

avances en el conocimiento de las enzimas y su impacto en la tecnología alimentaria

(advances in enzymes knowledge and their impact in food technology)

Irma Pennacchiotti Monti*

Universidad de Chile

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química

Incorporación, junio de 1987

RESUMEN

La importancia del tema se debe a la especial relación entre alimentos y enzimas.

Las enzimas, catalizadores bioquímicos, cumplen diversas funciones en los alimentos, provocando en algunos casos, graves daños en el color, olor y textura. Por otra parte, sin la presencia de ciertas enzimas, muchos procesos tecnológicos no podrían realizarse sin la participación de ellas.

Muchas enzimas se han extraído de tejidos animales y vegetales, pero al presente la principal fuente de obtención es la microbiana.

Las enzimas se usan en la industria del almidón, en la producción de azúcar, azúcar invertido, en la elaboración del queso, en la hidrólisis de proteínas, en la degradación de las pectinas, secado de huevo y otras.

Hasta hace pocos años las enzimas se empleaban al estado soluble. En la actualidad se las usa inmovilizadas, es decir, unidas a soportes inertes, pudiendo de este modo ser recuperadas.

La enzimología de los alimentos es una de las áreas de la bioquímica que se ha desarrollado más aceleradamente en los últimos años. Este rápido crecimiento ha venido acompañado de la utilización de las enzimas, tanto en la industria de alimentos y de procesamiento de materiales biológicos como en el campo de la medicina.

Los estudios realizados han demostrado, por una parte, los efectos del deterioro que sufren los alimentos

por la acción enzimática y por otra, la importancia que ellas tienen en la elaboración y conservación de los alimentos.

Fenómenos tan importantes como las reacciones de oscurecimiento que experimentan las frutas y hortalizas, la rancidez que sufren las materias grasas, los problemas de coloración que presentan los vegetales verdes y de textura en mermeladas y salsa de tomates, son algunos ejemplos de acción no deseable de la intervención de estos componentes normales de los alimentos.

Pero, por otra parte, entre los efectos beneficiosos que ellas presentan, se pueden mencionar: las complejas reacciones enzimáticas que determinan la rigidez cadavérica y la posterior maduración de las carnes; la fabricación del pan por acción de las enzimas del cereal y de la levadura, la preparación de la malta o cebada germinada, primer paso, para la elaboración de la cerveza y la maduración de la crema, quesos y frutas, son ejemplos de procesos que serían imposibles de realizarse sin la participación de las enzimas.

Las enzimas se han utilizado durante varios siglos como parte integral de células o extractos crudos de materiales microbianos, vegetales y animales en forma totalmente empírica, sin conocerse su modo de actuar ni el por qué de su acción catalítica. La incógnita de los mecanismos por la cual ellas actúan, sólo se ha comenzado a dilucidar en los últimos 30 años.

En América Latina, el uso de las enzimas se conoció a través del conquistador don Hernán Cortés, quien señalaba que los indios mejicanos acostumbraban a ablandar las carnes, dejándolas envueltas en hojas de

*Resumen de conferencia de incorporación.

papayo durante la noche; hoy se sabe que tanto las hojas como el fruto, la papaya, contienen una gran actividad proteolítica, debido a la enzima papaína.

Se ha encontrado evidencias del uso de levaduras como agentes leudantes en la fabricación del pan, entre las ruinas de Troya y en las pirámides de Egipto, así como también el uso de levadura para fermentar la cerveza en Egipto y en Babilonia. Parecería por los antecedentes disponibles, que el desarrollo de ambas tecnologías corría en cierta forma paralela, siendo frecuente encontrar un maestro en panificación que comprendiera los procesos en cervecería y viceversa (Schmidt-Hebbel, H.; Pennacchiotti, I., 1982).

Los estudios sobre las acciones y propiedades de estas sustancias se aceleran en tal forma, que han permitido el mejoramiento de las técnicas de obtención, de purificación y caracterización de más de un centenar de ellas y se ha llegado al impacto de las biotecnologías enzimáticas (Asenjo, A. J., 1978), las que están adquiriendo un interés considerable, debido a la especificidad de su acción, la limitación de sus riesgos de polución y la posible economía de energía, que a veces involucra su aplicación (Schmidt-Hebbel, H.; Pennacchiotti, I., 1982), (Pennacchiotti, I., 1986).

Las enzimas se encuentran sometidas a un riguroso control metabólico, pero basta que se altere por sacrificio del animal o cosecha de la planta, para que el sistema se modifique, pudiendo producirse cambios profundos en el alimento (Eskin, N.A. y cols., 1971).

