

APORTACIONES DE LA INGENIERÍA QUÍMICA AL DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

✉ Manuela Ruiz Domínguez y M^a Montaña Durán Barrantes.
Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Sevilla.

La industria alimentaria se ocupa de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos, productos destinados al consumo humano y animal. Las materias primas de esta industria consisten principalmente en productos de origen vegetal (agricultura), animal (ganadería) y fúngico. Este sector industrial tiene actualmente un peso considerable en el contexto de la industria española, posicionándose como el primero de la economía nacional y el quinto de Europa [1,2]. En la Figura 1 se recogen algunos ejemplos de alimentos y bebidas producidos y comercializados por empresas españolas, de gran repercusión internacional.



INTRODUCCIÓN

Según el Informe Económico elaborado por la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB), este sector cerró 2009 con unas ventas netas por valor de 84.622 millones de euros, lo que supone el 14% de las ventas netas del total de la industria y el 8% del PIB español. Está integrado por un total de 30.650 empresas que ofrecen empleo a 460.075 personas (el 17% del empleo industrial total).

En lo que respecta al mercado exterior, las exportaciones de alimentos y bebidas alcanzaron en 2009 los 15.052 millones de euros, mientras que las importaciones se situaron en 14.786 millones, por lo que la balanza comercial arrojó un saldo positivo de 266 millones de euros. El gasto del sector en I+D+i crece también en los últimos años, alcanzando 35 millones de euros en 2008 (últimos datos disponibles). La inversión española del sector en el exterior alcanzó los 145 millones de euros, representando el 10% de la inversión exterior de la industria española. El sector de alimentación y bebidas también atrajo 225 millones de euros de inversión foránea [2].

La industria de la Alimentación y Bebidas mantuvo su cifra de negocio en 2010, alcanzando una facturación total de 85.075 millones de euros. Con este dato el sector muestra su solidez a pesar de la crisis

económica, puesto que experimentó tan sólo un leve descenso del 0,19% comparado con la facturación del 2009 [2]. Esta cifra de negocio se ha visto favorecida por el continuo incremento en el valor de las exportaciones. Por otro lado, la fortaleza del sector se corrobora por ser el menos afectado por la crisis, con una caída del Índice de Producción Industrial en 2009 del 0,7% frente al 16,2% de caída total para el mismo año.

La industria alimentaria se caracteriza, sobre todo, por las especiales restricciones que impone la naturaleza biológica de sus materias primas y el destino biológico de sus productos, además de la heterogeneidad de los distintos subsectores que comprende: industrias extractoras, conserveras, de fermentación, etc. Es un sector que se enfrenta a factores específicos, como son:

- las fluctuaciones de la materia prima (el carácter variable de las materias primas y la dependencia de éstas de las condiciones climáticas),
- las restricciones debidas al carácter “vivo” de las materias primas y de los productos (se pueden producir alteraciones durante el periodo de post-recolección o post-mortem),
- las condiciones específicas de comercialización de los productos,
- la complejidad creciente de los procesos tecnológicos (puede haber alteraciones durante el periodo de fabricación),



Figura 1. Competencias de la ingeniería de alimentos.

Los cambios experimentados en los sistemas de producción, conservación y distribución de los alimentos a lo largo de la historia, han generado la necesidad de disponer de profesionales capaces de afrontar con éxito dichos cambios.

- las condiciones higiénicas y sanitarias (hay que mantener la seguridad alimentaria del producto final).

Son, por tanto, objetivos prioritarios de esta industria la elaboración higiénica de los alimentos y su conservación en el tiempo, sincronizada con el carácter generalmente perecedero de los alimentos. En este sentido, a excepción de la farmacéutica, es la industria que está sometida a más controles y normas por parte de los organismos públicos.

Pero, al mismo tiempo, se trata de una empresa industrial, con su correspondiente papel económico, consistente en agregar valor a la materia prima y en generar y mantener puestos de trabajo, es decir, obtener beneficios.

El desarrollo de los sectores productivos vinculados al área de alimentos no es posible, por tanto, sin la existencia de profesionales con una formación adecuada y una capacitación específica en las áreas de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos.

