



منظمة الأغذية  
والزراعة  
للأمم المتحدة

联合国  
粮食及  
农业组织

Food  
and  
Agriculture  
Organization  
of  
the  
United  
Nations

Organisation  
des  
Nations  
Unies  
pour  
l'alimentation  
et  
l'agriculture

Продовольственная и  
сельскохозяйственная  
организация  
Объединенных  
Наций

Organización  
de las  
Naciones  
Unidas  
para la  
Agricultura  
y la  
Alimentación

## Conferencia Técnica Internacional de la FAO

**Bioteecnologías Agrícolas en los Países en Desarrollo: Opciones y oportunidades en los sectores agrícola, forestal, ganadero, pesquero y agroindustrial para hacer frente a los desafíos de la inseguridad alimentaria y el cambio climático**

**Guadalajara (México), 1 – 4 de marzo de 2010**

**Síntesis: Situación actual y opciones posibles para las bioteecnologías en el campo de la elaboración y la inocuidad de los alimentos en los países en desarrollo**

### Introducción

La elaboración de alimentos aplica diversas operaciones y tecnologías para convertir materias primas relativamente voluminosas, perecederas y normalmente no comestibles en alimentos apetitosos o bebidas potables más útiles y más estables en el almacenamiento. Contribuye a la seguridad alimentaria porque reduce al mínimo el desperdicio y las pérdidas a lo largo de la cadena alimentaria e incrementa la disponibilidad y comerciabilidad de los alimentos. Los alimentos también se someten a elaboración para mejorar su calidad e inocuidad. La inocuidad alimentaria es una disciplina científica que describe la forma de manipular, preparar y almacenar los alimentos a fin de prevenir enfermedades transmitidas por estos.

La biotecnología aplicada a la elaboración de alimentos utiliza inóculos microbianos para potenciar propiedades como el gusto, el aroma, la duración en el almacenamiento, la textura o el valor nutricional. El proceso mediante el cual los microorganismos y sus enzimas producen estos cambios deseables en los materiales alimentarios se denomina fermentación. La elaboración por fermentación también se aplica ampliamente en la producción de cultivos microbianos, enzimas, aromas, fragancias, aditivos alimentarios y una variedad de otros productos de elevado valor añadido.

El presente documento ofrece una síntesis de los principales elementos del informe ABDC-10/7.1, en el que se evalúa la aplicación de biotecnologías a la elaboración de alimentos y la inocuidad alimentaria en los países en desarrollo, se analizan los motivos de su eficacia o su fracaso en el pasado y se examinan los nuevos desafíos y las opciones futuras para los países en desarrollo y para la comunidad internacional (FAO, organizaciones de las Naciones Unidas, ONG, donantes y organismos de desarrollo.).

Para minimizar los efectos de los métodos de trabajo de la FAO en el medio ambiente y contribuir a la neutralidad respecto del clima, se ha publicado un número limitado de ejemplares de este documento. Se ruega a los delegados y observadores que lleven a las reuniones sus copias y que no soliciten otras. La mayor parte de los documentos de reunión de la FAO está disponible en Internet, en el sitio [www.fao.org](http://www.fao.org)

### **Inventario de recursos: aprender de la experiencia**

La fermentación es a menudo la primera de una serie de operaciones de elaboración de los alimentos que puede comprender la limpieza, la reducción de tamaño, el remojo y la cocción. En la fermentación espontánea actúan como inóculos los microbios presentes en el material alimentario crudo y en el entorno de elaboración, mientras que para iniciar y acelerar procesos de fermentación no espontáneos o controlados se utilizan inóculos que contienen concentraciones elevadas de microorganismos vivos, denominados cultivos iniciadores. La calidad y la pureza de los cultivos iniciadores pueden variar considerablemente.

