

Sommario

La società odierna sta affrontando l'importante sfida di sviluppare una catena industriale per la produzione sostenibile di prodotti da fonti rinnovabili.

In questo contesto, le microalghe emergono come una soluzione promettente grazie alla loro capacità di adattarsi a diverse condizioni di coltura e di avere un'elevata produttività di biomassa. Esse offrono un vasto potenziale per la produzione di un'ampia gamma di composti biochimici utili in diversi settori industriali, come l'alimentare, farmaceutico e quello della ricerca.

Tra le microalghe, le diatomee marine, si distinguono come specie altamente produttive e resilienti dal punto di vista ambientale. In particolare, *Phaeodactylum tricornerutum*, è in grado di sintetizzare molti composti di valore industriale, come ad esempio i pigmenti fucoxantina e clorofille e l'acido grasso polinsaturo, acido eicosapentaenoico (EPA). Anche se molto conosciuta ed ampiamente studiata, *P. tricornerutum* non ha ancora raggiunto la stessa diffusione sul mercato di altre specie più note, anche al di fuori della comunità scientifica, come *Spirulina* e *Chlorella*. Ciò suggerisce che vi sia spazio per ulteriori ricerche mirate ad identificare processi industriali efficaci per massimizzare il suo potenziale.

L'obiettivo di questa tesi è stato innanzitutto quello di studiare l'influenza dei principali parametri di coltivazione sulle prestazioni di crescita di *P. tricornerutum*, utilizzando un metodo di crescita mixotrofica con glicerolo come fonte organica di carbonio. Sono stati valutati fattori chiave come temperatura, composizione del terreno e concentrazione di glicerolo, utilizzando il Design of Experiment (DoE) per comprendere meglio il loro impatto sulla produttività di biomassa e sulla composizione biochimica finale della microalga.

Successivamente sono state esplorate tecnologie verdi sostenibili per l'estrazione di prodotti ad alto valore aggiunto dalla biomassa di questa diatomea. La tecnica selezionata ha coinvolto l'impiego di Solventi Naturali Eutettici Profondi (NaDESs), speciali solventi ampiamente investigati per la loro capacità di estrarre composti fitochimici di valore e per la loro origine naturale e sostenibile. Questi solventi rappresentano delle valide alternative eco-sostenibili rispetto ai convenzionali solventi generalmente utilizzati in questo ambito, noti per la loro tossicità per l'uomo e l'ambiente.

Dopo una prima campagna di screening per valutare l'efficacia estrattiva di 11 NaDESs, selezionati da letteratura, sono stati identificati i due migliori solventi per l'estrazione di fucoxantina e clorofilla-*a*. La ricerca è quindi proseguita utilizzando nuovamente il DoE con un approccio D-optimal per generare il piano sperimentale dei test e valutare l'influenza dei parametri di estrazione, quali temperatura, tempo, tipologia di solvente e tecnica di estrazione, sulle rese finali. I NaDESs, infatti, sono stati utilizzati alternativamente in modalità di estrazione semplice o con l'ausilio di ultrasuoni, a seconda del test condotto. Tramite l'approccio del DoE, sono state individuate le condizioni ottimali per estrarre fucoxantina e clorofilla-*a*.

Il valore di questo studio è rappresentato dall'applicazione di questo particolare tipo di solventi (NaDESs) nell'estrazione di pigmenti di interesse industriale dalla biomassa di *P. tricornutum*. Attualmente, poche industrie si occupano di processi estrattivi sulla biomassa di microalghe per ottenere prodotti ad alto valore aggiunto anziché biocarburanti, nonostante la competitività economica limitata di questi ultimi. Questa ricerca ha avuto quindi lo scopo di suggerire potenziali tecniche efficaci e sostenibili per estrarre metaboliti preziosi dalla biomassa microalgale, la cui commercializzazione contribuirebbe a compensare l'elevato costo ancora associato alla coltivazione di microalghe, che ha impedito fino ad ora che questa risorsa rinnovabile si stabilisse sul mercato.

Infine, è stata eseguita una valutazione ambientale tramite Life Cycle Assessment per esaminare le due migliori soluzioni estrattive identificate nello studio, in termini di impatti ambientali e consumo energetico, al fine di determinare il processo tecnologico più adatto per ulteriori esplorazioni e possibili scale-up.

Questa tesi dimostra anche il grande potenziale del DoE per minimizzare i costi, il tempo e il consumo delle risorse durante il lavoro sperimentale, fornendo al contempo una conoscenza approfondita del problema trattato e importanti considerazioni sui risultati ottenuti. Senza l'ausilio di questi di questi strumenti statistici, l'analisi dati sarebbe risultata notevolmente più complessa.