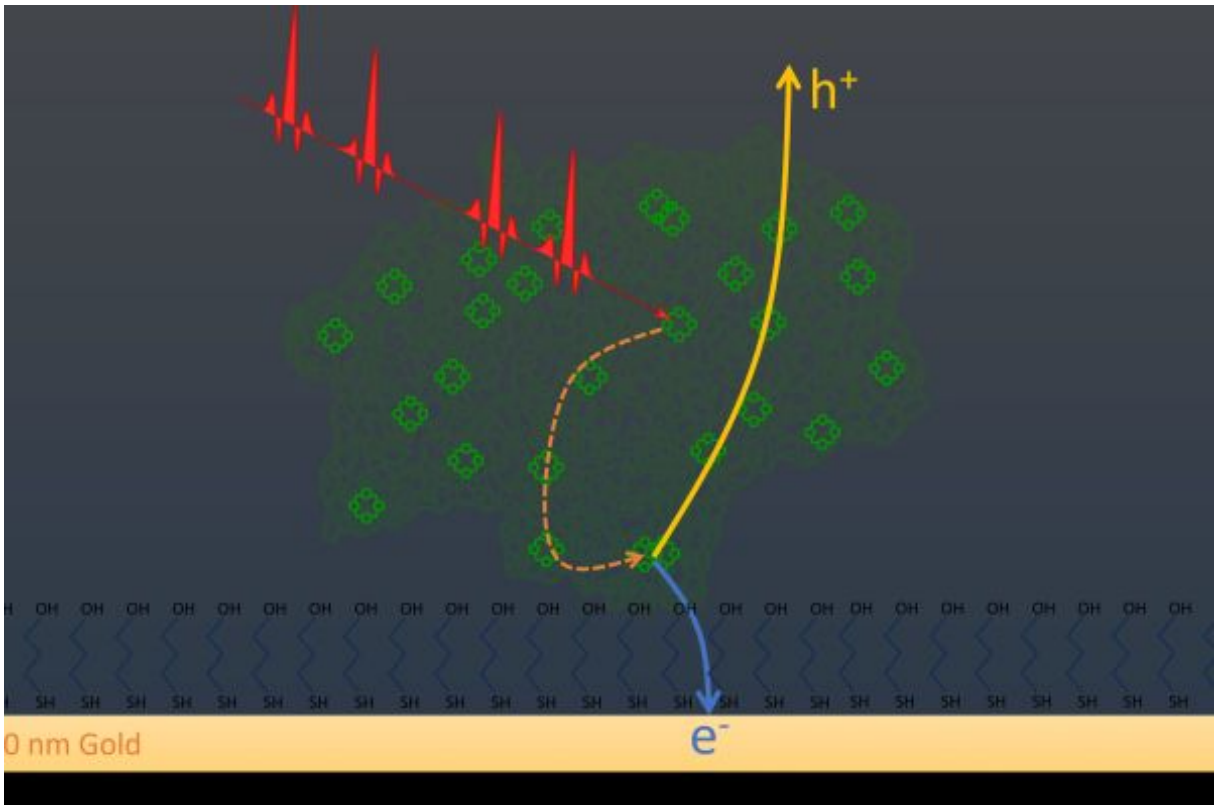


Espectroscopia 2D ultrarrapida investiga la separacion de cargas en el fotosistema de las plantas

Un equipo de investigadores liderado por IBEC e ICFO ha desarrollado y validado una nueva tecnica de espectroscopia de electrones fotoelectroquimica para investigar la dinamica de separacion de cargas, un paso crucial de la fotosintesis, en complejos fotosinteticos.

September 12, 2024

La fotosintesis es el proceso mediante el cual algunos organismos (por ejemplo, plantas, algas y algunas bacterias) transforman la energia luminica en energia quimica. Este proceso comienza con la absorcion de luz (fotones) por parte de ciertos pigmentos (principalmente clorofila) y termina con un flujo de electrones que desencadena la sintesis de portadores de energia.

Un paso intermedio que aun no se ha explorado directamente, principalmente porque ocurre en escalas de tiempo ultrarrapidas, es la llamada **separacion de cargas**. Una vez que el

pigmento absorbe un foton, un electron es excitado a un nivel de energia superior. Esta energia adicional se transfiere a ubicaciones especificas, llamadas centros de reaccion, provocando que, de nuevo, un electron de la clorofila en esos centros se excite y se transfiera a otro complejo (la molecula aceptora). Como resultado, la clorofila se carga positivamente, lo que significa que ha ocurrido la separacion de cargas. Esta diferencia de carga es crucial porque establece un flujo de electrones de alta energia que impulsara el resto del proceso fotosintetico.

