

NANOTECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Por Licda. Leticia Almengor, manahaim@ufm.edu

RESUMEN

La nanotecnología en el mundo alimentario, tiene su aplicación en áreas como la calidad y la seguridad alimentaria, el desarrollo de nuevos productos y el envasado. Esta aporta propiedades funcionales mejoradas, por ejemplo que alimentos con bajo contenido en sodio den un sabor salado. También puede contribuir a la mejora en el control de calidad de espumas y emulsiones. La formación de nanopartículas, nanoemulsiones y nanocápsulas, permitirá mejorar el valor nutricional de los productos y mejorar su absorción en el cuerpo, de forma que la biodisponibilidad y dispersión de los nutrientes de interés aumente.

DESCRIPTORES

Nanotecnología. Industria Alimentaria. Biodisponibilidad. Dispersión de Nutrientes. Empaques mejorados.

ABSTRACT

Nanotechnology in food environment has its application in areas like the quality and food security, development of new products and packaging. This contributes to improve functional properties, for example foods with low sodium content that have a salty flavor. Also it can contribute to the improvement in control of quality of foam and emulsions. The formation of nanoparticles, nanoemulsions and nanocapsules, will allow to improve the nutritional value of products and to improve its absorption in the body, so that the bioavailability and dispersion of the interest nutrients increase.

KEYWORDS

Nanotechnology. Food Industry. Bioavailability. Nutrient dispersion. Improved packages.

PRESENTACIÓN

La nanotecnología y sus múltiples aplicaciones en muy diversos campos de la industria es uno de los temas de estudio y análisis obligado en las instituciones académicas superiores. En países en desarrollo como el nuestro, la implementación de productos industriales con base nanotecnológica podría constituir una vía al desarrollo. Es por ello que el esfuerzo que las universidades comienzan a realizar en este sentido merece todo el apoyo institucional a lo interno de cada institución y el soporte gubernamental, tanto financiero como promocional, para que el interés de la industria permita desarrollar nuevos campos de aplicación e innovación de productos.

El campo de la industria alimentaria y sus aplicaciones en nanociencia y nanotecnología es uno de los puntos de la agenda obligada para el desarrollo del sector, que beneficiaría tanto al consumidor local como a la economía nacional al permitir al país competir a nivel internacional, con productos alimenticios innovados.

Uno de los propósitos que persigue el presente documento es aportar ideas teóricas sobre la nanotecnología en los alimentos. En este sentido, las alumnas de tercer año de la Escuela de Nutrición de la Universidad Francisco Marroquín, realizaron en el curso de Higiene y Conservación de Alimentos una mesa redonda en relación con las nuevas tecnologías de punta en la Industria Alimentaria sobre Nanotecnología. La actividad estuvo coordinada por la Licda. Leticia Almengor, docente del curso.



Constituye este artículo una oportuna y completa reseña monográfica de mucho interés para los docentes y estudiantes relacionados con el área de salud, alimentos y en general de la industria, que buscan a través de la investigación la elaboración de mejores productos alimenticios y aplicación de tecnología de punta, tal el caso de la nanotecnología.

EL EDITOR

NANOTECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

INTRODUCCIÓN

La **Nanotecnología** estudia y trabaja en general con estructuras y materiales que tienen generalmente un tamaño de 1 y 100 nanómetros de tamaño. El interés de la nanotecnología radica en el hecho de que ese pequeño tamaño conlleva propiedades físicas y químicas que difieren significativamente de las habituales a mayor escala. Un nanómetro (nm) es un metro dividido en un millón de partes. Para comprender mejor la escala en la que actúan las nanopartículas basta decir que el diámetro de un pelo humano es 100.000 veces más grande que un nanómetro.

La Nanotecnología en la Industria Alimentaria tiene su aplicación en áreas como la calidad y la seguridad alimentaria, el desarrollo de nuevos productos y el envasado. Esta aporta propiedades funcionales mejoradas, por ejemplo que alimentos con bajo contenido en sodio den un sabor salado. También puede contribuir a la mejora en el control de calidad de espumas y emulsiones. La formación de nanopartículas, nanoemulsiones y nanocápsulas, permitirá mejorar el valor nutricional de los productos y mejorar su absorción en el cuerpo, de forma que la biodisponibilidad y dispersión de los nutrientes de interés aumente.

La Nanotecnología también puede mejorar los procesos de los alimentos que utilizan enzimas para producir beneficios para la salud y nutricionales. La investigación y el desarrollo de la ciencia a escala nano, la de lo más minúsculo, ha tenido un año de gran avance en el ámbito de la seguridad alimentaria. Desde envases alimentarios con menor riesgo de migraciones tóxicas al alimento a técnicas de mejora en la detección de patógenos, la nanotecnología ha ofrecido mejoras en la prevención de riesgos alimentarios.

Se aplica a campos como la seguridad alimentaria, el envasado y el desarrollo de nuevos productos e ingredientes. Esta ciencia tiene la capacidad de Medir, Modelar y Controlar materiales pequeños a niveles atómicos y moleculares. También se apunta a cuatro áreas en las que la nanotecnología tendrá una implementación comercial en los próximos seis años: Envases inteligentes que reaccionan con el ambiente, Nanodispositivos para la seguridad alimentaria que detectarán contaminantes, Ingredientes y Aditivos.

