

Sicurezza e produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto

Un documento Inail si sofferma sui processi innovativi biologici e bio-elettrochimici per la produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto. Focus sulla produzione biologica dell'idrogeno, sulle strategie energetiche e su un progetto BRIC.

Roma, 4 Set ? Come ricordato anche in un documento del 2024 sui rischi connessi alla produzione di idrogeno verde, in Europa l'interesse per l'**idrogeno** (H₂) è in rapida crescita.

L'idrogeno è considerato una buona soluzione per decarbonizzare vari settori industriali ed economici e cercare di ridurre le emissioni di anidride carbonica.

Questo gas è ritenuto un elemento chiave per sostenere l'obiettivo dell'Unione europea di arrivare alla neutralità climatica entro il 2050, anche se solo l'**idrogeno verde**, prodotto da energia rinnovabile, può contribuire concretamente a questo traguardo. Il problema è che la sua produzione, che si basa soprattutto sull'elettrolisi dell'acqua, è spesso frenata dagli elevati costi di generazione.

In questo contesto, il **Laboratorio X** "Sicurezza delle tecnologie per la transizione energetica e lo sviluppo ecosostenibile" del Dipartimento di Innovazioni Tecnologiche (DIT) dell' Inail, ha partecipato ad un progetto BRIC (Bandi di Ricerche in Collaborazione).

I risultati del progetto Bric, dedicato allo studio della produzione di bioidrogeno da biomasse, come frazione organica dei rifiuti solidi urbani e fanghi di depurazione, sono presentati in un nuovo documento Inail prodotto dal Dipartimento DIT.

In "**Processi innovativi biologici e bio-elettrochimici per la produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto**" ? a cura di Francesco Valentino, Paolo Pavan, Roberto Lauri, Federico Battista, David Bolzonella, Marco Zeppilli, Angela Marchetti, Paola Russo, Francesca Raganati, Antonio Marzocchella, Fabiana Lanzillo, Fabio Di Francesco, Federico Maria Vivaldi, Matyas Ripszam, Alberto Cerchiai e Elena Ereemeeva ? sono illustrati i risultati del progetto focalizzato sia sull'ottimizzazione delle rese della produzione biologica dell'idrogeno che su vari aspetti connessi alla sicurezza.

Nel presentare il documento, l'articolo affronta i seguenti argomenti:

- Produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto e strategie energetiche
- Produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto e progetto BRIC
- Produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto: indice del documento

Produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto e strategie energetiche

Nell'ambito della Ricerca scientifica del Piano di attività 2022/2024 dell'Inail, il Laboratorio X ha, dunque, partecipato al **progetto Bric** (ID 64) che ha avuto come oggetto uno studio, basato sull'ottimizzazione e sullo sviluppo in sicurezza del processo di produzione del bioidrogeno (bio-H₂), forma di idrogeno verde (fonte di energia rinnovabile) alternativa a quella prodotta mediante l'elettrolisi dell'acqua.

La **produzione biologica dell'idrogeno** (H₂) rappresenta, infatti, come indicato nella premessa del documento, "una tecnologia molto promettente per cercare di ridurre i costi di produzione del suddetto vettore energetico, in quanto l'utilizzo di elettrolizzatori comporta un elevato costo di generazione dell'idrogeno verde (circa 6-7 €/kg H₂) rispetto a quello (1,2-1,5 €/kg H₂) dell'idrogeno 'grigio', ricavato da fonti fossili (soprattutto metano)".

E la crescente importanza, assunta dall' idrogeno, è dettata dal fatto che "la **Commissione Europea**, nel 2022, ha presentato la **strategia energetica RePower** per un'energia più sostenibile, sicura e conveniente. Secondo questo piano programmatico, l'Unione Europea dovrebbe aumentare la produzione di idrogeno entro il 2030, portandola a 20 megatonnellate/anno rispetto alle 10 megatonnellate/anno proposte nella precedente strategia, che aveva come scadenza temporale il 2020".

Si segnala poi che la **produzione di bioidrogeno**, utilizzando biomasse o rifiuti organici, "avviene tramite un processo anaerobico noto come **Dark Fermentation** (DF). Rispetto alla produzione di H₂ da gas naturale o elettrolisi dell'acqua, il processo di DF è basato sull'uso di risorse rinnovabili, che necessitano obbligatoriamente di un trattamento (rifiuti organici)". E considerando le energie rinnovabili disponibili sul territorio Europeo, "la produzione di bio-H₂ potrebbe significativamente contribuire al fabbisogno energetico, sia nell'ambito del riscaldamento che in quello dei trasporti, favorendo la decarbonizzazione di questi settori".

