



a campione

1963
2013

Da cinquant'anni rivista specializzata

N.° 2 - 2013

La collaborazione al Bollettino è vivamente gradita. La pubblicazione di articoli, note, segnalazioni è tuttavia soggetta all'insindacabile giudizio della Redazione. La responsabilità scientifica di quanto pubblicato spetta ai rispettivi Autori e le loro opinioni non impegnano il Bollettino ed AICTC. I manoscritti inviati, anche se non pubblicati, non saranno restituiti. Gli articoli dovranno essere trasmessi possibilmente su supporto magnetico ed essere corredati di immagini appropriate e di qualità adeguata.

BOLLETTINO SEMESTRALE DELL' ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CHIMICA TESSILE E COLORISTICA

Presidente: Giuseppe Crovato
Vice-Presidenti: Falco Franco Di Medio
Stefano Romanello
Sede centrale: c/o FAST - Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche
20121 Milano - P.le R. Morandi, 2

per comunicare
con AICTC



segreteria@aictc.org

sito
internet

www.aictc.org

Redazione: 13900 BIELLA - Via Ramella Germanin, 3/a - c/o: Tipolitografia MAULA

Comitato di Redazione: Elena Ruffino, Giorgio Gilardi, Gianluca Migliavacca e Mauro Rossetti in collaborazione con i Presidenti di Sezione

Direttore responsabile: Antonio Mauro

Fotocomposizione e stampa: **Tipolitografia MAULA** - 13900 BIELLA
Via Ramella Germanin, 3/a - Tel. 015 23155 - Fax 015 28035; e-mail: tmaula@tin.it

Quota annuale di associazione AICTC: D 30,00

S o m m a r i o

Editoriale <i>A. Mauro</i>	pag. 3
Sezione di Busto Arsizio La formazione superiore ieri e oggi <i>red</i>	pag. 5
Sezione di Biella Il progetto formativo Valle Mosso <i>am</i>	pag. 6
A Biella, Fiera del Lavoro edizione 2013 <i>red</i>	pag. 7
..... Nuove soluzioni senza alogeni per tessili antifiamma <i>M. Schuhmann, H.-D. Baier, D. Lewis, H. Sigmund</i>	pag. 9
..... Le biotecnologie applicate al tessile <i>G. Freddi</i>	pag. 13
..... Rapporto speciale sul Convegno di Dalmine <i>S. Palazzi</i>	pag. 18
..... Chimici tessili di tutto il mondo a Budapest <i>A. Mauro</i>	pag. 24

BOZZETTO GROUP

BTC Specialty Chemical Distribution

C. SANDRONI & C.

CENTRO TESSILE SERICO

CLARIANT

COMETA

COTEX

EXTRANO

HUNTSMAN

ILARIO ORMEZZANO - SAI

LA FONTE

NEARCHIMICA

R.S. - RICERCHE E SERVIZI

WE R REGGIANI

ZETAESSETI



Per essere sempre aggiornato
sugli avvenimenti e le novità, visita

www.aictc.org

il sito dell'Associazione!

Editoriale

Cinquant'anni di A Campione

La copertina riporta in rosso, sotto e accanto al titolo A Campione, la dizione "da cinquant'anni rivista specializzata 1963-2013". Si tratta di un valido traguardo, al tempo stesso testimonianza di un sapere diffuso con costanza e sapienza tra gli associati nel corso del tempo, ma anche di un augurio a ben proseguire.

In realtà, il Bollettino dell'Associazione di anni ne ha diversi in più, precisamente ottantotto, come si può leggere in numero romano in alto nella prima riga della copertina.

Il Bollettino, poi A Campione, nasce, infatti, nel 1925, anche se l'Associazione era già attiva dal 1910.

Primo direttore ne fu il professore di chimica tintoria Tullio Buzzi cui è dedicato, come noto, l'Itis di Prato.

E' nel 1963 che l'allora consigliere e grande animatore della Sezione Biellese dell'AICTC, cav. uff. p.i. Camillo Azario, registra presso il Tribunale di Biella una nuova edizione di A Campione, pur mantenendo sempre il primitivo nome di Bollettino.

