Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

Il trattamento biologico e sostenibile delle emissioni odorigene con approcci integrati per il recupero della CO_2

Francesco La Mura[1]

[1]Affiliation not available

Abstract

L'incremento delle emissioni odorigene nell'ambiente ha portato ad un urgente necessità di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie per il loro trattamento. L'attività sperimentale si è focalizzata sull'innovativo sistema OTAER, capace di trattare composti odorigeni ed al contempo produrre biomassa valorizzabile. L'attività ha previsto la verifica delle performance in diverse condizioni operative e l'analisi dell'influenza di due differenti tipi di nutrienti sulle potenzialità di recupero della biomassa. Nello specifico sono stati utilizzati due differenti tipi di reflui nell'ottica di un'economia circolare, un refluo urbano ed un refluo caseario.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che il sistema ha un'elevata efficacia di rimozione dei composti odorigeni, indipendentemente dal tipo di refluo utilizzato. L'impiego del refluo caseario ha permesso di ottimizzare la produttività volumetrica di biomassa e di lipidi, ottenendo così una potenziale produzione maggiore di biodiesel.

INTRODUZIONE

La forte industrializzazione ed il rapido sviluppo demografico stanno portando ad un incremento delle emissioni odorigene nell'ambiente. Mentre l'innalzamento della qualità media della vita sta portando ad una riduzione della tollerabilità di tali odori, visto che ai cattivi odori viene spesso associata una scarsa qualità dell'aria [1]. La presenza di cattivi odori incide negativamente sulla nostra vita quotidiana, ma soprattutto incide sulla nostra salute con continui mal di testa, nausea, risvegli

notturni e problemi respiratori [2]. I processi di trattamento dei composti odorigeni ad oggi disponibili possono essere suddivisi i due categorie: processi chimico-fisici e processi biologici [3]. I processi basati su metodi chimico-fisici si sono rivelati inefficienti in presenza di basse concentrazioni di inquinanti con portate medio alte, limitandone l'applicabilità in molti casi, visto che spesso ci troviamo a trattare basse concentrazioni con portate elevate [4,5,6]. I processi biologici [7,8,9], che sfruttano l'azione di microrganismi, si sono rivelati una valida alternativa a tale problematica, riuscendo a degradare basse concentrazioni di inquinante anche ad elevate portate. Le biotecnologie, che risultano più economiche rispetto alle tecnologie chimico-fisiche, mostrano una compatibilità maggiore con l'ambiente visto che operano a temperature più contenute, generalmente 10-40°C, e non necessitano di sostanze chimiche. Uno dei principali svantaggi legati a tali tecnologie è l'emissione dei gas climalteranti, nello specifico la CO_2 e nel presente elaborato è stata fornita una possibile soluzione a tale problematica.

È importante sottolineare come negli ultimi anni sia notevolmente aumentata la richiesta energetica, che al giorno d'oggi viene soddisfatta prevalentemente da fonti non rinnovabili. Ciò sta generando non solo l'esaurimento delle risorse, ma anche dei gravi problemi ambientali. Per tale motivo, l'attenzione mondiale sta ruotando sempre di più attorno alla ricerca delle risorse energetiche rinnovabili e sostenibili [10].

La forte richiesta di combustibili fossili può essere contrastata con i biocarburanti che, a differenza di altre fonti di energia come gas ed elettricità, non richiede un forte adattamento del mercato automobilistico, possono essere infatti utilizzati dai veicoli già esistenti [11,3]. Per la produzione di biocarburanti, le microalghe hanno attirato l'attenzione di molti studi per il loro alto potenziale. Sono dei microrganismi che, tramite il processo di fotosintesi, convertono l'energia solare in energia chimica. Dalla biomassa microalgale vengono poi estratti oli, carboidrati ecc. che vengono impiegati per la produzione di biocarburanti. Possiamo quindi sostenere che i biocarburanti sono una forma di energia solare, ciò permette una distribuzione più equa in tutto il mondo, a differenza

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

del combustibile fossile che non è equamente distribuito generando problemi economici e geopolitici [12]. È quindi fondamentale investire nella ricerca per ottimizzare la produzione di biodiesel, visto che la sua fattibilità dipende prevalentemente dalla giusta valorizzazione ed impiego della biomassa algale [13].

