

Padova, 12 febbraio 2024

ESOPIANETI, CONTINUA LA RICERCA SULLA VITA POSSIBILE

**I cianobatteri non solo vivono, ma addirittura proliferano
in presenza di luce di stella rossa nana e in assenza di ossigeno**

Un altro passo avanti per cercare vita nell'Universo, grazie a uno studio coordinato dalla prof.ssa Nicoletta La Rocca del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova e condotto da un gruppo di ricerca multidisciplinare che coinvolge biologi, bioinformatici, ingegneri e astronomi.

Publicato sulla rivista «Frontiers in Plant Science», lo studio *Transcriptomic and photosynthetic analyses of Synechocystis sp. PCC6803 and Chlorogloeopsis fritschii sp. PCC6912 exposed to an M-dwarf spectrum under an anoxic atmosphere* dimostra per la prima volta come cianobatteri esposti a condizioni simulate di esopianeti con atmosfera anossica e illuminati da una stella rossa nana mostrino buona capacità di crescita e di fotosintesi grazie ad una specifica regolazione genica.

I cianobatteri sono microorganismi con un'origine molto antica. Sono apparsi circa 3,5 miliardi di anni fa, ed hanno sviluppato un processo metabolico rivoluzionario, la fotosintesi ossigenica, che ha cambiato profondamente l'atmosfera della Terra. Prima della loro evoluzione l'ossigeno era presente solo in tracce e solo grazie alla loro proliferazione aumentò portando al grande evento di ossigenazione (GOE) del nostro pianeta che generò la spinta per l'evoluzione



Nicoletta La Rocca

delle forme di vita aerobie e complesse che attualmente conosciamo. I cianobatteri si sono probabilmente evoluti in ambienti protetti dalla radiazione UV, quando la nostra atmosfera era povera di ossigeno. Questi ambienti erano caratterizzati da poca luce visibile e un eccesso di luce rosso lontana (*far-red*) e ci sono evidenze molecolari che la prima forma di fotosintesi ossigenica utilizzasse proprio queste lunghezze d'onda. Solo successivamente, con la comparsa dell'ozono a proteggere dai raggi UV, i cianobatteri si distribuirono sulla superficie terrestre anche grazie alle loro capacità di adattamento nella raccolta della luce visibile. Nell'ultimo decennio, sono state scoperte alcune specie di cianobatteri che possono utilizzare la luce rosso lontana per la fotosintesi, in aggiunta alla luce visibile, attraverso un meccanismo chiamato *Far-red Light Photoacclimation* o FaRLiP, codificato nel genoma di queste poche specie.

Questi cianobatteri sono sembrati degli ottimi modelli per poter studiare l'origine della fotosintesi ossigenica sul nostro pianeta e anche la sua possibile efficienza in condizioni che simulano l'irraggiamento di stelle che possiedono un'alta emissione nel rosso lontano, come le stelle rosse nane. Queste stelle sono di interesse astrobiologico, dato che sono molto abbondanti nella Via Lattea, che la loro longevità potrebbe permettere un tempo sufficiente per l'evoluzione

della vita, e dato che molti studi hanno dimostrato che intorno alla cosiddetta zona abitabile di queste stelle orbitano esopianeti rocciosi simili alla Terra.

«Nel nostro lavoro sono state studiate le capacità di acclimatazione di due cianobatteri, *Chlorogloeopsis fritschii* sp. PCC6912, capace di utilizzare la luce rosso lontana (*far-red*) in aggiunta a quella visibile per la propria crescita, e *Synechocystis* sp. PCC6803, capace invece di utilizzare solo la luce visibile per crescere – spiega Nicoletta La Rocca, responsabile scientifico di due progetti finanziati dall’Agenzia Spaziale Italiana -. Questi organismi sono stati esposti a una combinazione di tre spettri di luce simulati (di stella rossa nana, solare, e *far-red*) e due composizioni atmosferiche (terrestre e primordiale anossica). Inizialmente è stata misurata la crescita, la produzione fotosintetica di ossigeno e la composizione in pigmenti di questi organismi; successivamente ne è stata studiata la risposta a livello trascrizionale, attraverso il sequenziamento dell’RNA, dopo esposizione a ogni combinazione di spettro luminoso e composizione atmosferica.



Mariano Battistuzzi

In maniera sorprendente, l’atmosfera priva di ossigeno non sembra impattare la risposta dei due organismi in maniera significativa. I risultati mostrano come entrambi gli organismi siano predisposti all’anossia e come la luce simulata di stella rossa nana possa essere raccolta efficacemente e sia sufficiente per mantenere un metabolismo simile a quello cui gli organismi sono esposti in luce solare. Al contrario di *Synechocystis* sp. PCC6803, *Chlorogloeopsis fritschii* sp. PCC6912 si è dimostrato capace di utilizzare la luce rosso lontana e ha mostrato di saper acclimatarsi alla luce simulata di stella nana rossa attraverso una risposta specifica, codificata nel DNA dell’organismo.»