Para descifrar los complejos fotosinteticos e idear nuevas estrategias fotosinteticas, es clave investigar las rutas que conducen hasta la separacion de cargas. Este fenomeno ha sido abordado recientemente en un trabajo conjunto entre los investigadores del ICFO, el **Dr. Luca Bolzonello** y el P**rofesor ICREA Niek F. van Hulst**, y el IBEC, tambien en colaboracion con la Universidad de Padua y la Vrije Universiteit Amsterdam. El equipo ha desarrollado y validado una nueva tecnica de Espectroscopia Electronica Bidimensional Fotoelectroquimica (PEC2DES, por las siglas en ingles), que permite investigar directamente la dinamica de la separacion de cargas en complejos fotosinteticos. Su metodo fue presentado en ACS Applied Materials and Interfaces.

i¿½Creo que nuestros resultados son muy significativos porque **hemos proporcionado una nueva forma de acceder directamente a los procesos de separacion de cargas, que son cruciales para entender la fotosintesis**i¿½, destaca el Dr. Luca Bolzonello, primer coautor d l articul

. A diferencia de los metodos opticos tradicionales, PEC2DES combina de manera unica a deteccion fotoelectroquimica (PEC) con la espectroscopia no lineal (2DES), permitien o investigar el evento de la separacion de cargas de manera selectiva y revelando pist s importantes sobre las dinamicas de excitacion y transferencia de cargas dentro de sistem s fotosinteticos complejos. Mas importante aun, esta tecnica puede estudiar la dinami a ultrarrapida de los excitones dentro del sistema con solo medir directamente el producto e la fotosintesis, es decir, las cargas electricas que se mueven a lo largo de la cadena e transporte de electrone

Combinando PEC y 2DES para obtener PEC2DES

Para validar su metodo, los investigadores utilizaron el Complejo Fotosistema I-Complejo de Captacion de Luz I (PSI-LHCI, por las siglas en ingles) como sistema modelo, donde la absorcion de luz por ?clorofilas de antena' se utiliza para impulsar la separacion de cargas en el centro de reaccion.

Primero, desarrollaron el sistema fotoelectroquimico (PEC) para medir la corriente generada por los complejos PSI-LHCI. Luego, integraron este sistema con un sistema de espectroscopia electronica bidimensional (2DES). **Esta combinacion sin precedentes de PEC y 2DES dio lugar a la tecnica PEC2DES presentada en su estudio, que por primera vez identifico las cargas generadas durante la separacion de cargas.**

i¿½Los principales obstaculos que encontramos fueron la necesidad de mantener a estabilidad de la muestra durante largos periodos de tiempo, algo que las mediciones e 2DES siempre requieren, y la dificultad de interpretar la senal PEC2DESi¿½, recu rda Bolzonello. i¿½Aunque descubrimos que la tecnica es ciega ante algunas caracteri ticas ultrarrapidas, hemos allanado el camino para resolver dichos problem

Perspectivas futuras: hacia sistemas fotosinteticos artificiales

El equipo acaba de abrir la puerta para rastrear la dinamica ultrarrapida de los procesos de separacion de cargas con la tecnica PEC2DES. En un futuro cercano, les gustaria perfeccionar su herramienta identificando y minimizando los efectos de la mezcla incoherente, un fenomeno no deseado que contamina el objeto de estudio, en este caso, la dinamica de separacion de cargas. Tambien consideran explorar la aplicacion de esta tecnica a otros complejos fotosinteticos o dirigirla a sistemas artificiales donde el efecto de la mezcla incoherente, la principal limitacion de esta nueva tecnica, se minimice.

Segun los investigadores, el descubrimiento podria utilizarse en dispositivos biohibridos y sensores que dependen del control preciso y la comprension de los procesos de transferencia de electrones dentro de ensamblajes de proteinas complejos. Bolzonello tambien sugiere que una de las aplicaciones prometedoras de PEC2DES podria ser i¿½ l diseno y la optimizacion de sistemas fotosinteticos artificiales, lo que a su vez podria mejor r la eficiencia de la conversion de energia solari?

Referencia:

Manuel Lopez-Ortiz, Luca Bolzonello, Matteo Bruschi, Elisa Fresch, Elisabetta Collini, Chen Hu, Roberta Croce, Niek F. van Hulst, y Pau Gorostiza. ACS Applied Materials & Interfaces 2024 16 (33), 43451-43461. DOI: 10.1021/acsami.4c03652