La elaboración por fermentación, tal como se practica en la mayoría de los países en desarrollo, es más bien un arte que una ciencia; en las economías de bajos ingresos suele caracterizarse por una base tecnológica rudimentaria y por un escaso control del proceso, con la consecuencia de que ofrece rendimientos bajos y productos de calidad variable. En la elaboración doméstica y comunitaria de los países en desarrollo se recurre ampliamente a la fermentación espontánea y al uso de cultivos iniciadores “apropiados” obtenidos generalmente por reinoculación (o *backslopping*, un proceso en el que los inóculos se extraen de un lote de producto fermentado previamente). Al aumentar la investigación y desarrollo se han creado diversas cepas de microorganismos precultivados simples o mixtos, denominados “cultivos iniciadores definidos”, que los pequeños fabricantes utilizan en sus procesos de elaboración por fermentación. Diversos países en desarrollo importan cultivos iniciadores definidos para emplearlos en sus actividades de elaboración.

Para mejorar la calidad de los cultivos microbianos pueden emplearse métodos tradicionales de mejoramiento genético como la mutagénesis clásica y la conjugación. También se recurre a la hibridación para mejorar las cepas de levadura. La investigación y desarrollo dirigidos a mejorar las cepas bacterianas hace amplio uso de tecnologías de genes recombinantes. Se trata de técnicas comunes en los países desarrollados que, sin embargo, sólo ahora comienzan a aplicarse en los países en desarrollo para mejorar y desarrollar cultivos iniciadores. Por ejemplo, en Tailandia se aplicaron técnicas de ADN polimórfico amplificado al azar en la tipificación molecular de cepas bacterianas para producir salchichas de cerdo fermentadas con aromas diferentes. Los resultados de estos análisis permitieron desarrollar tres cultivos iniciadores definidos diferentes, que actualmente se emplean para la elaboración comercial de productos con distintas características aromáticas.

En la producción de enzimas y de diversos ingredientes para la elaboración de alimentos se utilizan cultivos modificados genéticamente (MG). El cuajo, que se emplea en todo el mundo como iniciador en la elaboración de queso, se produce mediante bacterias MG. Tailandia emplea actualmente *Escherichia coli* como inóculo en la producción de lisina. En China, muchas enzimas importantes para la industria, como la  $\alpha$ -amilasa, la glucoamilasa, la lipasa y la pectinasa, así como productos químicos refinados de base biológica como ácido láctico, aminoácidos, antibióticos, ácido nucleico y polisacáridos, se producen con cultivos iniciadores MG.

La biotecnología se utiliza ampliamente como instrumento de diagnóstico para supervisar la inocuidad de los alimentos, prevenir y diagnosticar enfermedades de transmisión alimentaria y verificar el origen de los productos alimenticios. Las técnicas aplicadas en la garantía de la inocuidad de los alimentos se centran en la detección y el seguimiento de los peligros. La evolución de la biotecnología ha dado lugar a una amplia disponibilidad de métodos de identificación más rápidos y baratos que los basados en técnicas convencionales. Para detectar los principales patógenos de transmisión alimentaria se utilizan actualmente métodos basados en la reacción en cadena de la polimerasa y en ensayos con sustancias inmunoabsorbentes unidas a enzimas (ELISA). Gracias a la información sobre la secuencia genómica, así como al apoyo de técnicas moleculares avanzadas, los científicos han podido establecer estrategias defensivas para proteger a los consumidores contra los agentes patógenos; además, se han proporcionado instrumentos a la industria para crear alimentos saludables e inocuos optimizando el efecto de las bacterias probióticas, la formulación de los cultivos iniciadores bacterianos y las propiedades funcionales que se utilizan en la elaboración de alimentos. Estos progresos han permitido a su

vez contar con instrumentos de diagnóstico más precisos y con capacidad para elaborar instrumentos eficaces, específicos y sensibles de detección de nuevas cepas microbianas. También se dispone ahora de juegos de instrumentos para detectar la presencia de micotoxinas, un importante peligro bioquímico relacionado con las legumbres y los cereales que constituyen la materia prima de diversos alimentos fermentados tradicionales en muchos países en desarrollo. Los métodos moleculares permiten asimismo identificar con más precisión, mediante estudios de rastreabilidad, los ingredientes y el origen de los alimentos.

