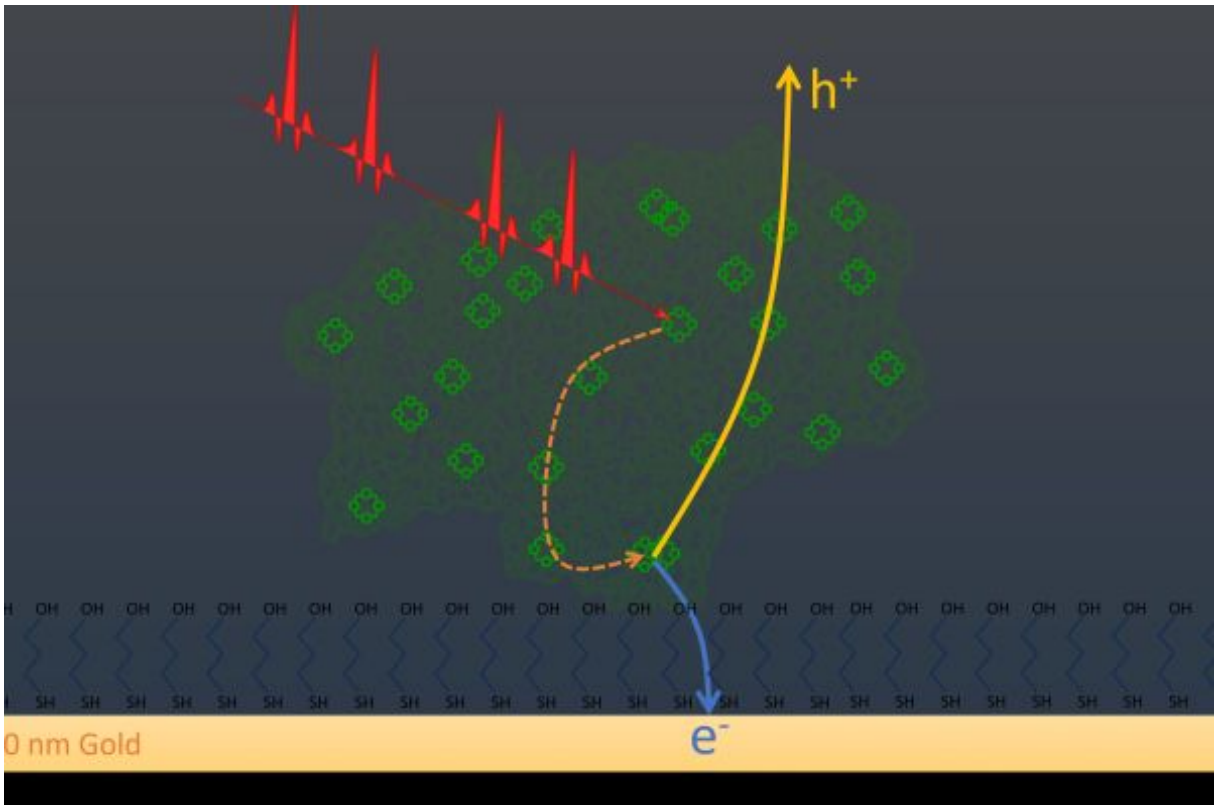


Espectroscopia 2D ultrarapida investiga la separacio de carregues en el fotosistema de les plantes

Un equip d'investigadors liderat per l'IBEC i l'ICFO ha desenvolupat i validat una nova tecnica d'espectroscopia d'electrons fotoelectroquimica per investigar la dinamica de separacio de carregues, un pas crucial de la fotosintesi, en complexos fotosintetics.

September 12, 2024

La fotosintesi es el proces mitjancant el qual alguns organismes (per exemple, plantes, algues i algunes bacteries) transformen l'energia lluminosa en energia quimica. Aquest proces comenca amb l'absorcio de llum (fotons) per part de certs pigments (principalment clorofil·la) i acaba amb un flux d'electrons que desencadena la sintesi de portadors d'energia

