

Padova, 10 febbraio 2020

FOTOSINTESI NELLO SPAZIO

Progettata una *magic box* che misura quanto i microorganismi fotosintetici riescono a liberare O₂ e “ripulire” atmosfere con elevati livelli di CO₂ in condizioni non-terrestri

Come le piante, i microorganismi fotosintetici hanno la capacità di sottrarre CO₂ all'ambiente e convertirla in biomassa anche edibile, emettendo al contempo O₂. A differenza delle piante però hanno minori esigenze per la crescita e sono in grado di vivere anche in condizioni ambientali estreme. Lo studio delle loro capacità fotosintetiche in ambienti simulati non-terrestri offrirà un supporto fondamentale per il successo delle future missioni spaziali oltre a fornire un contributo per lo sviluppo di nuovi processi biotecnologici.

Un team di ricercatori multidisciplinare tutto padovano coordinato in modo congiunto da Nicoletta La Rocca del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova, Luca Poletto dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR IFN e Riccardo Claudi dell'Osservatorio Astronomico INAF di Padova ha progettato un **nuovo setup sperimentale che consentirà lo studio non-invasivo delle risposte di microorganismi fotosintetici a condizioni non-terrestri simulate.**

Il lavoro di ricerca è stato pubblicato sulla rivista «**Frontiers in Plant Science**» nel **Research topic “Higher Plants, Algae and Cyanobacteria in Space Environments”** con il titolo “[A new remote sensing-based system for the monitoring and analysis of growth and gas exchange rates of photosynthetic microorganisms under simulated non-terrestrial conditions](#)”.

Il setup, progettato e realizzato dal team, è costituito da due principali componenti: un simulatore di luci stellari (SLS) che consente di generare in modo accurato gli spettri di luce emessa da diverse classi di stelle e una camera di simulazione di atmosfere non-terrestri (ASC) in cui far crescere i microorganismi fotosintetici illuminandoli contemporaneamente con le luci stellari selezionate. Il setup è anche dotato di sensori che riescono a misurare, da remoto e in continuo, i parametri fotosintetici dei microorganismi quali il consumo di anidride carbonica (CO₂) e il rilascio di ossigeno (O₂), senza la necessità di aprire la camera di crescita e quindi senza modificare le condizioni non-terrestri a cui essi sono esposti.

La crescita è rilevata attraverso un detector di riflettanza (RDS), che consente il calcolo dell'indice di vegetazione NDVI ricavato dalle misure della luce riflessa dagli organismi. Questo sistema applica a livello di laboratorio una tecnologia normalmente utilizzata dai sistemi satellitari per monitorare i livelli di vegetazione terrestre.

La validazione del setup è stata condotta su colture di cianobatteri, microorganismi che sulla terra sono stati responsabili della comparsa della fotosintesi ossigenica ed hanno consentito l'evolversi della vita, basata sull'ossigeno, come noi la conosciamo.

«Il setup è assolutamente innovativo e la sua realizzazione è stata possibile - **dicono i tre ricercatori Nicoletta La Rocca, Luca Poletto e Riccardo Claudi** - grazie ad un lungo lavoro e alla condivisione delle specifiche competenze in ambito astrofisico, ingegneristico, fisico-chimico e biologico».

«Lo strumento potrà essere utilizzato sia per la ricerca applicata che per quella di base - **sottolinea Nicoletta La Rocca** del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova -. Con questo setup si potrà valutare la capacità dei microorganismi fotosintetici di “ripulire” atmosfere con elevate concentrazioni di CO₂, grazie alle loro abilità nel sequestro di questo gas e alla sua conversione in biomassa. Ciò contribuirà allo sviluppo di nuove tecnologie nell'ambito dei Sistemi Biorigenerativi di Supporto Vitale per

l'esplorazione spaziale umana. Inoltre, per quanto riguarda la ricerca di base, il setup permetterà di meglio definire i limiti della fotosintesi e quindi della vita ossigenica in condizioni di illuminazione e composizioni atmosferiche diverse da quelle terrestri. Questi studi - **continua La Rocca** - apriranno importanti prospettive per la ricerca di segnali di vita in pianeti extra-solari. Sono già in corso esperimenti di esposizione di cianobatteri a condizioni simulate di luce di stelle rosse nane e atmosfere prive di ossigeno. Questi studi saranno di grande importanza per capire se i pianeti simili alla terra (*Pianeti Terrestri e Super Terre*), che sono stati scoperti ruotare attorno a stelle rosse nane come la famosa TRAPPIST-1 e Proxima Centauri, potrebbero consentire la fotosintesi ossigenica e di conseguenza l'evoluzione della vita. I dati ottenuti da queste misure potranno essere confrontati con le rilevazioni delle composizioni atmosferiche di questi pianeti previsti nelle prossime missioni spaziali».

Lo studio è stato in parte finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana, con il progetto "Life in space" all'interno del quale l'unità di ricerca di Padova, sotto la responsabilità della Professoressa Nicoletta La Rocca, ha come specifico obiettivo lo studio delle risposte di microorganismi fotosintetici a luci simulate di stelle rosse nane.

Link alla ricerca: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00182/abstract>

Titolo: "A new remote sensing-based system for the monitoring and analysis of growth and gas exchange rates of photosynthetic microorganisms under simulated non-terrestrial conditions" - «Frontiers in Plant Science» 2020.

