

Biotecnología alimentaria: del microorganismo a una solución industrial viable

22.9.2026 - Félix Amárta, Jaime Zufía | AZTI

Estaremos en BIOSPAIN 2026 para hablar de biotecnología alimentaria y también de bioeconomía azul y nutrición y salud. Concierta una cita con nuestro equipo y hablemos de tu próximo proyecto.

Los microorganismos no son precisamente nuevos en la producción de alimentos. Llevan miles de años ayudándonos a elaborar pan, queso, yogur, cerveza o vino. Sin ellos, ninguno de estos productos existiría.

Lo que sí ha cambiado es nuestra capacidad para trabajar con ellos. Hoy podemos seleccionar microorganismos por funciones concretas, ajustar las condiciones de cultivo para favorecer determinados procesos metabólicos, utilizarlos para producir ingredientes, antibióticos, enzimas, bacteriófagos y otros muchos derivados de este tipo de procesos. Las posibilidades son enormes. Sin embargo, en nuestro trabajo nos encontramos una y otra vez con la misma realidad: que algo funcione en el laboratorio no significa que vaya a funcionar también en una fábrica. Entre ambos escenarios hay un salto importante.

Buena parte de nuestro trabajo en AZTI se desarrolla precisamente en ese terreno intermedio. Investigamos microorganismos, bioprocesos, ingredientes funcionales, bioactividad, biocontrol y sistemas rápidos e inteligentes de detección y monitorización, pero lo hacemos con una pregunta muy práctica en mente: ¿qué hace falta para que esta tecnología pueda utilizarse de verdad en una industria alimentaria?

No basta con demostrar que un microorganismo produce un compuesto de interés. Hay que conseguir producirlo de forma segura y reproducible, comprobar que mantiene sus características cuando aumentamos la escala y valorar si el proceso tiene sentido tanto industrial como económicamente.

Microorganismos que producen mucho más que alimentos fermentados

Bacterias, hongos y microalgas poseen capacidades metabólicas muy diversas. Dependiendo de la especie, la cepa y las condiciones en las que crecen, pueden producir proteínas, enzimas, pigmentos, metabolitos y muchos otros compuestos de interés.

Por eso, cuando hablamos actualmente de fermentación, nos referimos a algo que va bastante más allá de una técnica tradicional para elaborar o conservar alimentos. Cada vez la utilizamos más como una auténtica herramienta de producción.

Un ejemplo es BIOPRO, una línea de investigación de AZTI en la que hemos desarrollado procesos fermentativos con microalgas y hongos filamentosos. Uno de los aspectos más interesantes de este trabajo ha sido utilizar subproductos de la propia industria alimentaria como fuente de nutrientes para esos cultivos.

Comenzamos a escala de laboratorio y, más adelante, trasladamos algunos procesos a escala piloto. Entre ellos se encuentran la fermentación heterótrofa de microalgas y la fermentación en estado sólido de subproductos vitivinícolas.

En el caso de las microalgas, hemos obtenido biomásas con un contenido relevante de proteína. A partir de ellas, hemos desarrollado procesos de ruptura celular y fraccionamiento para recuperar extractos proteicos y otras fracciones de interés nutricional.

Pero obtener una biomasa rica en proteínas no significa que tengamos ya un ingrediente listo para utilizar. En realidad, ahí comienza otra parte del trabajo. Necesitamos conocer la composición de esa proteína, su digestibilidad, su comportamiento durante el procesado, sus propiedades tecnológicas, nutricionales y de salud, así como su estabilidad. También debemos comprobar qué ocurre cuando la incorporamos a un alimento real.

Con el tiempo hemos aprendido que esa es una de las principales diferencias entre lograr un resultado interesante en el laboratorio y disponer de una solución que una empresa pueda utilizar.

Fermentar para aprovechar mejor las materias primas

La fermentación también permite mirar de otra manera algunas de las corrientes que genera la industria alimentaria.

