
TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO.

ÁNGEL DEL PINO GRACIA

Jefe del Departamento de Transferencia, Tecnología e Información.

AINIA. Instituto Tecnológico Agroalimentario

39

EL AGROALIMENTARIO SE CARACTERIZA, AL IGUAL QUE OTROS SECTORES, POR UN INTERÉS CADA VEZ MAYOR DE LAS EMPRESAS EN LA IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍAS QUE LES PERMITAN SEGUIR SIENDO COMPETITIVAS. DURANTE

la última década han aparecido una serie de factores que motivan un cambio y reestructuración profundos en el sector, cambio que es continuo y que prosigue, hoy en día, con la aparición de nuevos productos, la apertura y globalización de los mercados, la implantación de nuevas tecnologías y métodos de trabajo, etc. Las empresas se ven obligadas a una continua actualización con el fin de mantener o mejorar su nivel competitivo. En el caso de la tecnología, la innovación se constituye como un factor de diferenciación y competitividad para las empresas que la asimilen.

Por otro lado, el sector agroalimentario español se sitúa entre los cinco primeros en cuanto a su importancia dentro de la Unión Europea, pero con algunas características diferenciadoras respecto a nuestros principales competidores, ya que las industrias españolas son de tamaño pequeño (un 96,7% tienen menos de 50 empleados), con un gran peso de la producción tradicional y una clara preferencia de los consumidores por productos frescos, mínimamente procesados.

En este contexto se enmarcan las actividades desarrolladas por el Observatorio de

Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), fundación que, bajo el protectorado del Ministerio de Ciencia y Tecnología, tiene como objetivo generar información inteligente sobre la evolución de la tecnología que facilite a la Administración y a las empresas la toma de decisiones, mediante la realización de actividades de prospectiva y vigilancia tecnológica y que, en este caso, se han centrado en el sector agroalimentario.

Sobre este sector industrial se han llevado a cabo tres estudios de prospectiva tecnológica en los últimos tres años («Tecnolo-

tiobjetivo. En el medio-largo plazo se extenderá el uso de métodos no destructivos para analizar los alimentos envasados, sin perforar éste ni contaminar el producto.

Los sistemas de trazabilidad se usan para lograr una identificación exacta y a tiempo de los productos, su origen, su ubicación dentro de la cadena de alimentación y la posibilidad de determinar el origen de un problema de seguridad alimentaria rápida y eficientemente. Es fundamental, no sólo desde la perspectiva legal, sino desde la orientación de la empresa agroalimentaria hacia la satisfacción de las expectativas de los consumidores por la seguridad y calidad de los productos adquiridos.

Aunque el término trazabilidad está ligado a la industria, y en general es desconocido para el consumidor final, éste, independientemente del término utilizado, sí percibe las ventajas de sistemas que le permitan conocer quién, cómo, dónde y cuándo se ha producido el alimento que va a consumir.

Las herramientas que van a utilizarse en la implantación de los sistemas de trazabilidad en el entorno agroalimentario comprenden los desarrollos siguientes:

Tecnologías de la información y la comunicación, como el desarrollo de programas específicos para la gestión automatizada de sistemas de trazabilidad, donde además de poder reconstruir la historia de un producto, tanto hacia adelante como hacia atrás, tenemos información relacionada para la gestión de *stocks*, productividad, etc., o la utilización de métodos estándar para normalizar las lecturas de información y tener un mismo sistema de entrada y salida de datos, y de relación con los clientes a lo largo de la cadena de valor.

Modelos y herramientas de gestión, unificando criterios en cuanto a los protocolos de recogida de información, métodos de identificación de los productos y modelos de trazabilidad en las distintas cadenas productivas de la industria agroalimentaria.

Herramientas de control que nos permitan en cualquier momento comprobar la fiabilidad de los procedimientos y modelos implantados. Estamos hablando de



tecnologías, en muchos casos ya existentes, pero mejoradas de manera sustancial para que puedan implantarse en los distintos subsectores de la industria. Estas tecnologías de control estarán, con toda probabilidad, relacionadas con herramientas ligadas a la biotecnología, como métodos moleculares para la identificación de genes en productos indiferenciados, o el desarrollo de paneles de marcadores para la verificación del origen genético de los diferentes productos.

PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

El producto alimentario deberá estar diseñado a la medida del consumidor a que está destinado. En función del público objetivo, el producto deberá tener un formato y diseño que serán distintos en cada caso.

En un reciente estudio a escala europea, se estima que el empleo a distancia aumentará considerablemente, de modo que el número de consumidores que desarrollará su actividad laboral desde su propio hogar, así como el de aquellos que practiquen esta actividad de manera ocasional, se incrementará considerablemente. A medida que esta tendencia sea más marcada, nos encontraremos con un nuevo tipo de consumidor, que no puede dedicar mucho tiempo a la elaboración del alimento, pero consume éste dentro de su

hogar y por lo tanto exige un tipo de comida y unos parámetros de calidad similares a los que esperaría si preparara personalmente el alimento.

En nuestro país, esta situación llevará a la explotación industrial de la cocina tradicional, con el diseño de nuevos procesos, formulaciones y envases adaptados a productos cocinados distintos de los que existen actualmente en el mercado y orientados a este nuevo nicho de mercado.

En el caso del envase alimentario, los nuevos materiales y diseños deberán superar diversas barreras para su comercialización: la primera, que la innovación suponga una mejora técnica en los procesos industriales; la segunda, y más limitante, que los cambios realizados sean aceptados por el consumidor; por último, algunas de las tendencias actuales chocan también con limitaciones legislativas y normativas, como es el desarrollo de sistemas de envase activo, aquellos envases que interaccionan con el alimento que contienen aportándole determinadas ventajas. Por ejemplo, la utilización de materiales basados en zeolita con capacidad para eliminar etileno en la conservación de productos de IV gama, o la utilización de materiales con actividad bacterioestática, específica para alimentos perecederos. En ambos casos, la interacción con el alimento que contienen dificulta su aprobación legal. En el corto plazo tiene más posibilidades de extenderse en el mercado y superar las barreras actuales la utilización de envases que incluyan sensores para la determinación de la calidad del producto que contienen sin interaccionar directamente con éste, como la utilización de sensores tiempo-temperatura, como indicadores de la vida útil del producto.

Por último, el producto final incorporará etiquetas e identificaciones con información precisa e individualizada, que facilitará que el producto llegue al consumidor final al que va dirigido.

INFORMACIÓN

El consumidor actual está exigiendo información en todos los ámbitos relacionados con la cadena alimentaria: sobre el alimento que va a consumir, su proceso de

fabricación, los controles a que ha estado sometido, etc.

Actualmente, la información recibida es en algunos casos parcial o, debido a la multiplicidad de canales, contradictoria, además de cada vez más compleja. Por ello, es necesario un esfuerzo conjunto de todos los agentes que intervienen en el proceso alimentario para ofrecer al consumidor una fuente de información unificada que, al mismo tiempo que le facilita detalles sobre el producto, contribuya a formarle para que sea capaz de entender informaciones cada vez más complejas.

El acceso a información de calidad y de forma no restringida (el consumidor tendrá acceso a bases de datos sobre diversos aspectos relativos a procesos y productos alimentarios) permitirá aumentar la confianza y posibilitará la diversificación amplia de los envases, procesos y productos actuales, a la vez que obligará a la industria a un esfuerzo para clarificar los procedimientos que utiliza.

TENDENCIA 2, DESARROLLO DE PROCESOS INDUSTRIALES

Las tecnologías emergentes en materia de conservación de alimentos se han convertido en el centro de atención de gran parte de la industria alimentaria. Pero mientras que el abanico de posibilidades es amplio, la atención de la industria se centra fundamentalmente en las tecnologías más conocidas, cuya aplicación industrial ha sido ya realizada con éxito. Esto provoca que no haya una buena difusión de las tecnologías más novedosas entre las industrias. Las aplicaciones donde las tecnologías actuales van a sufrir un mayor grado de innovación se centran, fundamentalmente, en dos áreas: tecnologías de conservación y envasado, y tecnologías de producción y automatización.

TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN Y ENVASADO

Los procesos de conservación alternativos o complementarios a los actuales que la



industria está demandando deben permitir productos de excelente calidad, a un precio razonable y que, por encima de todo, sean seguros. Así, se busca que los nuevos métodos de tratamiento y conservación sean menos agresivos con el alimento, con un menor consumo energético y más eficaces contra enzimas y microorganismos alterantes y patógenos.

Las alternativas que parece ser tienen una mayor posibilidad de éxito entre nuestras empresas, y con mayor impacto en el medio plazo, son:

Procesado aséptico, como consecuencia de las demandas del consumidor de productos más genuinos y naturales con reducción de conservantes.

Cocción al vacío, para ofrecer una amplia gama de productos, tanto a la restauración colectiva como al consumidor final, y en particular, su aplicación a la elaboración de platos tradicionales.

Productos IV y V gama, cuyas mejoras en los procesos están encaminadas fundamentalmente a dotar a los productos de mayor tiempo de vida útil a temperatura ambiente, como el desarrollo de variedades vegetales adaptadas al procesamiento y elaboración, la incorporación de distintos tipos de sensores (detectores de fugas, sensores de temperatura y ga-

ses), o la utilización de envases activos (como hemos señalado anteriormente).

Altas presiones, como un método común de higienización a través de la mejora de su efecto mediante la combinación con métodos físicos y químicos, el desarrollo de líneas de tratamiento continuo de alto rendimiento y el abaratamiento en los equipos industriales. Las aplicaciones de la alta presión van más allá de la higienización, ya que su efecto sobre las propiedades físicas de los alimentos llevará a su empleo en la obtención de nuevos productos con propiedades organolépticas mejoradas.

Microondas en la obtención de alimentos deshidratados a través del desarrollo de nuevas técnicas que permitan extraer el agua evaporada, así como su aplicación en la confección de platos preparados.

Envases activos, que aprovechan las posibles interacciones entre el material, el producto que contienen y el entorno para mejorar la salubridad y calidad del alimento y aumentar su vida útil. Este desarrollo viene acompañado de mejoras técnicas, pero también de la aceptación del consumidor de este tipo de productos y de las reformas legislativas que permitan su extensión.

En la actualidad hay una tendencia del consumidor hacia productos calificados como más naturales, rechazando la adición de conservantes químicos. Esta tendencia llevará al desarrollo de **productos biológicos** a través del uso y utilización de métodos de producción de materias primas con una mínima utilización de productos químicos, manteniendo esta característica durante el procesamiento y conservación.

TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN

Las mejoras en los procesos a través de su automatización y mejor control sobre la aplicación de distintas tecnologías son otros de los campos en los que la innovación por parte de las empresas es mayor, basándose tanto en desarrollos propios como en la adquisición de tecnología externa.

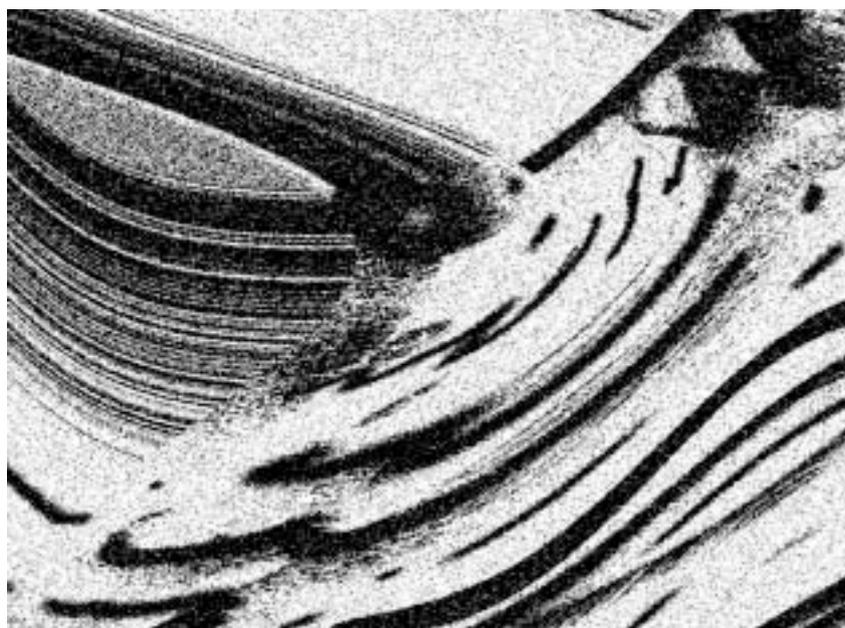
En tecnologías de separación se llevará a cabo el desarrollo de nuevas membranas con mayor selectividad y duración, para ser utilizadas en filtración (microfiltración, nanofiltración, ultrafiltración, etc.), que extenderán el uso de esta técnica más allá de los productos lácteos. Por otro lado, se diseñarán y desarrollarán nuevas membranas de propiedades similares a las biológicas.