MATERIALE E METODI

L'obiettivo principale dell'attività sperimentale condotta presso il laboratorio di Ingegneria Sanitaria Ambientale (SEED) dell'Università degli studi di Salerno è l'identificazione e la valutazione di un sistema per il trattamento combinato dei composti odorigeni e dei gas climalteranti, con tecnologie biologiche e sostenibili, per il conseguimento degli obiettivi di un'economia circolare. Sono state valutate innanzitutto le performance del sistema OTAER (Odour Treatment and Algal Energy Recovery) in differenti condizioni operative ed infine è stata fatta un'analisi dell'influenza del medium di coltura sulle potenzialità di recupero di prodotti valorizzabili, nello specifico per una potenziale produzione di biodiesel. Il sistema OTAER, sviluppato dal gruppo di ricerca del SEED, ha come principale obiettivo la degradazione dei composti odorigeni ed al contempo produrre biomassa valorizzabile.

Il sistema è costituito da due bioreattori posti in serie. Nel primo reattore sono stati inoculati dei fanghi attivi con una tecnologia MBBR (Moving Bed Bioreactor); i batteri aderendo su dei supporti mobili in plastica degradano il composto odorigeno, che in questo caso è stato scelto il toluene. La degradazione del toluene produce anidride carbonica e per evitare che il sistema contribuisca alle emissioni di CO_2 è stato inserito un fotobioreattore, al cui interno sono state inoculate delle microalghe che, tramite il processo di fotosintesi, catturano l'anidride carbonica e producono ossigeno. Nella seguente immagine possiamo vedere i liquidi di coltura di entrambi i bioreattori.

Nell'ottica di un'economia circolare, sono state utilizzate due fonti alternative di nutrienti per alimentare il sistema. Inizialmente è stata utilizzata una matrice di scarto liquida di origine urbana e successivamente è stata utilizzata una matrice di scarto liquida di origine casearia, entrambe

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

preparate sinteticamente in laboratorio cercando di simularne le reali componenti.

Per il monitoraggio delle performance del sistema, periodicamente sono state svolte le analisi sia sulla fase liquida sia sulla fase gassosa. Per una potenziale produzione di biodiesel è stata valutata l'influenza del tipo di refluo sul tasso di crescita della biomassa microalgale e sulla sua resa lipidica.

RISULTATI E DISCUSSIONI

Il sistema OTAER ha dimostrato di avere un'elevata efficienza di rimozione del toluene arrivando fino al 99,9%, indipendentemente dal tipo di refluo utilizzato. Le microalghe si sono dimostrate un fattore chiave per permettere al sistema di non contribuire alle emissioni di CO_2; infatti, sono state sempre in grado di catturare l'anidride carbonica prodotta nel primo reattore. Nel refluo caseario sono state riscontrate percentuali nettamente maggiori di azoto ammoniacale rispetto al refluo urbano. Un maggior contenuto di azoto, uno dei macronutrienti per le microalghe, ha permesso di ottimizzarne il tasso di crescita arrivando ad una produttività volumetrica di biomassa fino a 1,3 g $l^{-1}d^{-1}$.

Nell'ottica di una potenziale produzione di biodiesel, sono state valutate le percentuali lipidiche in entrambe le condizioni operative, sia con l'impiego di un refluo urbano sia con un refluo caseario. Con l'impiego di un refluo urbano è stato possibile ottenere una percentuale lipidica del 9,7% mentre invece con il refluo caseario è stato possibile ottimizzare il sistema arrivando al 17,6%. Questo risultato è dovuto al fatto che nel refluo caseario vi sia un maggiore contenuto di grassi tale da modificare la struttura cellulare delle microalghe, migliorandone la resa lipidica e permettendo di arrivare ad una produttività volumetrica di lipidi di 230 mg $l^{-1}d^{-1}$.