La seguridad alimentaria y nutricional de la mayoría de los países de bajos ingresos depende de productos fermentados que constituyen un elemento básico de su dieta. Con el aumento de los ingresos y los niveles de instrucción en los centros urbanos de diversos países en desarrollo se están modificando los hábitos alimentarios, se consume una mayor variedad de alimentos y los consumidores se vuelven más exigentes. Su demanda de alimentos inocuos y de una dieta saludable ha impulsado el desarrollo de métodos rápidos y sensibles para detectar peligros químicos y bioquímicos presentes en los alimentos, el rastreo del origen de los productos alimenticios y la aplicación de la biotecnología para mejorar los cultivos iniciadores que se emplean en la fermentación de alimentos. El desarrollo de los cultivos iniciadores también ha sido una fuerza motriz del avance de la tecnología de biorreactores, cuyo propósito es lograr un control más eficaz de las operaciones relacionadas con la elaboración de alimentos fermentados.

Los pasos más importantes en el desarrollo de los cultivos iniciadores se han logrado en los países que otorgaron prioridad a mejorar las capacidades técnicas, suministrar apoyo de infraestructura y financiar investigaciones para perfeccionar los procedimientos de fermentación. Las vinculaciones entre las instituciones de investigación y el sector manufacturero también han sido decisivas para la absorción eficaz de la tecnología relacionada con los cultivos iniciadores. Además, las iniciativas de colaboración sur-sur y norte-sur entre instituciones de investigación han tenido importantes efectos positivos en la evolución de la biotecnología en los países en desarrollo. El desarrollo biotecnológico ha dado mejores resultados en los casos en que la industria adoptó un planteamiento dinámico. Por otra parte, con el crecimiento del sector de la fermentación de alimentos asume una importancia cada vez mayor la protección de los derechos de la propiedad intelectual en relación con el desarrollo de los cultivos iniciadores.

### **Perspectivas: prepararse para el futuro**

Es importante que los países reconozcan el potencial que encierra para la seguridad alimentaria la elaboración de alimentos fermentados, como forma de añadir valor a los productos para satisfacer las necesidades de los consumidores, obtener productos de alto valor y garantizar la inocuidad y el origen de los alimentos. Para poder aprovechar estas ventajas, los países deben establecer las políticas y estrategias apropiadas y crear un entorno favorable al desarrollo de los procesos de fermentación de alimentos.

Es preciso que la promoción de los alimentos fermentados figure entre los temas prioritarios de los países en desarrollo. Los gobiernos deben comprometerse a proteger la salud y los intereses de los consumidores. Se debe otorgar la máxima importancia a la investigación y al desarrollo de la infraestructura, a fin de hacer posible una producción rentable de cultivos iniciadores definidos con características uniformes. Para una utilización eficaz de los cultivos iniciadores mejorados, es preciso desarrollar niveles apropiados de tecnología de biorreactores con miras al control del bioproceso. Debe darse prioridad al desarrollo de una infraestructura que facilite la transferencia de las tecnologías de fermentación desarrolladas en los laboratorios y su adaptación a las condiciones domésticas, comunitarias y, si es necesario, de las empresas. También se precisarán equipos de nivel apropiado para facilitar la elaboración sucesiva de estos productos. Asimismo habrá que asignar importancia a unos sistemas de rastreabilidad que faciliten la diferenciación e identificación de los productos alimenticios y, en consecuencia, amplíen sus oportunidades de comercialización.

Los gobiernos deben proporcionar un entorno propicio que respalde el crecimiento y el desarrollo de los procedimientos iniciales de fermentación para obtener, por ejemplo, productos fermentados de alta calidad como enzimas, ingredientes de alimentos funcionales y aditivos alimentarios. En este sentido, las políticas gubernamentales deben otorgar prioridad a la transferencia de tecnología con objeto de crear nuevas actividades comerciales mediante medidas de apoyo relacionadas, por ejemplo, con incentivos tributarios o con la infraestructura.

