

Image not found

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 produeix 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 especificiques, 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 carrega positivament, cosa que significa que ha tingut lloc la separacio de carregues. Aquesta diferencia de carrega es crucial perque estableix un flux d'electrons d'alta energia que impulsara la resta del proces fotosintetic

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 una nova tecnica d'Espectroscopia Electronica Bidimensional Fotoelectroquimica (PEC2DES, per les seves sigles en angles), que permet investigar directament la dinamica de la separacio de carregues en complexos fotosintetics. El seu metode va ser presentat a ACS Applied Materials and Interfaces.

ic2/crec 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, destaca el Dr. Luca Bolzonello, primer coautor de l'article. A diferència dels mètodes òptics tradicionals, PEC2DES combina de manera única la detecció fotoelectroquímica (PEC) amb l'espectroscòpia no lineal (2DES), permetent investigar l'esdeveniment de la separació de càrregues de manera selectiva i revelant pistes importants sobre les dinàmiques d'excitació i transferència de càrregues dins de sistemes fotosintètics complexos. Encara més important, aquesta tècnica pot estudiar la dinàmica ultraràpida de les excitacions dins del sistema senzillament mesurant directament el producte de la fotosíntesi, a dir, les càrregues elèctriques que es mouen al llarg de la cadena de transport d'electrons.

Combinant PEC i 2DES per obtenir PEC2DES

Per validar el seu mètode, els investigadors van utilitzar el Complex Fotosistema I-Complex de Captació de Llum I (PSI-LHCI, per les seves sigles en anglès) com a sistema model, on l'absorció de llum per les 'clorofil·les d'antena' s'utilitza per a impulsar la separació de càrregues al centre de reacció.

Primer, van desenvolupar el sistema fotoelectroquímic (PEC) per mesurar el corrent generat pels complexos PSI-LHCI. Després, van integrar aquest sistema amb un sistema d'espectroscòpia electrònica bidimensional (2DES). **Aquesta combinació sense precedents de PEC i 2DES va donar lloc a la tècnica PEC2DES presentada al seu estudi, que per primera vegada va identificar les càrregues generades durant la separació de càrregues.**

Els principals obstacles que van trobar van ser la necessitat de mantenir l'estabilitat de la mostra durant llargs períodes de temps, cosa que les mesures amb 2DES sempre requereixen, i la dificultat d'interpretar el senyal PEC2DES. Tot i que van descobrir que la tècnica és cega davant d'algunes característiques ultraràpides, hem aplanat el camí per resoldre aquests problemes.

Perspectives futures: cap a sistemes fotosintètics artificials

L'equip acaba d'obrir la porta per rastrejar la dinàmica ultraràpida dels processos de separació de càrregues amb la tècnica 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 dinàmica de separació de càrregues. També consideren explorar l'aplicació d'aquesta tècnica a altres complexos fotosintètics o dirigir-la a sistemes artificials on l'efecte de la barreja incoherent, la principal limitació d'aquesta nova tècnica, es minimitzi.

Segons els investigadors, el descobriment podria utilitzar-se en dispositius biohíbrids i sensors que depenen del control precís i la comprensió dels processos de transferència d'electrons dins d'assemblatges de proteïnes complexos. Bolzonello també suggereix que una de les aplicacions prometedores de PEC2DES podria ser el disseny i l'optimització de sistemes fotosintètics artificials, cosa que al seu torn podria millorar l'eficiència de la conversió d'energia solar.

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](https://doi.org/10.1021/acsami.4c03652)