Entre las tecnologías de extracción y obtención tendrá mayor impacto la utilización de fluidos supercríticos con gases inertes a altas presiones para la separación de productos de matrices complejas, tanto para su valorización como para la mejora de la calidad del producto final.

Las tecnologías de fermentación y maduración verán la aplicación de herramientas biotecnológicas en el desarrollo de cepas de microorganismos específicas utilizadas como cultivos iniciadores (*starters*) en los diferentes procesos de la industria agroalimentaria, contribuyendo tanto al desarrollo de las características organolépticas del producto como ejerciendo un efecto protector frente a microorganismos patógenos.

Otras mejoras ligadas a la biotecnología se encuentran en el ámbito de las tecnologías enzimáticas, con el incremento del número de enzimas con características específicas (termorresistentes, mayor velocidad de reacción, etc.) utilizadas en la industria agroalimentaria, mejorando tanto los procesos de producción como el producto final.

La aplicación y extensión de estas tecnologías, así como otras de producción que actualmente están limitadas a sectores concretos y que se extenderán a nuevos productos alimentarios (atomización, liofilización, microencapsulación, recubrimientos, etc.), necesitan de estudios básicos iniciales y de la integración de los conocimientos en modelos específicos para cada caso: comprensión de la actividad de las tecnologías y su interacción con los alimentos, las condiciones ambientales, los microorganismos contaminantes, etc.



TENDENCIA 3, INNOVACIÓN EN PRODUCTOS

Dejando a un lado el desarrollo de productos finales destinados al consumidor, la industria, a su vez, tiene necesidad de encontrar nuevas materias primas y desarrollar nuevos productos intermedios que mejoren las condiciones de la cadena de producción.

Entre los productos intermedios con nuevas características, destacan aquellos dirigidos al desarrollo de otros con propiedades activas de cara al consumidor: son los productos nutricionales y funcionales. Los avances científicos en distintas disciplinas y la importancia que el consumidor otorga a la salud proporcionan a la industria alimentaria puntos de partida muy sólidos para el diseño y desarrollo de alimentos funcionales.

PRODUCTOS ALIMENTARIOS INTERMEDIOS

Los productos alimentarios intermedios son aquellos ingredientes o productos complementarios que cumplen unas funciones específicas por las cuales se incorporan a los alimentos en los procesos de elaboración. Son productos alimentarios tecnológicos

que, gracias a su incorporación en la formulación de los productos terminados, dan lugar a un mayor valor añadido.

Algunas de las tecnologías que se están empleando, y que van a tener mayor impacto en el desarrollo futuro de estos productos intermedios, incluyen:

La modificación genética para el desarrollo de materias primas adaptadas a procesos específicos, como aquellas materias primas enriquecidas con determinados componentes para facilitar e incrementar rendimientos en los procesos de extracción.

La producción y mejora de bacteriocinas a través de diversos métodos, como la combinación de compuestos sinérgicos y nisina en la conservación de los alimentos, o la mejora en las características de solubilidad, difusión y estabilidad de las bacteriocinas.