Sin embargo, y por ser un campo todavía emergente, requiere que se apliquen medidas de control en forma de normas, por ejemplo, que protejan a los consumidores.

DETECCIÓN

Puede ser detectado un fraude como la sustitución de una carne animal por una de menor valor económico o harinas cárnicas, para evitar engañar al consumidor, ya sea con la frescura del alimento o con su naturalidad. Del mismo modo que se detecta un fraude, se puede determinar y cuantificar los aditivos, fármacos, plaguicidas, metales pesados o fertilizantes que pueda contener un alimento desde antes de su preparación. Se puede saber si contiene componentes que pueden crear una reacción alérgica a ciertas personas, o si el alimento contiene grasa, cuando supuestamente no debería.

Del mismo modo detecta los materiales que han estado en contacto con el alimento, antes o después de la producción, y determina si contiene microorganismos alterantes y patógenos como bacterias, hongos, levaduras, virus, o parásitos.

Se puede detectar si dentro hay patógenos específicos como la *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* y otros microorganismos cuya presencia en los alimentos y/o la de sus toxinas que puede ser un peligro para la salud de los consumidores.

INDUSTRIA ALIMENTARIA

La Nanotecnología Alimentaria se encuentra aún en fase de ascenso; no obstante por sus numerosas y diversas aplicaciones, entre las que se destacan las siguientes:

- Aseguramiento de la calidad y seguridad alimentaria
- Análisis de composición
- Detección y neutralización de microorganismos alterantes y patógenos
- Contaminantes abióticos
- Detección de factores antinutricionales y alérgenos
- Control de procesos
- Alimentos más saludables, nutritivos y/o con mejores características organolépticas

La aplicación de la nanotecnología en el campo de la alimentación permite la elaboración de alimentos más saludables, más resistentes y de mayor durabilidad. La nanotecnología está adquiriendo cada vez más importancia y debido a sus numerosas y diversas aplicaciones en este campo seguirá avanzando. Esto ocurrirá ya que nos da un aseguramiento de la calidad y seguridad alimentaria, control de procesos como la determinación de azúcares, alcoholes, aminoácidos, ácidos orgánicos. También nos da el aseguramiento de alimentos más saludables, nutritivos y/o con mejores características organolépticas. Otras aplicaciones de la nanotecnología se refieren a la fabricación de pan de molde con omega-3 procedente de pescado, a la mejora de textura de productos lácteos, como el queso, y al control de los olores de los alimentos.

Igualmente proporciona enormes beneficios a la industria y al consumidor y a la mayoría de las investigaciones en este campo dentro del sector alimentario están orientadas a mejorar la salud de los alimentos. La nanotecnología permitirá que se pueda disfrutar de alimentos más saludables, más resistentes y de mayor durabilidad.

NANOFOOD 2004

Trata sobre los desarrollos a nivel mundial de la nanotecnología en la industria alimentaria. Con indicaciones de los usos de la nanotecnología en el procesado de alimentos, lo que esta

limitado a ciertas aplicaciones en el envasado y el desarrollo de productos funcionales mejorados.

También comenta el campo del envasado activo será la aplicación más prometedora de esta tecnología, Con el inconveniente de los precios, que van a dificultar su integración en el mercado mundial. Y apunta a cuatro áreas en las que la nanotecnología tendrá una implementación comercial en los próximos seis años:

- Envases inteligentes que reaccionan con el ambiente
- Nanodispositivos para la seguridad alimentaria que detectarán contaminantes
- Ingredientes
- Aditivos

APLICACIONES REALES

La European Food Safety Authority (EFSA) reconoce que ya ha empezado el exhaustivo estudio caso por caso de todos los materiales utilizados en esta nueva ciencia. Donde han sido aprobados el hidrosol que puede ser utilizado en los complementos alimenticios y el nitruro de titanio, un material en constante contacto con los alimentos.

Aplicaciones prontas en el desarrollo de:

- Nanocompuestos en el área de envasado de alimentos.
 - Entre ellos se tienen nuevos tipos de materiales para envasar platos preparados con propiedades térmicas y biodegradables mejoradas.
- Nanosensores en el campo de la seguridad alimentaria
 - Aseguran la calidad y la seguridad alimentaria con el uso de biosensores (nanochips, microarrays, nariz y lengua electrónicas) se realizan análisis de la composición, estimación de vida útil y la frescura.
 - Así también para la detección y neutralización de microorganismos alterantes y patógenos, aditivos, fármacos, toxinas entre otros contaminantes.
- Nanopartículas y nanoesferas que permiten una mejor encapsulación que la tradicional.
- Nanotubos
 - Material de gran resistencia para el diseño de maquinaria industrial o sensores en empresas agroalimentarias.
- Métodos que permitan caracterizar materiales y polímeros moléculas en nanoescalas.
- Alimentos interactivos, alimentos funcionales, alimentos más saludables, nutritivos
 - Con mejores características organolépticas y reológicas, mejorar la productividad y reducir costos.
- Aportando propiedades funcionales mejoradas
 - Que los alimentos con bajo contenido en sodio sepan salados.

- La formación de nanopartículas, nanoemulsiones y nanocápsulas,
 - Permitirá mejorar el valor nutricional de los productos
 - Mejorar su absorción en el cuerpo, de forma que la biodisponibilidad y dispersión de los nutrientes de interés aumente.
 - También puede contribuir a la mejora en el control de calidad de espumas y emulsiones.

