicultura.

Una evaluación crítica y con perspectiva de los métodos visuales y no visuales reconocidos pone de manifiesto la existencia de importantes deficiencias, tanto de base puramente científica como relativas a la falta de adecuación a la realidad socioeconómica actual. En el caso de las técnicas sensoriales, porque a pesar de que la inspección visual constituye el método más utilizado para la evaluación de la calidad a lo largo de la cadena de valor (Menesatti et al. 2010), no se hace normalmente de manera objetiva y estandarizada, lo que implica episodios de fraude en las etapas de compra-venta, desde la producción hasta el consumidor. En el caso de las técnicas instrumentales, porque a pesar de ser más objetivas (salvo en el caso de algunas técnicas físicas) se trata de métodos lentos, destructivos y de aplicación en producto final y en una parte

(en teoría representativa) de la muestra total, no permitiendo la monitorización de la medida de calidad a tiempo real y dificultando en ocasiones enormemente la toma de decisiones. Además, algunos autores ponen en duda los métodos bioquímicos y microbiológicos reconocidos en la legislación (Reglamento (CE) N° 854/2004) en cuanto que se trata de métodos que no han sido debidamente actualizados y, sobre todo, que no describen las etapas iniciales de deterioro, las más determinantes en cuanto a valor económico asociado a la calidad (Howgate, 2009).

Visión hiperespectral como alternativa

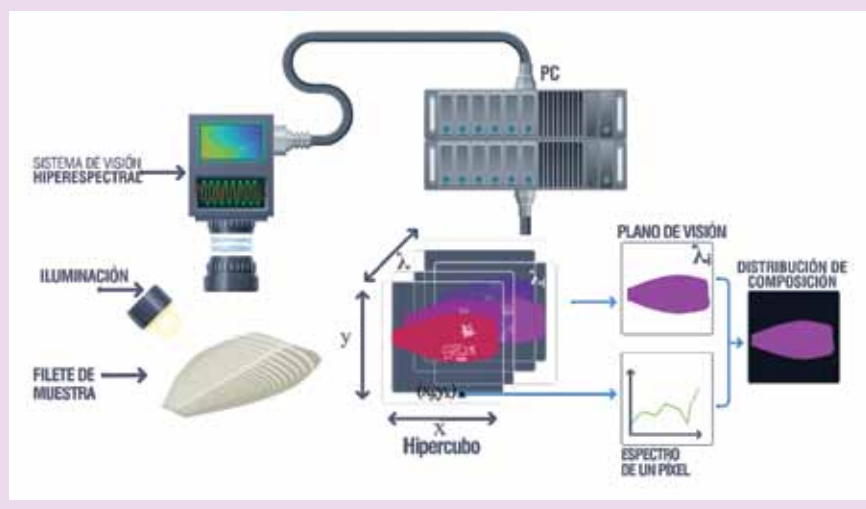
En los últimos años se están estudiando varias tecnologías como alternativa a las técnicas existentes de evaluación de la calidad en la industria agroalimentaria, y la visión hiperespectral se perfila como una solución prometedora, no sólo para la evaluación objetiva de la calidad de producto, sino también para la monitorización y control de los procesos productivos. Esta tecnología se desarrolló a mediados del siglo XX para aplicaciones de detección remota en minería y geología, y desde entonces se ha extendido a campos tan diversos como la astronomía, la agricultura y la medicina (Gowen, 2007).

La visión hiperespectral surge de la combinación de dos técnicas tradicionales: la imagen convencional y la espectroscopía de rango visible (Vis) o infrarrojo (NIR).

La visión hiperespectral genera datacubos o hipercubos, que son mapas espaciales de la variación espectral de la muestra (fig. 1). Dichos cubos son bases de datos tridimensionales que contienen dos dimensiones espaciales (referentes a la morfología de la muestra) y una dimensión espectral (referente a la composición de la misma). Un hipercubo se compone de imágenes contiguas, cada una de las cuales representa la intensidad y distribución espacial de la muestra a una longitud de onda determinada. Asimismo, cada píxel del datacubo contiene el espectro correspondiente a su posición espacial a lo largo del rango de



Figura 1
Representación esquemática de un sistema de visión hiperespectral y de un hipercubo



longitud de onda del cubo, y servirá como huella para caracterizar la composición del mismo (Figura 1) De esta manera, la técnica permite dar respuesta a la doble pregunta de: ¿qué hay y dónde está?