A todo esto hay que añadir que, en la actualidad, el sector industrial alimentario está sujeto a profundos cambios como consecuencia de la internacionalización de la economía, de los avances tecnológicos, de la concentración de la demanda en las cadenas de distribución y de las crecientes exigencias de los

consumidores que reclaman alimentos sanos y de calidad. Los estilos de vida actual (la incorporación de la mujer al mercado laboral, el envejecimiento de la población, el auge de la alimentación fuera del hogar, entre otros) han generado distintos perfiles de un consumidor exigente, informado y con muchas posibilidades de elección. Esta situación en la que se ve envuelto, obliga al sector industrial alimentario a la búsqueda de mayores niveles de competitividad y productividad, pero sobre todo a apostar por la diferenciación en los mercados a través de la calidad y la innovación.

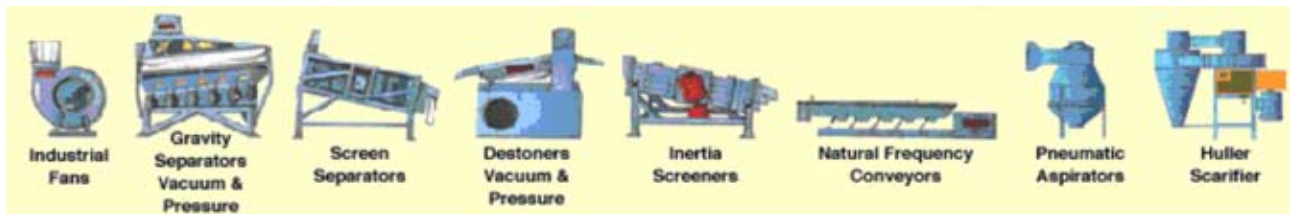
Este nuevo escenario competitivo surgido de la globalización de la economía, la emergencia de la sociedad de la información o los avances constantes en la ciencia y la tecnología implican un desafío añadido para todos los sectores económicos en su dependencia de una mano de obra altamente cualificada. En este contexto, la formación continua de sus empleados es una de las maneras más exitosa de afrontar estos desafíos.

La Tecnología de Alimentos: concepto y evolución

Los cambios experimentados en los sistemas de producción, conservación y distribución de los alimentos a lo largo de la historia, han generado la necesidad de disponer de profesionales capaces de afrontar con éxito dichos cambios. Poco a poco, en el seno de las disciplinas científico-técnicas, han ido surgiendo líneas de investigación y de estudio orientadas a dar respuesta a los problemas específicos que se plantean en los procesos industriales de producción y de conservación de los alimentos. Las distintas líneas confluyen en las llamadas Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Todas las definiciones que se pueden recoger en torno al concepto de ambas materias coinciden en resaltar el aspecto básico y fundamental de la Ciencia de los Alimentos y el aspecto aplicado de la Tecnología de Alimentos. Así, Powers (1991) define la Ciencia de los Alimentos como la *disciplina que trata, principalmente, de adquirir los conocimientos para dilucidar el curso de las distintas reacciones y cambios que se producen en los alimentos por procesos de manipulación, tanto naturales como inducidos*, mientras que la Tecnología de Alimentos es la *aplicación de los principios y hechos de la ciencia, ingeniería y matemáticas al procesado, conservación, almacenamiento y utilización de los alimentos* [3].





En el mismo sentido se pronuncia el Institute of Food Science and Technology [4] que definió en 1992 la Ciencia de los Alimentos como la disciplina que utiliza las ciencias biológicas, físicas, químicas y la ingeniería para el estudio de la naturaleza de los alimentos, las causas de su alteración y los principios en que descansa su procesado, y la Tecnología de los Alimentos como la aplicación de la Ciencia de los Alimentos para la selección, conservación, transformación, envasado, distribución y uso de los alimentos nutritivos seguros.

A pesar de los esfuerzos por definir ambas disciplinas, la propia historia se ha encargado de unir las, ya que ninguna de ellas tendría sentido sin la otra. Pero, a la vez, hay que señalar que tanto la Ciencia como la Tecnología de los Alimentos son áreas claramente interdisciplinarias en las que otras tantas áreas del saber aportan sus conocimientos para que éstas avancen. Entre otras, la Ingeniería, la Química, la Microbiología, la Física o la Economía.

En la Figura 2 se muestran algunos ejemplos de equipos y tecnologías desarrolladas en el seno de la Ingeniería para otras aplicaciones industriales, que se han adaptado a los procesos de elaboración y conservación de alimentos, permitiendo el avance y evolución de dichos procesos.

