PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 20 - numero 4177 di Giovedì 15 febbraio 2018

I rischi per i lavoratori che si occupano di trattamento dei rifiuti

Uno studio sperimentale multidisciplinare per lo sviluppo di processi biotecnologici a partire da materie prime rinnovabili (economia circolare).

È disponibile sul sito di INAIL il volume "Bioprocessi innovativi per la valorizzazione di rifiuti organici. Salute e sicurezza nelle biotecnologie industriali progetto inail Bric 2015".

Lo studio si inquadra in un'ottica di 'bioraffineria', puntando alla diversificazione dei prodotti ottenibili dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani nonché all'incremento del loro valore economico, prevedendo una modifica sostanziale della digestinoe anaerobica per la produzione di biogas/bioidrometano e polimeri biodegradabili (bioplastiche). Anche se i processi biotecnologici sono tendenzialmente 'dolci', il loro sviluppo deve includere la valutazione degli aspetti della salute e sicurezza sin dalle fasi iniziali. Nella filiera specifica sono stati studiati i rischi occupazionali che variano in relazione alla biomassa di partenza, ai pretrattameti applicati e alle diverse configurazioni di processo.

Pubblichiamo un estratto del "CAPITOLO 6 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE"

Pubblicità
<#? QUI-PUBBLICITA-MIM-[USB147] ?#>

Bioprocessi innovativi per la valorizzazione di rifiuti organici. Salute e sicurezza nelle biotecnologie industriali progetto inail Bric 2015

B) OBIETTIVI CONNESSI ALLO STUDIO DELLA SALUTE E SICUREZZA DEI PROCESSI INNOVATIVI STUDIATI

Dal punto di vista della salute e sicurezza del lavoro e della sostenibilità ambientale, le innovazioni proposte presentano molte delle caratteristiche salienti della DA, e ciò conferisce valenza anche più generale allo studio. In questa filiera sono individuabili **rischi occupazionali di diversa natura**, in relazione alle caratteristiche della biomassa di partenza, ai pretrattamenti applicati ed alle diverse configurazioni di processo. Il feedstock di partenza è ricco di microrganismi, tra i quali anche patogeni e patogeni opportunisti, ed i processi anaerobici possono produrre una selezione della flora microbica tale da promuovere la presenza di microrganismi, quali per esempio i clostridi. In tali processi sono individuabili due aree di rischio biologico prevalente. La prima riguarda l'esposizione umana per inalazione, in ambienti confinati e non, in cui ci sia stoccaggio e movimentazione di biomassa da avviare o in uscita al/dal processo anaerobico e si connota quindi come un rischio prevalentemente occupazionale. La seconda riguarda la valorizzazione del fango di digestione ed il biohazard connesso al riuso di scarti della digestione che può costituire un veicolo di contaminazione microbiologica soprattutto se utilizzati come fertilizzanti.

A tali problematiche tipiche della DA, si sono studiati aspetti peculiari della produzione del biopolimero. In particolare, nel progetto, si è data specifica attenzione a:

- Il biohazard connesso alla presenza di agenti biologici e polveri nelle diverse fasi dei bioprocessi sviluppati a partire da colture microbiche miste e da colture pure, inclusi MOGM, sia in ambienti aerobici che anaerobici.

- I potenziali impatti in termini di sostenibilità ambientale e sicurezza sul lavoro degli stadi di estrazione e purificazione dei prodotti (downstream del processo) di tipo chimico/fisico.

Valutazione dei rischi igienico-sanitari connessi alla digestione anaerobica da FORSU

Attività 2.1: Aspetti di igiene e sicurezza del lavoro nei bioprocessi innovativi proposti

Attività 2.2: Valutazioni igienico-sanitarie connesse al riuso del digestato come fertilizzante

I risultati precedentemente discussi si riferiscono ai campionamenti ed alle analisi condotte e occorre evidenziare che ci sono fattori limitanti quali:

- la stagionalità che produce sia mutevoli condizioni meteo-climatiche che una differente composizione della FORSU;
- la non costanza delle condizioni operative durante i campionamenti, in considerazione delle modifiche apportate per migliorare il processo dal punto di vista tecnologico.

È bene infatti ricordare che tutti i rilevamenti fatti sono da mettersi in relazione con una struttura su scala pilota, che ovviamente comporta soluzioni tecniche sostanzialmente diverse e meno consolidate per gli aspetti di igiene e sicurezza rispetto ad una struttura operante in piena scala.