NANOPARTICULAS

Las nanopartículas (Invenia, 2009) son pequeñas porciones de material, típicamente de uno a diez nanómetros de diámetro, que pueden fabricarse a partir de diferentes tipos de materiales (oro, polímeros, materiales magnéticos, etc.).

Estas unidades son más grandes que los átomos y las moléculas. No obedecen a la química cuántica, ni a las leyes de la física clásica, poseyendo características propias. Se sitúan en el corto plazo (Euroresidentes, 2009) como una de las aplicaciones más inmediatas de la nanotecnología con productos y sectores que ya están presentes en el mercado.

Las nanopartículas están avanzando con descubrimientos casi diarios en muchos frentes. Es el caso de los biosensores, las nanopartículas con base hierro contra tejidos cancerosos, etc. En general, la biomedicina y la biotecnología son dos campos muy prometedores de potenciales aplicaciones.

Se precisa información sobre la bioacumulación y los posibles efectos tóxicos de la inhalación y/o ingestión de nanopartículas manipuladas y sus repercusiones a largo plazo en la salud pública. Es muy importante que no solo evalúen los aspectos positivos de la nanotecnología sino también las consecuencias ambientales de la eliminación final de estos materiales (nanopartículas).

Uno de los campos que mayor interés existe en la nanotecnología es el envasado de alimentos. Para esto se trabaja en el desarrollo de nanomateriales con características realzadas que aseguran una mayor protección de los alimentos contra efectos externos mecánicos, térmicos, químicos o microbiológicos.

EMBALAJE

Es un recipiente o envoltura que contiene productos temporalmente y sirve principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

Funciones

- Facilitar la manipulación,
- Proteger el contenido,

- Informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, entre otros.
- Promocionar el producto por medio de grafismos.
- Dentro del establecimiento comercial, el embalaje puede ayudar a vender la mercancía mediante su diseño gráfico y estructural.

Clasificación

- Embalaje primario. Lugar donde se conserva la mercancía; está en contacto directo con el producto.
- Embalaje secundario. Suelen ser cajas de diversos materiales que agrupan productos envasados para formar una unidad de carga, de almacenamiento o de transporte mayor. Puede tratarse de pequeñas cajas de cartoncillo, como la de la imagen, o de cajas de cartón ondulado de diversos modelos y muy resistentes.
- Embalaje terciario. Agrupa varios embalajes secundarios. Los más utilizados son el palé y el contenedor.

Tipos de Embalaje Secundario

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| • Bandeja | • Caja con rejilla incorporada |
| • Box palet | • Caja con tapa |
| • Caja dispensadora de líquidos | • Caja de tapa y fondo |
| • Caja envolvente o Wrap around | • Caja de solapas |
| • Caja expositora | • Cesta |
| • Caja de fondo automático | • Estuche |
| • Caja de fondo semiautomático | • Film plástico |
| • Caja de madera | • Plató agrícola |
| • Caja de plástico | • Saco de papel |

Otros elementos del embalaje son:

- Cantonera
- Acondicionador
- Separador

BIOSENSORES

Son nanodispositivos compactos de análisis, integrados por un elemento de reconocimiento biológico (enzima, orgánulo, tejido, célula, receptor biológico, anticuerpo o ácido nucleico) o biomimético (polímeros de impresión molecular [PIMs], ácidos nucleicos peptídicos [PNAs] o aptámeros) asociado a un sistema de transducción de señal, que permite, empleando el software con los algoritmos apropiados, procesar la señal (eléctrica, óptica, piezoeléctrica, térmica o nanomecánica) producida por la interacción entre el elemento de reconocimiento y la sustancia u organismo que se pretende detectar (analito).

Los biosensores se caracterizan por su alta especificidad, sensibilidad y fiabilidad, su corto tiempo de análisis, su capacidad de multianálisis y para incluirse en sistemas integrados, su facilidad de automatización, su capacidad para trabajar en tiempo real, su versatilidad, la facilidad de su manejo, su portabilidad y miniaturización, su durabilidad y su bajo costo de producción y mantenimiento.

Dentro de los biosensores empleados en la industria alimentaria:

- **Microarrays o biochips (nanochips).** Son pequeños dispositivos que contienen de forma ordenada una colección de moléculas biológicas (ácidos nucleicos, proteínas, anticuerpos o tejidos), ordenadas en dos dimensiones e inmovilizadas sobre un soporte sólido. En los *microarrays* de ADN se inmovilizan fragmentos de material genético monocatenarios (denominados sondas), que pueden ser secuencias cortas de ADN (oligonucleótidos), ADN complementario sintetizado a partir del ARNm de un gen (ADNc) o fragmentos de ADN obtenidos mediante la replicación *in vitro* de moléculas de ADN mediante la reacción en cadena de la polimerasa o PCR (productos de PCR o amplicones); de forma general, los ácidos nucleicos de las muestras a analizar se marcan por diversos métodos (enzimáticos, fluorescentes, radiactivos, etc.) y se incuban sobre el *microarray* con el objeto de que tenga lugar el reconocimiento entre moléculas complementarias (hibridación), que se detecta mediante escáneres, fluorímetros, etc.
- **Nariz Electrónica.** Es un instrumento olfativo artificial que es capaz de realizar análisis cualitativos y/o cuantitativos de una mezcla de gases, vapores y olores, incluso cuando están presentes a concentraciones muy bajas (partes por billón). De forma general, una nariz electrónica consta de un sistema de exposición al aroma (que contiene la muestra a analizar), una cámara de medida (que contiene la matriz con los sensores) y un sistema informático (que registra y procesa los resultados). De los cinco sentidos, el olfato siempre ha sido el más difícil de definir y objetivizar; sin embargo, esto deja de ser un problema con las narices electrónicas, que crean huellas olfativas digitales objetivas, reproducibles y fiables.
- **Lengua Electrónica.** Es un dispositivo con un funcionamiento similar, aunque en este caso la muestra a analizar es un medio líquido, del que se detecta artificialmente su sabor mediante sensores capaces de reconocer y cuantificar los cuatro sabores básicos.