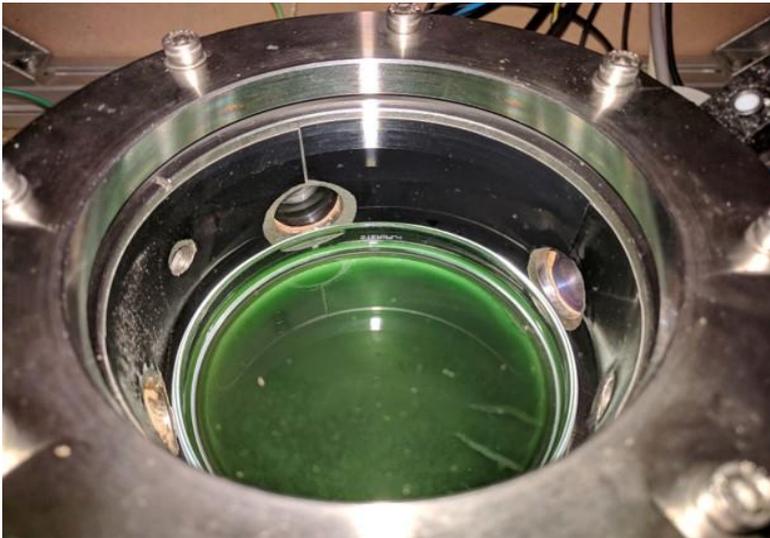
Autori: Battistuzzi Mariano, Cocola Lorenzo, Salasnich Bernardo, Erculiani Marco Sergio, Alei Eleonora, Morosinotto Tomas, Claudi Riccardo, Poletto Luca, La Rocca Nicoletta

A new remote sensing-based system for the monitoring and analysis of growth and gas exchange rates of photosynthetic microorganisms under simulated non-terrestrial conditions

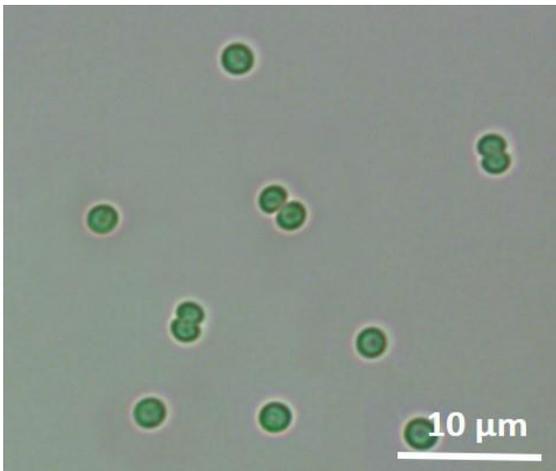
Oxygenic photosynthetic microorganisms are a focal point of research in the context of human space exploration. As part of the Bioregenerative Life-Support Systems, they could have a key role in the production of breathable O₂, edible biomasses and in the regeneration of CO₂ rich-atmospheres and wastewaters produced by astronauts. The test of the organism's response to simulated physico-chemical parameters of planetary bodies could also provide important information about their habitability potential. It is believed that the success of future planetary and space missions will require innovative technologies, developed on the base of preliminary experiments in custom-made laboratory facilities. In this context, simulation chambers will play a pivotal role by allowing the growth of the microorganisms under controlled conditions and the evaluation in real-time of their biomass productivity and impact on atmosphere composition.

We here present a system capable of addressing these requirements with high replicability and low costs. The setup is composed by three main parts: 1) a Star Light Simulator, able to generate different light intensities and spectra, including those of non-solar stars; 2) an Atmosphere Simulator Chamber where cultures of photosynthetic microorganisms can be exposed to different gas compositions; 3) a Reflectivity Detection System to measure from remote the Normalized Difference Vegetation Indexes (NDVI).

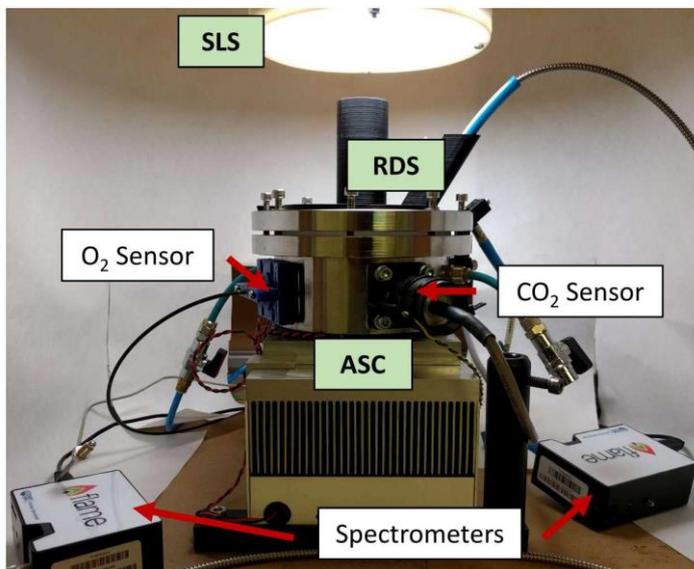
Such a setup allows us to monitor photosynthetic microorganism's growth and gas exchange performances under selected conditions of light quality and intensity, temperature, pressure, and atmospheres simulating non-terrestrial environments. All parameters are detected by remote sensing techniques, thus without interfering with the experiments and altering the environmental conditions set. We validated the setup by growing cyanobacteria liquid cultures under different light intensities of solar illumination, collecting data on their growth rate, photosynthetic activity, and gas exchange capacity. We utilized the Reflectivity Detection System to measure the reflection spectra of the growing cultures, obtaining their relative NDVI that was shown to correlate with optical density, chlorophyll content, and dry weight, demonstrating the potential application of this index as a proxy of growth.



Camera di simulazione atmosferica con coltura di cianobatteri all'interno



Cianobatteri



Simulatore



Luca Poletto



Nicoletta La Rocca



Riccardo Claudi