E' il 7 maggio 1963 e nei registri A Campione risulta con il numero 106. Il Bollettino aveva ripreso le sue uscite, dopo la fine del secondo conflitto, nel gennaio del 1952 con la riedizione del numero 1.

Con l'occasione, accanto al numero romano degli anni dalla prima pubblicazione, fu inserita anche la dicitura I serie ad indicare la rinascita sotto una rinnovata veste tipografica. In realtà, lentamente ma con una certa frequenza, la veste tipografica ed editoriale andava trasformandosi per tenere conto dei mutamenti in atto nel settore della nobilitazione, ma anche dello spirito con cui i vari consigli tendevano a rappresentare l'AICTC verso l'esterno.

Si hanno così varie trasformazioni che si addensano soprattutto fino a metà degli anni Ottanta. La seconda serie è del 1964. Tra il '64 ed il '70 si ha il passaggio alla III. La IV è del 1970. La V del 1981. Finalmente, nel 1986, la serie VI che è ancora in essere nella forma tuttora edita di A Campione, con il logo piazzato quasi al centro della pagina, a sua volta sovrapposto su bande orizzontali di filati tinti in vari colori.





In questo breve excursus merita un ricordo la serie dei numeri speciali, in formato A4, di circa un centinaio di pagine ciascuno, il cui primo numero uscì nel 1960 per poi cessare intorno alla metà degli anni '70.

Era questo il numero 4, essendo allora la periodicità trimestrale, ed usciva con la dizione di "numero speciale della sezione piemontese - Biella" dell'AICTC. I numeri precedenti dello stesso anno avevano veramente il formato di un bollettino tascabile, con dimensioni di 16 x 24 cm.

Vigendo una certa austerità, i fascicoli avevano una copertina ad un unico colore crema e scritte a bastoncino italice nere. Il logo, piccolino dell'Associazione sovrastava su tutto; seguiva, ancora, ben grande il nome Bollettino, espresso da fieri caratteri in grassetto. Il titolo A Campione c'era, ma era riportato su una banda verticale laterale con caratteri che sembravano fluttuare al vento.

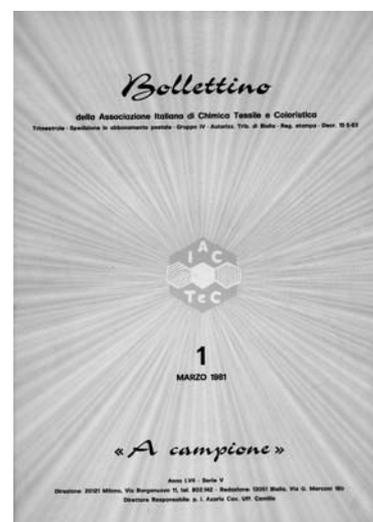
Che gli iniziatori della rivista avessero ben chiaro lo scopo del bollettino era implicito nel nome stesso trovato per dare voce alla loro pubblicazione.

Secondo il Pianigiani, nel suo Vocabolario etimologico della lingua italiana, edizione Dante Alighieri del 1907 a Firenze, bollettino è il diminutivo di bolletta dallo spagnolo boleta, a sua volta diminutivo di bolla dal latino bulla con il significato di borchia o sigillo. Da cui anche bolla papale, documento autentificato con sigillo. Per estensione bollettino era una piccola carta, con scrittura per lo più breve, proveniente da un'autorità, mediante la quale si dà al pubblico notizia autentica a chicchessia.

Fatto questo richiamo, ben si comprende che se anche il termine Bollettino è ormai scritto in piccolo, seppure sempre in carattere stampatello grassetto, e relegato nella parte alta della copertina di A Campione, il suo senso rimane a tutt'oggi a rappresentare lo spirito iniziale dell'Associazione.

Si tratta di uno spirito che esprime ancora la voglia di diffondere tra gli associati gli sviluppi di una professione, i progressi di un'arte, i risultati affascinanti di un mestiere che richiede oggi, come allora, studio, ricerca e un grande senso di collaborazione.

Auguri.



