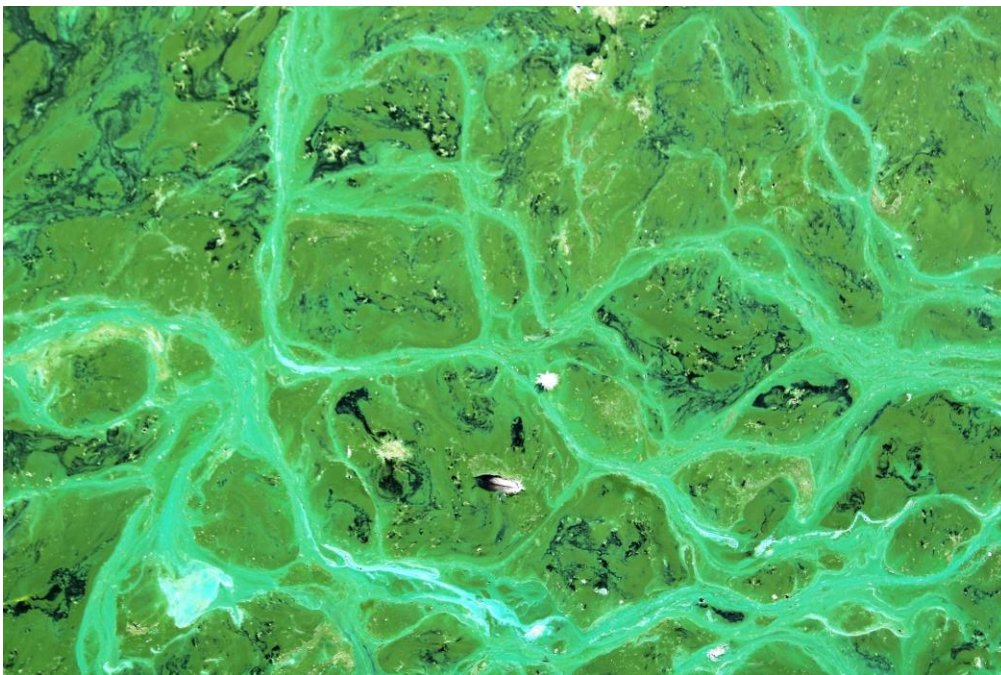


València, 14 de març de 2025

Descriuen un mecanisme clau per a l'adaptació dels bacteris que van fer respirable l'atmosfera de la Terra

- Investigadors de l'Institut de Biomedicina de València (CSIC) visualitzen amb raigs X la maquinària molecular que permet als cianobacteris adaptar-se a situacions d'escassetat de nitrogen
- El mecanisme bàsic descrit proporciona possibles dianes per a limitar la propagació excessiva d'aquests bacteris, productores de toxines que suposen un risc mediambiental i sanitari



La proliferació excessiva de cianobacteris en l'aigua provoca les característiques 'aigües verdes'. / Pixabay

Si gaudim d'una atmosfera amb oxigen que podem respirar és també gràcies als cianobacteris. Aquestes algues verd-blaves són bacteris que realitzen la fotosíntesi i produeixen oxigen, igual que les plantes. Així, aquestes protoplantes microscòpiques van ser claus per a l'evolució de la vida a la Terra. No obstant això, la seua proliferació excessiva a l'aigua suposa un problema mediambiental i sanitari per les substàncies tòxiques que produeixen. Ara, un grup d'investigació de l'Institut de Biomedicina de València (IBV), del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), ha aconseguit visualitzar a nivell quasi atòmic la complexa maquinària que permet a aquests

microorganismes adaptar-se a ambients pobres en nitrogen biològicament útil, caracteritzant dianes potencials per al control de la seua proliferació. Els seus resultats es publiquen a la revista *Nucleic Acids Research*.

Els cianobacteris van ser les transformadores de la nostra atmosfera en un entorn oxigenat, i continuen exercint un paper clau en eixa funció. Van ser precursors dels cloroplasts, els xicotets òrgans de les plantes que realitzen la fotosíntesi. És molt important la seua contribució a l'estabilitat mediambiental i als cicles biològics globals d'oxigen, nitrogen i carboni. L'acumulació de substàncies en les aigües (principalment fosfats) i les elevades temperatures donen lloc amb freqüència a floracions massives de cianobacteris, les característiques 'aigües verdes'.

