



Fotosíntesis

Casi toda la vida en la Tierra depende de la luz solar.

Las plantas, algas y algunas bacterias capturan la energía lumínica del sol y la convierten en energía química a través de una serie de reacciones llamada fotosíntesis.

Estos organismos producen carbohidratos a partir de componentes básicos como el agua y el dióxido de carbono del ambiente, y durante este proceso liberan oxígeno.

La fotosíntesis nutre a casi toda la vida en el planeta.

La fotosíntesis es un conjunto de reacciones químicas en la cual la energía solar se convierte en energía química.

La energía lumínica activa el movimiento de electrones de moléculas que donan electrones a moléculas que aceptan electrones. Pero, ¿qué moléculas?

El agua es el primer donante de electrones.

El carbono en el dióxido de carbono es el aceptor final de electrones.

El dióxido de carbono se combina con otras moléculas para formar carbohidratos, como el azúcar de tres carbonos llamado G3P.

Los carbohidratos se usan para hacer otras moléculas orgánicas que las plantas usan para crecer y como fuente de energía para sostener sus vidas.

Un importante producto secundario de la fotosíntesis es el oxígeno.

Vamos a acercarnos al corte transversal de una hoja para ver más de cerca el centro de acción de la fotosíntesis.

Una hoja tiene varios tipos de células, como células mesofílicas, células epidérmicas y haces vasculares.

La mayoría de las células en el medio de una hoja contienen grandes cantidades de cloroplastos. Los pigmentos en los cloroplastos hacen que estas células sean verdes.

Los cloroplastos son los organelos donde ocurre la fotosíntesis.

El dióxido de carbono del aire entra a la hoja a través de pequeños poros, llamados estomas, en la capa externa de la célula.

El oxígeno que se forma durante la fotosíntesis también sale de la planta a través de los estomas.

La planta transporta moléculas orgánicas producidas en las células de la hoja hacia otras células a través del sistema de tuberías que se encuentra en los haces vasculares.

Veamos más de cerca un cloroplasto, el organelo donde ocurre la fotosíntesis.

La fotosíntesis consiste en dos conjuntos de reacciones químicas: las reacciones luminosas y el ciclo de Calvin.

Estas reacciones ocurren en distintas regiones de los cloroplastos.

Los cloroplastos contienen una serie de discos encapsulados por una membrana llamados tilacoides, que están rodeados por un fluido acuoso y transparente, llamado estroma.

Las reacciones luminosas se llevan a cabo en moléculas en las membranas de los tilacoides, mientras las reacciones del ciclo de Calvin se llevan a cabo por moléculas en el estroma.

Vamos a explorar estas regiones y sus funciones con más detalles.

En la membrana del tilacoide, las reacciones luminosas transforman la energía lumínica en energía química.

La energía lumínica impulsa la formación de moléculas de ATP a partir de ADP, y de moléculas de NADPH a partir de NADP⁺ y electrones.

Durante este proceso, las moléculas de agua se dividen y se forma el oxígeno, que puede ser liberado a la atmósfera.

En el estroma, las reacciones del ciclo de Calvin usan energía química de ATP y NADPH para combinar dióxido de carbono del aire con moléculas orgánicas para formar nuevas moléculas, como el azúcar G3P.

ADP y NADP⁺ se reciclan y se pueden usar de nuevo en las reacciones luminosas.

Las plantas aumentan su biomasa a través de la formación de estas nuevas moléculas orgánicas.

Las membranas tilacoidales contienen moléculas especializadas que funcionan juntas para llevar a cabo las reacciones luminosas.

La luz es absorbida por complejos de pigmentos y proteínas llamados fotosistemas.

Hay dos fotosistemas: fotosistema I y fotosistema II.

Los fotosistemas transforman la energía lumínica en energía química al excitar y transportar electrones de molécula a molécula, como en una cadena, en la membrana tilacoidal.

A este proceso se le llama una cadena de transporte de electrones.

Veamos más de cerca cómo funciona este proceso.

Primero, los fotones de luz llegan a la clorofila, un pigmento que absorbe la luz en el fotosistema II.

Los electrones en la clorofila se excitan a un mayor nivel de energía.

Los electrones excitados pasan por un portador de electrones.

Mientras tanto, el agua se divide y libera electrones.

Estos electrones reemplazan los electrones perdidos en el fotosistema II.

