



SELEZIONE

• T E S S I L E •

TEXTILES AND MACHINERY MAGAZINE



tecniche nuove ISSN: 1125-5579 - Bimestrale - Anno XLVII - Poste Italiane SpA - Sped. in abbonamento postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, DCB Milano

SOTTO TENSIONE VINCE CHI HA STOFFA

Corino Macchine

è al servizio del settore tessile
per affrontare le nuove sfide
del mercato: con impegno
e passione, innovazione e tecnologia.

Sono i nostri punti di forza: oggi come ieri,
quando si tratta di vincere,
il made in Italy dimostra di avere
"stoffa da vendere"

CORINO
MACCHINE

Le biotecnologie a supporto del tessile

Oggi più che mai è necessario ricercare innovazioni scientifiche e tecnologiche che consentano lo sviluppo di nuovi prodotti e processi ponendo come priorità la sostenibilità ambientale delle attività industriali.

Ad oggi, tra le molteplici strade disponibili per il raggiungimento di tale obiettivo, l'implementazione di processi biotecnologici nell'ambito delle attività industriali rappresenta un'alternativa ai processi chimici convenzionali molto onerosi in termini economici, ambientali ed energetici. Ma cosa si intende per biotecnologia industriale? La biotecnologia industriale è una disciplina che si occupa di sviluppare applicazioni tecnologiche basate su sistemi biologici, organismi viventi o loro derivati, come gli enzimi, per produrre materie prime, semi-lavorati o prodotti finiti di interesse in vari settori industriali quali il chimico, l'alimentare, il cartario, il tessile, l'energetico, ecc.

Il settore tessile rappresenta da sempre uno dei comparti industriali a maggiore impatto ambientale. Difatti lo smaltimento dei reflui di processo è ormai divenuto un problema incalzante a causa delle regolamentazioni sempre più stringenti. L'impiego delle biotecnologie può rappresentare una soluzione al problema poiché consente un miglioramento in termini di impatto ambientale locale e globale.

LIMITARE L'IMPATTO NEGATIVO DELLE ATTIVITÀ UMANE SUGLI ECOSISTEMI NATURALI E CONIUGARE SVILUPPO ECONOMICO-SOCIALE E SOSTENIBILITÀ È ORMAI DIVENTATA UNA PRIORITÀ INELUDIBILE SIA PER I PAESI INDUSTRIALIZZATI CHE PER LE ECONOMIE EMERGENTI. IL RECENTE SUMMIT ONU DI COPENHAGEN SUL CLIMA NE HA DATO AMPIA TESTIMONIANZA E HA DIMOSTRATO LA PORTATA GLOBALE DI QUESTE PROBLEMATICHE

Le lavorazioni chimiche attualmente eseguite lungo la filiera tessile spesso prevedono l'impiego di sostanze chimiche aspecifiche che, proprio per questa loro caratteristica, sono utilizzate in quantitativi che eccedono i livelli stechiometrici delle reazioni coinvolte al fine di ottenere l'effetto desiderato. Gli en-