Un sistema típico de visión hiperespectral consiste de 1) una fuente de iluminación y fibra óptica para transmitir la luz; 2) una cámara de tipo CCD equipada con un espectrógrafo que trabaja en un rango espectral determinado (frecuentemente, Vis - entre 400 y 1.000 nm o NIR - entre 900 y 1.700 nm). El espectrógrafo debe disponer de un sistema de difracción para la separación de los espectros a lo largo de cada línea, así como de placas con hendiduras de diferente anchura que se disponen entre la muestra y la óptica para adaptar la resolución espacial de las imágenes. 3) un PC para la adquisición y el almacenamiento de las imágenes.

Uno de los principales retos de la visión hiperespectral es el almacenamiento, manejo y análisis de los hipercubos con el objetivo de extraer la información relevante contenida en ellos.

Para ello se emplean métodos de pre-procesado de espectros (e.g. centrado, suavizado, normalización, diferenciación) y análisis multivariante (e.g. técnicas de correlación, análisis de componentes principales, análisis discriminantes) tradicionalmente utilizados en la espectroscopia; en el caso de la visión hiperespectral dichos procedimientos pueden aplicarse a toda la imagen o a sub-poblaciones de píxeles representativos de la variabilidad de las muestras.

Avances del proyecto Spectrafish

Recientemente, Cheng y colaboradores (2014) han revisado las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento en torno a la visión hiperespectral como herramienta de medida e inspección de la calidad en pescados. Dicho artículo recoge los resultados satisfactorios de los trabajos realizados a escala de laboratorio, sin embargo pone de manifiesto la necesidad de avanzar hacia la aplicación industrial de esta tecnología en el sector pesquero.

En este contexto surge Spectrafish (www.spectrafish.eu), un proyecto de dos años liderado por la empresa catalana Innovació i Recerca Industrial i Sostenible (IRIS, www.iris.cat) y financiado por el Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea, en el que participan empresas, universidades y centros tecnológicos de cinco países europeos, entre ellos el Instituto de Investigaciones Marinas perteneciente a la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIM-CSIC, www.iim.csic.es). Las autoras de este artículo, Edurne Gaston y Marta López, son coordinadora y directora técnica del proyecto, respectivamente.

El objetivo de Spectrafish es dar una respuesta industrial a la necesidad de evaluar objetivamente y de manera automática las inspecciones en productos de la pesca mediante el desarrollo de un sistema rápido, no invasivo y fiable.

Durante el primer año de proyecto, Spectrafish emplea la visión hiperespec-

tral en un laboratorio de pruebas, con el objetivo de poner a punto parámetros críticos de control de la tecnología en un entorno “limpio”.

Durante el segundo año, IRIS diseñará y construirá un sistema de visión hiperespectral a nivel de prototipo pre-competitivo industrial adaptado a las condiciones específicas de plantas de procesado de productos de la pesca, que será posteriormente instalado y validado, primero en la planta piloto del IIM-CSIC y posteriormente en empresas del sector. Se espera que el desarrollo de Spectrafish represente un avance tecnológico significativo y que permita a las empresas comercializar productos de calidad y seguridad validada, aumentando así la confianza de los consumidores.

Agradecimiento

SPECTRAFISH es un proyecto de I+D financiado por el sub-programa “Investigación en beneficio de las pymes” del Séptimo Programa Marco (7PM) de la Comisión Europea. Acuerdo de subvención nº 605399.

Referencias

- SOFLA. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura, publicado por FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3720e/index.html>.
- REGLAMENTO (CE) N° 854/2004. Normas específicas para la organización de controles oficiales de los productos de origen animal destinados al consumo humano. Real Decreto 331/1999. Normalización y tipificación de los productos de la pesca frescos, refrigerados o cocidos (BOE 05-05-1999).
- QIM-Eurofish 2004. QIM – Your ideal tool for quality determination of fish freshness] <<http://www.qim-eurofish.com>>.
- Menesatti, P., Costa, C., Aguzzi, J. 2010. Quality Evaluation of Fish by Hyperspectral Imaging. In «Hyperspectral Imaging for Food Quality Analysis and Control». Edited by Da-Wen Sun. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Howgate, P. 2009. Traditional Methods. In «FISHERY PRODUCTS, Quality, Safety and Authenticity». Edited by Rebbin, H & Oehlenschläger, J. Blackwell Publishing Ltd, UK.
- Goven, A.A., O'Donnell, C.P., Cullen, P.J., Downey, G. and Frías, J.M (2007). Hyperspectral imaging – an emerging process analytical tool for food quality and safety control. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 590-598.
- Cheng, J.H., Sun, D.-W. (2014). Hyperspectral imaging as an effective tool for quality analysis and control of fish and other seafoods: Current research and potential applications. *Trends in Food Science and Technology*, 37, 78-91.