

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 27 - numero 5795 di Lunedì 24 febbraio 2025

I rischi biologici e la prevenzione nelle bioraffinerie da microalghe

Un documento Inail sulla salute e sicurezza nelle biotecnologie industriali si sofferma sul biohazard ambientale ed occupazionale negli impianti di microalghe. La rimozione degli agenti, le tecniche di analisi e la prevenzione.

Roma, 24 Feb ? Con riferimento ai modelli di economia circolare e alla necessità di uno sviluppo più sostenibile, oggi le **bioraffinerie da microalghe** "rappresentano una promettente area di ricerca e sviluppo nel settore delle energie rinnovabili e della produzione di biocarburanti e biomateriali".

In particolare, le **microalghe**, che "svolgono un ruolo chiave nell' economia circolare per il riutilizzo e il riciclo delle risorse naturali", possono:

- "essere utilizzate per rimuovere microrganismi e inquinanti ambientali, come metalli pesanti, dai corpi d'acqua, contribuendo così al biorisanamento ambientale ed al riciclo delle acque";
- "possono essere coltivate in modo sostenibile utilizzando acqua e sostanze nutritive recuperate dai rifiuti agroindustriali, riducendone l'impatto ambientale e valorizzandoli come fonte di biomassa".

Inoltre:

- la biomassa delle microalghe "può essere trasformata in diversi prodotti, quali fertilizzanti organici, mangimi, cosmetici e biocarburanti"
- le microalghe "contribuiscono alla mitigazione dei cambiamenti climatici, poiché assorbono anidride carbonica durante la fotosintesi e producono ossigeno".

A sottolinearlo, soffermandosi, tuttavia, anche sugli aspetti connessi alla salute e sicurezza di chi lavora nell'ambito delle biotecnologie industriali e, in particolare, delle **bioraffinerie microalgali**, è il documento Inail " Salute e sicurezza nelle biotecnologie industriali. Monitoraggio e valutazione degli impatti di bioraffinerie microalgali", realizzato dal Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (DIT) e a cura di Biancamaria Pietrangeli, Roberto Lauri, Mara Stefanelli, Emma Incocciati, Fabrizio Adani, Elisa Clagnan, Giuliana D'Imporzano, Marta Dell'Orto e Anna Risuglia.

Se in precedenti articoli di presentazione del documento Inail abbiamo parlato dei principali rischi a partire dall'esposizione ad agenti chimici, oggi affrontiamo il **rischio biologico**, il *biohazard*, con riferimento ai seguenti argomenti:

- Impianti di microalghe: biohazard ambientale e contaminazione
- Impianti di microalghe: rimozione degli agenti patogeni
- Impianti di microalghe: biohazard occupazionale e prevenzione

Impianti di microalghe: biohazard ambientale e contaminazione

Il documento segnala che "tra i principali pericoli per la salute umana derivanti dalla coltivazione delle microalghe, siano essi individuati e/o percepiti dai gestori, vi è la possibile **presenza di biohazard durante l'esercizio degli impianti**".

A questo proposito si segnala che "il **controllo dei predatori e dei patogeni** nelle coltivazioni microalgali è fondamentale, anche se mantenere una monocultura su larga scala risulta praticamente impossibile (Becker, 1994)". E questo controllo è specialmente necessario "per ridurre al minimo il fallimento di una coltivazione, dovuto alla contaminazione microbiologica".

Si ricorda che "l'ubicazione del sito di produzione influisce sulla probabilità di contaminazione" e che, ormai, "**pratiche rigorose** per escludere o ridurre al minimo la contaminazione da microrganismi indesiderati sono ben consolidate nella trasformazione commerciale di alimenti e prodotti farmaceutici". E queste pratiche "includono protocolli e metodi validati per la sanificazione, sterilizzazione e le operazioni di pulizia delle apparecchiature di processo e le norme igienico-sanitarie per la prevenzione della contaminazione (Chisti, 2014)".

In particolare, le buone pratiche "includono la sterilizzazione delle acque, attraverso filtri a membrana sterili (dimensione nominale dei pori di 0,20-0,45 µm), dei terreni di coltura e dei gas di aerazione. La filtrazione su membrana permette la rimozione di tutti i contaminanti vitali tranne i virus (Chisti, 2007)".

Chiaramente "il mantenimento della coltura e la produzione degli inoculi devono avvenire nel rispetto delle **buone pratiche di laboratorio e di microbiologia**. Le operazioni di pulizia e sanificazione devono essere convalidate e documentate e rigorosamente adottate per tutte le attrezzature di produzione, anche quando si utilizzano gli *open pond* (stagni aperti) (Becker, 1994)".