Antonio Mauro

La formazione superiore ieri e oggi

Dall'amico Luigi Giavini riceviamo queste indicazioni storiche sulla formazione dei chimici tintori. Si tratta di un'editoriale del prof. Bizioli, del febbraio 1933, dal titolo "Nuovi contributi all'istruzione tecnica tintoria" pubblicato su *Tintoria*, la nota e storica rivista professionale dei nobilitatori ora cessata da diversi anni. Se si prescinde dal linguaggio un po' ampolloso dell'epoca e se si considerano l'onda lunga della grande crisi del '29 e le tragedie incombenti, non c'è dubbio su una certa lungimiranza ed attenzione alla necessità di una formazione superiore per la preparazione dei quadri.

"E' stata lungamente dibattuta la necessità di un corso di perfezionamento superiore per le industrie tessili... si è addivenuti infatti alla istituzione in Milano, presso il Politecnico, di un "corso dedicato ai laureati in chimica industriale e in ingegneria industriale".

Il corso comprende, tra l'altro, un insegnamento che è stato affidato al direttore della nostra rivista, prof. Osiris Bizioli che guida autorevolmente da decenni questa rivista e che è meritatamente noto negli ambienti scientifici ed industriali del ramo. Il Regio Istituto Industriale di Bergamo, mercé l'interessamento del suo direttore prof. Nicolais, ha potuto in questi ultimi tempi annunciare un corso analogo...

Le due iniziative devono essere segnalate non soltanto come segno della rinnovata attività nell'educazione tecnica, ma anche come simbolo di una somma di sforzi che tendono ad offrire al Paese dei quadri gerarchici ben preparati.

Il progresso scientifico è stimolato così, nel settore che ci riguarda, con inesausta passione e volontà; e ciò in

cordiale collaborazione tra industria e scuola, tra laboratorio sperimentale e officina. Questi passi in avanti nell'insegnamento tecnico pongono ormai, anche nel nostro paese, salde basi per un'industria che non ammette soluzioni di continuità nel progresso e che riconosce essere la propria dinamica fondata su ben attrezzate scuole e su uomini preparati. Ma essi testimoniano anche l'inesauribile bisogno di dedicare alla ricerca scientifica tutte le nostre energie. Non vi è progresso nell'industria se non vi è paziente continua tenace ricerca...".

Quale la situazione oggi? Dati di fatto sono l'abolizione dei corsi per chimici tintori presso gli Itis e la non obbligatorietà di alcuni insegnamenti formativi di chimica tessile presso le facoltà con indirizzo tessile che li avevano nel piano di studi. Il tutto è giustificato da una crisi del tessile



Luigi Gavini

che sembrerebbe non avere più appeal sui giovani.

Non si può negare che esiste un certo ridimensionamento dell'industria del tessile abbigliamento per tanti fattori ben noti.

E', però, anche vero che se si vuole mantenere competitiva la parte d'industria rimanente non si può prescindere dalla necessità di investimenti pubblici, oltre che privati, nella formazione e nella ricerca nell'ambito della nobilitazione tessile.

(red)

Il progetto formativo Valle Mosso

La Sezione di Biella dell'AICTC si è resa protagonista, dalla primavera scorsa fino al termine dell'anno scolastico, di un'interessante e valida iniziativa formativa a favore degli allievi di V della scuola primaria di Crocefisso, Strona e Valle Mosso e delle tre classi della scuola secondaria di primo grado sempre di Valle Mosso.



Il prof. Pier Giorgio Albertazzi durante la sua lezione sul colore

In tutto sono stati circa 150 gli studenti coinvolti nel progetto "Un paese di stoffa buona - il colore e la tintura" promosso dal consiglio biellese con la regia del presidente Mauro Rossetti e la forte e sentita

collaborazione dei consiglieri Gian Vittorio Zappa e Guido Bertone, cui si deve aggiungere la partecipazione del loro entusiasta collega Ennio Oioli.

Firmato il protocollo d'intesa con il Comune e le autorità scolastiche, gli interventi formativi avevano l'obiettivo di illustrare ai ragazzi le nozioni fondamentali del colore attraverso lo sviluppo di alcune esercitazioni pratiche di tintoria e di tessitura.

Le lezioni sono state condotte dai tintori Marco Piana e Philippe Rey e dagli esperti del colore, professori Roberto Bona e Pier Giorgio Albertazzi.