Funciones

- Análisis de composición,
- Estimación de la vida útil y frescura,
- Detección y neutralización de microorganismos alterantes y patógenos, aditivos, fármacos, toxinas, metales pesados, plaguicidas
- Detección de factores antinutricionales y alérgenos; nanoenvases, nanoetiquetado miniaturizado y desarrollo de nuevos alimentos son algunos de los términos asociados, actualmente, a la nanotecnología.

MICROCAPSULAS

Consiste en aplicar una capa o cubierta delgada de un agente de recubrimiento adecuado sobre pequeñas partículas de sustancia sólida, líquida o dispersiones para proteger algunas sustancias medicamentosas o facilitar su almacenamiento y manipulación, también se puede hacer para ceder o provocar la cesión del medicamento recubierto en condiciones particulares o de una manera prolongada. Estas condiciones harán que ese medicamento tenga unas condiciones de comportamiento dependientes del pH, humedad, presión, o combinación de todos ellos. Es una técnica compleja y a la vez sencilla. La limitación de la técnica es el tamaño de partícula que oscila de unas pocas micras hasta 500 micras. (Tomado del Ergonomista, 2009)

Funciones

- Para cambiar algunas de las propiedades físicas con el fin de proteger y hacer compatible de algún componente de la formulación.
- Proteger o proporcionar una cubierta a sustancias que son fácilmente alterables (facilitar la estabilidad)
- Para programar la cesión del principio activo
- Modificar propiedades del medicamento
- Enmascarar caracteres organolépticos
- Evitar que las sustancias se evaporen por ser volátiles

Aplicación concreta de la microencapsulación

- Fabricación de microcápsulas, monocapas, liposomas de acción sostenida, cesión de medicamentos controlada.
- Aumento de la estabilidad, proteger de la luz, humedad (vitaminas)
- Preparar formulaciones con sustancias incompatibles entre si
- Enmascarar malos caracteres organolépticos
- Estabilizar sustancias volátiles (aceites esenciales)

En el futuro se dispondrá de materiales cuyas propiedades cambiarán en función de parámetro como la temperatura y otros que se autorepararán en caso de rasgarse o perforarse.

Otra idea innovadora es el uso de nanosensores incorporados al envase para detectar cantidades mínimas de agentes químicos, como los producidos cuando un alimento empieza a deteriorarse o se ha contaminado, y que avisarán al consumidor virando de color.

Entre las perspectivas para el futuro se encuentran los alimentos con niveles reducidos de sodio, pero con sabor salado gracias a su interacción con la lengua. Alimentos funcionales capaces de aportar una cantidad apropiada de calcio a los consumidores con osteoporosis. Alimentos con nanofiltros diseñados para retener las moléculas susceptibles de provocar reacciones alérgicas.

A largo plazo, podrían crearse nanosensores que detectaran el perfil individual de una persona y activaran la emisión de las moléculas apropiadas personalizando el alimento según sus gustos o necesidades.

Riesgos

La mayor preocupación de esta revolución es la posible ingestión de nanopartículas libres que permitirá llegar a regiones celulares o tejidos inalcanzables para las partículas microscópicas.

Evaluación sobre los riesgos potenciales de las nanotecnologías para la alimentación y los piensos realizada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA,) ha concluido que aún existen muchas incertidumbres sobre su seguridad hasta la fecha del 16 marzo 2009

Sin embargo, Vittorio Silano, presidente del Comité científico de la EFSA, indico: "dadas las actuales lagunas en los datos como las limitaciones y la falta de métodos de prueba validados, puede ser muy difícil ofrecer unas conclusiones plenamente satisfactorias". Añade también que la evaluación de los riesgos específicos de los productos nano está sujeta a un alto grado de incertidumbre.

NANOTECNOLOGÍA EN HUMANOS

Científicos Británicos han desarrollado [nanopartículas](#) que permiten transportar genes anti cáncer hasta células tumorales en forma selectiva, sin alterar las células sanas, integrando los genes en forma exitosa, pudiendo así las células cancerosas expresar las proteínas correspondientes que ayudarían a destruir las células tumorales y de esta manera frenar el cáncer. Este experimento se realizó en ratones y se espera dentro de poco comenzar los ensayos en humanos. Esta nueva tecnología tiene una gran relevancia, ya que permitiría tratar aquellos cánceres, que por afectar órganos vitales no son operables, abriendo así una nueva esperanza para una cura definitiva de este mal.

