

Analisi dell'influenza della tipologia di sorgente luminosa sulle performance di processo di un foto-bioreattore algale

Catello Di Martino¹

¹Affiliation not available

Abstract

Le recenti emissioni dei gas climalteranti in atmosfera, causa dell'attività antropica, rappresentano la prima causa del riscaldamento globale. Uno dei principali gas serra (GHG) è l'anidride carbonica (CO₂), la quale viene prodotta principalmente dai processi di combustione dei combustibili fossili. Risulta indispensabile, dunque, definire nuove soluzioni per la riduzione dei livelli di gas climalteranti in atmosfera.

Si necessita di soluzioni innovative in grado di rispondere alla richiesta di tecnologie green per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera, secondo un metodo di cattura e riutilizzo della CO₂ denominato Carbon Capture and Utilization (CCU). In particolare, l'attività condotta ha consentito di analizzare ed ottimizzare le prestazioni di un innovativo bioreattore algale (SEED mPBR), brevettato dal gruppo di ricerca del SEED, studiando e confrontando due sistemi di illuminazione. I risultati ottenuti sono stati confrontati in termini di efficienza di cattura della CO₂, produzione di biomassa valorizzabile e caratteristiche qualitative della biomassa prodotta.

Introduzione

Il riscaldamento globale genera differenti effetti negativi sugli ecosistemi che compromettono i normali sviluppi sulla vegetazione, le condizioni meteorologiche ed i livelli del mare, causando

inaspettati cambiamenti climatici, alluvioni, siccità, scioglimento dei ghiacciai ¹. Le cause principali dell'inquinamento atmosferico, che danno luogo ad eccessive concentrazioni dei gas serra, vanno attribuite alla continua e crescente combustione di fonti fossili a scopo energetico, alla deforestazione tropicale, all'agricoltura industrializzata e all'estensione dell'allevamento intensivo di bestiame ¹. In particolare, bruciare i combustibili fossili ha prodotto circa 3/4 dell'incremento di anidride carbonica negli ultimi venti anni, in particolare 27 miliardi di tonnellate (Gt) su 32,3 miliardi di tonnellate complessive (di cui 3 miliardi di tonnellate in Europa) ². Gli Special Report on Emissions Scenarios, redatti dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), disegnano un possibile scenario per il 2100, dove le concentrazioni di CO₂ in atmosfera potrebbero variare tra i 541 ed i 970 ppm (equivalenti a 700 Gt). Ciò significa un incremento di anidride carbonica nell'atmosfera del 90-250% rispetto al 1750 ¹. A tal fine, in ambito europeo e mondiale sono state adottate misure volte a ridurre le emissioni di CO₂, tramite il Protocollo di Kyoto e l'Accordo di Parigi, ottenuti grazie all'importante ruolo ricoperto dalla Conference of Parties (COP). La cattura ed il sequestro del carbonio (CCS), richiesta dagli stessi accordi, è sicuramente il metodo più comune per la gestione dell'anidride carbonica ³. Tecnologie del genere prevedono la rimozione del 90-99% delle emissioni di CO₂ in un impianto industriale, mediante l'uso di solventi (chimici o fisici), processi di adsorbimento (Pressure Swing Adsorption, Temperature Swing Adsorption, Electric Swing Adsorption) o membrane differenziate per la dimensione dei pori ^{4,5,6}. Di recente, particolare attenzione è stata rivolta al sequestro indiretto che coinvolge l'assorbimento di anidride carbonica da parte degli organismi viventi. Infatti, gli organismi fotosintetici, tra cui le microalghe, convertono la CO₂ in carbonio organico tramite la fotosintesi, producendo al contempo una quantità significativa di biomassa ⁷. Tale biomassa generalmente costituita da lipidi, proteine e carboidrati, costituisce la materia prima per la produzione di biocarburanti alternativi (ad es. biodiesel, biogas, bioetanolo) ed altri prodotti a valore aggiunto (ad es. farmaceutici, alimentari, cosmetici) ^{8,9}. L'attività di ricerca, condotta presso il laboratorio di Ingegneria Sanitaria Ambientale (SEED) dell'Università degli Studi di Salerno, ha previsto l'identificazione di soluzioni innovative

in grado di rispondere alla richiesta di tecnologie green per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera. In particolare, ha consentito la verifica dell'efficienza delle performance di un foto-bioreattore algale (SEED mPBR) per la cattura e l'utilizzo della CO₂ .

Risultati e discussione

I risultati ottenuti hanno mostrato come l'utilizzo delle microalghe sia una soluzione percorribile per la mitigazione dei gas climalteranti, tramite soluzioni sostenibili. In particolare, si è dimostrato che il sistema illuminato mediante led viola possa raggiungere una cattura della CO₂ fino al'87% e che in seguito alla sua dissoluzione in acqua produca l'acidificazione della coltura, determinando così, una riduzione del pH ¹⁰. Allo stesso modo, il PBR2 ha prodotto una maggiore produzione di biomassa, concorde all'aumento di torbidità, ad eccezione dell'ultimo stage, quando la CO₂ fornita è stata del 15%. Ciò è dovuto all'estrema sensibilità della specie algale all'aumento della CO₂ introdotta. Infatti, l'aumento di anidride carbonica (al di sopra del 5-10%) associata ad un insufficiente livello nutrizionale ha determinato forti condizioni di stress per le microalghe, limitandone il tasso di crescita ¹¹. Come dimostrato anche da ¹², la massima crescita di *C. vulgaris* è stata ottenuta alla concentrazione del 10% di CO₂.