Il tutto con la presenza e la collaborazione, a seconda delle classi, della professoressa Franca Ramella, del professore di matematica e scienze Roberto Cillerai e della preside Patrizia Defabiani.

Il prof. Albertazzi, intervistato da A Campione, ci ha così illustrato l'esperienza maturata:

"La parte che ho svolto, coadiuvato da Roberto Bona, ha riguardato il tema del colore.

Avendo sperimentato a lungo l'insegnamento di questo argomento anche come docente di chimica all'Itis Q. Sella, nonché come formatore dalle elementari alle

superiori, non ho avuto difficoltà a proporre in modo adeguato l'argomento e ad interessare i ragazzi ed i loro insegnanti.

Ho dovuto solamente selezionare in modo drastico gli argomenti per i tempi molto ristretti a disposizione, ossia due ore per ogni classe.

Per questa ragione, se l'esperienza sarà replicata, completerò il percorso didattico il prossimo anno.

I ragazzi hanno partecipato con grande e vivace interesse alle lezioni non essendo l'argomento colore previsto nei programmi di scienze e, di conseguenza, anche poco conosciuto dagli stessi insegnanti.

La loro è stata una partecipazione attiva come hanno dimostrato le numerose domande e le richieste di approfondimento.



Ennio Oioli e Gian Vittorio Zappa ascoltano un'allieva



Marco Piana e Philippe Rey illustrano la preparazione dei colori per le tinture.

Questo, tra l'altro, mi ha permesso di integrare i contenuti previsti con nuovi spunti ed esempi. A mio parere, le impressioni "a caldo" di questa prima esperienza sono



Gli allievi intenti ad esercitazioni di tescitura

state molto lusinghiere". Ugualmente soddisfatto, per l'esito dell'iniziativa, anche l'assessore Cristina Sasso. Per i pareri positivi riscontrati tra

gli allievi e le loro famiglie avrebbe ipotizzato di adattare l'ex scuola di Falcerio in un laboratorio didattico con annesso museo del tessile. Calate nel tempo, invece, le considerazioni finali di Mauro Rossetti. Secondo il presidente, anche nel futuro, il tessile avrà bisogno di tecnici preparati e capaci. Per questo le giovani leve devono iniziare a conoscere il prima possibile la bellezza di certi argomenti come quello del colore. Soprattutto se, grazie al lavoro volontario dei chimici dell'associazione, l'amministrazione comunale, la scuola e gli allievi possono usufruire di un'iniziativa didattica del tutto gratuita. A questo proposito merita segnalare come anche l'Unione Industriale Biellese, a fronte delle reazioni positive riscontrate, ha considerato la possibilità di sostenere i laboratori già coinvolti e di favorire l'esperienza didattica presso altre scuole.

(am)

A Biella, Fiera del Lavoro edizione 2013



Mauro Rossetti e Gian Vittorio Zappa

A Biella si è svolta lo scorso 19 aprile la quinta edizione della Fiera del Lavoro.

Un centinaio di espositori, fra aziende, enti ed università, si sono presentati agli studenti biellesi delle classi IV e V degli istituti superiori del territorio negli spazi della sala convegni in Costa delle Noci.

La manifestazione, sostenuta dal Gruppo Giovani Imprenditori dell'Unione Industriale Biellese, dalla Camera di Commercio di Biella e dalla Provincia di Biella, aveva tre scopi: illustrare agli studenti le figure professionali più richieste; presentare le prospettive di studi universitari; favorire il contatto con aziende in cerca di personale.

Alla Fiera del Lavoro era presente con un proprio desk anche la Sezione di Biella dell'AICTC.



I soci che hanno presidiato il punto informativo hanno potuto, così, illustrare ai ragazzi che chiedevano

informazioni in cosa consistesse il lavoro del chimico tessile e quali competenze fossero richieste, non-

ché indicazioni sui percorsi formativi oggi possibili.

(red)

Sezione di Bergamo

Flaratex ed AICTC



Lo scorso 17 settembre si è svolto presso l'Università di Napoli "Federico II" un workshop sul progetto europeo Flaratex (COST action MP1105) avente per oggetto i trattamenti antifiamma.