La Agencia de Alimentos británica (FSA), que acaba de iniciar un trabajo en forma de proyecto para recopilar datos sobre el uso de la nanotecnología en alimentación. Uno de los temores de los expertos se refiere a la presencia potencial en alimentos de nanomateriales, «materiales que tienen por lo menos una dimensión menor de 100 nanómetros», definición de la Royal Society que incluye películas muy finas, tubos y estructuras, así como nanopartículas, inferiores a 100 nm (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro). Hasta el momento, la FSA reconoce que no existe, en forma de normas y leyes, información asociada a esta tecnología que proteja al consumidor. Uno de los puntos que más cojea se refiere al etiquetado, para el que aún no existen requisitos específicos de información de alimentos que contienen nanopartículas.

NANOTECNOLOGÍA GASTRONOMICA

Pensar en gastronomía en términos científicos no es imposible. Expertos del Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos de Colombia (INTA) ya han aportado algunas pistas sobre la relación entre cocina, arte y física. En este sentido, numerosos científicos hablan ya de preparación de comidas y fabricación de alimentos a partir de principios científicos. ¿Cómo lo hacen? Aplican aspectos de nanotecnología y cómo ésta podría afectar a la comida del futuro.

En un artículo publicado en *The Washington Post*, científicos estadounidenses presentan un proyecto que consiste en crear cápsulas comestibles que miden pocos nanómetros con la finalidad de «mejorar» ciertos alimentos y crear nuevos alimentos. Las nanopartículas «comestibles» se forman a partir de materiales como silicona o cerámica o materiales como polímeros que reaccionan en función de la temperatura o la química corporal. En este sentido, expertos de NanoTek Consortium trabajan en la creación de frecuencias de ultrasonido para crear nanopartículas con aromas, sabores o colorantes específicos.

Empaques

La nanotecnología tiene el potencial para mejorar la calidad y la seguridad de los alimentos de manera significativa. Existen muchas nuevas aplicaciones para una mejor seguridad alimentaria, entre ellas, el empaque, factor clave para garantizar la inocuidad de productos alimenticios. La nanotecnología se enfocaría en el empaque de los alimentos, a fin de mejorar el material con que se fabrica el empaque, así como su funcionalidad y, en consecuencia, la seguridad del alimento y la protección al consumidor.

Los empaques que incluyen nanomateriales pueden ser 'inteligentes', lo que significaría que podrían responder a condiciones ambientales o repararse a sí mismos o incluso alertar al consumidor sobre una probable contaminación del producto y/o de la presencia de agentes patógenos. Los nanomateriales están siendo desarrollados con mejores propiedades mecánicas y térmicas para asegurar una mejor protección de los alimentos ante los efectos externos diversos, mecánicos, térmicos, químicos o microbiológicos.

Algunos usos potenciales de la nanotecnología en el área de empaquetado que, incluyen la modificación de la permeabilidad de los materiales del empaque para aumentar sus propiedades de barrera aislante, con el fin de mejorar la resistencia al calor y a otros efectos mecánicos, al desarrollar una superficie activa contra los hongos, los microbios y sus toxinas.

Una de las aplicaciones más impactantes de la nanotecnología es el desarrollo de nanosensores que pueden ser colocados en las instalaciones de fabricación y de distribución de alimentos y en el propio empaque de los productos para detectar la presencia de todo tipo de bacterias desde *Escherichia coli* y *Listeria* hasta *Campylobacter* y *Salmonella*.

La nanotecnología también puede detectar químicos y otros contaminantes. La contaminación de alimentos por químicos peligrosos es una preocupación de salud mundial

y es uno de los principales factores de controversia en el comercio internacional de productos. La contaminación puede ocurrir a través de la polución del aire, del suelo o del agua, como sería el caso de los metales tóxicos, o mediante el uso de varios productos químicos como pesticidas y otros agroquímicos. En consecuencia, la detección de este tipo de químicos en los alimentos es fundamental y la nanotecnología puede ofrecer una forma rápida de hacerlo, mediante biosensores.

Por otro lado, muchas compañías fabricantes de alimentos realizan investigaciones sobre la aplicación de la nanotecnología para elaborar productos más sanos, más nutritivos, más convenientes y más aromáticos para los consumidores.

De acuerdo con el reporte Nanowerk, dentro del proceso de producción de alimentos la nanotecnología puede emplearse de varias maneras; como nanocápsulas, que mejoran la biodisponibilidad de nutraceuticos en ingredientes comunes como el aceite de cocina; nanocápsulas que realzan el sabor, que refinan el gusto de un alimento; nanopartículas que actúan como agentes que gelatinizan o hacen mas viscoso un alimento; nanocápsulas de infusiones derivadas de esteroides vegetales que pueden reemplazar el colesterol de la carne; y nanoemulsiones y partículas que mejoran la disponibilidad y dispersión de los nutrientes.

Aplicaciones en aceites, grasas y otros productos afines

No hay duda de que la nanotecnología tiene un papel preponderante en la investigación y la producción de la industria de aceites y grasas. Los nuevos desarrollos tecnológicos permiten a las empresas ahorrar costos y elaborar productos más saludables y también con mayor vida de anaquel. Existen ya algunos ejemplos de la aplicación de la nanotecnología en la industria de aceites y grasas y productos afines.

