

IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA: PRODUCCIÓN DE ENZIMAS, FERMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

Joaquín José Parra Pérez
Reyna Lara Severino
José Joaquín García Orrí
Youhanna Mato Martínez*

Introducción.

El empleo de microorganismos para la elaboración de alimentos ha sido desde hace varios siglos, con la llegada de la microbiología como ciencia, se dieron grandes pasos para el desarrollo del área de la microbiología industrial en su apartado de la microbiología de los alimentos en el que se han realizado amplios avances en el empleo de microorganismos para la producción de enzimas como aditivos alimentarios, control de las fermentaciones alimentarias y en la conservación de alimentos; por lo anterior, en el presente trabajo se describe el campo de la microbiología industrial (biotecnología) encaminada a la industria alimentaria; el uso de microorganismos en fermentaciones que dan origen a alimentos característicos derivados de procesos anaeróbicos en el que los productos finales son el ácido láctico y alcohol etílico; empleo para la producción de enzimas microbianas utilizadas en los procesos de transformación de alimentos; el uso en la conservación de alimentos y su importancia por el efecto funcional (probiótico) para el cuidado de la

salud del ser humano. Lo anterior con el propósito de describir el uso benéfico de los microorganismos en ámbito alimentario.

Desarrollo:

El método empleado fue la búsqueda de información a través del buscador Google académico resultando un total de 13 documentos académicos, de ellos 13 (92.30%) artículos de revistas científicas y el restante de libros (6.70%). Del total de revistas científicas el 58.33% correspondió a revistas indexadas (7), correspondiendo 6 a la base de datos Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal) y 1 a la base de datos Scielo (Scientific Electronic Library Online); documentos editados entre los años 2002 y 2012.

* Profesores de la Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Carmen



Leilani Cintia Ronzón Morell

Microbiología industrial (biotecnología alimentaria).

La biotecnología es un término utilizado desde principio de los 60 en el siglo XX, que describe una serie de procesos de naturaleza biológica (algunos datan del 3000 a 6000 a. C.), pero que se caracterizan por haberse desarrollados industrialmente en dicho siglo, con base en el amplio conocimiento de los aspectos bioquímicos y microbiológicos involucrados. Limitándose en principio al campo de la ingeniería bioquímica, fundamentalmente en el área de la microbiología industrial y la tecnología enzimática; sin embargo, en un contexto más amplio se le ha definido como el uso de moléculas obtenidas biológicamente, estructuras, células u organismos para llevar a cabo procesos específicos García et al., (2004). En este sentido, Ramón et al (2005), mencionan que los científicos conciben a la biotecnología con el uso de un organismo vivo con un fin industrial y que cuando lo que se produce es un alimento, se está haciendo biotecnología de los

alimentos (proceso nada nuevo), sino que lo nuevo son las técnicas genéticas que hoy en día se utilizan para la mejora de nuestros alimentos, con técnicas más seguras y fiables que las anteriores y sobre todo, más potentes de forma que permiten abordar problemas tecnológicos hasta ahora irresolubles. De esta manera, a través de la biotecnología, se tienen grandes beneficios, ya que con la aplicación en el ámbito alimentario es posible solucionar muchos de los problemas de malnutrición y hambre a nivel mundial en la medida en que optimizan la calidad nutricional de los alimentos; con la información científica relacionada, se garantiza a la sociedad que la biotecnología aplicada a los alimentos puede de manera segura promover beneficios para la salud y alimentación humana (Dos Santos Silva *et al*, 2012).

Fermentaciones alimentarias.

La fermentación es un proceso bioquímico en el que partir de azúcares u otras moléculas orgánicas (tipo anaeróbico en la mayoría de los casos) se produce

pequeñas cantidades de energía (ATP), debido a que una gran parte de la energía original almacenada en la glucosa permanece en los enlaces químicos de sus productos finales orgánicos que son el ácido láctico o el etanol, además de otros metabolitos (Tortora *et al*, 2007). Por lo que, en los procesamientos donde se involucre el crecimiento y actividad microbiana sobre alimentos de diversas fuentes (animal o vegetal) se obtienen alimentos fermentados; en este sentido, la fermentación de alimentos es una práctica muy antigua que se ha desarrollado en todas las culturas del mundo, resultando preparaciones que han trascendido las fronteras hasta haberse convertido en productos cotidianos de más de un continente, existiendo una gran variedad de alimentos fermentados tales como: cerveza, vino, vinagre, quesos, pan (ampliamente estudiados con asilamiento de los microorganismos que producen los cambios deseados en sus materias primas y consumidos en cualquier parte del mundo; sin embargo, existe un gran número de alimentos fermentados que se producen

en forma regional sin conocerse fuera de su lugar de origen, mismos que forman parte de la dieta de muchos grupos étnicos (García *et al*, 2004). En las fermentaciones alimentarias los microorganismos que participan son bacterias ácido lácticas, hongos de los tipos mohos y levaduras; generadores de la fermentación del ácido láctica que a la descomposición de alimentos pero que permiten producir otros tales como el yogur a partir de la leche, chucrut a partir de col fresca y pepinillos en salmuera; y la fermentación alcohólica en el que intervienen numerosas bacterias y levaduras; siendo el etanol y el CO₂ los productos derivados de amplia utilidad para el ser humano (Tortora *et al*, 2007).