La biotecnología alimentaria debe figurar en los programas de estudio a fin de mejorar el conocimiento básico de la contribución que aportan los alimentos fermentados a la seguridad alimentaria y nutricional. El acceso a información técnica especializada sobre la biotecnología y las novedades relacionadas con esta en el sector de la elaboración de alimentos representa un sistema de apoyo decisivo para guiar y orientar los programas de investigación de los países. Es preciso, por tanto, facilitar el establecimiento de los sistemas de información necesarios tanto en el mundo desarrollado como en desarrollo. El modelo básico de la biotecnología consiste en transformar las ideas y la innovación en empresas comerciales.

Los gobiernos deben otorgar prioridad a un enfoque que abarque toda la cadena alimentaria (de la granja a la mesa) para garantizar la inocuidad de los alimentos. Se deben establecer instituciones nacionales con la credibilidad necesaria para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos. Es preciso promulgar una legislación que establezca la capacidad necesaria para evaluar los riesgos relacionados con la inocuidad de los alimentos, las prioridades para la intervención en materia de políticas y el seguimiento y la evaluación de dichos riesgos. Asimismo debería considerarse prioritario el desarrollo de instrumentos y servicios de diagnóstico basados en la biotecnología para asegurar la inocuidad de los alimentos a la luz de las necesidades del sector. El desarrollo de la capacidad en materia de biotecnología debería ser parte integrante de la política nacional sobre ciencia y tecnología. Las actividades de aumento de la capacidad deberían centrarse en aumentar las capacidades científicas y técnicas, especialmente a nivel universitario. Los gobiernos deben respaldar la capacitación en el país y la formación en el exterior con miras a desarrollar los conocimientos técnicos nacionales.

La comunidad internacional puede desempeñar un papel importante al ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad para elaborar y planificar a largo plazo sus políticas sobre biotecnología. Se debe proporcionar apoyo financiero para el desarrollo de los recursos humanos, la transferencia de tecnología, la investigación y desarrollo y el establecimiento de redes. También es indispensable brindar apoyo a los marcos de regulación.

El fortalecimiento de redes y polos regionales que proporcionen capacitación y faciliten el intercambio de biotecnologías alimentarias, el diseño de bioprocesos y el fomento de la inocuidad de los alimentos podría intensificar la cooperación entre países con productos comunes o similares. En el ámbito de los servicios de extensión, educación y consultoría deberían proporcionarse conocimientos especializados en biotecnología a fin de facilitar su absorción por los usuarios tanto públicos como privados. El establecimiento de proyectos piloto y de transferencia de tecnología juega un papel decisivo en este proceso. Es preciso ayudar a los gobiernos nacionales a desarrollar la necesaria base de conocimientos sobre la formulación y aplicación de los derechos de propiedad intelectual que rigen los procesos de fermentación. Esta asistencia debe ajustarse a las necesidades específicas de cada país y grupo de destinatarios.

La sensibilización y educación de la opinión pública en lo que atañe a la biotecnología es fundamental para la adopción eficaz de la misma en los ámbitos de la elaboración de alimentos y la inocuidad alimentaria. Hay que dedicar más atención a comprender y evaluar la idea que tienen los consumidores y los productores (elaboradores) de los países en desarrollo sobre la inocuidad y la calidad de los alimentos. Para poder promover alimentos sobre la base de su inocuidad y salubridad se requiere una demostración transparente de los atributos nutricionales y de inocuidad de estos productos, mediante datos científicos que den fundamento a la declaración de sus beneficios nutricionales y sanitarios y aplicando buenas prácticas de fabricación e higiene, así como el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC), como medidas de protección para asegurar que se tienen en cuenta las preocupaciones de los consumidores.

También habría que indicar claramente la necesidad de normas o textos afines específicos (del Codex/la Organización Mundial de la Salud/la Organización Mundial de Sanidad Animal) y los procedimientos aplicados para establecerlos. Puesto que la biotecnología tiene usos muy amplios en relación con la elaboración y la inocuidad de los productos alimenticios, es preciso que todos los interesados directos, a lo largo de todo el proceso, participen en la evaluación, identificación, adopción y seguimiento de dichos usos.