AQUA NOVA, una empresa alemana desarrolló Novasol, un nuevo sistema para la aplicación de antioxidantes mediante el uso de nanotecnología. Novasol ayuda a proteger a los aceites y grasas del proceso de oxidación. Puede ser utilizado en una amplia gama de alimentos con ingredientes de aceite, grasa, aceites esenciales y otros productos que contengan lípidos. El sistema está diseñado para que los fabricantes de alimentos puedan introducir antioxidantes en alimentos y bebidas, de forma fácil, rápida y efectiva.

La innovación que incluye Novasol es que consiste en una solución que está lista para usarse y que es soluble tanto en agua como en aceite, La miscela del producto es una nanopartícula que tiene un diámetro promedio de alrededor de 30 nanómetros y permite la creación de una solución de miscelas estables. Las miscelas pueden transportar cualquier cosa desde vitamina C a vitamina E o bien Q10 hasta vitamina A, y la tecnología también permite obtener sustancias hidrofílicas solubles en grasas y sustancias lipofílicas solubles en agua.

Novasol está específicamente dirigido a los fabricantes de alimentos y bebidas que desean introducir Vitamina C y vitamina E en sus productos. Estos efectivos antioxidantes pueden realizar sus características mutuamente, creando una sinergia en sus funciones

antioxidantes, pero ya que el ácido ascórbico (vitamina C) sólo es soluble en agua y el tocoferol (vitamina E) es soluble en grasas y aceites, requieren de Novasol, que se encarga de integrar ambos compuestos dentro de la misma mezcla nanoestructurada, donde no tienen contacto directo entre ellos pero si desarrollan la sinergia comentada que permite realizar su función antioxidante.

Otra innovación basada en tecnología de nanopartículas es Oilfresh, un dispositivo que está diseñado para prolongar significativamente la frescura de un aceite que se usa para freído profundo. Normalmente, cuando un aceite de cocina es expuesto al calor en una freidora empieza a deteriorarse. Las moléculas de grasa reaccionan con el oxígeno y se empiezan a polimerizar y a agrupar, lo que le da al aceite una consistencia viscosa. Oilfresh, es una placa metálica, plana y vertical, elaborada con nanocerámica, que se inserta en la freidora para inhibir el proceso de polimerización del aceite de freído, reduciendo su deterioro y evitando que aumente su viscosidad. Los efectos positivos incluyen alimentos fritos con mayor consistencia y menor costo; una tecnología que beneficia la salud humana y es amigable con el medio ambiente.

La empresa OILFRESH utilizó nanopartículas para aumentar la vida de freído de los aceites comestibles. ¿Cómo lo logró? Fundiendo partículas (pellets) de nanocerámica para crear una superficie protectora en el catalizador. Estas partículas son muy pequeñas e impiden que el oxígeno pase a través de ellas, por consiguiente, el



oxígeno es bloqueado por el aceite y, dura más tiempo en condiciones estables. Además, permite un freído más rápido a una temperatura ligeramente menor, para obtener una mejor textura en los alimentos sin pérdida de sabor y previniendo el desarrollo de sabores indeseables. El dispositivo puede permanecer en la freidora entre cada uso y se limpia sumergiéndolo en agua hirviendo dos o 3 veces al mes.

Otra aplicación de la nanotecnología es fabricar un helado más saludable. UNNILEVER está desarrollando helado con bajo contenido en grasa mediante la disminución del tamaño de las partículas de emulsión, que son las que dan al helado su textura. La empresa considera que al reducir a la mitad el tamaño de las partículas responsables de la emulsión, necesaria para hacer helado, podría utilizar 90% menos emulsión. El resultado sería un helado-que tradicionalmente contiene entre 8% y 16% de grasa- con menos de 1% de grasa.

La inclusión de nanopartículas en los materiales para empaque es otro ejemplo. Las partículas a microescala de TiO_2 son pigmentos brillantes porque dispersan las ondas de luz. Mientras que las partículas a nanoescala de TiO_2 ya no dispersan la luz, pero siguen bloqueando los rayos ultravioleta (UV). Así, las envolturas de plástico transparente que tengan las nanopartículas de TiO_2 proporcionan una excelente protección UV. Otras

nanopartículas inorgánicas forman una capa protectora transparente contra el oxígeno en materiales para el empaqueo de alimentos, lo que ayuda a prevenir la oxidación de aceites y grasas.

En el tema de fortificación, las marcas más populares de pan blanco en Australia llamadas "Pan Tip Top" han utilizado nanocápsulas de aceite de pescado para adicionarle ácidos grasos Omega 3. El encapsulado evita que el pan tenga sabor a pescado.

GUÍAS DE MANIPULACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA

El futuro creado por las compañías transnacionales en función del lucro es precisamente la tecnología, la cual, promete un tipo de productos que nadie requiere, porque nadie los necesita. Por ejemplo, se anuncia que pronto será posible crear una bebida efervescente que cambie de sabor según las veces que se agite la lata que la contiene. Pero ese futuro, que impondrá la propaganda, está lleno de incertidumbres y genera toda clase de miedos y alertas.