Tuttavia uno step necessario per la progettazione su scala industriale di questi insediamenti produttivi richiede uno "**studio di ottimizzazione del rendimento** (*Specific Hydrogen Production*, SHP) di produzione di bio-H₂ e della sua produttività volumetrica, al quale va aggiunta un'analisi dei rischi connessi con l'esercizio di questi nuovi impianti".

Produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto e progetto BRIC

Nel progetto Bric, come raccontato nel documento Inail, sono stati parallelamente studiati sia aspetti relativi all'ottimizzazione delle 10 performance di produzione del bioidrogeno che tematiche di sicurezza, focalizzate sul rischio di esplosione, valutando il campo di infiammabilità della miscela gassosa (contenente H₂), generata nel reattore di fermentazione.

Questa attività di studio è stata svolta avvalendosi di "modelli predittivi e simulazioni termofluidodinamiche, poiché in letteratura scientifica non sono riportati i limiti di infiammabilità delle miscele di gas, ma, solamente quelli dei singoli composti". Ed è stato necessario usare specifici software per "studiare la combustione in fiamme laminari, poiché il limite inferiore di infiammabilità ha importanti impatti sulla sicurezza dei processi industriali, in quanto influenza la procedura di classificazione delle zone Atex (aree con possibile formazione di atmosfera potenzialmente esplosive)".

Il progetto ha investigato gli aspetti legati alla tecnologia Dark Fermentation e non solo, "applicando i principi cardine dell' economia circolare, ovvero l'utilizzo virtuoso di risorse rinnovabili (rifiuti organici) attraverso il recupero energetico e/o di prodotto, minimizzando la produzione di flussi secondari".

Produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto: indice del documento

Rimandiamo, infine, alla lettura integrale del documento Inail "**Processi innovativi biologici e bio-elettrochimici per la produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto**" e ne riportiamo l'indice.

PREMESSA

CAPITOLO 1 *"Sviluppo ed ottimizzazione di un processo DF-FF per la produzione di bio-idrogeno da matrici di origine municipale: sviluppo di metodi di pretrattamento su fanghi municipali per la produzione di bio-H₂ tramite test DF in modalità batch"*

Introduzione

- 1.1 Pretrattamenti termici e chimico-ossidativi di matrici organiche municipali e fanghi di depurazione
- 1.2 Sviluppo di processi DF in modalità batch su fanghi di depurazione e implementazione dall'accoppiamento con lo step FF
 - 1.2.1 Test di fermentazione DF in batch
 - 1.2.2 Test di fermentazione FF in batch
- 1.3 Sviluppo e ottimizzazione del processo DF-FF in modalità continua o semicontinua
 - 1.3.1 Processo DF in semicontinuo su FM (scala laboratorio)
 - 1.3.2 Processo DF in semicontinuo su FM (scala pilota)
- 1.4 Quantificazione della produzione di metano (test BMP) dalla frazione semisolida di overflow

CAPITOLO 2 *"Sfruttamento di matrici agricole recalcitranti e parzialmente biodegradabili in ottica di produzione di bio-idrogeno"*

Introduzione

2.1 Caratterizzazione delle matrici organiche di origine agricola e sviluppo dei metodi di pretrattamento

2.2 Sviluppo del processo di DF in batch su matrici pretrattate

2.3 Sviluppo e ottimizzazione del processo di DF in modalità continua

2.3.1 Test di fermentazione su fungaia: metodologia

2.3.1.1 Test di fermentazione su fungaia: risultati

2.3.2 Test di fermentazione di letame bovino, residui di mais e farina esausta di soia: metodologia

2.3.2.1 Test di fermentazione di letame bovino: risultati

2.3.2.2 Test di fermentazione di residui di mais e farina esausta di

soia: risultati

2.3.3 Test di fermentazione di vinacce: metodologia

2.3.3.1 Test di fermentazione di vinacce: risultati

CAPITOLO 3 "Progettazione, realizzazione, messa a punto ed esercizio di un sistema reattoristico innovativo per la produzione di bio- H_2 "

Introduzione

3.1 Selezione e implementazione delle procedure/materiali per l'immobilizzazione cellulare in bioreattori a letto fisso e/o fluidizzato