References

1. Billig, E. *et al.*. Non-fossil CO₂ recycling—The technical potential for the present and future utilization for fuels in Germany. *Journal of CO₂ Utilization* **30**, 130–141 (2019).
2. Cui, D., Deng, Z. & Liu, Z. China's non-fossil fuel CO₂ emissions from industrial processes. *Applied Energy* **254**, 113537 (2019).

- 3.Scannapieco, D., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Sustainable power plants: A support tool for the analysis of alternatives. *Land Use Policy* **36**, 478–484 (2014).
- 4.Ashrafi, O., Bashiri, H., Esmaili, A., Sapoundjiev, H. & Navarri, P. Ejector integration for the cost effective design of the Selexol™ process. *Energy* **162**, 380–392 (2018).
- 5.Alsaifi, K., Elnahass, M. & Salama, A. Market responses to firms' voluntary carbon disclosure: Empirical evidence from the United Kingdom. *Journal of Cleaner Production* **262**, 121377 (2020).
- 6.Brunetti, A., Scura, F., Barbieri, G. & Drioli, E. Membrane technologies for CO₂ separation. *Journal of Membrane Science* **359**, 115–125 (2010).
- 7.Ren, L.-J. *et al.*. Development of a stepwise aeration control strategy for efficient docosa-hexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp.. *Applied Microbiology and Biotechnology* **87**, 1649–1656 (2010).
- 8.Daneshvar, E. *et al.*. Sequential cultivation of microalgae in raw and recycled dairy wastewater: Microalgal growth wastewater treatment and biochemical composition. *Bioresource Technology* **273**, 556–564 (2019).
- 9.Chisti, Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances* **25**, 294–306 (2007).
- 10.Yen, H.-W., Hu, I.-C., Chen, C.-Y., Nagarajan, D. & Chang, J.-S. Design of photobioreactors for algal cultivation. in *Biofuels from Algae* 225–256 (Elsevier, 2019). doi:10.1016/b978-0-444-64192-2.00010-x.
- 11.Ayatollahi, S. Z., Esmailzadeh, F. & Mowla, D. Integrated CO₂ capture nutrients removal and biodiesel production using *Chlorella vulgaris*. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **9**, 104763 (2021).
- 12.Liu, W., Au, D. W. T., Anderson, D. M., Lam, P. K. S. & Wu, R. S. S. Effects of nutrients salinity, pH and light:dark cycle on the production of reactive oxygen species in the alga *Chattonella*

marina. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **346**, 76–86 (2007).

Figure Captions

Figure 1. Fotobioreattore microalgale

Figures

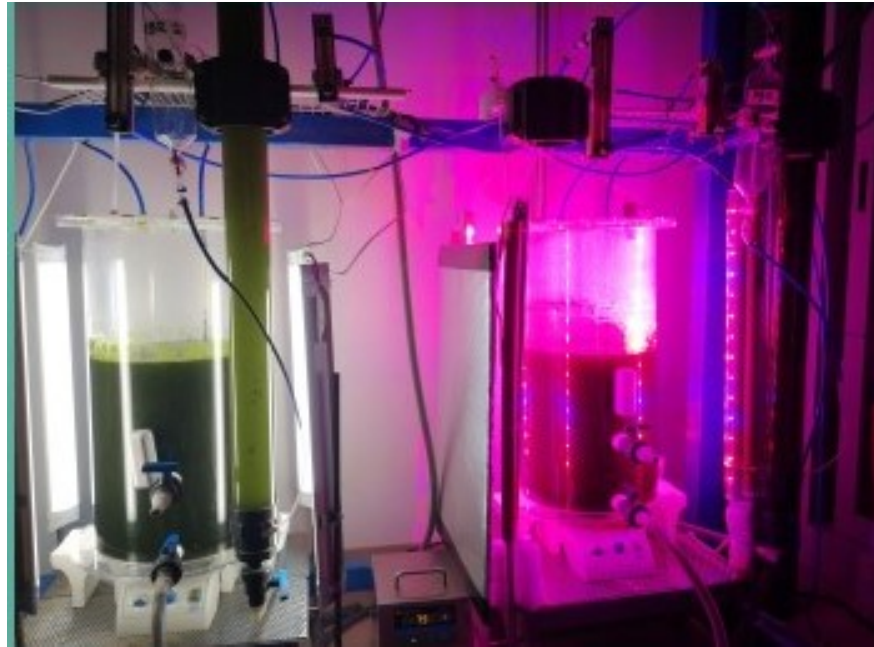


Figure 1: Fotobioreattore microalgale