BIO-PREPARAZIONE

Substrati: cotone, lino, canapa, bambù

Enzimi: pectinasi, cutinasi, xilanasi, laccasi

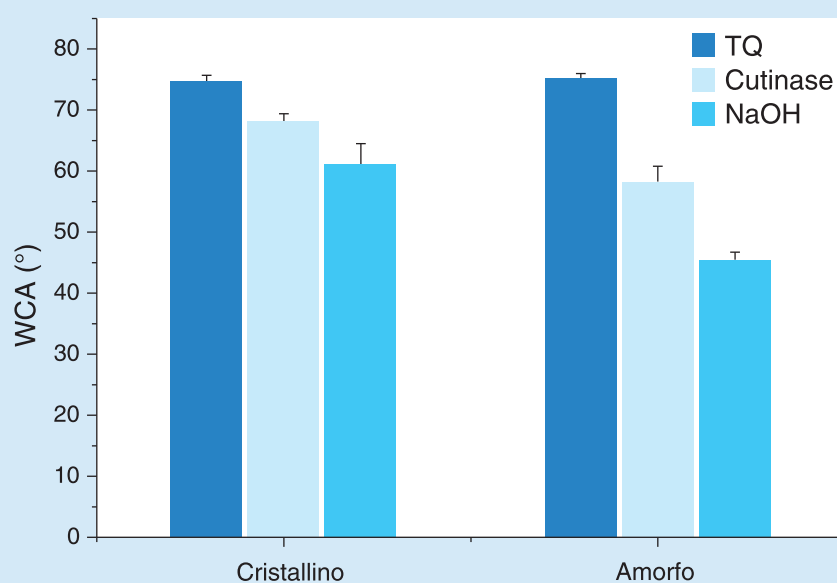
Vantaggi: integrazione dei processi, risparmio energetico, reflui meno inquinanti

BIO-FINISSAGGIO

Substrati: lana, cotone, poliestere, poliammidica, miste

Enzimi: proteasi, cellulasi, cutinasi, laccasi

Effetti: mano, morbidezza, antipilling, idrofilia, tingibilità, funzionalizzazione antimicrobica



Cutinasi: enzima impiegato per l'aumento dell'idrofilia superficiale di materiali a base di poliestere in sostituzione del trattamento alcalino

zimi sono catalizzatori biologici che possono essere utilizzati in sostituzione degli agenti chimici e, grazie alla loro elevata specificità, vengono solitamente impiegati in piccole quantità. Questa caratteristica, oltre alla prerogativa di essere biodegradabili, li rende sostanze a impatto ambientale pressoché nullo, con innegabili vantaggi in termini di caratteristiche dei reflui e delle emissioni, oltreché di qualità dei prodotti tessili, grazie ai trattamenti a pH neutro e a basse temperature. Intuendo la necessità di innovazione ecosostenibile all'interno del settore tessile, un partenariato composto da piccole, medie e grandi imprese lombarde, affiancate da centri di ricerca operanti nei settori tessile e biotecnologico, ha dato vita al progetto di ricerca Biotex: le biotecnologie per un tessile di qualità innovativo, funzionale ed eco-sostenibile. Tale progetto, finanziato da Regione Lombardia nell'ambito di un bando di ricerca per la promozione dei metadistretti, ha permesso di intensificare

lo scambio di competenze, conoscenze e tecnologie tra i vari partner. Ciò ha consentito la nascita di nuove sinergie e partnership commerciali tra imprese nonché la definizione di strategie di ricerca e sviluppo aziendali che è stato possibile implementare grazie al supporto scientifico e tecnologico degli enti di ricerca coinvolti. Il sostegno finanziario della Regione Lombardia ha fornito le risorse necessarie alla realizzazione dell'idea progettuale.

Il progetto Biotex, iniziato nel novembre del 2007 e giunto al termine a febbraio 2010, è stato sviluppato su tre azioni di ricerca specifiche mirate a:

- applicare processi biocatalitici alla preparazione e nobilitazione di substrati tessili, in sostituzione dei tradizionali processi chimici;
- sviluppare tessuti bioattivi mediante immobilizzazione di enzimi specifici;