CONCLUSIONI

Le tecnologie biologiche per il trattamento dei composti odorigeni rappresentano soluzioni efficaci per ridurre le pressioni ambientali. Il sistema OTAER si presenta con un altissimo potenziale e con l'impiego di un refluo caseario è possibile migliorarne le performance ed ottenere una valorizza-

zione maggiore di biomassa microalgale. Ciò si traduce in una potenziale produzione maggiore di biodiesel, nell'ottica di un'economia circolare.

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

References

1.Zarra. A novel tool for estimating the odour emissions of composting plants in air pollution management. *Issue 4* **11**, 477–486 (2013).

2.Zarra, T., Galang, M. G., Ballesteros, F., Belgiorno, V. & Naddeo, V. Environmental odour management by artificial neural network – A review. *Environment International* **133**, 105189 (2019).

3.Xu, K., Zou, X., Chang, W., Qu, Y. & Li, Y. Microalgae harvesting technique using ballasted flotation: A review. *Separation and Purification Technology* **276**, 119439 (2021).

4.Naddeo. Water and wastewater disinfection by ultrasound irradiation - a critical review. *Issue 3* **16**, 561–577 (2014).

5.Patton, S., Romano, M., Naddeo, V., Ishida, K. P. & Liu, H. Photolysis of Mono- and Dichloramines in UV/Hydrogen Peroxide: Effects on 1,4-Dioxane Removal and Relevance in Water Reuse. *Environmental Science & Technology* (2018) doi:10.1021/acs.est.8b01023.

6.Ensano, B. M. B. *et al.*. Applicability of the electrocoagulation process in treating real municipal wastewater containing pharmaceutical active compounds. *Journal of Hazardous Materials* **361**, 367–373 (2019).

7.Barbusinski, K., Kalemba, K., Kasperczyk, D., Urbaniec, K. & Kozik, V. Biological methods for odor treatment – A review. *Journal of Cleaner Production* **152**, 223–241 (2017).

8.Lebrero, R., Rodríguez, E., Estrada, J. M., García-Encina, P. A. & Muñoz, R. Odor abatement in biotrickling filters: Effect of the EBRT on methyl mercaptan and hydrophobic VOCs removal.

Bioresource Technology **109**, 38–45 (2012).

9.Wang, Y.-C. *et al.*. Emissions measurement, and control of odor in livestock farms: A review. *Science of The Total Environment* **776**, 145735 (2021).

10.Scannapieco, D., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Sustainable power plants: A support tool for the analysis of alternatives. *Land Use Policy* **36**, 478–484 (2014).

11.Moshood, T. D., Nawanir, G. & Mahmud, F. Microalgae biofuels production: A systematic review on socioeconomic prospects of microalgae biofuels and policy implications. *Environmental Challenges* **5**, 100207 (2021).

12.Demirbas, A. Biorefineries: Current activities and future developments. *Energy Conversion and Management* **50**, 2782–2801 (2009).

13.Jacob, A., Ashok, B., Alagumalai, A., Chyuan, O. H. & Le, P. T. K. Critical review on third generation micro algae biodiesel production and its feasibility as future bioenergy for IC engine applications. *Energy Conversion and Management* **228**, 113655 (2021).

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

Figure Captions

Figure 1. Liquidi di coltura dei due bioreattori

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.

Figures

Figure 1: Liquidi di coltura dei due bioreattori

Posted on 10 Aug 2022 — The copyright holder is the author/funder. All rights reserved. No reuse without permission. — https://doi.org/10.22541/au.166012097.78847178/v1 — This is a preprint and has not been peer-reviewed. Data may be preliminary.