Lo preocupante es que se sabe muy poco de sus efectos a corto y a largo plazo sobre la salud humana y el medio ambiente, pero se ha constatado que las nanopartículas pueden causar daños diferentes a los que producen las sustancias en su tamaño natural. Es por ello que se cuestiona:

1. Porque las propiedades de las sustancias en su estado natural son diferentes cuando la materia se presenta a una escala tan pequeña.
2. Se comportan de modo diferente en el cuerpo. Su diminuto tamaño facilita su absorción respiratoria y a través de la piel, circulando por el flujo sanguíneo y permitiendo así su penetración en órganos y tejidos "cerrados" para esas mismas sustancias en otros tamaños.
3. El modo en que se produce el daño es diferente: el problema preventivo consiste, más que en evitar la acumulación de masa de materia en el cuerpo, en evitar el propio contacto con la superficie de algunas partículas ya que su estructura nano presenta problemas de tipo tóxico.
4. Las pruebas de toxicidad tradicionales parecen no funcionar adecuadamente en los nanomateriales y, por otra parte, estas pruebas servirían sólo para toxicidades a corto plazo y no para anticipar posibles efectos cancerígenos, mutagénicos o ambientales.

Se sabe también que el Instituto Federal de Salud y Seguridad Ocupacional de Alemania (conocido como **BAuA** por sus siglas en alemán) dio a conocer una guía de manipulación y uso de nanomateriales en el marco de un proyecto de investigación sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente de las nanopartículas. Dicho proyecto sostiene que actualmente

no se pueden evaluar los potenciales riesgos toxicológicos y ecotoxicológicos y que por lo tanto es necesaria una amplia investigación en diversas disciplinas científicas y agrega que es necesario identificar las distintas investigaciones en la materia y fijar prioridades. Con respecto a los alimentos expresa: “las nanopartículas pueden tener el potencial de acumularse en los organismos y en la cadena alimenticia y el proyecto tiene la finalidad de aclarar la bioacumulación y el bioaumento así como la influencia de la aglomeración en la biodisponibilidad”. El documento insiste en que se estudien las repercusiones del uso de nanotecnología en los alimentos y envases.

Por otro lado, la Organización de Consumidores y Usuarios de la Unión Europea (**BEUC**) solicitaron nuevas leyes para poner límites a una investigación que básicamente formula una elemental pregunta: ¿Qué riesgos plantean esos nanomateriales para el medio ambiente y la salud del hombre? Como nadie puede responderla, la **Comisión Europea** decidió que lo más acertado es lavarse las manos y no regular sobre el tema, llenando el vacío mediante la aplicación de un código de conducta. Lo cual significa ni más ni menos que dar luz verde al pequeño grupo de empresas, la mayoría de ellas grandes transnacionales, para que empleen esta nueva tecnología.

La Administración de Alimentos y Fármacos de Estados Unidos (**FDA**, por su sigla en inglés) que en julio del año pasado anunció que los medicamentos, cosméticos y otros productos fabricados con nanotecnología, no requieren normativas o etiquetados especiales, por considerar que no hay evidencia científica de que impliquen algún riesgo importante.

"Los códigos de conducta voluntarios no son la solución en un área tan controvertida y sensible. La falta de ambición que se esconde tras estas medidas son patentes", señala un portavoz del **BEUC**, que apoya su opinión en las conclusiones alcanzadas por la **Academia Británica para la Ciencia y la Tecnología**, que hace poco denunció la alarmante falta de información sobre la seguridad de los nanomateriales. Los consumidores europeos defienden, entre otras cosas, la exigencia de etiquetados que adviertan del uso de nanomateriales y prohibir aquellas nanopartículas nocivas para el ser humano.

RIESGO DE NORMATIVA CON PATÓGENOS Y METALES PESADOS

La nanotecnología ha ofrecido mejoras en la prevención de riesgos alimentarios. Sin embargo, y por ser un campo todavía emergente, requiere que se apliquen medidas de control en forma de normas, por ejemplo, que protejan a los consumidores.

La nanoinspección de la calidad y seguridad alimentarias

La legislación alimentaria es cada vez más estricta en lo que respecta a la calidad y seguridad de los alimentos que se producen y comercializan, por lo que es necesario disponer de tecnologías adecuadas que permitan cumplir y verificar el cumplimiento de todos los requisitos legales en materia alimentaria. En este sentido, las características de los biosensores los convierten en excelentes instrumentos capaces de competir exitosamente en el mercado agroalimentario con otras tecnologías para contribuir al control de la calidad y seguridad alimentarias. Así, por ejemplo, estos dispositivos pueden aplicarse, y de hecho

algunos ya se aplican, a la trazabilidad alimentaria, al análisis de la composición de los alimentos, a la estimación de su vida útil y grado de frescura, a la detección de fraudes alimentarios (ej., sustitución de una especie animal por otra de menor valor económico, presencia de harinas cárnicas y de pescado en piensos, etc.) y a la detección y cuantificación de compuestos xenobióticos (ej., aditivos, fármacos, plaguicidas, fertilizantes, dioxinas, PCBs, metales pesados, etc.), componentes de los alimentos (ej., antinutrientes, alérgenos, grasas, etc.), biotoxinas (ej., toxinas bacterianas, toxinas fúngicas o micotoxinas y toxinas marinas) y microorganismos alterantes y patógenos (bacterias, hongos, levaduras, virus y parásitos). Aunque las principales aplicaciones de los *microarrays* y otros biosensores van dirigidas a la investigación genómica y la medicina, ya se dispone de dispositivos específicos (basados en la hibridación de ácidos nucleicos y en interacciones antígeno-anticuerpo) para la detección de *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* y otros microorganismos cuya presencia en los alimentos y/o la de sus toxinas (ej., enterotoxinas estafilocócicas, toxina botulínica, etc.) puede suponer un peligro para la salud de los consumidores.