3.1.1 Microrganismo e mezzo di coltura

3.1.2 Fermentazioni batch con cellule libere

3.1.3 Selezione dei materiali (supporti solidi) per l'immobilizzazione cellulare

3.1.4 Fermentazioni continue con cellule libere

3.1.5 Metodi analitici

3.1.6 Risultati: fermentazioni batch con cellule libere

3.1.7 Risultati: fermentazioni batch con cellule immobilizzate

3.1.8 Risultati: fermentazioni continue con cellule libere

3.2 Esercizio del bioreattore a cellule immobilizzate in modalità continua

3.3 Selezione delle condizioni di esercizio per massimizzare la conversione della fonte di carbonio e/o la produttività/concentrazione di idrogeno

CAPITOLO 4 "Sviluppo di celle di elettrolisi microbiche (MEC) per la produzione di bio-H₂ dal trattamento di reflui contenenti carbonio organico di scarto"

Introduzione

4.1 Sviluppo di un processo MEC in modalità continua a partire da reflui sintetici

4.1.1 Prestazioni dell'anodo in condizioni potenziostatiche e galvanostatiche

4.1.2 Prestazioni del catodo in condizioni potenziostatiche e galvanostatiche

4.1.3 Potenziali elettrochimici e consumo energetico del processo

4.1.4 Utilizzo di un reattore MEC di forma planare a 3 camere: descrizione

4.1.5 Utilizzo di un reattore MEC di forma planare a 3 camere: effetto dell'OLR

4.1.6 Caratterizzazione elettrochimica del reattore MEC

4.2 Studio dei meccanismi responsabili della rimozione della CO₂

4.2.1 Test di rimozione della CO₂ tramite modulo a membrane

4.3 Sviluppo di un processo MEC in modalità continua a partire da reflui reali

4.3.1 Caratterizzazione elettrochimica del reattore MEC in presenza di substrato reale e confronto con alimentazione sintetica

CAPITOLO 5 "Analisi della variazione del campo di infiammabilità della miscela gassosa prodotta dalla fermentazione acidogenica in funzione delle varie condizioni operative di reattori lab-scale e dell'impianto pilota"

Introduzione

5.1 Ricerca bibliografica per applicazione dei modelli di letteratura e scelta del modello per la quantificazione di LFL e UFL

5.2 Applicazione del modello su miscele gassose prodotte in scala di laboratorio e pilota

5.2.1 Modello basato sulla legge di Le Châtelier

5.2.2 Modello basato sulla velocità laminare di fiamma

CAPITOLO 6 "Test operativo di un innovativo sensore a stato solido per la rilevazione di idrogeno gassoso"

6.1 Sviluppo di un sistema per il campionamento di componenti volatili prodotti in bioreattori DF

6.1.1 Selezione della fisica e definizione dei parametri di simulazione

6.1.2 Caratteristiche del flusso in entrata

6.1.3 Umidità

6.1.4 Trasferimento di calore nell'aria umida

6.1.5 Concentrazione del flusso

6.1.6 Generazione di maglie

6.1.7 Configurazione del risolutore ed esecuzione della simulazione

6.1.8 Concentrazione media sulla superficie

6.1.9 Dinamica del flusso interno alla camera

6.2 Sviluppo di un'interfaccia per l'acquisizione dei dati del sensore

6.3 Test del sensore a stato solido per l'idrogeno

6.3.1 Analisi dello spazio di testa tramite HiSorb-TD-GCxGC-Q-TOF MS

CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

Tabella: fonti delle immagini

RTM

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici, " Processi innovativi biologici e bio-elettrochimici per la produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto", a cura di Francesco Valentino, Paolo Pavan, Roberto Lauri, Federico Battista, David Bolzonella, Marco Zeppilli, Angela Marchetti, Paola Russo, Francesca Raganati, Antonio Marzocchella, Fabiana Lanzillo, Fabio Di Francesco, Federico Maria Vivaldi, Matyas Ripszam, Alberto Cerchiai e Elena Ereemeeva, edizione 2026 (formato PDF, 8.49 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Processi innovativi elettrochimici per la produzione di idrogeno da matrici organiche di scarto".



Licenza Creative Commons

I contenuti presenti sul sito PuntoSicuro non possono essere utilizzati al fine di addestrare sistemi di intelligenza artificiale.

www.puntosicuro.it