Ciò premesso, sulla base delle evidenze riscontrate, è necessario rilevare che il ricevimento e la manipolazione della FORSU rappresentano senza dubbio una fonte di biohazard, potenzialmente elevato nel caso in cui avvenga una triturazione manuale della FORSU. Operazione questa non proponibile in un impianto reale. Occorre anche precisare che il biohazard associato a ricevimento e manipolazione della FORSU non è specifico della filiera del processo investigato, ma piuttosto connesso ad ogni processo di trasformazione che utilizzi FORSU come materiale di partenza.

Pur tenendo conto di un numero di campioni limitato, i dati sperimentali suggeriscono che il pretrattamento termico riduce a livelli prossimi allo zero il biohazard riconducibile alla matrice, mentre la spremitura/pressatura della FORSU non garantisce un abbattimento delle cariche microbiche rispetto alla triturazione. Nei campioni di FORSU da spremitura si evidenzia una maggiore concentrazione microbica sia per i patogeni che per gli indicatori misurati. Va ovviamente considerato che, in impianti industriali, un rifiuto spremuto sarebbe alimentato con modalità proprie di un flusso liquido e quindi all'interno di tubazioni e strutture sostanzialmente chiuse, riducendo in modo importante le possibilità di aerodispersione microbica.

Tale aspetto è rilevante anche in considerazione dell'auspicabile maggiore diffusione di cicli integrati di trattamento dei rifiuti urbani in cui la FORSU spremuta venga ad essere conferita in impianti di depurazione della acque reflue per la co-digestione di

fanghi e FORSU.

La conduzione del processo in termofilia comporta una riduzione considerevole delle cariche microbiche rilevate, anche se permane una contaminazione da sporigeni, testimoniata dalla presenza dei generi Clostridium e Bacillus evidenziata durante il campionamento del bioaerosol nell'impianto oggetto dello studio.

I risultati ottenuti alla scala pilota hanno quindi importanza sostanziale nel definire il primo passaggio della valutazione del rischio (hazard identification) in termini di individuazione di contaminanti emessi che costituiscono un potenziale pericolo sia per la salute dei lavoratori che per la potenziale dispersione nell'ambiente. In particolare, dai risultati conseguiti, il genere Bacillus potrebbe essere rappresentativo quale indicatore della contaminazione connessa alle lavorazioni con FORSU.

Ai fini dello sviluppo di un processo industriale di valorizzazione della FORSU sono fondamentali le evidenze sperimentali emerse ed utilmente impiegabili nella definizione delle adeguate misure di contenimento e controllo del rischio biologico.

Alla luce delle evidenze emerse, nella piattaforma pilota sede della sperimentazione, sono state apportate modifiche sostanziali alla gestione della FORSU spremuta:

- è stato messo in funzione un nuovo sistema in cui sono incrementati i trasferimenti che avvengono con pompe e condotti chiusi (invece che manualmente);
- è stato inoltre implementato un nuovo fermentatore acido (di volume maggiore del precedente), il cui scarico è direttamente connesso, mediante tubazione, ad un filtro centrifugo da cui la fase liquida viene allontanata, sempre in connessione chiusa, verso un serbatoio intermedio da cui la stessa viene poi prelevata, tramite pompa, e trasferita agli stadi successivi (attualmente il sistema aerobico per l'accumulo di PHA).

Infine, non potendo eliminare completamente il ricorso ad alcune operazioni di trasferimento manuale (per la natura stessa della scala pilota e la conseguente necessaria flessibilità), è in corso di valutazione la possibilità tecnica di introdurre sistemi protezione collettiva attraverso aspiratori localizzati. Ove ciò non risultasse possibile sarà comunque garantita la protezione degli operatori mediante messa a disposizione dei dispositivi di protezione individuali (DPI).

Attività 3.2: Verifica della stabilità della biocenosi del bioprocesso a colture miste e della potenziale selezione di agenti patogeni

Tale attività ha consentito di monitorare la composizione della biocenosi che viene selezionata nel processo innovativo di produzione di PHA. Non risultano studi su tale aspetto, né su scala di laboratorio e tanto meno su scala pilota.

Dalle indagini effettuate, i Proteobacteria rappresentano la componenti principale (80-90% delle OTU, Operational Taxonomic Units, totali). La biocenosi si modifica nel tempo con una prevalenza di specie appartenenti ai Betaproteobacteria (quali Thauera, Acidovorax, Comamonas, Hydrogenophaga, Parapusillimonas) e Alphaproteobacteri (Amaricoccus, Brevundimonas e Meganema).

Molte delle specie riscontrate sono state in precedenza descritte come microrganismi in grado di accumulare PHA in sistemi

sequenziali quali quello adottato nell'ambito della sperimentazione o in sistemi in piena scala per il trattamento di acque di rifiuto. D'altra parte, l'alimentazione con FORSU pressata influenza notevolmente la composizione microbica della biomassa che risulta essere costituita da una grande varietà di specie PHA accumulanti note e, diversamente dalla fase di alimentazione con acetato, anche da specie solo parzialmente descritte in letteratura in quanto prodotte da precedenti analisi clonali o di piro-sequenziamento e senza alcun rappresentante isolato in coltura pura.