Es interesante mencionar que, como para cualquier otra tecnología, es necesario que primero se lleve a cabo un exhaustivo control de las aplicaciones nanotecnológicas en los alimentos con el objeto de garantizar que éstas no suponen ningún peligro para los consumidores. En este sentido, se pueden destacar dos organismos británicos que velan para que se garantice la seguridad de los avances nanotecnológicos en el campo de la alimentación: el *Institute of Food Science and Technology* (IFST) y la *Food Standards Agency* (FSA). Entre sus principales conclusiones cabe mencionar que su mayor preocupación se centra en la posible ingestión de nanopartículas libres y en la ausencia de legislación específica que proteja al consumidor, especialmente en lo que hace referencia a los requisitos de etiquetado de los alimentos que contienen nanopartículas.

NORMATIVAS PARA CONTROLES ADITIVOS

El punto de interés es el de la nanotecnología, en vez de establecer límites distintos para los aditivos producidos bajo el paraguas de dicha tecnología se indica que cualquier aditivo deberá de volver a ser evaluado y obtener una nueva autorización si se modifica su proceso de obtención. Con respecto a los aromas se establece un mínimo del 95% de su composición para poder indicar el origen natural de un aroma frente al 90% propuesto por la Comisión. En el vínculo del principio de la entrada se pueden consultar todos los textos aprobados. Se espera que dicho paquete de normas entre en vigor en el 2010.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALIMENTATEC. "Nanotecnología de Alimentos". Tomada el 20 de Abril de 2009 de: <http://www.alimentatec.com/muestrapaginas.asp?nodo1=0&nodo2=0&idcontenido=557&content=18>

BIODIVERSIDAD. “Nanotecnología de Alimentos” Tomada el día 20 de abril de 2009 de: <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/38843>

COMPLUDOC. “Nanotecnología en la industria alimentaria”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=625474&donde=castellano&zfr=0>

CONSUMER EROSKI. “Nanotecnología aplicada a los alimentos”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2006/08/31/24778.php>.

CONSUMER EROSKI. “Nanotecnología, aprovechar los beneficios sin riesgos alimentarios”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/03/16/184038.php>

DIALNET. “Nanotecnología en la industria alimentaria”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2697656>

EL ERGONOMISTA. “Microcápsulas”. Disponible en: <http://www.elergonomista.com/galenica/microc.htm>

EURORESIDENTES. “Las promesas de la nanotecnología de los alimentos”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: <http://www.euroresidentes.com/Blogs/nanotecnologia/2007/04/nanotecnologia-de-alimentos.html>

EURORESIDENTES. “Los mejores productos de nanotecnología en 2004”. Visitado el 20 de abril de 2009 disponible en: <http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/diccionario/nanoparticulas.htm>

EURORESIDENTES. “Nanotecnología de Alimentos”. Visitado el 20 de abril de 2009 disponible en: <http://www.euroresidentes.com/Blogs/nanotecnologia/2007/04/nanotecnologia-de-alimentos.html>

FOOD SOLUTIONS. “Biotecnología, nanotecnología y seguridad alimentaria”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: http://www.foodsolutionsperu.com/revista/estilo/foodsolutionsperu/articulo.php?id_articulo=21&id_revista=2

GEBIA. “La nanotecnología aplicada al procesamiento de alimentos, se expande”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: <http://soebi.wordpress.com/2008/04/12/la-nanotecnologia-aplicada-al-procesamiento-de-alimentos-se-expande/>

INVENIA. “Nanopartículas”. Disponible en: <http://www.invenia.es/nanoparticulas>

ALMENGOR HECHT, MARTA LETICIA



Licenciada en Química Biológica de la universidad de San Carlos de Guatemala. Obtuvo el Grado de Maestría en Ciencias en Microbiología de la Universidad de Kent, Inglaterra. Realizó

estudios en Control de Calidad de Alimentos en el Tropical Products Institute (TPI), Inglaterra. Actualmente es catedrática de Higiene y Conservación de Alimentos, Microbiología Clínica para Nutrición, Microbiología I y II para Odontología y Coordinadora de los laboratorios de la Escuela de Nutrición de la Universidad Francisco Marroquín. Presidente alterna de la Comisión de Industria del Consejo de Ciencia y Tecnología CONCYT y Miembro del Comité de la Soya del Comité Guatemalteco de Normas COGUANOR.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. “Nanotecnología”. Visitado el 17 de abril del 2009 disponible en: http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=nanotecnologia

WEBLOGS. “Nanotecnología: La Revolución Industrial Del Siglo XXI (y II)”. Seguridad Alimentaria y Alimentación. Consultado el 17 de abril del 2009, en: <http://weblogs.madrimasd.org/alimentacion/archive/2006/10/20/47171.aspx>

WIKIPEDIA. “Embalaje de Alimentos”. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Embalaje>

YOUTUBE. “Video de nanotecnología”. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=EEO1xBMzwak&feature=related>