Las bacterias ácido lácticas desempeñan un gran papel en los alimentos fermentados, siendo ahora muy importantes en la industria alimentaria por contribuir de manera significativa en resaltar las características sensoriales (sabor, olor, textura), propiedades terapéuticas y valor nutricional de los productos alimentarios, mediante la producción de



Angélica Molina Cervera

metabolitos como el ácido láctico, cítrico, propiónico, exopolisacáridos, bacteriocinas, peróxido de hidrógeno, endulzantes no calóricos y vitaminas; siendo los géneros bacterianos *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, y *Pediococcus* los que participan en las fermentaciones alimentarias (Parra, 2010).

Producción de enzimas microbianas.

Las enzimas son biocatalizadores de importancia en todos los procesos biológicos por la transformación de diversos sustratos en metabolitos para el desarrollo y crecimientos celular; en este sentido, su acción ha sido considerada para que diversas enzimas sean utilizadas como aditivos en aplicaciones alimentarias, surgiendo de esta manera el área de la ingeniería enzimática para la obtención y purificación de moléculas activas (enzimas) microbianas utilizadas para facilitar la producción o procesamiento de alimentos (López-Mungía, 2004). Al grado de que el 75% de enzimas de uso industrial (Cuadro 1) es producida a través de microorganismos (Hernández *et al*, 2003).

Los avances en la ingeniería enzimática se han enfocado en la optimización de dicho biocatalizador (concentración del producto, volumen y producción) con la finalidad de reducir costos aprovechando subproductos o desechos industriales, siendo utilizada desde la década de 1980 fermentaciones en cultivos sumergidos a partir de microorganismos, con gran impacto económico, debido a que los sustratos empleados para el crecimiento de dichos microorganismos han sido significativamente más baratos (Aguilar-Zárate *et al*, 2012). Por su parte, Aceves y Castañeda (2012) mencionan que los efluentes de las industrias alimenticias, lácteas y los rastros contienen una alta concentración de lípidos, donde se encuentra una fuente importante de microorganismos con gran potencial para la producción de lipasas que pueden ser utilizados como sustratos para la producción de estas enzimas. Grebechova y Prieto (2006) describen que los sustratos cítricos, zanahoria y remolacha son excelentes en la producción de endo-polimetilgalacturonil-liasa (enzima pectolítica) a partir de la biosíntesis con los hongos *Aspergillus niger* y *Aspergillus*

foetidus, dichas enzimas pectolíticas son utilizadas en la industria alimentaria para la clarificación de néctares y la obtención de mayor volumen de producción, incrementándose hasta en un 25% por cada tonelada tratada de materia prima (fruta).

Conservación de alimentos por microorganismos y/o sus metabolitos.

Los problemas derivados de las limitadas formas de conservación de los alimentos frescos y la continua exigencia de disminuir y prohibir el uso de conservadores y aditivos (sintéticos) químicos en los alimentos por los efectos tóxicos que pueden causar en la salud del consumidor, ha conducido a la búsqueda de métodos alternativos para conservación de los alimentos; por lo que la bioconservación es un método que ofrece diversas condiciones para alargar la vida útil e incrementar la seguridad de los alimentos a través del uso de microflora natural o controlada y de sus metabolitos antimicrobianos. Por lo que el uso de bacterias ácido lácticas conservación de alimentos toma gran importancia dada la capacidad para controlar microorganismos patógenos y alterantes, ya que la aplicación de cepas, extractos y metabolitos producidos por ellas, han demostrado ejercer un control sobre diversos microorganismos no deseados alargándose la vida de anaquel de los alimentos y otorgando seguridad contra bacterias que puedan afectar la salud del consumidor (Milena *et al*, 2009; Fuente y Barboza, 2010); consideradas como GRAS por su origen alimentario y que con la aplicación como en el caso del salmón se ha podido eliminar *Listeria monocytogenes* mediante el uso de bacteriocinas aisladas de lactobacilos (Monroy *et al*, 2009), reportándose que una de las bacteriocinas más conocida es la nisina, producida por especies de *Lactococcus lactis lactis*, la cual presenta un amplio espectro de actividad antimicrobiana en bacterias Gram+ Positivas, incluyendo *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*, debido a que previene la esporulación y células vegetativas de *Bacillus* spp y *Clostridium* spp, teniéndose ampliamente estudiada su aplicación lo que llevó a la FDA – Codex Alimentarius aceptarla como conservador (Rojas y