El principal objetivo de la Ciencia y la Tecnología de Alimentos es el abastecimiento de alimentos sanos y nutritivos para el hombre. Hay que mantener el valor nutritivo de los alimentos para asegurar el buen estado de salud de la población y, al mismo tiempo, producir la cantidad necesaria de los mismos para

alimentar a núcleos numerosos de población, aplicando el método de conservación adecuado para evitar la alteración, química, física o microbiológica de cada alimento hasta el momento de su consumo. Pero, a la vez, hay que investigar nuevos métodos de elaboración y conservación de alimentos más adaptados a las demandas actuales.

La producción industrial de alimentos es un sector en permanente cambio. Entre los retos a los que se enfrenta hoy en día la Tecnología de Alimentos en los países desarrollados están la obtención en el mercado de productos alimenticios específicos de determinados grupos de población (diabéticos, ancianos, vegetarianos estrictos, celíacos, etc), así como la obtención de alimentos a partir de materias primas no utilizadas antes en la alimentación humana con carácter general como las proteínas vegetales texturizadas, proteína unicelular, componentes minoritarios con carácter antioxidante, etc. Esto sólo es posible con una tecnología en constante evolución y, como complemento a esta actividad tecnológica, con el desarrollo del proceso de Gestión de la Calidad y todo lo que ello conlleva.

En un estudio de prospectiva tecnológica en el sector agroalimentario, dirigido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (2002), para el que se ha contado con la colaboración del OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial), del AINIA (Instituto Tecnológico Agroalimentario), del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y del CITMA (Centro de Innovación Tecnológica del Medio Ambiente), se analiza cuál será el horizonte a medio y largo plazo previsible hasta el 2015, en función de

Figura 2- Equipo de operaciones unitarias y logística en la industria de alimentos.

Figura 3:
Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo identificadas en el sector agroalimentario según el Programa de Prospectiva dirigido por el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial.



los resultados obtenidos [5]. En dicho estudio, se establecen los siguientes objetivos:

1. Visión del entorno competitivo y naturaleza de las tecnologías futuras.
2. Tecnologías que tendrán más impacto (tendencias).
3. Cuáles de ellas serán tecnologías clave para alcanzar estos retos.
4. Indicadores para medir este progreso y recomendaciones para su materialización.

En la Figura 3 se esquematizan las principales tendencias que se identificaron en el sector.

Como resumen se puede establecer que, en relación a las demandas del consumidor a satisfacer, se incluyen las relativas a información, calidad y seguridad, así como las que derivan de los cambios en el modo de vida que están teniendo lugar. Las demandas se extienden a cubrir las necesidades nutricionales y dietéticas de cada consumidor en particular. En control de calidad se conocerán con exactitud los diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos, así como su interacción, esto es, la combinación proceso-alimento-envase, que determinan la calidad de distintos productos alimentarios.

Respecto a la presentación del producto, se introducirán nuevos materiales con nuevos diseños y tecnologías aplicados a productos tradicionales, etiquetas con información precisa e individualizada, así como la utilización de nuevos métodos de etiquetado más

veloces y mejorados que los actuales. Mientras que, en el desarrollo de procesos industriales, tanto las tecnologías emergentes como las ya existentes se orientan hacia la utilización de procesos asépticos debido a las demandas del consumidor de productos más genuinos y naturales con reducción de conservantes; mejora de los alimentos de IV y V gama para dotarlos de mayor vida útil a temperatura ambiente y obtención de nuevos productos con propiedades organolépticas mejoradas y de envases activos que aprovechan las posibles interacciones entre el envase, el alimento y el entorno para mejorar la salubridad y calidad del alimento y aumentar su vida útil.

La innovación en las tecnologías de producción y automatización se enfocan hacia las mejoras en el ámbito de las tecnologías de separación (nuevas membranas con mayor selectividad y duración, membranas con propiedades similares a las membranas biológicas, ...); de las tecnologías de extracción y obtención (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); tecnologías de fermentación y maduración (cultivos iniciadores específicos en procesos alimentarios, contribuyendo a las características organolépticas del producto y con efecto protector frente a microorganismos patógenos); tecnologías enzimáticas (incremento del número de enzimas con características específicas que mejoren los procesos de producción y/o el producto final); otras técnicas de producción como la atomización, liofilización, microencapsulación, recubrimientos, etc., que



se extenderán a nuevos productos alimentarios; y técnicas de modelización y simulación que permitan predecir el efecto de las combinaciones de diferentes factores inhibidores sobre el desarrollo de los microorganismos, lo cual acelera el desarrollo e implantación de nuevas aplicaciones industriales.