Scopo del progetto è la sostituzione dei ritardanti di fiamma alogenati presenti sul mercato con sostanze sostenibili ed ecocompatibili adatte, in particolare, per i trattamenti dei tessuti destinati ad usi tecnici.

Per sviluppare i contenuti del progetto è stata costruita una rete scientifica e tecnologica internazionale con competenze multidisciplinari. L'Italia vi partecipa con le istituzioni di ricerca CNR, Politecnico di Torino, Università di Bergamo, Università Federico II; i centri di ricerca Centrocot e Next Technology Tecnotessile; le aziende Para, Sider Arc e Sintet-

rama. E' stato osservato, sulla base dello studio dello stato dell'arte e dei risultati scientifici, che i rivestimenti ibridi e le nanoparticelle possono migliorare significativamente le prestazioni in termini di ritardo alla combustione dei substrati tessili migliorando, contestualmente, altre proprietà nell'ottica della cosiddetta multifunzionalità.

Per tale motivo, durante i lavori, è stata fornita una panoramica sia sulle prospettive d'uso di diverse tipologie di rivestimenti dei substrati tessili (inorganici, ibridi, micro e nanoparticelle), sia sul conferimento di caratteristiche multifunzionali (oltre al rallentamento della combustione, la resistenza all'abrasione, la idropellenza, la protezione UV). L'Università di Bergamo era rappresentata dal prof. Rosace.

Insieme a lui il past president Alessandro Gigli in rappresentanza dell'AICTC. A conclusione dei lavori, proprio lo stesso Gigli ha coordinato una tavola rotonda sulle "prospettive dei trattamenti superficiali per la multifunzionalità", con la partecipazione di esperti del mondo accademico e dell'industria, tra i quali Andrea Giussani della Tessitura F.lli Giussani spa.

Nel corso della tavola rotonda i temi che hanno suscitato maggiore interesse sono stati: la sintesi di film multifunzionali via sol-gel per la loro multifunzionalità e basso impatto ambientale e l'individuazione di ritardanti di fiamma privi di alogeni capaci di bloccare lo sviluppo della combustione con un meccanismo di tipo radicalico.

(red)

Nuove soluzioni senza alogeni per tessili antifiamma

Michael Schuhmann*, Hans-Dieter Baier*, Prof. David Lewis**, Dr. Harald Sigmund***

Sintesi

Il mercato degli additivi per spalmatura con proprietà antifiamma è dominato dai ritardanti di fiamma alogenati, in particolare negli Stati Uniti e in Asia. Recenti cambiamenti intervenuti nel mercato e nuovi dati emersi sulla sicurezza dei prodotti stanno però spingendo il settore dei trattamenti tessili a rivedere le proprie strategie. Per questo è necessario individuare nuovi prodotti alternativi non alogenati utilizzabili per una gamma altrettanto vasta di applicazioni e in grado di offrire livelli di efficienza chimica equivalenti (proprio l'efficienza chimica ha rappresentato in questi anni un freno all'utilizzo dei prodotti non alogenati esistenti). Nuovi sistemi a base di fosforo, sviluppati inizialmente per le materie plastiche, assicurano oggi un'efficace azione ritardante di fiamma nei prodotti per retrospalmatura con una selettività nei confronti delle diverse fibre inferiore a quella osservata nei prodotti esistenti di impiego comune. Nei finissaggi antifiamma, inoltre, i prodotti attualmente utilizzati per ottenere un effetto duraturo su cotone e miste, con percentuali elevate di cotone, si basano da decenni su sistemi esenti da alogeni. I processi comunemente utilizzati comportano, però, il rilascio di quantità elevate di formaldeide, da cui problemi per lo scarico di acque reflue, per le emissioni atmosferiche e per i rischi potenziali per la sicurezza dei lavoratori. Oggi è disponibile una tecnologia di processo semplice e innovativa che permette di ottenere un'elevata resistenza al lavaggio e una mano neutra accompagnata da una minor perdita di resistenza alla trazione e a un effetto contenuto sullo scarico del colore per i coloranti al tino o determinati coloranti reattivi.