Cuadro 1. Enzimas de interés industrial obtenidas por fermentación

Sustrato	Microorganismo	Enzima obtenida	Usos
Almidón de papa, pasta de soya, malta y carbonato de calcio	<i>Mucor miehei</i>	Proteasa	Fabricación de queso
Almidón	<i>Bacillus licheniformis</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	α -amilasa	Obtención de jarabes con glucosa, maltosa y oligosacáridos
Almidón	<i>Aspergillus niger</i>	amiloglucosidasa	Obtención de jarabes con glucosa, maltosa y oligosacáridos
Pectina	<i>Aspergillus niger</i>	Pectinasa y hemicelulasa	Clarificación de jugos de frutas y vinos
Glucosa	<i>Bacillus coagulans</i> <i>Streptomyces phaeochromogenes</i> <i>Streptomyces olvaceus</i> <i>Streptomyces olivochromogenes</i>	Glucosa isomerasa	Obtención de fructosa
Sacarosa	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Kluyveromyces lactis</i>	Dextranosacarasa	Obtención de dextranas
Lactosa	<i>Kluyveromyces fragilis</i> <i>Candida pseudotropicalis</i>	Lactasa	Obtención de glucosa y galactosa

Fuente: Hernández *et al*, 2003.

Vargas, 2009).

Efecto probiótico.

El empleo de microorganismos que al ingerirlos ejerzan un efecto benéfico (probióticos) en la salud humana por la protección contra bacterias patógenas es debido a que los microorganismos probióticos utilizan varios mecanismos para ejercer su efecto antimicrobiano: producción de ácido láctico, ácido acético, etanol, bióxido de carbono, peróxido de hidrógeno, algunas sustancias antimicrobianas de bajo peso molecular (reuterina, ácido piroglutámico) y bacteriocinas: antibacterianos proteicos (Barboza-Corona *et al*, 2004). Por tanto, los probióticos son microorganismos vivos que al ser adicionados como suplemento en la alimentación diaria, favorecen el crecimiento de la flora bacteriana benéfica en el intestino, estimulando las funciones protectoras del sistema digestivo, conociéndose su acción como boiterapéutica, bioprotectora o bioprofilácticos por prevenir las infecciones entéricas y gastrointestina-

les (De las Cajigas y Blanco, 2002).

Discusión.

El empleo de los microorganismos se ha dado desde tiempos antiguos, dando origen a diversos alimentos y que con el surgimiento de la microbiología, se dio pauta para el desarrollo de la microbiología industrial, tal como lo describe García *et al* (2004), al grado de que su aplicación en alimentos trae consigo la posibilidad de solucionar en parte los problemas de hambre en el mundo y por ende contribuyendo al mejoramiento del estado de salud del ser humano (Dos Santos Silva *et al*, 2012); lo anterior, promovido por los procesos de fermentación de alimentos tanto de origen vegetal como animal de los que se obtienen otros alimentos con características sensoriales particulares y que forman parte de los alimentos consumidos a nivel mundial o que se consumen como parte de la cultura alimentaria de una región o etnia (Tortora *et al*, 2007). Por otra parte, las necesidades de la industria alimentaria para





Roberto Alcocer de la Hoz

el mejoramiento de sus procesos alimentarios y/o transformación de productos alimenticios, ha generado la necesidad del uso de enzimas microbianas que aceleren u optimicen los procesos, surgiendo así la producción de enzimas microbianas de gran empleo por su rápida y bajos costos de producción (Aguilar-Zárata *et al*, 2012). De la misma manera, la restricción en el uso de aditivos alimentarios y/o conservadores sintéticos los metabolitos producidos por microorganismos en específico las bacterias ácido lácticas ejercen una acción antimicrobiana contra patógenos en alimentos, por lo que el empleo de las mismas también se enfoca a alargar la vida de anaquel de los alimentos con sustancias naturales

(Monroy *et al*, 2009; Rojas y Vargas, 2009). Por último, la adición de géneros microbianos resistentes a la hidrólisis gástrica y que ejercen un efecto funcional en la flora microbiana intestinal, contribuye a restablecer y/o mejorar el estado de salud de quien ingiere alimentos con probióticos (De las Cajigas y Blanco, 2002).

