

2.2. LOS ENZIMAS

Las enzimas son un tipo de proteínas de función catalítica que regulan las reacciones químicas en los seres vivos. Las enzimas hacen posible que a las temperaturas habituales de los organismos las reacciones biológicas puedan desarrollarse a mucha mayor velocidad. Intervienen en estas reacciones en muy pequeñas concentraciones, ya que no se consumen ni se alteran durante la reacción.

Atendiendo a sus componentes se distinguen dos grupos:

- Enzimas constituidos exclusivamente por aminoácidos (todo proteico)
- Enzimas constituidas por aminoácidos y una sustancia de naturaleza no proteica llamada grupo prostético. La necesidad de este grupo prostético se debe a que su centro activo carece de los grupos funcionales apropiados para la actividad que debe realizar. Los grupos prostéticos reciben el nombre de coenzimas cuando son moléculas orgánicas, generalmente de naturaleza compleja, que se unen a la parte proteica por medio de enlaces covalentes (débiles). Así, por ejemplo, muchos coenzimas son vitaminas del grupo B. También actúan como coenzima los grupos HEMO, por ejemplo: hemoglobina y los citocromos. Otras veces el grupo prostético está constituido por iones minerales. Ej.: Mg, Zn, Cu, en este caso reciben el nombre de cofactores.

Propiedades de los coenzimas

Los coenzimas presentan dos propiedades básicas:

- **Especificidad:** la actividad enzimática es específica ya que una determinada enzima tan solo cataliza un determinado tipo de transformación (especificidad de acción) de un determinado sustrato (especificidad de sustrato). Ej.: la sacarasa solamente cataliza la hidrólisis de la sacarosa. Esto se debe a que la unión entre enzima y sustrato se produce según el modelo de Fischer, llave – cerradura. Mas recientemente el modelo de ajuste inducido por Kohsland compara esta unión existente entre una mano y un guante: la enzima gracias a su naturaleza proteica puede adaptarse a la forma del sustrato. Así mismo, la mayoría de las reacciones catalizadas por enzimas son reversibles, aunque algunas son irreversibles.
- **Eficacia:** la gran eficacia de la acción enzimática se manifiesta en la elevada velocidad de reacción que se consigue incluso a concentraciones enzimáticas bajas, ello es debido a que tras la fijación enzima sustrato las cadenas laterales de los aminoácidos del centro activo crean las condiciones fisicoquímicas necesarias para la transformación del sustrato en producto. Estas son:
 - La correcta posición en que la enzima coloca el sustrato
 - El aumento de concentración de las moléculas de sustrato en el centro catalítico
 - La inducción de cambios energéticos que ayuda al sustrato a alcanzar el estado de transición. Tras la catálisis de una molécula de sustrato la enzima se desprende inalterada y puede actuar de nuevo, de este modo, una pequeña cantidad de enzimas puede catalizar la transformación de una gran cantidad de sustrato.

Ambas propiedades se justifican por el papel de los diferentes tipos funcionales de aminoácidos existentes en la enzima.

Estos aminoácidos son **aminoácidos estructurales** (AE), son los que mantienen la estructura tridimensional del enzima.

Aminoácidos de unión o fijación (AU) son los que facilitan la formación del complejo enzima – sustrato.

Aminoácidos catalíticos (AC) son los responsables directos de la catálisis.

Estos dos últimos constituyen lo que se llama el **centro activo** de la proteína.

Factores que modulan la actividad enzimática

La actividad enzimática puede ser alterada por factores físicos o químicos y por ello todas las enzimas actúan dentro de un intervalo óptimo de temperatura y PH fuera del cual su actividad disminuye.

- **Temperatura:** a temperaturas elevadas las enzimas se desnaturalizan. Esto es debido a que se rompen los enlaces débiles que mantienen la estructura terciaria y secundaria, y, por tanto, pierde su conformación y no puede actuar.
A temperaturas bajas no existe la Energía cinética suficiente para formar el complejo enzima sustrato, por lo que tampoco pueden actuar.
- **PH:** todas las enzimas actúan dentro de un intervalo óptimo de PH. Fuera de este no actúan o lo hacen muy lentamente. Ello se debe a que el PH del medio es el responsable de que los grupos funcionales de los radicales aminoácidos de la cadena polipeptídica que forman la enzima posean carga neutra o estén cargados positiva o negativamente. Las interacciones entre estos grupos son fundamentales para mantener la estructura tridimensional de la enzima y por lo tanto, hacer posible su función. El cambio de PH modifica las cargas eléctricas de estos grupos funcionales y puede llegar a producir un cambio en su conformación que si es muy grande puede provocar su desnaturalización.

Inhibidores de la actividad enzimática

Determinadas sustancias se comportan como inhibidores enzimáticos porque disminuyen e incluso anulan la velocidad de la reacción catalizada. Los inhibidores son de dos tipos:

- **Irreversibles** (venenos): son compuestos que se unen de forma permanente (irreversiblemente) a determinados grupos del centro activo de un enzima y anulan su capacidad catalítica.
- **Reversibles:** la unión de la enzima y el inhibidor es temporal. Impide el normal funcionamiento de la enzima, solo mientras dura. A su vez estos inhibidores pueden ser de dos tipos:
 - inhibidores competitivos: se unen a la enzima en su centro activo. Al estar ocupado el centro activo, la enzima no puede actuar.
 - Inhibidores no competitivos: se unen a la enzima por un lugar distinto al centro activo y provocan cambios en este que le impiden ejercer su acción sobre el sustrato.