Un pas intermedi que encara no s'ha explorat directament, principalment perque es produei en escales de temps ultrarapides, es l'anomenada**separacio de carregues**. Un cop el pigment absorbeix un foto, un electro s'excita a un nivell d'energia superior. Aquesta energia

addicional es transfereix a ubicacions especifiques, anomenades centres de reaccio, provocant que, de nou, un electro de la clorofil·la en aquests centres s'exciti i es transfereix a un altre complex (la molecula acceptora). En conseqüencia, la clorofil·la es carr ga positivament, cosa que significa que ha tingut lloc la separacio de carregues. Aque ta diferencia de carrega es crucial perque estableix un flux d'electrons d'alta energia ue impulsara la resta del proces fotosintet

c. Per a poder desxifrar els complexos fotosintetics i idear noves estrategies fotosintetiques, es clau investigar les rutes que condueixen a la separacio de carregues. Aquest fenomen ha estat abordat recentment en un treball conjunt entre els investigadors de l'ICFO, **Dr. Luca Bolzonello** i el **Professor ICREA Niek F. van Hulst**, i l'IBEC, tambe en col·laboracio amb l Universitat de Padua i la Vrije Universiteit Amsterdam. L'equip ha desenvolupat i validat un nova tecnica d'Espectroscopia Electronica Bidimensional Fotoelectroquimica (PEC2DES, pe les seves sigles en angles), que permet investigar directament la dinamica de la separacio d carregues en complexos fotosintetics. El seu metode va ser presentat aACS Applied Materials and Interfaces.

i¿½Crec que els nostres resultats son molt significatius perque **hem proporcionat una nova forma d'accedir directament als processos de separacio de carregues, que son crucials per entendre la fotosintesi**i¿½, destaca el Dr. Luca Bolzonello, primer coautor de l'articl . A diferencia dels metodes optics tradicionals, PEC2DES combina de manera unica la detecc o fotoelectroquimica (PEC) amb l'espectroscopia no lineal (2DES), permetent investig r l'esdeveniment de la separacio de carregues de manera selectiva i revelant pistes importan s sobre les dinamiques d'excitacio i transferencia de carregues dins de sistemes fotosinteti s complexos. Encara mes important, aquesta tecnica pot estudiar la dinamica ultrarapida de s excitons dins del sistema senzillament mesurant directament el producte de la fotosintesi, s a dir, les carregues electriques que es mouen al llarg de la cadena de transport d'electron

Combinant PEC i 2DES per obtenir PEC2DES

Per validar el seu metode, els investigadors van utilitzar el Complex Fotosistema I-Complex de Captacio de Llum I (PSI-LHCI, per les seves sigles en angles) com a sistema model, on l'absorcio de llum per les ?clorofil·les d'antena' s'utilitza per a impulsar la separacio d carregues al centre de reaccio

Primer, van desenvolupar el sistema fotoelectroquimic (PEC) per mesurar el corrent genera pels complexos PSI-LHCI. Despres, van integrar aquest sistema amb un sistem d'espectroscopia electronica bidimensional (2DES).**Aquesta combinacio sense precedents de PEC i 2DES va donar lloc a la tecnica PEC2DES presentada al seu estudi, que per primera vegada va identificar les carregues generades durant la separacio de carregues**.

i¿½Els principals obstacles que vam trobar van ser la necessitat de mantenir l'estabilitat de a mostra durant llargs periodes de temps, cosa que les mesures amb 2DES semp e requereixen, i la dificultat d'interpretar el senyal PEC2DESi¿½, recorda Bolzonello. i¿½Tot

i que vam descobrir que la tecnica es cega davant d'algunes caracteristiques ultrarapide , hem aplanat el cami per resoldre aquests problem

Perspectives futures: cap a sistemes fotosintetics artificials

L'equip acaba d'obrir la porta per rastrejar la dinamica ultrarapida dels processos de separacio de carregues amb la tecnica PEC2DES. En un futur proper, els agradaria perfeccionar la seva eina identificant i minimitzant els efectes de la barreja incoherent, un fenomen no desitjat que contamina l'objecte d'estudi, en aquest cas, la dinamica de separacio de carregues. Tambe consideren explorar l'aplicacio d'aquesta tecnica a altres complexos fotosintetics o dirigir-la a sistemes artificials on l'efecte de la barreja incoherent, la principal limitacio d'aquesta nova tecnica, es minimitzi.

Segons els investigadors, el descobriment podria utilitzar-se en dispositius biohibrids i sensors que depenen del control precis i la comprensio dels processos de transferencia d'electrons dins d'assemblatges de proteines complexos. Bolzonello tambe suggereix que una de les aplicacions prometedores de PEC2DES podria ser i¿½el disseny i l'optimitzacio e sistemes fotosintetics artificials, cosa que al seu torn podria millorar l'eficiencia de a conversio d'energia solari?

Referencia:

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