La obtención de sustancias de origen natural, que llevará al desarrollo de nuevas aplicaciones, como la aparición de nuevos conservantes naturales, la utilización de extractos de plantas como antioxidantes, el desarrollo de investigaciones encaminadas a la mejora de la potencia y calidad organoléptica de los edulcorantes ya conocidos, o desarrollo de los medios técnicos necesarios para que, durante el proceso de producción de alimentos y partiendo

de componentes naturales, se formen distintos aromas en el producto final.

ALIMENTOS FUNCIONALES

Son aquellos que contienen un componente alimentario (sea un nutriente o no), con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, cuyos efectos positivos justifican que pueda atribuirse que es funcional e incluso saludable. Por tanto, causa un efecto adicional en el consumidor, además del nutricional. El componente activo con posible función fisiológica debe ajustarse a niveles adecuados para comercializar el producto bajo la denominación de funcional.

Se espera un aumento constante del número de alimentos funcionales en el mercado, inicialmente orientado al desarrollo y comercialización de alimentos dirigidos a diferentes grupos de consumidores, con necesidades y características específicas.

La obtención del producto funcional puede venir a través de distintos caminos, que básicamente, son:

Productos con elementos funcionales añadidos, como, por ejemplo, la aparición de nuevas variedades vegetales con mayor contenido en vitaminas y minerales que se utilizan como materia prima, o el desarrollo de productos lácteos fermentados con cultivos probióticos.

44

Sustancias potenciadoras de la actividad funcional de determinados compuestos presentes de manera natural en la materia prima, por ejemplo, a través del diseño y producción de enzimas e iniciadores para obtener productos fermentados bajos en colesterol y enriquecidos con proteínas.

Reducción de determinadas sustancias en el producto final, que suelen componer el conjunto de alimentos dirigidos a grupos poblacionales específicos: alimentos bajos en calorías, grupos de riesgo de determinadas patologías, etc.

Las previsiones de crecimiento de este mercado, además de contar con la demanda social y la actitud de la industria, deben tener en cuenta la aparición de reglamenta-

ciones sobre la información de los ingredientes de productos funcionales y sobre la propia definición de estos productos.

TENDENCIA 4, SOSTENIBILIDAD Y CICLO DE VIDA

La industria competitiva del futuro deberá desempeñar un papel clave en la contribución al desarrollo sostenible, a través de la reducción de la cantidad de materias primas empleadas y del empleo de métodos productivos más seguros, limpios y eficientes.

Como sector industrial relevante, la industria agroalimentaria debe hacer suyos los conceptos de protección del medio ambiente, tanto desde el diseño, desarrollo e implantación de nuevos procesos productivos, como contemplando la prevención, minimización, recuperación y reciclado de efluentes y residuos como parte esencial de la empresa.

PREVENCIÓN, MINIMIZACIÓN, RECUPERACIÓN Y REICLADO

En un primer grupo, recogemos aquellas tecnologías que van orientadas a la prevención del impacto ambiental (prevención, minimización, recuperación y reciclado).

Así, se potenciará la reducción de efluentes y residuos en origen, con la aplicación de tecnologías limpias de proceso o cambios en las materias primas que reducen los efluentes y residuos generados en origen.

En temas de envasado, se desarrollarán y utilizarán materiales biodegradables que pueden ser descompuestos en sustancias inertes por medio de microorganismos, enzimas, etc., así como el empleo de materiales de envasado reciclables, apoyados fundamentalmente en los avances en seguridad, trazabilidad, migración, contaminación, etc.

Serán también prioritarias las tecnologías dirigidas a la recuperación y el desarrollo de nuevas aplicaciones de compuestos de inte-

rés presentes en vertidos y residuos sólidos de la industria agroalimentaria, así como la valorización energética de residuos y lodos a través del desarrollo de equipos e instalaciones de valorización energética de alto rendimiento.

En general, la mejora en la gestión de procesos llevará al desarrollo de instrumentación para el control ambiental y de medición del impacto ambiental de sistemas productivos en la empresa agroalimentaria.

CARACTERIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y RESIDUOS

Otro grupo de tecnologías de interés lo constituyen aquellas dirigidas al tratamiento de los residuos y efluentes, una vez que éstos han sido producidos.