Las enzimas pueden considerarse como una clase especial de proteínas que catalizan reacciones químicas, por lo tanto, están formadas por una o más cadenas de polipéptidos, las que adoptan "in vivo" una configuración tridimensional, única, de la cual depende su actividad biológica. Son por definición, catalizadores biológicos que hacen posible que las reacciones metabólicas de los organismos vivos, se efectúen eficientemente bajo condiciones compatibles con la actividad celular. Son, por lo tanto responsables directos de todas las transformaciones bioquímicas que ocurren dentro de la célula, siendo no sólo agentes naturales de cambio, en el caso de los alimentos, sino potenciales catalizadores para su transformación o producción.

Cualquier alimento que se almacene por largo tiempo, deberá ser tratado de tal manera que la actividad microbiana y enzimática se encuentre disminuida al máximo.

A fin de evitar el deterioro de los alimentos por acción de las enzimas, se usan procedimientos específicos orientados a inhibir totalmente su actividad. Si los sistemas que se aplican no son los adecuados, puede, como sucede con la enzima "peroxidasa", que recupere su actividad en forma parcial, después de un cierto tiempo. Esto se explica por la reversión que sufre la fracción proteica de la enzima, a su estado natural o nativo, por recombinación de los enlaces H o HS. Este fenómeno conocido como regeneración enzi-

mática puede traer serios problemas a la industria alimentaria si no se aplican las condiciones para su total inactivación.

Los métodos de preservación usados en la industria, se basan en propiedades características de las enzimas (Lund D., 1975), (Richardson T., 1976), que se indican a continuación:

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS
— Labilidad térmica	— Esterilizado, secado
— Baja actividad a bajo contenido de agua	— Deshidratado
— Baja actividad a baja temperatura	— Congelado
— Sensibilidad a ciertas sustancias químicas	— Inhibición por sulfito

Un factor crítico para la industria de alimentos, es la calidad sensorial de sus productos, siendo el color uno de los parámetros importantes en su evaluación. En muchas frutas y hortalizas, el color natural es alterado o enmascarado por la formación de pigmentos pardos o negros, producidos al dañarse el tejido celular (manzanas, patas). Es un proceso no aceptable en la mayoría de los alimentos, pero es importante su formación en el té, café, cacao, ya que el pardamiento es indispensable para la obtención de colores y desarrollo de aromas característicos (Joslyn, M.; Ponting J., 1951), (Walker J., 1977).

Un tratamiento muy empleado en la industria de alimentos para inactivar enzimas, es el blanqueo o blanching, que se basa en la aplicación de calor húmedo que previene la acción enzimática durante el proceso y el almacenamiento posterior de los alimentos (Fennema, O.R. y cols., 1973).

En el caso de que los alimentos sufran daño por la exposición a altas temperaturas, se recurre al blanqueo químico, especialmente aplicando anhídrido sulfuroso, debido a su baja toxicidad y alto poder de penetración.

Las enzimas se extraen de tejidos superiores diferenciados (células animales y vegetales) o por fermentación con microorganismos uni y pluricelulares. La tendencia actual es la obtención de enzimas de origen microbiano (Salomons, G., 1977), debido a su mayor productividad como consecuencia de la extraordinaria velocidad metabólica de los microorganismo y a la factibilidad de un mayor rendimiento del proceso productivo a nivel industrial.

Las enzimas son los productos bioquímicos de mayor uso en el mundo, así la utilización de ellas se encuentra en primer lugar en la industria de alimentos con un 70% de su producción, en segundo lugar está la industria farmacéutica con un 20% y el resto se usa con fines analíticos y de investigación.

En la Tabla 1 se indican las aplicaciones que tienen las enzimas en la industria alimentaria (Salomons, G., 1977).

En casi la totalidad de las aplicaciones industriales, las enzimas se usan en estado soluble, lo que resulta generalmente en pérdida de ellas una vez empleadas. Un gran avance se produjo en 1970 al desarrollarse las técnicas para inmovilizar enzimas, las que se pueden encontrar unidas a soportes inertes, por uniones químicas o físicas (Jensen, E.F., Olson, A.C., 1969), (Pitcher, H.W., 1980). Los métodos más usados incluyen el entramado, la absorción y el enlace covalente, siendo este último el más usado (Merck, E., 1973).