El producto secundario de esta reacción es el oxígeno, que posteriormente se libera en el aire.

Los otros productos son protones o iones de hidrógeno, que se liberan dentro de los tilacoides o lumen.

Los electrones excitados pasan al complejo del citocromo.

Parte de la energía de los electrones la utiliza el complejo del citocromo para transportar protones adicionales hacia el lumen.

El segundo portador de electrones, una proteína dentro del lumen, recibe los electrones y los pasa al fotosistema I.

Estos electrones ya han perdido la mayor parte de la energía recibida de la luz en el fotosistema II.

Los fotones de luz llegan a la clorofila en el fotosistema I y excitan a los electrones nuevamente.

Los electrones luego pasan al tercer portador de electrones.

Finalmente, estos electrones son reciclados o interactúan con una enzima y con NADP⁺, el aceptor final de electrones de las reacciones luminosas, para formar NADPH.

Parte de la energía de la luz ahora está almacenada en la molécula reducida de NADPH.

Parte de la energía liberada por la transferencia de electrones ha establecido un gradiente de protones a través de la membrana tilacoidal.

Los protones que se acumularon en el lumen se difunden hacia el estroma a través de una enzima llamada ATP sintasa.

La ATP sintasa usa la energía potencial del gradiente de protones para combinar ADP con fosfato inorgánico para formar ATP.

De esta manera, la energía potencial se transforma en energía química almacenada como ATP.

ATP y NADPH ahora tienen energía almacenada a partir de las reacciones luminosas.

Esta energía se puede usar en el ciclo de Calvin.

Esta cadena de transporte de electrones activada por la luz suele ser continua en presencia de la luz solar.

Abarca una serie de reacciones químicas que incluyen absorción de luz, conversión de energía y transferencia de electrones realizada por los fotosistemas y otras enzimas en la membrana de los tilacoides.

El ciclo de Calvin ocurre en el estroma del cloroplasto, el fluido acuoso y transparente que rodea los tilacoides.

Es útil dividir el ciclo de Calvin en tres fases: fijación, reducción y regeneración.

En la primera fase, el carbono inorgánico, en forma de dióxido de carbono del aire, se incorpora en moléculas orgánicas, un proceso conocido como fijación de carbono.

Tres moléculas de dióxido de carbono reaccionan con tres moléculas de ribulosa bisfosfato (RuBP) para producir seis unidades de una molécula de tres carbonos llamada 3-PGA.

La enzima RuBisCO cataliza esta reacción.

En la segunda fase, las moléculas orgánicas aceptan electrones, un proceso llamado reducción. Las seis moléculas de 3-PGA usan seis moléculas de ATP y seis de NADPH, la cual almacena energía de las reacciones luminosas, para generar seis moléculas de G3P. Las moléculas G3P contienen más electrones y tienen más energía potencial que 3-PGA.

Una molécula de G3P sale del ciclo.

Se puede usar para hacer otras moléculas orgánicas.

En la tercera fase, la fase de regeneración, un gran conjunto de reacciones usa las otras cinco moléculas de G3P y energía de tres moléculas de ATP para producir tres moléculas de RuBP.

Con la RuBP reformada, el proceso puede empezar de nuevo.

Nótese que, en el ciclo de Calvin, la energía de ATP y NADPH producida en las reacciones luminosas se usa para generar una molécula G3P a partir de tres moléculas de dióxido de carbono.

En este proceso, los electrones que pierde la NADPH son aceptados por los carbonos de las moléculas de dióxido de carbono, que son los aceptores finales de electrones de la fotosíntesis.

El G3P, el producto neto del ciclo de Calvin, se puede usar para generar otras moléculas orgánicas, como sacarosa o almidón.

La sacarosa que producen las células de las hojas se transporta a través de los haces vasculares hacia otras partes de la planta, como los tallos y raíces.

Las células de las hojas también pueden producir almidón para almacenar energía a largo plazo.

En general, las moléculas generadas por la fotosíntesis proporcionan el sustento y los elementos vitales que permiten que las plantas crezcan.

A nivel mundial, la fotosíntesis produce un estimado de 150 mil millones de toneladas métricas de carbohidratos al año y es responsable del oxígeno de nuestra atmósfera, lo que lo convierte en uno de los procesos químicos más importantes para la vida en la Tierra.