Para ello, será esencial el desarrollo de técnicas rápidas de análisis para la caracterización y tratamiento de residuos y vertidos en función de su tipología (orgánicos, plásticos, etc.).

El tratamiento posterior exige la mejora de las tecnologías de tratamiento y descontaminación de efluentes que posibiliten el «cierre del circuito» y la reutilización del agua, así como la reducción del volumen de residuos.

TENDENCIA 5, LEGISLACIÓN Y NUEVOS PRODUCTOS

La legislación, como factor impulsor o ralentizador de la aplicación industrial de nuevas tecnologías y, en menor medida, de su desarrollo, se constituye como un elemento que, siendo externo a la empresa agroalimentaria, es un agente fundamental en la relación de ésta con los procesos de innovación (gestión, tecnológicos, etc.).

Por otro lado, las empresas deben intentar influir, del modo más directo posible, en la generación de normativas, a través de la participación en los instrumentos de comunicación que originan éstas. Por ejemplo, a través de la propuesta de determinados proyectos en el marco de los

CONCLUSIONES

Se han llevado a cabo una serie de trabajos encaminados a determinar las tecnologías que tendrán mayor impacto en el futuro tecnológico del sector agroalimentario. Estas tecnologías se pueden agrupar en seis grandes tendencias, que marcarán el desarrollo no sólo tecnológico, sino también económico y social del sector.

Las tendencias, ligadas unas a las otras, tienen en cuenta los distintos agentes que intervienen en el sector. Así, las demandas del consumidor y la sociedad marcarán determinadas tecnologías encaminadas a favorecer la seguridad y sanidad de los productos alimentarios, pero también a que las empresas del sector adopten las estrategias adecuadas para participar activamente en la protección del medio ambiente, que va a imperar en los próximos años.

Otras demandas vienen originadas por la propia evolución tecnológica y la adaptación de la empresa a los nuevos desarro-

llos, como la aplicación de nuevas tecnologías de conservación, tecnologías de automatización, o la utilización y el desarrollo de nuevos productos alimentarios intermedios. Las tecnologías de la información, transversales a todos los sectores, tienen su influencia en la evolución futura de la industria agroalimentaria en cuanto a su aplicación en los sistemas de trazabilidad y en la gestión integral de la empresa. Por último, toda evolución tecnológica del sector deberá estar enmarcada en un nuevo contexto legislativo y normativo, del que cabe destacar el desarrollo e inicio de actividad de las agencias de seguridad alimentaria.

La industria alimentaria deberá comenzar a planificar, en el medio y largo plazo, para adaptarse a estos cambios, de modo que pueda transformar la amenaza de la incertidumbre que siempre tiene el futuro en una ventaja competitiva que le permita utilizar los cambios en su favor.

BIBLIOGRAFÍA

CONSEJO SUPERIOR DE CÁMARAS DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE ESPAÑA (1998): *Perspectivas Empresariales en Europa y España 1997-1998*, n.º 1/98, Servicio de Estudios Económicos, Madrid.

Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas, n.º 16, junio 2000. Productos alimentarios intermedios (PAI).
EOI, AINIA, ASCAMM, CIEMAT, CITMA, ICT, INASMET, INESCOP, IQS (1999): «Primer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial. Futuro Tecnológico en el Horizonte del 2015».
FUNDACIÓN OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIAL (OPTI) (2000): «Segundo Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial. Futuro Tecnológico en el Horizonte del 2015».
HOMEWORKING REPORT. 15 de enero de 2002. Datamonitor, Ref. DMCM0077.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) (2000): *Estadística sobre las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D)*.
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2000): *Cuadernos de Información Económica sobre la Industria Agroalimentaria*, n.º 11, primer semestre.
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2000): *Hechos y cifras del sector agroalimentario español*.
OPTI, AINIA, ASCAMM, CIEMAT, CITMA, ICT, INASMET, INESCOP, IQS (2001): «Tercer Informe de Prospectiva Tecnológica Industrial. Futuro Tecnológico en el Horizonte del 2015».
OPTI, MCYT, CDTI, AINIA, CITMA (2002): *Agroalimentación: tendencias tecnológicas a medio y largo plazo*.