Se puede anticipar un fuerte incremento en el desarrollo de procesos industriales continuos con enzimas inmovilizadas y de procesos de disrupción celular a gran escala, lo que permitiría un mayor grado de comercialización de las enzimas intracelulares.

En Chile, las enzimas se utilizan de preferencia en procesos tradicionales o de bajo nivel tecnológico, situación que tiende a mejorar, ya que existe interés y buenas perspectivas para desarrollar procesos enzimáticos con alta tecnología como en: la industria de la leche, en la industria cervecera, en la industria vitivinícola y en la producción de edulcorante a partir del almidón.

En particular si se consideran los recursos y las materias primas renovables con que cuenta el país, debería considerarse la necesidad de fomentar líneas de investigación y desarrollo en el área de la tecnología enzimática y poder así, estar en condiciones de impartir conocimiento tecnológicos adecuados y actualizados, con el fin de implementar o mejorar las alternativas que presentan un mayor interés económico.

TABLA 1
APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS ENZIMAS

ENZIMAS

Proteasa

(bacteriana y vegetal)

Alfa-Beta amilasa

(vegetal)

Alfa amilasa

(microbiana)

Amilasa

(bacteriana, fúngica y vegetal)

Invertasa

(de levadura)

Glucosaisomerasa

(microbiana)

Lactasa

(de levadura)

Renina

(microbiana y animal)

Pectinasa

(fúngica)

Glucosa-oxidasa

(fúngica)

Glucamilasa

(microbiana)

Celulasa

(microbiana)

Lipasa

(microbiana)

— Industria láctea

— Industria de la panificación

Catalasa

(microbiana)

FUENTE: (Illanes, A., Schaffeld, 1981).

APLICACIÓN

— Hidrólisis de proteínas

— Ablandamiento de carne

— Extracción de aceite de pescado

— Tratamiento de la cerveza

— Tratamiento de la masa de pan

— Aditivos para detergentes

— Degradación del almidón

— Producción de jarabe de glucosa

— Aditivo para polvos de hornear

— Apresto industrial textil

— Apresto industria papelera

— Producción de azúcar invertido

— Producción de fructuosa

— Hidrólisis de lactosa

— Prevención a la intolerancia a la lactosa

— Elaboración de queso

— Degradación de pectina

— Clarificación jugos de fruta, de vino

— Secado de huevo

— Edulcorante

— Cervecería

— Industria aceitera

— Industria frutícola

— Industria láctea

REFERENCIAS

- ASUNJO, A., JUAN. (1978). Ingeniería enzimática. Un nuevo enfoque en Biotecnología. Alimentos. Vol. 3, N° 1, pp. 37-42.
- SCHMIDT-HEBBEL, H.; PENNACCHIOTTI, M., I. (1982). Las enzimas en los alimentos. Su importancia en la química y tecnología de los alimentos. Rd. Fundación Chile.
- PENNACCHIOTTI, M., I. Apuntes personales. Curso Bioquímica de Alimentos (1966). Oregon State University, Corvallis, U.S.A.
- ESKIN, N., A.M.; HENDERSON H., M. (1971). Biochemistry of foods. Ed. Acad. Press N.Y.
- LUND, D. (1975). Heat processing. Aparecido en Physical principles of food preservation. N.Y.
- RICHARDSON, T. (1976). Enzymes. Aparecido en Food Chemistry. N.Y.
- JOSLYN, M., PONTING, J. (1951). Enzyme catalized oxidative browning in fruit product. Adv. in Food Research 3:1, 37.
- WALKER, J. (1977). Enzymic browning in food. Review. Enzyme Tech. Digest. (3) (4).
- FENNEMA, O.R.; POWRIE, W.D. and MARTHER, E.H. (1973). Low temperature preservation. N.Y.
- SOLOMONS, G. (1977). The microbiological production of enzymes. Aparecido en Biotechnology application of proteins and enzymes. Ed. Bohak L. Sharon pp. 51-62. Acad. Press, N.Y.
- ILLANES, A., SCHAFFELD, G. (1981). Utilización de enzimas en la industria de alimentos. Alimentos. Vol. 6, N° 2, pp. 35-42.
- JENSEN, E.F., OLSON, A.C. (1969). Properties and enzymatic activities of papain insolubilized with glutaraldehyde. Arch. Biochem. Biophys. 129, 211-227.
- PITCHER, H.W. JR. (1980). Immobilized enzymes in food processing. C.R.C.
- MERCK, E. DAMSTADT (1973). Enzimas enlazadas a polímeros.