Impianti di microalghe: rimozione degli agenti patogeni

Non esistono poi indicatori universali per valutare la **rimozione degli agenti patogeni**, poiché attualmente viene utilizzata principalmente la ricerca di microrganismi, quali gli indicatori fecali, senza avere certezza della effettiva rimozione dei molti patogeni presenti (Chambonniere et al., 2021)".

E sono stati condotti "pochi studi con l'obiettivo di caratterizzare gli agenti patogeni negli impianti di trattamento delle acque reflue (Cai e Zhang, 2013; Oluseyi Osunmakinde et al., 2019), così come sono scarsi gli studi di caratterizzazione degli stessi negli impianti microalgali (Delanka-Pedige et al., 2019)".

Questo evidenzia, tuttavia, la necessità di "**incrementare i dati sperimentali** in questo campo per valutare l'efficienza di rimozione degli agenti patogeni nei RW (Chambonniere et al., 2021). Tali evidenze sperimentali possono, altresì, dare importanti informazioni sulla necessità di una fase finale di disinfezione delle acque per eliminare la carica batterica residua e

destinare l'effluente al riutilizzo agricolo (Mulbry et al., 2005)".

Si segnala poi che nel caso in cui si utilizzino acque reflue per la coltivazione delle microalghe, "devono essere considerati anche i **pericoli biologici** per la salute pubblica derivanti dagli usi successivi della biomassa algale e delle acque reflue trattate, impiegati ad esempio come fertilizzante o biostimolante in agricoltura. A tali pericoli possono risultare esposti i lavoratori agricoli e le popolazioni che vivono nelle vicinanze degli impianti di coltivazione delle microalghe (Sarker, 2021)".

Impianti di microalghe: biohazard occupazionale e prevenzione

Arrivando a parlare anche di biohazard occupazionale si ricorda che al fine di identificare i microrganismi fonte di biohazard, "sono state identificate una serie di tecniche per la caratterizzazione delle comunità eucariotiche e procariotiche presenti negli impianti di coltivazione e, nello specifico, nelle acque in ingresso nel reattore, nella biomassa microalgale e nell'effluente in uscita dall'impianto".

E sulla base di una rassegna della letteratura di merito, sono state individuate **quattro tecniche di analisi** "al fine di:

- analizzare la struttura e la diversità delle comunità microbiche attraverso l'analisi dell'rRNA 16S (batterico) e 18 S (algale);
- effettuare lo screening dei microrganismi patogeni attraverso *array* commerciale qPCR (presenza/assenza di 45 patogeni noti o microrganismi indicatori di contaminazione);
- verificare la vitalità dei microrganismi, dal momento che le metodologie molecolari basate su *Polymerase Chain Reaction* (PCR) non distinguono microrganismi vitali da quelli dormienti, morti e DNA extracellulare;
- analizzare l'intera comunità microbica, attraverso *Whole Genome Sequencing* (WGS), mediante l'analisi delle sequenze geniche dell'rRNA e la presenza di geni codificanti per enzimi specifici".

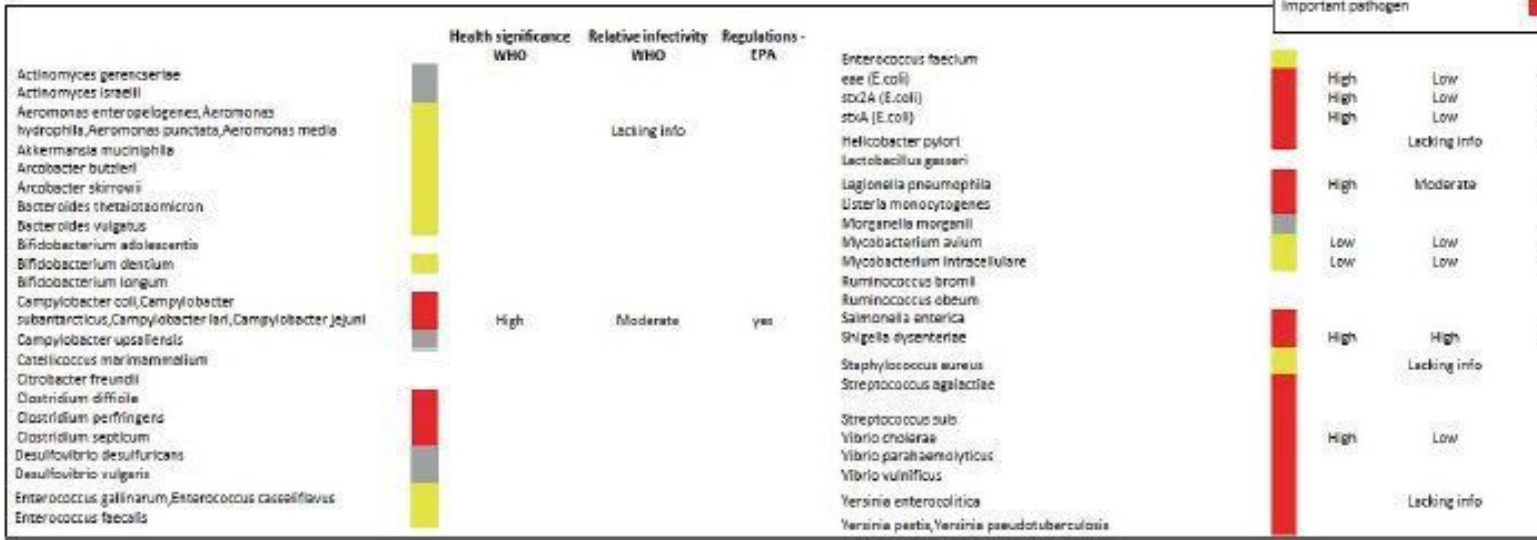
Riprendiamo dal documento una figura che mostra alcune di queste tecniche:

Pathogens screening



Output:

Presence/Absence of 45 bacter strains



Pathogens vitality



Output:

Identification of vital pathogens (risk of infection)

Next generation sequencing (16S and ITS)



Output:

Characterisation of the algal and bacterial community

Whole genome sequencing



Output:

Characterisation of the whole community of most significant samples (Prokaryotes, Eukaryotes and Viruses)

Figura 6. Tecniche selezionate e workflow generale

Si segnala che queste tecniche "sono state impiegate al fine di valutarne l'efficacia nell'identificazione e caratterizzazione dei microrganismi, dapprima su due impianti di coltivazione algale su scala dimostrativa e, successivamente, su due impianti full scale: uno per la produzione alimentare di Spirulina, con sede in Italia, ed uno per il trattamento delle acque reflue in funzione in Spagna".

Un capitolo del libro (capitolo 8) si sofferma poi sul **controllo del biohazard** negli impianti di coltivazione delle microalghe identificando le operazioni a potenziale rischio espositivo e le principali vie espositive.

Queste le **principali misure di prevenzione e protezione** individuate per interrompere le vie espositive identificate:

- "riduzione dei tempi di permanenza degli operatori nelle vicinanze delle vasche, se non per le operazioni strettamente necessarie di manutenzione, gestione e controllo;
- adozione di procedure automatizzate per le fasi che attualmente prevedono l'intervento di operatori;
- adozione di dispositivi di protezione individuali (DPI) (guanti, occhiali protettivi, visiera, tuta resistente all'acqua) o dispositivi per la protezione delle vie aeree (RPE) da parte del personale in funzione della mansione svolta e del rischio specifico identificato per area ed attività svolta;
- adozione di buone pratiche igieniche, divieto di mangiare, bere e fumare nei luoghi in cui sono svolte le lavorazioni, e la fornitura da parte del datore di lavoro di adeguate strutture assistenziali (acqua pulita, sapone, spazzole per unghie, asciugamani di carta usa e getta e attrezzature di pronto soccorso per la pulizia delle ferite);
- attività di informazione, formazione sui rischi specifici ed addestramento nell'impiego delle attrezzature di impianto;
- adeguata sorveglianza sanitaria dei lavoratori per garantire che eventuali esiti sanitari correlati all'esposizione agli agenti biologici siano segnalati. Alcune sintomatologie da agenti biologici possono essere poco specifiche ed è estremamente importante che il medico competente effettui un'adeguata sorveglianza dei sintomi anche lievi, quali crampi allo stomaco, diarrea, vomito, sintomi di dispnea, arrossamento e dolore agli occhi, eruzione cutanea".

Rimandiamo, in conclusione, alla lettura integrale del documento che riporta vari casi studio e che si sofferma anche su altri rischi occupazionali e ambientali.

RTM

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici - "Salute e sicurezza nelle biotecnologie industriali. Monitoraggio e valutazione degli impatti di bioraffinerie microalgali", a cura di Biancamaria Pietrangeli, Roberto Lauri e Mara Stefanelli (Inail, Settore Ricerca DIT), Emma Incocciati (Inail, CTSS), Fabrizio Adani, Elisa Clagnan, Giuliana D'Imporzano e Marta Dell'Orto (Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze agrarie, Agroenergia - Gruppo RICICLA) e Anna Risuglia (Sapienza, Università di Roma, Dipartimento Chimica e Tecnologie del Farmaco), Collana Salute e Sicurezza, edizione 2023 (formato PDF, 17.17 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a "[Impatto su salute e sicurezza delle bioraffinerie microalgali](#)".



Licenza [Creative Commons](#)

www.puntosicuro.it