Muchos subproductos siguen conteniendo azúcares, fibras, proteínas y otros nutrientes. En lugar de considerarlos únicamente un material que hay que gestionar, en determinados casos podemos utilizarlos como sustrato para el crecimiento de microorganismos.

Estos microorganismos consumen los nutrientes disponibles y generan nueva biomasa o transforman el material original en compuestos de mayor interés. La idea de partida es sencilla: aprovechar recursos que ya están dentro del sistema productivo para obtener algo nuevo.

En AZTI hemos trabajado con subproductos procedentes de sectores muy diferentes. En LIFE BREWERY, por ejemplo, estudiamos la transformación de corrientes de la industria cervecera en ingredientes destinados a la alimentación animal y humana. En otros proyectos hemos aplicado la fermentación en estado sólido a subproductos vitivinícolas para la obtención de ingredientes de alto valor.

Ahora bien, no hay una receta que sirva para todos los casos. Antes de plantear un proceso es necesario conocer bien la composición del subproducto, su variabilidad entre lotes, la disponibilidad de nutrientes, la posible presencia de compuestos que interfieran en la fermentación y, por supuesto, los rendimientos que podemos obtener.

Porque técnicamente se pueden hacer muchas cosas. La cuestión es si merece la pena hacerlas.

Cuando el proceso funciona, el planteamiento resulta especialmente interesante: en lugar de incorporar una materia prima nueva, aprovechamos una que ya estaba en el sistema y que hasta ese momento tenía poco valor.

El siguiente paso consiste en avanzar hacia modelos de biorrefinería que permitan obtener varios productos a partir de una misma corriente y reducir al mínimo las fracciones que finalmente no se aprovechan.

Fagos: aprovechar la especificidad

La biotecnología alimentaria no solo sirve para producir ingredientes. También puede ayudarnos a controlar microorganismos que representan un riesgo para la seguridad de los alimentos.

Un buen ejemplo son los bacteriófagos, también conocidos como fagos. Se trata de virus que infectan bacterias y cuya principal particularidad es su elevada especificidad. Algunos fagos actúan sobre bacterias muy concretas, lo que permite diseñar estrategias de control especialmente dirigidas.

Esta característica resulta muy interesante frente a microorganismos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* o *Campylobacter*.

Los fagos pueden aportar una barrera adicional dentro de una estrategia de seguridad alimentaria y complementar otras medidas de control. Sin embargo, convertirlos en una solución aplicable exige mucho más que comprobar que un fago destruye una bacteria en una placa de laboratorio.

El primer paso es identificar correctamente la bacteria que queremos controlar y seleccionar los fagos adecuados. Después hay que caracterizarlos, conocer su genoma, estudiar su rango de hospedadores y determinar en qué condiciones mantienen su actividad.

Y, finalmente, hay que probarlos allí donde se quieren utilizar.

Este último paso es fundamental, porque un fago no tiene por qué comportarse igual en el laboratorio que sobre un alimento. La composición y la estructura del producto, el pH, la temperatura, la presencia de grasas o la forma de aplicación pueden cambiar considerablemente el resultado.

En AZTI llevamos años trabajando en esa transición. En FAGOSASUN, por ejemplo, hemos validado combinaciones específicas de fagos frente a *Listeria monocytogenes* en alimentos y en condiciones relevantes para las empresas. En SONATA hemos desarrollado nuevas soluciones basadas tanto en fagos como en enzimas derivadas de ellos y hemos estudiado cómo optimizar su aplicación para facilitar su transferencia.

Las posibilidades, además, no se limitan al propio alimento. También investigamos su aplicación sobre superficies y equipos, frente a biofilms, en determinadas etapas de la producción primaria o en combinación con otros sistemas de conservación.

Lo que más nos interesa de esta tecnología es precisamente su capacidad para actuar de forma muy específica sobre el microorganismo que queremos controlar, sin pretender sustituir el resto de las medidas de seguridad.