En innovación de productos, aparte de la elaboración de alimentos funcionales (alimentos 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), destaca el desarrollo de nuevos productos intermedios que mejoren las condiciones de la cadena de producción o que cumplen unas funciones específicas en los alimentos por lo que se les incorpora en los procesos de elaboración, dando lugar a un incremento en el valor añadido.

El esbozo realizado de la historia y del estado presente de la Tecnología de Alimentos ha puesto de manifiesto que esta área de conocimiento compagina un amplio abanico de contenidos, difíciles de obviar en la enseñanza y desarrollo de esta materia tan particular.

El papel de la Ingeniería Química en el procesado de alimentos

La obtención industrial de alimentos de máxima calidad implica realizar una serie de operaciones sobre

las materias primas que permitan su conversión en alimentos aptos para el consumo humano.

En la práctica, el procesado de alimentos es una labor que abarca todas las operaciones, lo que dificulta la formación de los profesionales. Algunas enseñanzas se centran en el llamado “enfoque del producto” y analizan la evolución de una materia prima desde el comienzo hasta el final; por ejemplo, de la leche al queso. Otras aplican un “enfoque de operaciones unitarias”, dando prioridad a los aspectos de ingeniería. Cada vez más, encontramos bibliografía y enseñanzas que demuestran la interacción entre los aspectos ingenieriles, químicos, microbiológicos y sensoriales de la manufactura de alimentos.

Las distintas transformaciones a las que se someten las materias primas alimentarias se realizan en una serie de equipos, siendo necesario que cada etapa esté bien diseñada para que el producto sufra el mínimo deterioro. Cada una de estas etapas constituye una operación básica o unitaria y el cálculo y diseño eficiente de las mismas es el fin primordial de la Ingeniería Alimentaria [6].

El estudio sistémico de las operaciones básicas arranca de la Ingeniería Química, donde se desarrollaron las herramientas de cálculo necesarias para abordar dicho estudio. Posteriormente, todos estos conocimientos se han ido adaptando a la naturaleza singular y distintiva de las materias primas sobre las que se aplican.



Figura 4: Tecnología de procesos en la industria alimentaria.

La Ingeniería de Alimentos o Ingeniería Alimentaria se concibe, por tanto, como una disciplina cuya función es el estudio y desarrollo de la transformación de materias primas de consumo humano en productos con una vida útil más prolongada, sin que pierdan su valor nutritivo [7], siendo propios de la Ingeniería Alimentaria el estudio de las:

- Operaciones de transferencia de cantidad de movimiento.
- Operaciones de transferencia de calor.
- Operaciones de separación o de transferencia de masa.
- Ingeniería de procesos.
- Simulación y control de procesos.

No se puede entender el procesado de alimentos sin la caracterización reológica de los fluidos alimentarios, sin la aplicación de balances de materia y energía, sin la aplicación de operaciones básicas de transporte de cantidad de movimiento (agitación, etc.), operaciones básicas de transmisión de energía (incluyendo el cálculo de coeficientes de transferencia), operaciones unitarias basadas en la transferencia simultánea de calor y materia, etc.

La complejidad de los procesos modernos de manufactura de alimentos y la importancia que se le otorga a la calidad exigen entender mejor la función de las propiedades de los materiales constitutivos de los alimentos sólidos y semisólidos, incluyendo sus propiedades mecánicas. La mayor parte de los materiales alimenticios se transportan por medio de bombas en alguna etapa de su procesado o envasado, por lo que sus características de flujo son importantes para determinar la potencia que se necesita para el bombeo, el tamaño de la tubería y de qué manera se relacionan con las propiedades sensoriales como la textura de los alimentos. El comportamiento de flujo es también importante para diseñar procesos y operaciones. Por ejemplo, establecer si el flujo es laminar o turbulento es esencial en el diseño de un cambiador de calor. Finalmente, las propiedades reológicas también sirven como medio para controlar o monitorear un proceso. Así, la viscosidad aparente de un alimento disminuye durante la hidrólisis enzimática o aumenta durante la desnaturalización de proteínas [8].