Aquestes floracions tenen efectes negatius, entre ells la producció de cianotoxines, substàncies amb toxicitat hepàtica, renal i neurològica. Fins i tot el peix o els mol·luscos contaminats per aquestes toxines poden ser tòxics si s'ingereixen. "És crucial determinar els mecanismes de control metabòlic dels cianobacteris. Només així podem entendre bé tant el seu paper en el cicle dels elements a la naturalesa com els mecanismes de regulació de l'expressió dels seus gens, que poden determinar la seua propagació massiva i la producció de toxines", assevera l'investigador del CSIC **José Luis Llácer**, líder de l'estudi.

Culminació a 25 anys d'estudis

L'equip on treballa Llácer a l'IBV-CSIC va descobrir fa 25 anys una nova família d'enzims (aminoàcid cinasa), una de les quals és crucial en l'adaptació dels cianobacteris als canvis en la disponibilitat de nitrogen. En relació amb ella van determinar les estructures d'altres proteïnes que possibiliten aquesta adaptació. Ara culminen el seu treball delineant a escala quasi atòmica el paper d'una proteïna exclusiva dels cianobacteris, anomenada PipX, en la regulació de l'expressió dels gens que utilitzen aquests microorganismes per a respondre a la pobresa de nitrogen. Aquesta resposta està mediada per un regulador de l'expressió d'aquests gens, conegut com NtcA.

"NtcA és un factor de transcripció que regula pràcticament l'expressió de tots els gens relacionats amb el metabolisme del nitrogen i l'adaptació dels cianobacteris a l'escassetat d'aquest. Però la seua adaptació o regulació no és alguna cosa del tot o res, sinó que és gradual", explica **Alicia Forcada**, investigadora postdoctoral a l'IBV-CSIC i primera autora del treball. "La proteïna PipX dels cianobacteris coactiva aquest mecanisme i li permet aconseguir la seua màxima eficàcia, sent crucial per a la supervivència d'aquests organismes en condicions de greu manca de nitrogen", revela Forcada.

Aquest estudi de biologia estructural s'ha dut a terme mitjançant cristal·lografia de raigs X, modelitzats estructurals dels complexos i estudis funcionals en bacteris, aquests últims realitzats pel grup de la Universitat d'Alacant de la professora **Asunción Contreras**. "El treball marca una fita en la comprensió del mecanisme molecular que adapta els cianobacteris a l'escassetat de nitrogen, i suggereix que poden existir reguladors amb funcions similars a la proteïna PipX en complexos de transcripció d'altres

organismes”, manifesta **Vicente Rubio**, professor d'investigació *ad honorem* del CSIC a l'IBV i autor de correspondència de l'article al costat de José Luis Llácer.

“NtcA és un factor de transcripció que pertany a una família d'aquests factors present en quasi tots els bacteris. Regulen l'adaptació d'aquests microorganismes a múltiples estímuls ambientals. El mecanisme molecular pel qual funciona NtcA es detalla ara a alta resolució, sent el primer cas en el qual es descriu com un membre de la família és coactiu per una altra proteïna”, subratlla Llácer. Els investigadors de l'IBV-CSIC assenyalen que la caracterització en gran detall estructural que proporciona l'estudi podria guiar el disseny de compostos per a ajudar a controlar la població de cianobacteris, alguna cosa que ara només s'aconsegueix mitjançant eliminació de fosfats de les masses aquoses en què proliferen aquests organismes.

Referència:

Alicia Forcada-Nadal, Sirine Bibak, Paloma Salinas, Asunción Contreras, Vicente Rubio, José L Llácer, ***Structures of the cyanobacterial nitrogen regulators NtcA and PipX complexed to DNA shed light on DNA binding by NtcA and implicate PipX in the recruitment of RNA polymerase***, *Nucleic Acids Research*, Volume 53, Issue 4, 28 February 2025, gkaf096, <https://doi.org/10.1093/nar/gkaf096>



José Luis Llácer, Alicia Forcada i Vicente Rubio, investigadors de l'IBV-CSIC responsables de l'estudi.