Alosterismo

Existen algunas enzimas capaces de adoptar al menos dos configuraciones diferentes y estables, una inactiva y otra activa. El paso de una a otra suele estar incluido por la unión de ciertas moléculas llamadas, ligandos, a determinados lugares de la superficie enzimática (distintos del centro activo) que se les conoce como centros reguladores. Estas enzimas reciben el nombre de enzimas alostéricas y desempeñan un papel fundamental en los sistemas de señalización y comunicación celulares, así como en la regulación de la actividad catalítica en las reacciones del metabolismo.

Clasificación de las enzimas

Generalmente las enzimas se denominan con el nombre del sustrato sobre el que actúan, al que se añade a veces el nombre de la función que desempeña seguido del sufijo -ASA. Ej.: la sacarasa hidroliza la sacarosa; la amilasa hidroliza el almidón; la lactato deshidrogenasa que cataliza la oxidación (deshidrogenación) del ácido láctico.

Existe igualmente un código de 4 cifras que indica la clase, subclase, subdivisión de la subclase y por último la cifra específica de cada enzima, respectivamente. Ej.: el número EC2732 corresponde al enzima ATP – Creatin fosfotransferasa.

Clasificación

Se distinguen los siguientes grupos:

- **Oxido – reductasas:** catalizan óxido – reducciones de los sustratos encaminadas generalmente a obtener energía de los carburantes metabólicos. Los mas característicos son las deshidrogenasas, que tienen como coenzimas a los nucleótidos FAD, FMN, NAD y NADP.
- **Transferasas:** catalizan la transferencia de grupos funcionales de un sustrato a otro. Ej.: transaminasas.
- **Hidrolasas:** catalizan reacciones de hidrólisis de enlaces éster (lipasas, fosfatasas); de enlaces glucosídicos (sacarasas, amilasas) y de enlaces peptídicos (tripsina, pepsina, etc)
- **isomerasas:** catalizan reacciones de isomerización que producen reordenaciones dentro de la molécula o transferencia de radicales de una parte a otra de la molécula.
- **Ligasas o sintetasas:** catalizan la síntesis de nuevas moléculas al formar enlaces entre dos o mas moléculas o grupos funcionales. La energía necesaria para la síntesis del enlace la obtienen de la hidrólisis del ATP, ambas reacciones se encuentran acopladas.

Cinética de la reacción enzimática

La reacción enzimática se reacciona una velocidad que en principio es directamente proporcional a la cantidad de sustrato, pero sólo hasta determinado límite. Así, si mantenemos constante la cantidad de enzimas y aumentamos progresivamente la concentración de sustrato, el enzima irá pasando al complejo enzima – sustrato y la velocidad de reacción aumentara progresivamente hasta que todo el enzima se encuentre en forma de enzima – sustrato y, por tanto, saturado. En este momento la velocidad será máxima y un incremento mayor de sustrato no logrará acelerar más la reacción enzimática.

En la práctica, lo que se utiliza no es la velocidad máxima, sino la velocidad semi – máxima, es decir, aquella que se da cuando la mitad del enzima se halla en forma de enzima sustrato y la otra mitad libre. En este caso, la concentración del sustrato es igual a la constante de disociación del complejo enzima – sustrato que cumple la ley de acción de masas según la siguiente ecuación:

K es directamente proporcional a la concentración del enzima por la concentración del sustrato e inversamente proporcional a la del complejo enzima – sustrato–

Esta constante (K) se denomina constante de Michaelis y representa, por tanto, la concentración de sustrato en moles por litro a la cual la velocidad de reacción es igual a la mitad de la velocidad máxima.

K alta ! afinidad baja

K baja ! afinidad alta

[E] nunca cambia

Vitaminas

Son sustancias orgánicas de composición muy diversa necesarias para el correcto funcionamiento del metabolismo de los organismos. Su carencia origina alteraciones conocidas como enfermedades carenciales. Los animales son incapaces de sintetizar estas sustancias necesarias y, por ello, deben de ingerirlas con los

alimentos, bien sintetizadas o como sustancias transformables en vitaminas, las provitaminas.

No obstante, algunos animales pueden sintetizar algunos tipos como por ejemplo las ratas y las aves, que sintetizan la vitamina C. Su alteración se conoce con el nombre de hipovitaminosis y su carencia avitaminosis.

Algunas vitaminas presentes en los alimentos se alteran con facilidad ante cambios de temperatura o almacenamientos prolongados. Debido a su función catalítica las vitaminas se necesitan en pequeñas cantidades, y aunque se recuperan en gran medida al finalizar el proceso en el que intervienen, es preciso reponer las que se van degradando.

Debido a la variedad que presentan en cuanto a su composición química, las vitaminas se clasifican de acuerdo con su solubilidad en vitaminas liposolubles y vitaminas hidrosolubles.

- Las liposolubles no poseen funciones como coenzimas y si se ingieren en mayor cantidad de la necesaria pueden provocar trastornos graves al no poder ser excretadas por medio de la orina. A este grupo pertenecen A, D, E y K.
- Hidrosolubles: a excepción del ácido ascórbico actúan como coenzimas. Al ser solubles, su exceso puede excretarse por la orina por lo que su ingestión elevada no provoca toxicidad al menos aparente. Pertenecen a este grupo el complejo vitamínico B y la vitamina C (ácido ascórbico).

1

•