Las tecnologías térmicas han sido el corazón de la conservación y producción de alimentos durante muchos años. La temperatura es uno de los principales mecanismos que puede aplicar el procesador de alimentos para suministrar productos alimentarios

comercialmente estériles, es decir libres de microorganismos patógenos y de aquellos que puedan producir deterioro durante su vida comercial. Pero también el calor es una herramienta que produce cambios en la textura y estructura en los productos, por lo que operaciones como el asado, horneado o la fritura permiten cubrir otras demandas de los consumidores actuales [9].

El diseño óptimo de una operación de tratamiento térmico para la obtención de alimentos seguros, sólo es posible tras un adecuado conocimiento de la composición y de la microbiología de los alimentos, así como de los cambios que se producen en los mismos al aplicar calor, y de la cinética de estos cambios. Pero tan necesario como éste, es el conocimiento de los mecanismos de transferencia de calor así como del funcionamiento y diseño de los equipos donde se producen estos mecanismos de transferencia. Hablar de esterilización y pasteurización es también hablar de intercambiadores de calor, de sistemas de inyección de vapor, de sistemas de medición y control de la temperatura o la presión y es hablar de modelización y simulación.

La tendencia actual, sin embargo, es la de minimizar el impacto térmico de los procesos alimentarios. En este sentido, las investigaciones se dirigen hacia técnicas y equipos de esterilización que ofrezcan un ambiente de calentamiento menos hostil, acompañado en muchos casos de la aplicación de una sobrepresión. Este hecho, junto con la búsqueda de otros métodos de conservación distintos a la aplicación de calor, ha dado lugar a la necesidad de desarrollar nuevos envases capaces de soportar estas condiciones de trabajo. La disponibilidad de nuevos materiales para el envasado, ha creado una demanda de productos de comportamiento reológico diverso, que pueden contener grados diferentes de material particulado y, por lo tanto, la necesidad de diseños de nuevos intercambiadores de calor [9].

Pero también las tecnologías no térmicas están emergiendo y pueden ofrecer en un futuro cercano una alternativa viable para la pasteurización y esterilización de alimentos envasados. Ejemplos de tales tecnologías son las basadas en la aplicación de altas presiones o de campos eléctricos pulsados.

A pesar de lo establecido anteriormente, el hecho de manejar materiales complejos tanto desde el punto de vista de su composición química como de su comportamiento (ya que son sustancias degradables por deterioro microbiano, por reacción química y enzimática), hace que la Ingeniería Alimentaria presente determinadas características específicas que



la diferencian como rama bien definida de la Ingeniería Química.

El problema de diseño de las industrias agroalimentarias es, por tanto, mucho más complejo que el de otras industrias, debido a los componentes diferenciales que presentan los alimentos frente a otros tipos de productos. Se deben conjugar los principios básicos de diseño, un plan eficiente de flujo de materiales y de personas, una distribución efectiva de las instalaciones y una eficiente operación de proceso con el carácter biológico y perecedero de las materias primas y de los productos.

El ingeniero desde siempre ha distribuido la planta industrial, las operaciones que se desarrollan en ella, y ha manejado los materiales empleados en dicha planta. Pero en la industria alimentaria la panorámica se amplía, teniendo que prestar una atención especial a la naturaleza de la materia prima y del producto. El producto se convierte en la base del diseño de la planta y por lo tanto del proceso. Ingeniero e industrial deben estar al corriente de las normas y reglamentaciones en vigor para anticiparse a las demandas cada vez más exigentes en materia de higiene, de seguridad y de protección del medio ambiente.

La Ingeniería de Alimentos a nivel de estudios universitarios

El Institute of Food Technologists-IFT [10] fundado en los Estados Unidos en 1939, asociación de profesionales en ciencia, ingeniería y tecnología de alimentos más importante del mundo, ha tenido una gran influencia en el desarrollo de los currículos en Ciencia y Tecnología de alimentos en las universidades de Estados Unidos y Canadá. Desde su comienzo estableció cuatro objetivos referentes a la educación, a saber:

- Hacer énfasis en las ciencias fundamentales y los aspectos tecnológicos e identificar su aplicación a los productos.
- Crear una disciplina de ingeniería de alimentos sobre una base cuantitativa, en vez de una base cualitativa.
- Desarrollar un modelo curricular con estándares educativos suficientes para cumplir una acreditación.
- Tener reconocido el nuevo campo de la Tecnología de Alimentos a la par de otros campos existentes de la Ciencia y la Ingeniería.

