

Panoramica sugli approcci enzimatici per Innovazioni nel Recupero e nel Riutilizzo dei Rifiuti Conciari

L'industria conciaria ha da sempre prestato particolare attenzione all'impatto ambientale, a causa della produzione di grandi quantità di rifiuti solidi e liquidi contenenti cromo e altre sostanze chimiche. Recenti studi hanno esplorato strategie innovative per ridurre tale impatto, promuovendo il recupero e il riutilizzo degli scarti in processi produttivi più sostenibili. Uno dei settori più promettenti nello studio di questo sviluppo riguarda il recupero del collagene e del cromo dai rifiuti di cuoio, particolarmente mediante trattamenti di idrolisi enzimatica, per lo sviluppo di nuovi sistemi di rifinizione bio-based ed ulteriori per applicazioni industriali innovative.

Recupero di Collagene e Cromo dai Rifiuti di Cuoio

- Uno degli aspetti più critici dell'industria conciaria è la gestione dei residui di rasatura del cuoio conciato al cromo, che contengono alti livelli di questo metallo potenzialmente pericoloso (in ragione della potenziale trasformazione in cromo esavalente a partire da quello trivalente). Uno studio ha sviluppato un metodo ecologico per la decontaminazione di questi scarti attraverso l'impiego di proteasi. Questo processo ha permesso di rimuovere il 99,98% del cromo presente nei residui di rasatura, riducendone la concentrazione da 7700 ppm a soli 4,71 ppm. Inoltre, il collagene estratto con questa tecnica si è rivelato puro e non tossico, rendendolo idoneo per applicazioni in settori come la biomedicina, la cosmesi e l'industria alimentare. Un ulteriore vantaggio del processo è il recupero del cromo, che può essere riutilizzato nella fase di riconcia del cuoio, mantenendo gli standard industriali richiesti [1].

Ottimizzazione Tecnologico-Economica dell'Idrolisi Enzimatica

- L'efficacia dell'idrolisi enzimatica nel trattamento dei rifiuti conciari dipende non solo dalla sua efficienza chimica, ma anche dalla sostenibilità economica del processo. Un secondo studio ha sviluppato un modello matematico per ottimizzare le condizioni di idrolisi enzimatica, con particolare attenzione alla concentrazione di enzimi utilizzati. I risultati hanno evidenziato che l'uso di un'appropriata concentrazione di enzima (tra lo 0,2% e lo 0,4% del peso del substrato) permette di ridurre i costi del processo del 43%, aumentando al contempo la produttività dell'impianto e riducendo il tempo di ammortamento da 4,7 a soli 1,5 anni. Questo studio dimostra che una corretta pianificazione tecnologica ed economica può rendere sostenibile l'idrolisi enzimatica su scala industriale, incentivando il recupero di materiali di valore come il collagene e il cromo [2].

Nuovi Sistemi di Rifinizione Bio-Based per il Cuoio

- Un ulteriore sviluppo nell'ambito della sostenibilità conciaria riguarda la creazione di nuovi sistemi di rifinizione basati su materiali bio-based. Tradizionalmente, la rifinizione del cuoio impiega resine sintetiche e composti chimici potenzialmente critici sul piano della sostenibilità ambientale. Tuttavia, recenti studi propongono soluzioni innovative basate sull'uso di collagene estratto dagli scarti di lavorazione del cuoio, trattato con transglutaminasi per ottenere un rivestimento resistente e biodegradabile. Nell'ambito di un particolare studio [3], questo nuovo sistema di rifinizione bio-based è stato confrontato con una rifinizione tradizionale a base di resine, dimostrando prestazioni equivalenti in termini di resistenza, idrorepellenza e qualità estetica, ma con un impatto ambientale significativamente ridotto. Questo approccio si inserisce in una logica di economia circolare, riducendo il consumo di sostanze chimiche sintetiche e valorizzando i sottoprodotti dell'industria conciaria.

Enzymatic Extraction e Cross-Linking del Collagene

- L'estrazione enzimatica del collagene dai rifiuti conciari permette di recuperare questa proteina con una struttura intatta, preservandone le proprietà chimiche e fisiche. A differenza dei metodi chimici tradizionali, che spesso degradano il collagene in piccoli polipeptidi [4], l'uso di enzimi come **proteasi alcaline e tripsina** consente di ottenere collagene ad alto peso molecolare [5], aumentando la qualità e le possibili applicazioni industriali. Inoltre, il collagene estratto può essere successivamente sottoposto a **cross-linking con caseina mediante transglutaminasi microbica**, migliorandone la resistenza termica e la stabilità strutturale. Questa innovazione apre nuove prospettive per l'uso del collagene recuperato in settori come la bioingegneria, la cosmetica e persino l'industria conciaria stessa, dove può essere impiegato per il retanning o la rifinizione della pelle.

Conclusione

Questa piccola review offre una visione integrata di alcune opportunità di innovazione nell'industria conciaria. Il recupero di collagene e cromo dai rifiuti di cuoio, combinato con l'ottimizzazione economica dell'idrolisi enzimatica, lo sviluppo di rifiniture bio-based e l'applicazione di tecnologie di cross-linking, rappresentano un percorso concreto per rendere la produzione di cuoio più sostenibile. Tali soluzioni, sono in tal senso molto promettenti, consentendo, non solo di ridurre l'impatto ambientale del settore, ma favorendo anche l'adozione di pratiche industriali responsabili, allineate con le normative ambientali e le esigenze del mercato moderno.

Bibliografia

- [1] F. Tujjohra e M. M. Rahman, «Optimizing extraction of collagen from hazardous leather shaving dusts by crude protease enzyme: Chrome recovery and reuse for leather rechroming», *Bioresource Technology Reports*, vol. 28, p. 101995, dic. 2024, doi: 10.1016/j.biteb.2024.101995.
- [2] J. Pecha, M. Barinova, K. Kolomaznik, T. N. Nguyen, A. T. Dao, e V. T. Le, «Technological-economic optimization of enzymatic hydrolysis used for the processing of chrome-tanned leather waste», *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 152, pp. 220–229, ago. 2021, doi: 10.1016/j.psep.2021.06.009.
- [3] M. Gargano, A. Bacardit, G. Sannia, e V. Lettera, «From Leather Wastes back to Leather Manufacturing: The Development of New Bio-Based Finishing Systems», *Coatings*, vol. 13, fasc. 4, p. 775, apr. 2023, doi: 10.3390/coatings13040775.
- [4] M. Gargano, C. Florio, G. Sannia, e V. Lettera, «From leather wastes to leather: enhancement of low quality leather using collagen recovered from leather tanned wastes», *Clean Techn Environ Policy*, giu. 2023, doi: 10.1007/s10098-023-02552-w.
- [5] M. J. Hasan, P. Haque, e M. M. Rahman, «Protease enzyme based cleaner leather processing: A review», *Journal of Cleaner Production*, vol. 365, p. 132826, set. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132826.