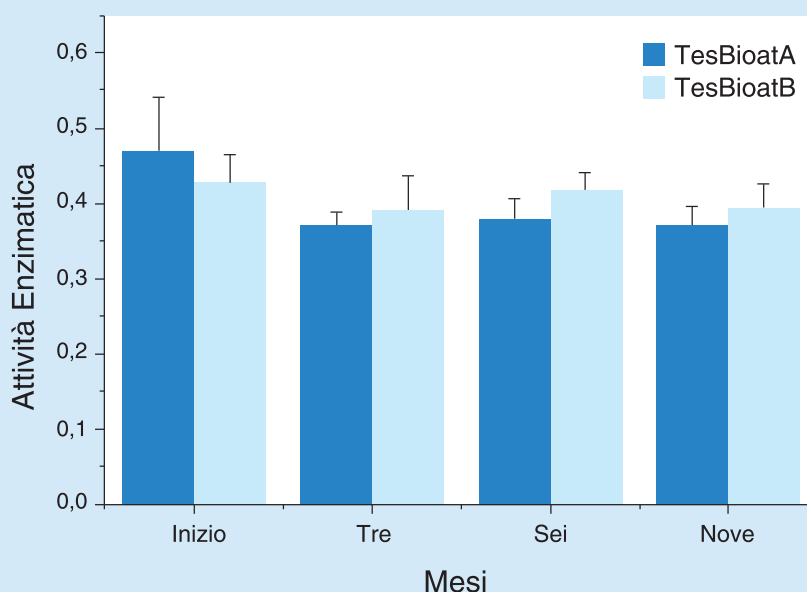
TESSILI BIOATTIVI

Sono stati studiati e sviluppati:

- Tessili con attività antivegetativa.
- Tessili a protezione bioattiva.
- Dispositivi tessili bio-filtranti.
- Nuovi approcci biotecnologici alla tracciabilità.

La stabilità dell'attività enzimatica nel tempo è uno dei parametri funzionali più importanti.

Il grafico illustra l'andamento dell'attività enzimatica, misurata nell'arco di 9 mesi, di due tipologie di tessili con attività antivegetativa.



- sviluppare nuove tecnologie per il trattamento dei reflui di tintura basate principalmente sull'impiego di biomasse fungine inattivate.

Di seguito vengono brevemente illustrate le linee guida e i risultati principali ottenuti.

Azione 1: Processi biocatalitici

Le attività hanno riguardato l'intera filiera della nobilitazione tessile, dalla preparazione al finissaggio. Per quanto riguarda la preparazione, l'interesse si è focalizzato sullo studio di un processo enzimatico alternativo al tradizionale per la purga delle fibre cellulosiche. Le fasi di studio hanno comportato preliminarmente la selezione delle attività enzimatiche più idonee, cui è seguito lo studio dei parametri di processo e la messa appunto delle metodiche di valutazione. I passaggi successivi sono stati l'esecuzione di prove industriali su scala pilota (fino a 5 kg di filato e 10 m di tessuto) e poi su scala semi-industriale (fino a 250 kg di filato e 500 m di tessuto). La sperimentazione

è stata condotta su cotone (greggio e mercerizzato) e lino (greggio, macerato e sotto macerato) in varie tipologie di confezionamento (rocca, matassa e tessuto per il cotone e stoppino, filato e tessuto per il lino) e prendendo in considerazione processi sia continui sia discontinui.

Gli enzimi sono catalizzatori specifici altamente selettivi. Vista l'elevata eterogeneità del materiale non-cellulosico da eliminare in fase di purga, è stato necessario sviluppare un approccio basato su formulazioni enzimatiche multi-componente per sfruttare le caratteristiche peculiari dei singoli enzimi, al fine di rimuovere efficacemente le impurità lasciando inalterate le strutture cellulosiche d'interesse.

La valutazione tecnologica e prestazionale dei prodotti ottenuti ha condotto alla stesura di schede-prodotto contenenti le caratteristiche tecniche dei materiali tessili. In generale è possibile affermare che i trattamenti enzimatici determinano una pari o migliore qualità del prodotto. Le valutazioni relative all'impatto ambientale delle lavorazioni, al rapporto

BIOASSORBIMENTO

Sono state impiegate biomasse fungine inattivate di *C. elegans* che si sono dimostrate molto efficaci nella rimozione di coloranti dai reflui tessili. La capacità di assorbimento delle biomasse fungine è migliore di quella degli assorbenti attualmente in uso (es. carboni attivi).

Dopo 2 ore il 95-98% del colorante è assorbito dalla biomassa. La decolorazione corrisponde a una effettiva detossificazione dei reflui.