En 1992, el IFT inició el estudio de la reforma de los estándares pero hasta 1996 no se aprobaron los estándares mínimos del currículo para estudiantes no graduados, los cuales han contribuido al desarrollo de este campo durante los últimos años. El mayor cambio incluyó reformas al currículo e introdujo un curso de estadística, además de dar énfasis al desarrollo de habilidades de comunicación oral y escrita, de pensamiento crítico y de computación. A pesar de esos cambios, surgieron nuevos requerimientos por parte de los empleadores y de los estudiantes egresados, quienes sugirieron que se reorganizaran las habilidades que debe poseer un recién licenciado para enfrentarse al campo industrial.

En España, surge en los años 90 el título oficial de Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de 2º ciclo, con enseñanzas orientadas a proporcionar una formación científica adecuada en los aspectos básicos y aplicados de los alimentos y sus propiedades, así como en la producción y elaboración para su consumo. Son contenidos básicos de este título (Directrices generales propias: BOE 20 de noviembre de 1990):

- química y bioquímica de los alimentos,
- bromatología y nutrición,
- producción de materias primas,
- economía y gestión en la empresa alimentaria,
- higiene de los alimentos y salud pública,
- tecnología alimentaria,
- normalización y legislación.

El acceso a estos estudios de segundo ciclo se realiza tras la superación del primer ciclo de uno de estos estudios: Licenciado en Farmacia, Veterinaria, Medicina, Biología, Química, Ciencias del Mar o en Biotecnología, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero de Montes e Ingeniero Químico, así como quienes hayan superado los estudios conducentes al Título de Ingeniero Técnico en Industrias Agrarias y Alimentarias, Ingeniero Técnico en Hortofruticultura y Jardinería, Ingeniero Técnico en Explotaciones Agropecuarias, Ingeniero Técnico en Industrias Forestales, Ingeniero Técnico Industrial (Química Industrial) y Diplomado en Nutrición Humana y Dietética.

El título surge de la necesidad de disponer de especialistas en temas relacionados con las propiedades de los alimentos, su elaboración y conservación, así como en la relación entre alimentos y salud. En este sentido, la titulación capacitará para realizar actividades de gestión y control de calidad de procesos





Figura 5: Equipos de fermentación nivel industrial y de plantas pilotos.

y productos, desarrollo e innovación de procesos y productos, seguridad alimentaria, asesoramiento legal, científico y técnico.

Estos estudios se desarrollan en Facultades de Farmacia y Veterinaria (profesionales de amplia tradición en el desempeño de las labores de control de calidad, inspección y seguridad en centros de producción agrícola y ganadera y en los sistemas de distribución y comercialización de alimentos) junto con Escuelas Politécnicas Superiores y Facultades de Química o de Ciencias (por la tradicional implantación en estas Facultades de los estudios de Ingeniería Química o de Química Industrial).

Un ejemplo significativo de la implantación, desarrollo y evolución de este tipo de estudios lo encontramos en la Universidad Politécnica de Valencia, cuyo título de Licenciado en Ciencia y Tecnología de Alimentos contemplaba no sólo los aspectos más relacionados con la nutrición, la microbiología y la higiene y seguridad de los alimentos, sino también todos los relacionados con la ingeniería de procesos y productos y con la descripción de los principales sectores productivos de la industria alimentaria.

En la actualidad, muchos de estos centros universitarios ofertan ya títulos en el ámbito de la Tecnología de los Alimentos, adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior. En el presente curso, se ofertan

diversos Grados y Másteres Universitarios [11] con un perfil formativo propio de un profesional de la industria alimentaria.

Algunos de estos Títulos desarrollan itinerarios curriculares más relacionados con la seguridad alimentaria y con aspectos de calidad tanto del proceso como del producto ya formulado (Universidades de Burgos, Cádiz, Córdoba, Autónoma de Barcelona, Jaén, País Vasco,...); también sobre las aplicaciones de la Biotecnología a la elaboración y conservación de los alimentos (entre otras, las Universidades de Almería, de Oviedo, Pablo de Olavide, Girona, ...) y en las labores relacionadas con la gestión, (por ejemplo, en la Universidad de Lleida). Pero también encontramos formaciones específicas en el ámbito de la Ingeniería de Alimentos (Universidad Politécnica de Valencia o Universidad de Vigo).


