

Tema 2

Bioelementos. Biomoléculas inorgánicas.

1. Bioelementos.

La materia viva está constituida por unos 70 elementos. Estos elementos se llaman bioelementos o elementos biogénicos.

Propiedades por las que el C, H, O, N, P y S componen los bioelementos mayoritarios (bioelementos que se encuentran en mayor proporción):

- Tienen capas electrónicas externas incompletas y pueden formar enlaces covalentes y dar lugar a las biomoléculas que constituirán las estructuras biológicas y llevarán a cabo las funciones vitales.
- Poseen un nº atómico bajo, por lo que los electrones compartidos en la formación de los enlaces se hallan próximos al núcleo y las moléculas originadas son estables.
- Como el O y el N son electronegativos, algunas biomoléculas son polares y por ello solubles en agua.
- Pueden incorporarse a los seres vivos desde el medio externo (CO₂, H₂O, nitratos).

1.1. Clasificación de los bioelementos.

- Primarios: están formados por C, H, O, N, P y S que constituyen el 99% de la materia viva y son los componentes fundamentales de las biomoléculas.
- Secundarios: están formados por Na, K, Ca, Mg y Cl.
- Oligoelementos: están formados por el Fe, Cu, Zn, Mn, I, Ni y Co (aparecen en la mayoría de los organismos) y Si, F, Cr, Li, B, Mo y Al (sólo están presentes en grupos concretos). Constituyen menos del 0,1% y son esenciales para desempeñar procesos bioquímicos y fisiológicos.

2. Biomoléculas

Los elementos biogénicos se unen por enlaces químicos para formar las moléculas constituyentes de los organismos vivos, que se denominan biomoléculas o principios inmediatos. Mediante la filtración, la destilación, la centrifugación y la decantación se separan las biomoléculas de un ser vivo.

- Biomoléculas:
 - Inorgánicas:
 - Agua
 - Sales minerales
 - Orgánicas:
 - Glúcidos
 - Lípidos
 - Proteínas
 - Ácidos nucleicos o nucleótidos

2.1. El agua.

Es la sustancia química más abundante en la materia viva. El agua se encuentra en la materia viva en tres formas:

- Agua circulante (sangre, savia)

- Agua intersticial (entre las células, tejido conjuntivo)
- Agua intracelular (citosol e interior de los orgánulos celulares)

La cantidad de agua presente en los seres vivos depende de tres factores:

- Especie: los organismos acuáticos contienen un porcentaje muy elevado de agua mientras que las especies que viven en zonas desérticas tienen un porcentaje muy bajo.
- Edad del individuo: las estructuras biológicas de los organismos jóvenes presentan una proporción de agua mayor que las de los individuos de más edad.
- Tipo de tejido u órgano: dado que las reacciones biológicas se llevan a cabo en un medio acuoso, los tejidos con una gran actividad bioquímica contienen una proporción de agua mayor que los más pasivos.

Estructura química del agua

La molécula de agua está formada por la unión de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno mediante enlaces covalentes (cada átomo de H de una molécula comparte un par de electrones con el átomo de O).

La electronegatividad del O es mayor que la del H por lo que los electrones compartidos se desplazan hacia el átomo de O.

El O posee cuatro electrones más sin compartir, lo que tiene dos consecuencias:

- La geometría triangular de la molécula.
- La presencia de una carga negativa débil en la zona donde se sitúan los electrones no compartidos.

Esto último junto con la menor electronegatividad de los átomos de H, crea una asimetría eléctrica en la molécula de agua que provoca la aparición de cargas eléctricas parciales opuestas (δ), de manera que la zona de los electrones no compartidos del O es negativa y la zona donde se sitúan los H es positiva. Por eso, la molécula de agua tiene carácter dipolar.

Esta polaridad favorece la interacción entre las moléculas de agua (la zona con carga eléctrica parcial negativa de una de ellas es atraída por la zona con carga parcial positiva de otra), estableciéndose entre ambas un puente de hidrógeno.

Estos puentes de hidrógeno se dan entre el H y átomos electronegativos (O y N). Son enlaces más débiles que los covalentes, se forman y se rompen constantemente (en el agua líquida cada enlace dura 10^{-11} seg.). Presentan una gran cohesión molecular y una gran estabilidad molecular.

Propiedades y funciones del agua

1) Poder disolvente.

Debido a la polaridad de su molécula, el agua se puede interponer entre los iones de las redes cristalinas de los compuestos iónicos.

Puede formar puentes de hidrógeno con otras moléculas no iónicas.

Una forma de medir la capacidad de una sustancia para disolver compuestos iónicos consiste en calcular el valor de su constante dieléctrica. Esto da lugar a un proceso de disolución en el que la molécula de agua se dispone alrededor de los grupos polares del soluto, llegando a desdoblarlos en aniones y cationes, que quedan así rodeados por moléculas de agua. Esto se denomina solvatación iónica.

2) Debido a la existencia de puentes de hidrógeno.

- Estado líquido del agua a temperatura ambiente.

Gracias a esto el agua actúa como medio de transporte de las sustancias, como función de amortiguación mecánica y como líquido lubricante.

- Líquido incompresible.