I risultati sono pertanto di interesse in quanto tutta la biomassa è risultata in grado di accumulare PHA e ciò conferma la presenza di nuovi ceppi PHA accumulanti che meritano un approfondimento ulteriore. Infine, appare molto rilevante come l'analisi dei dati di piro-sequenziamento non abbia evidenziato la presenza nel fango biologico di specie patogene note o indicatori di contaminazione fecale.

Attività 3.4: Verifica sperimentale del confinamento del ceppo MOGM e del possibile rilascio ambientale di materiale genetico.

Questa attività sperimentale ha consentito di studiare il destino del MOGM simulando un rilascio accidentale dello stesso in un sistema di trattamento acque e andando a monitorare la sua persistenza nelle diverse sezioni d'impianto. Nello scenario peggiore, corrispondente ad un rilascio in impianto di piccole dimensioni, si è osservato un abbattimento significativo del MOGM e un rilascio pari al 7% del ceppo durante le prime sette ore di esercizio. Poiché il monitoraggio effettuato con saggi molecolari non permette di distinguere tra materiale genetico e cellule vive del MOGM, la frazione rilevata nell'effluente potrebbe comunque non esser vitale. Un ulteriore abbattimento fino a completa inattivazione, verosimilmente si avrebbe nello stadio di disinfezione a valle dell'impianto. I dati sperimentali dimostrano una persistenza limitata del ceppo MOGM a seguito di rilascio accidentale in un impianto di trattamento acque reflue e nel contempo evidenziano la necessità di ulteriori indagini che permettano la distinzione tra materiale genetico e cellule vive, la cui quantificazione necessita di metodi microbiologici classici.

Attività 4.2: Aspetti di salute e sicurezza dei processi di estrazione

Nello studio delle alternative all'impiego di solventi clorurati i metodi estrattivi investigati su scala di laboratorio hanno permesso di trarre le seguenti conclusioni:

1) Utilizzo di soluzioni acide o basiche: tale approccio consente l'eliminazione completa di solventi tossici/infiammabili/esplosivi. Tuttavia esso comporta un aumento del Chemical Inherently Safety Index proposto da Heikkilä, anche se occorre rimarcare che tale indice si basa unicamente sui TLV che non tengono in considerazione tutti gli effetti sulla salute che la sostanza può esercitare. In attesa dello sviluppo di un indice di tossicità maggiormente rappresentativo delle classi di pericolo per gli effetti sulla salute, considerando che almeno una classe associata al cloroformio, la cancerogenicità, desta particolari preoccupazioni, si può comunque ritenere che l'uso di acido solforico e/o perossido di idrogeno sia da preferirsi rispetto al cloroformio. Ciò vale soprattutto avendo cura di utilizzare, per la costruzione delle apparecchiature, materiali che non presentino problemi di corrosione.

2) Estrazione mediante CO2 in condizioni supercritiche: per le condizioni adottate nel corso delle presenti indagini, T= 50 °C e P= 200 atm, dal citato lavoro di Heikkilä si desume un Process Inherent Safety Index pari a 3 e quindi: Total Inherent Safety Index= Process Inherent Safety Index=3 Questo ultimo dato è da confrontarsi con i valori superiori che sono ottenuti nel caso di impiego del cloroformio (Total Inherent Safety Index = 4) o acetato di etile (Total Inherent Safety Index = 6) Si precisa che negli ultimi due esempi citati il Total Inherent Safety Index è dovuto al contributo del Chemical Inherent Safety Index risultante dalle caratteristiche di infiammabilità/esplosività/tossicità del solvente considerato.

In conclusione va tenuto presente che tali aspetti sono stati studiati in via preliminare e saranno oggetto di approfondimento, anche alla luce delle più recenti disposizioni regolamentari in tema di agenti chimici (Regolamento (EC) No 1272/2008 su Classificazione, Etichettatura e Imballaggio di sostanze e miscele - Regolamento CLP). Tali disposizioni propongono specifici percorsi metodologici da applicare a sostanze e miscele per stabilire quale siano i rischi potenziali per la salute e la sicurezza

umane e per l'ambiente ad esse associati.

Scarica la pubblicazione Bioprocessi innovativi per la valorizzazione di rifiuti organici (.pdf - 2,30 mb)

Questo articolo è pubblicato sotto una Licenza Creative Commons.

---

www.puntosicuro.it