Bagno acido per poliammidica

costi/benefici dei processi enzimatici rispetto a quelli chimici tradizionali, nonché alle eventuali ricadute positive in termini di immagine e marketing sono attualmente in corso di effettuazione.

Parallelamente è stato condotto lo studio delle potenzialità di applicazioni enzimatiche in fase di finissaggio. Anche per questo approccio la gamma di effetti considerati è ampia tanto quanto le diverse tipologie di enzimi a disposizione: sono state effettuate prove impiegando enzimi, quali cellulasi o proteasi, da soli o in combinazione, allo scopo di sviluppare il loro impiego nel bio-polishing di tessuti a base cellulosica o proteica e misti. Analogamente è stata svolta la sperimentazione per l'impiego di cutinasi, enzima in grado di idrolizzare i legami estere di poliesteri alifatici e aromatici, e proteasi, enzima in grado di idrolizzare i legami ammidici nelle poliammidi, rispettivamente per l'attivazione e la modifica delle proprietà superficiali dei substrati tessili in poliestere e in poliammide.

Un'ulteriore attività enzimatica considerata è quella delle laccasi: enzima ossidativo molto versatile e in grado di lavorare sia in sintesi che in idrolisi. È stata valutata l'utilità e l'efficacia della laccasi a sostegno del candeggio delle fibre cellulosiche (cotone e lino) e ne sono state studiate le potenzialità per il conferimento ai substrati tessili di proprietà di notevole interesse quali la stabilità del colore e l'azione antibatterica.

Azione 2: Tessili bioattivi

La seconda azione ha riguardato lo sviluppo di dispositivi bioattivi mediante immobilizzazione di attività enzimatiche specifiche su substrati tessili da realizzare in fase di finissaggio. Sono stati sviluppati formulati e procedure applicative attraverso le quali il biocatalizzatore è stato confinato stabilmente su un supporto tessile, in condizioni tali da mantenere l'attività catalitica stabile e duratura nel tempo in funzione delle esigenze dell'applicazione finale.

In particolare sono stati studiati e sviluppati:

- tessuti bioattivi con proprietà anti-vegetative;
- tessuti a protezione bioattiva contro agenti chimici pericolosi per l'uomo e per l'ambiente;
- dispositivi tessili biofiltranti per l'eliminazione di inquinanti;
- nuovi approcci biotecnologici alla tracciabilità.

Sono stati oggetto della sperimentazione varie tipologie di substrati tessili diversi per struttura e composizione. L'immobilizzazione degli enzimi è stata realizzata sfruttando tecniche di finissaggio tessile già esistenti quali impregnazione, spalmatura, nebulizzazione, ecc. Analogamente, la selezione dei polimeri da impiegare come veicoli per l'immobilizzazione è stata effettuata considerando un ampio spettro di formulati reperibili sul mercato degli ausiliari e finissaggi tessili.

Lo scopo principale era rendere possibile la produzione di una nuova categoria di prodotti tessili sfruttando il know-how e le tecnologie attualmente disponibili e già presenti nelle aziende partner. La sperimentazione condotta ha portato al raggiungimento degli obiettivi prefissati quali lo sviluppo di formulati contenenti enzimi; la definizione di protocolli applicativi dedicati; e infine la produzione di prototipi che incorporano attività enzimatiche stabili in un intervallo di tempo che finora ha raggiunto i 12 mesi. Gli sviluppi futuri, relativi a tale tecnologia, riguarderanno la ricerca di nuovi supporti di immobilizzazione, la stabilizzazione delle attività enzimatiche in condizioni di utilizzo del dispositivo e l'ingegnerizzazione delle tecnologie di applicazione.