Esta propiedad controla las deformaciones citoplasmáticas y permite que el agua actúe como esqueleto hidrostático en las células vegetales.

- Capilaridad o fuerzas de adhesión.

Es la capacidad de unirse a moléculas de otras sustancias. Esto permite que el agua ascienda por conductos estrechos (acción capilar) y la penetración en algunas sustancias como las semillas (imbibición).

- Elevada tensión superficial.

Esto quiere decir que la superficie ofrece resistencia a romperse y actúa como una membrana elástica.

- Elevado calor específico.

Cuando se aplica calor al agua, parte de la energía comunicada se emplea en romper los puentes de hidrógeno.

El agua tiene una función termorreguladora, es decir, mantiene estable la temperatura corporal.

- Elevado calor de vaporización.

Para pasar del estado líquido al gaseoso es necesario que los puentes de hidrógeno se rompan.

La extensión de una película de agua sobre una superficie biológica provoca su refrigeración, ya que al evaporarse tomando energía térmica del medio provoca el enfriamiento del conjunto.

- Densidad.

El agua alcanza un volumen mínimo y la máxima densidad a los 4°C.

Cuando el hielo tiene una temperatura de 0°C se forma un retículo molecular muy estable que tiene mayor volumen que el agua líquida, por lo que el hielo es menos denso que el agua líquida a una temperatura menor de 4°C y flota sobre ella. Esto produce un aislamiento térmico que permite la vida acuática.

3) Ionización del agua.

Algunas moléculas de agua sufren un proceso de ionización cuando un átomo de H de una de ellas se une, mediante un enlace covalente, al átomo de O de otra molécula:

$(\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (ión hidronio)} + \text{OH}^- \text{ (ión hidróxido)})$.

La concentración de moléculas ionizadas en el agua pura es muy baja: a 25°C es de 10^{-14} mol/l, y, por tanto, $\text{H}_3\text{O}^+ = \text{OH}^- = 10^{-7}$ (Neutralidad).

$\text{H}^+ = 10^{-7} \leftrightarrow \text{neutra} \leftrightarrow \text{pH} = 7$

$\text{H}^+ > 10^{-7} \leftrightarrow \text{ácida} \leftrightarrow \text{pH} < 7$

$\text{H}^+ < 10^{-7} \leftrightarrow \text{básica} \leftrightarrow \text{pH} > 7$

Intervienen los sistemas tampón, buffer o amortiguadores que actúan como aceptores o dadores de H^+ para compensar el exceso o el déficit de estos iones en el medio y mantener constante su pH.

Los más comunes son el tampón fosfato, el tampón bicarbonato y las proteínas.

4) Reacciones enzimáticas.

Destacan:

- Hidrólisis : una molécula de agua lleva a cabo la rotura de una molécula orgánica (procesos digestivos).
- Condensación : las moléculas sencillas se unen para obtener otras mayores.
- Fotosíntesis : proporciona H^+ para realizar la síntesis de moléculas orgánicas.

2.2. Sales minerales.

Las sales minerales se pueden encontrar en los seres vivos de tres formas:

- Precipitadas (constituyen estructuras sólidas):
 - Silicatos: caparazones de algunos organismos (diatomeas), espículas de algunas esponjas y estructura de sostén en algunos vegetales (gramíneas).
 - Carbonato cálcico: caparazones de algunos protozoos marinos, esqueleto externo de corales, moluscos y artrópodos, y estructuras duras (espinas de erizos de mar, dientes y huesos).
 - Fosfato cálcico: esqueleto de vertebrados.
- Disueltas (dan lugar a aniones y cationes):

Éstas intervienen en la regulación de la actividad enzimática y biológica, de la presión osmótica y del pH en los medios biológicos; generan potenciales eléctricos y mantienen la salinidad.
- Asociadas a moléculas orgánicas (fosfoproteínas, fosfolípidos y agar-agar).

Funciones de las sales minerales

- 1) Constitución de estructuras de sostén y protección duras.
- 2) Funciones fisiológicas y bioquímicas.
- 3) Sistemas tampón.
- 4) Mantenimiento de concentraciones osmóticas adecuadas.

Los procesos biológicos dependientes de la concentración de soluto en agua se denominan osmóticos y tienen lugar cuando dos disoluciones de diferente concentración separadas por una membrana semipermeable que no deja pasar el soluto pero sí el disolvente. Se observa el paso del disolvente desde la disolución más diluida (hipotónica) hacia la más concentrada (hipertónica) a través de la membrana. Cuando el agua pasa a la disolución hipertónica, ésta se diluye, mientras que la disolución hipotónica se concentra al perderla. El proceso continúa hasta que ambas igualan su concentración, es decir, se hacen isotónicas. Para evitar el paso de agua sería necesario aplicar una presión (presión osmótica).

- Turgencia: si la concentración del medio intracelular es mayor que la extracelular, la entrada excesiva de agua producirá un hinchamiento.
- Plasmólisis: si la concentración del medio intracelular es menor que la extracelular, la célula pierde agua y disminuye de volumen.

Estos dos procesos pueden producir la muerte celular.

- 5) Mantenimiento del pH en estructuras y medios biológicos.