Producir un compuesto no significa que funcione

En biotecnología alimentaria es relativamente frecuente obtener un ingrediente rico en proteínas, péptidos, pigmentos o metabolitos y pensar, por su composición, que puede tener una funcionalidad determinada.

Pero una composición prometedora no basta. La funcionalidad hay que demostrarla.

Si esperamos una actividad antioxidante o antimicrobiana, debemos medirla. Si buscamos una propiedad tecnológica concreta, tenemos que comprobarla en condiciones similares a aquellas en las

que después deberá funcionar.

También hay que responder a otras preguntas. ¿A qué concentración aparece el efecto? ¿Se mantiene durante el almacenamiento? ¿Qué ocurre después de un tratamiento térmico o de una fermentación? ¿Sigue funcionando cuando el compuesto se incorpora a un alimento o solo lo hace cuando está aislado en una solución de laboratorio?

Las respuestas pueden cambiar por completo la valoración inicial de un ingrediente.

Por eso, la biotecnología alimentaria acaba reuniendo disciplinas muy diferentes. **Necesitamos microbiología, pero también ingeniería de procesos, química analítica, ciencia de los alimentos, seguridad alimentaria y análisis de datos.**

En la práctica, resulta muy difícil desarrollar una solución útil si todas estas partes se estudian de manera aislada.

El escalado es donde muchas tecnologías se juegan su futuro

El escalado es probablemente una de las partes menos visibles de un desarrollo biotecnológico. También es una de las más decisivas.

Escalar no consiste simplemente en utilizar un recipiente más grande.

Trabajar con unos pocos mililitros en un matraz permite controlar el proceso con relativa facilidad. Cuando pasamos a decenas o cientos de litros en un biorreactor, las condiciones cambian. La transferencia de oxígeno ya no es la misma, ni tampoco la distribución de los nutrientes, la agitación o el control de la temperatura.

Además, empiezan a cobrar importancia cuestiones que a pequeña escala pueden pasar más desapercibidas: cuánto dura el proceso, cuánto producto obtenemos, cómo vamos a separarlo, qué sistema de purificación necesitamos, cuánta energía consumimos o cómo se limpiarán después los equipos.

Y aparece una pregunta inevitable: **¿cuánto cuesta producirlo?**

Hemos comprobado muchas veces que un proceso puede ofrecer resultados excelentes a pequeña escala y necesitar bastantes ajustes cuando se traslada a un volumen mayor. Eso no significa que el proceso haya fracasado. Es, precisamente, la razón por la que hay que escalarlo, probarlo y entender qué cambia.

En AZTI combinamos los laboratorios de biotecnología y biología molecular con instalaciones de proceso y una **planta piloto** a escala semiindustrial. Esta combinación nos permite acercarnos progresivamente a las condiciones que una tecnología encontrará después en una empresa.

Podemos probar diferentes configuraciones, identificar los puntos críticos, calcular rendimientos y comprobar si el producto conserva las características que habíamos observado a pequeña escala.

Es en ese momento cuando empieza a verse si una tecnología tiene verdadero recorrido industrial. Podemos lograr un resultado muy bueno en el laboratorio, pero si al aumentar la escala perdemos productividad, estabilidad o competitividad, todavía queda trabajo por hacer.

Nuestro objetivo, por tanto, no es únicamente demostrar que una biotecnología funciona. Queremos saber si podemos producirla de forma segura y reproducible, mantener sus prestaciones al aumentar

la escala y hacerlo a un coste que tenga sentido para la industria.

Cuando comenzamos a responder afirmativamente a estas preguntas, dejamos de tener solo un buen resultado de investigación. Empezamos a tener una tecnología con posibilidades reales de convertirse en una solución industrial.

<https://www.azti.es/blog/biotecnologia-alimentaria-del-microorganismo-a-una-solucion-industrial-viable>