Azione 3: Bioassorbimento

La tecnologia del bioassorbimento applicata ai reflui industriali, in particolare a quelli tessili, sfrutta le notevoli capacità assorbenti di biomasse fungine inattivate per la rimozione di coloranti e altri inquinanti contenuti nelle acque reflue. L'obiettivo di questa azione è consistito nel valutare le prestazioni delle biomasse fungine selezionate su reflui tintoriali reali e nell'ottimizzare il processo di bioassorbimento in termini cinetici, termodinamici e di rese. A questo scopo la biomassa è stata sottoposta a diversi pre-trattamenti e le prestazioni sono state valutate in svariate condizioni d'uso. I parametri sperimentali seguiti sono stati: la percentuale di decolorazione delle acque, la diminuzione di sali, tensioattivi, COD, nonché la tossicità dei reflui risultanti.

L'attività sperimentale svolta ha dimostrato come l'inattivazione delle biomasse risulti vantaggiosa in quanto queste: a) non risentono della tossicità del refluo; b) non necessitano di nutrienti; c) sono indifferenti alle condizioni operative; d) possono essere rigenerate e riutilizzate per vari cicli; e) possono essere conservate a temperatura ambiente per lunghi periodi; f) non rilasciano nell'ambiente tossine o materiale riproduttivo.

Tra le biomasse testate, quella di *Cunninghamella elegans* è risultata essere estremamente efficace nella rimozione di coloranti, indipendentemente dalla natura dei bagni di tintura. Tale versatilità rende questa biomassa un innovativo e promettente materiale bioassorbente. Il processo risultante si è dimostrato rapido e abbinabile ad altre tecniche chimico-fisiche e biologiche al fine di ottenere la completa rimozione degli inquinanti e il recupero e riciclo dell'acqua.

Valore innovativo e competitività

La realizzazione degli obiettivi previsti nelle tre azioni di ricerca potrà avere un'immediata ricaduta sulle proprietà dei prodotti finiti; potrà inoltre portare alla definizione di nuovi standard qualitativi, ma anche all'introduzione sul mercato di prodotti tessili innovativi al momento non disponibili (per esempio: tessuti bioattivi). La combinazione dei processi biocatalitici con tecnologie innovative di trattamento dei reflui (per esempio: bioassorbimento) comporterà inoltre una riduzione complessiva dei costi energetici e ambientali. I cicli produttivi così realizzati potranno essere in linea con le più stringenti normative in materia di salute, sicurezza e protezione dell'ambiente (Ippc, Reach, EU Water Framework Directive) ponendo le aziende partecipanti al progetto in una posizione di forte vantaggio competitivo.

Tra gli obiettivi non sperimentali del progetto Biotex vi è anche quello di diffondere a livello scientifico e industriale i risultati delle attività di ricerca a beneficio dell'intero comparto di riferimento. A tale scopo il 22 ottobre scorso si è svolto a Milano, presso l'Auditorium del Politecnico, un seminario di divulgazione dei risultati scientifici di progetto. Il seminario, rivolto a operatori del settore, docenti, studenti e in generale a professionisti interessati al binomio biotecnologie-filiera tessile, è stato premiato da un'ampia partecipazione, a testimonianza dell'interesse e della sensibilità crescenti nei confronti delle tematiche affrontate.

Il seminario conclusivo del progetto Biotex del 12 febbraio è stata occasione per mostrare i risultati ottenuti dai partner industriali ed esporre i campioni dei materiali tessili prodotti. Gli interessati potranno trovare tutte le informazioni utili sul sito web del progetto: www.progettobiotex.it.

Ringraziamenti

Si ringrazia Regione Lombardia per il supporto finanziario al progetto. Gli autori ringraziano inoltre tutti i partner del progetto Biotex, Centro Tessile Cotoniero e Abbigliamento Spa; Università degli Studi di Torino; Università degli Studi di Bergamo; Forniture Tessili Riunite; FelliColor Spa; Cittadini Spa; Tessitura Enrico Sironi Sas; C. Sandroni & C. Srl; Lignificio Canapificio nazionale Spa; Mascioni Spa per la costante e fattiva collaborazione.