Mariano Battistuzzi, assegnista di ricerca presso il CNR-IFN di Padova e affiliato al Dipartimento di Biologia UNIPD, primo autore del lavoro, sottolinea che «lo studio presenta nuove informazioni molecolari sulle strategie di acclimatazione di due specie di cianobatteri alle condizioni combinate di luce simulata di stella rossa nana e composizione atmosferica priva di ossigeno. I dati molecolari spiegano le osservazioni fisiologiche indicando che specifiche acclimatazioni alla luce rosso lontana non sono necessarie per sfruttare lo spettro di luce di una stella rossa nana. Tuttavia, se la luce rosso lontana è disponibile, e il cianobatterio è capace di utilizzarla, allora viene iniziata una risposta di acclimatazione. Inoltre, l’assenza di ossigeno sembra impattare in maniera minimale la risposta degli organismi, almeno nel breve periodo, mostrando come i cianobatteri siano preparati in maniera ancestrale all’assenza di ossigeno.»

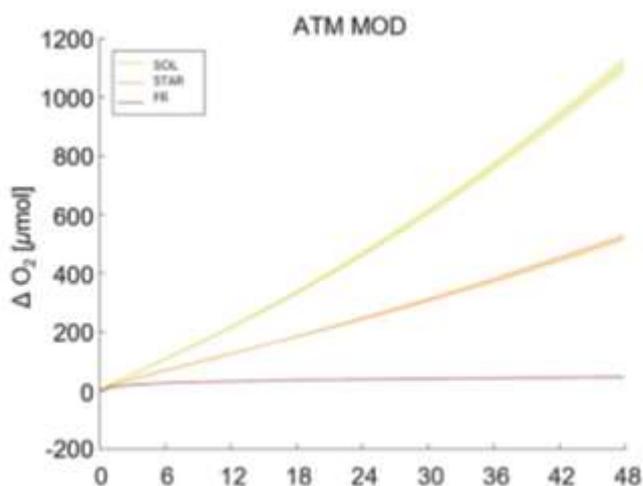
«Lo studio è stato eseguito utilizzando un particolare setup sperimentale progettato e realizzato in passato grazie alla collaborazione con i ricercatori dell’Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (CNR-IFN) e dell’Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) dell’Osservatorio Astronomico di Padova. Il setup è costituito da un simulatore di luci stellari che permette di riprodurre entro certi limiti gli spettri di luce di diverse stelle, e una camera di simulazione atmosferica in cui è possibile crescere microorganismi fotosintetici direttamente esposti alle luci stellari.» afferma **Lorenzo Cocola, tecnologo CNR-IFN**, fra gli autori del lavoro.

I risultati di questo studio provano l'adattabilità e la versatilità dei cianobatteri, e danno importanti informazioni sul potenziale contributo della fotosintesi nel *far-red* all'ossigenazione dell'atmosfera primordiale terrestre e sono un segnale positivo per la ricerca di vita in esopianeti che orbitano le stelle rosse nane.

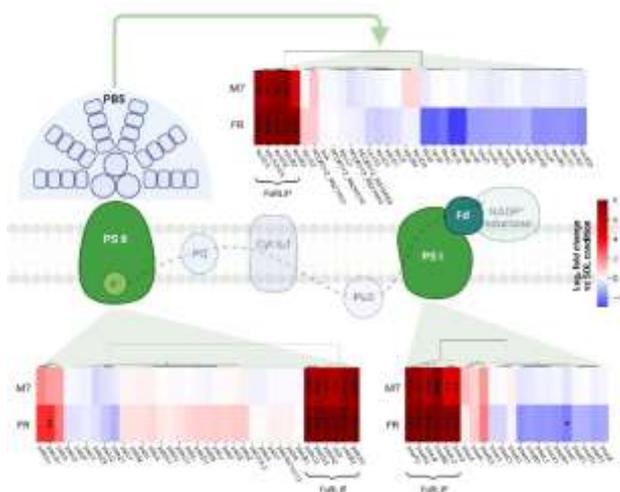
Lo studio è stato in parte finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana, con i progetti "Life in space" e "ASTERIA" all'interno del quale l'unità di ricerca di Padova, sotto la responsabilità della Prof.ssa Nicoletta La Rocca, ha come obiettivo lo studio delle risposte fisiologiche e molecolari di cianobatteri esposti a condizioni planetarie simulate.

Link allo studio:

<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1322052/full>



Evoluzione O2



Trascrittomica