En general, los ingenieros de alimentos son entrenados para solucionar problemas de carácter tecnológico, relacionados con la industria de los alimentos. Entre los principales problemas a los que se enfrentan están todos los relacionados con la seguridad, tanto a lo largo de la cadena de producción como durante la distribución de los alimentos. La resolución y control de este tipo de problemas debe hacerse también desde una perspectiva ingenieril, ya que implica no sólo el conocimiento y dominio de la Microbiología como herramienta de evaluación y



mejora de la seguridad alimentaria en tecnologías productivas tradicionales y emergentes, sino también el avance en los métodos de detección de contaminantes, en el desarrollo de nuevas tecnologías de producción y de los sistemas de control así como en los materiales y tecnologías de envasado.

El profesional que se forma en una de estas titulaciones, no sólo se incorpora al mercado que ofrecen las empresas de alimentos, sino que también está capacitado para participar en proyectos de inversión, de diseño de productos y desarrollo de tecnología, en laboratorios de control de calidad e inspección y en labores de asesoramiento.

Este profesional puede ocuparse de una amplísima relación de trabajos de ingeniería e instalaciones, desde la fabricación de maquinaria a medida hasta el desarrollo de cualquier proyecto de ingeniería industrial. Así, actualmente, encontramos ya empresas (grupo Invema S.L., Viferma, etc) que ofrecen servicios de diseño de proyectos de ingeniería aplicados a la industria alimentaria, fabricación de máquinas para industrias alimenticias e instalación de salas completas [12, 13].

Proyectar, planificar, calcular y controlar las instalaciones, maquinarias e instrumentos de establecimientos industriales y/o comerciales en los que se involucre fabricación, transformación y/o fraccionamiento y envasado de productos alimenticios contemplados en la legislación vigente; controlar todas las operaciones intervinientes en los procesos industriales de fabricación; diseñar, implementar y controlar sistemas de procesamiento industrial de alimentos; investigar y desarrollar técnicas de fabricación, transformación y/o fraccionamiento y envasado de alimentos, destinadas al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y materias primas; supervisar todas las operaciones correspondientes al control de calidad de las materias primas a procesar, los productos en elaboración y los productos elaborados en la industria alimentaria; establecer las normas operativas correspondientes a las diferentes etapas del proceso de conservación, almacenamiento y comercialización de los productos alimenticios contemplados en la legislación vigente; participar en la realización de estudios relativos a saneamiento ambiental, seguridad e higiene, en la industria alimentaria; realizar asesoramientos, peritajes y arbitrajes relacionados con las instalaciones, maquinarias e instrumentos y con los procesos de fabricación, transformación y/o fraccionamiento y envasado utilizados en la industria alimentaria, etc., son sólo algunos de los ejemplos de actuaciones en la que se pueden ver involucrados estos ingenieros. 

BIBLIOGRAFÍA

[1] Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.mapa.es/es/alimentacion/alimentacion.htm>

[2] Informe Económico FIAB 2010. Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.fiab.es/es/industria/industria.asp>

[3] Powers, J.J. (1991). Food Science and Technology: Definition and Development. Handbook for food science and technology, 4º vol. VCH Publishers. Weinheim.

[4] Institute of Food Science & Technology [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.ifst.org/>

[5] del Pino, A.; Khayat, N.; Villarán, C.; Sánchez, A.; Morato, A. Agroalimentación. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo. Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. Ministerio de Ciencia y Tecnología [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.opti.org/publicaciones.asp>

[6] Ibarz, A.; Barbosa-Cánovas, G.V. (2005). Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos. Editorial Mundi-Prensa.

[7] http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_Alimentaria [citado marzo 7, 2011].

[8] Sharma, S.K.; Mulvaney, S.J.; Rizvi, Syed S.H. (2003). Ingeniería de Alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Editorial Limusa-Wiley.

[9] Richardson, P., ed. (2001). Tecnologías térmicas para el procesamiento de los alimentos. Editorial Acriba.

[10] Institute of Food Technology [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.ift.org/>

[11] Registro de Universidades, Centros y Títulos. Ministerio de Educación, Ciencia e Innovación [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.educacion.es/ruct/admin/listaestudios.do?actual=estudios>

[12] Grupo Invema S.L. Ingeniería para la industria alimentaria [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.invemasl.com/>

[13] Viferma. Empresa de ingeniería y construcción de maquinaria [citado marzo 7, 2011]. Disponible en Internet: <http://www.viferma.es/e-materiales>.