Conclusión

La importancia que tienen los microorganismos en la industria alimentaria, radica en el uso benéfico de bacterias, mohos y levaduras que se utilizan para la producción de diversos alimentos a través de fermentaciones ácido lácticas y alcohólicas que

derivan alimentos con características sensoriales particulares y nutrimentales que contribuyen al mejoramiento del estado nutricional de quienes lo consumen. Además el crecimiento de las producciones alimentarias genera la necesidad del empleo de enzimas que aceleren los procesos de producción y/o mejoren los procesos productivos, por lo que el empleo de microorganismos para la producción de enzimas microbianas tiene un crecimiento importante por sobre las enzimas de origen animal o vegetal. De igual manera, la necesidad y exigencias de reducir el uso de sustancias químicas sintéticas para la conservación de alimentos, la biotecnología microbiana en el ámbito alimentario ha derivado el empleo de bacterias ácido lácticas para la conservación de alimentos alargando la vida de anaquel mediante diversos metabolitos producidos por dichas bacterias. Por último, también de gran importancia es el uso de diversos géneros microbianos como aditivos alimentarios por su acción funcional en la salud del ser humano, al resistir a los procesos hidrolíticos del tracto gastrointestinal, que con las sustancias producidas por el metabolismo de sustratos no digeribles (fibra dietética) en estomago e intestino delgado contribuyen a controlar la flora bacteriana patógena por los efectos boiterapéutico, bioprotector o bioprolácticos, y con ello evitando alteraciones gastrointestinales que conlleva al mejoramiento del estado de salud de quien los ingiere.

Referencias

- Aceves Diez, A. E., y Castañeda Sandoval, L. M. (2012). Producción biotecnológica de lipasas microbianas, una alternativa sostenible para la utilización de residuos agroindustriales. *Vitae*. 19 (3)
- Aguilar-Zárate, P., Aguilar-Zárate, M., Carrillo Inungaray, M. L., y Portilla Rivera, O. M. (2012). Importancia de la producción de transglutaminasa microbiana para su aplicación en alimentos. *Acta Química Mexicana*. 4 (8): 1 – 17.
- Barboza-Corona, J. E., Vázquez-Acosta, H., Salcedo-Hernández, R., y Bautista-Justo. (2004). Probióticos y conservadores naturales en alimentos. *Acta Universitaria*. 14 (3): 32 – 38.
- De las Cagigas Reig, A. L., y Blanco Anesto, J. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Aliment Nutr*. 16(1): 63-8.
- Dos Santos Silva, D. B., Endres da Silva, L. Do Amaral Crispim, B., Oliveira Vaini, J., Barufatti Grisolia, A., y Pires de Oliveira. K. M. (2012). Biotecnología aplicada a la alimentación y salud humana. *Rev Chil Nutr* 39 (3): 94 – 98.
- Fuente Salcido, N. M., y Barboza Corona, J. E. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*, 20 (1): 43-52.
- García Garibay, M., Quintero Ramírez, R., Y López-Munguía Canales, A. (2004). Biotecnología alimentaria. Eitorial Limusa. México, D.F.
- Grebechova, R., y Prieto Contreras, L. (2006). Biosíntesis de las enzimas pectolíticas a partir de hongos para la aplicación en industria de alimentos. *Revista de Investigación*. 6 (2): 153 – 162.
- Gutman, G. E., Lavarello, P., y Cajal Grossi, J. (2006). La biotecnología y las industrias de ingredientes alimentarios en Argentina. *Journal of Technology Management & Innovation*. 1 (3): 121-130
- Milena Vásquez M. S., Suárez M. H., y Zapata B. S. (2009). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Rev Chil Nutr*. 36 (1):
- Monroy Dostal, M. C., Castro Barrera1, T., Fernández Perrino, F. J., y Mayorga Reyes, L. (2009). Revisión bibliográfica: Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. *ContactoS* 73: 63–72.
- Parra Huertas, R. A. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional de los alimentos. *Facultad de ciencias Agropecuarias*. 8 (1): 93 – 105.
- Ramón, D., Morán, M., Costa, J., López, F., Arriola, A., et al. (2005). Biotecnología en el sector agroalimentario. Recuperado de Consulta: 12 de noviembre de 2017 en: http://www.argenbio.org/adcp/uploads/pdf/BIOTECN_SECT_ALIM.pdf Fundación Española para el Desarrollo de la Investigación en Genómica y Proteómica.
- Rojas, C., y Vargas, P. (2009). Bacteriocinas: sustituto de preservantes tradicionales en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha*, 21 (2): 9-16