Introduzione

Le tecnologie di spalmatura sono utilizzate essenzialmente quando i comuni metodi di applicazione di prodotti liquidi non permettono di rispettare i requisiti fisici o visivi per i tessili antifiamma, ad esempio i requisiti di durezza, mano o aspetto del tessuto, nonché diversi altri criteri. Un fattore importante che determina una durezza limitata a contatto con l'acqua è l'utilizzo di miste composte da più fibre, che spesso non consentono un uso corretto, nei processi di finissaggio, delle soluzioni esistenti concepite

per le singole fibre.

Le formulazioni standard per spalmatura, quindi, contengono in genere prodotti organici a base di alogeni abbinati a triossido di antimonio o ATO (che esercita un effetto sinergico), fondamentalmente per la loro elevata versatilità e il buon rapporto prezzo/prestazioni.

Da molti anni a questa parte, i due prodotti più utilizzati per la spalmatura dei tessili sono il decabromodifenil etero (DBDE) e l'esabromociclododecano (HBCDD).

Utilizzati in una dispersione polimerica adatta, questi prodotti assicurano un effetto semidurevole, che dipende

dai sistemi leganti utilizzati e delle condizioni di lavaggio [1].

Le crescenti preoccupazioni per l'ambiente, unite alle pressioni economiche, spingono però i produttori di tessili e materiali correlati a valutare nuove opzioni che consentano di rispettare i requisiti imposti dalle normative. Tra i motivi, si citano ad esempio:

- il graduale arresto della produzione, delle importazioni e delle vendite di DBDE per applicazioni nel settore tessile negli USA a partire dal 2012, che entro la fine del 2013 comporterà una so-

*Clariant Products (Svizzera) Ltd, ** Perachem Ltd, *** Clariant International Ltd

stanziale riduzione della capacità produttiva a livello mondiale

- l'abbandono volontario dei ritardanti di fiamma alogenati polibromurati, annunciato da importanti produttori automobilistici in Giappone a partire dal 2013 e applicato anche da importanti rivenditori di tessuti per la casa
- l'inserimento dell'HBCDD nell'elenco delle sostanze estremamente problematiche (SVHC) a partire dall'ottobre 2008 da parte dell'Agenzia europea per le sostanze chimiche, e la sua classificazione come sostanza persistente, bioaccumulabile e tossica (PBT) [2], che comporta un divieto mondiale per tutti gli utilizzi industriali previsto a partire dal 2015

Le nuove soluzioni

I sistemi esenti da alogeni disponibili per rispondere alle odierne sfide ambientali sono a base di azoto e/o fosforo e appaiono in buona misura adeguati sul piano ecologico perché in genere derivano da materiali utilizzati già da molti anni in vari impieghi industriali per i quali sono disponibili sufficienti dati ecotossicologici.

I prodotti più comuni sono i polifosfati di ammonio (APP), i fosfati o cianurati di melammina e, per requisiti tecnici meno stringenti, vari tipi di cariche come ad esempio l'allumina o gli idrossidi di magnesio, la grafite espandibile, le vermiculiti e altri derivati stratificati del silicio.

Questi sistemi hanno faticato ad imporsi come alternativa ai sistemi alogenati perché presentano un'efficacia limitata agendo essenzialmente in fase solida e quindi presentando una maggiore selettività nei confronti delle fibre.

Nuove soluzioni esenti da alogeni in grado di soddisfare gli attuali requisiti ecologici relativi ai prodotti per spalmatura sono costituite ad

esempio dai prodotti a base di fosfinati organici.

La principale differenza rispetto alla maggior parte dei sistemi esistenti consiste nella più elevata attività nella fase gassosa che, specialmente con i substrati sintetici, è necessaria per ottenere le proprietà antifiamma richieste dai metodi di prova più severi.

Il fatto che questi prodotti presentano anche una formazione di fumi notevolmente inferiore rispetto ai ritardanti di fiamma alogenati di uso comune, unito alle loro proprietà fisiche, fa di essi una soluzione interessante nei tessuti per interni di treni e aerei (Fig.1), ma anche per il settore *automotive*.

Il settore automobilistico si avvantaggia anche della stabilità alle alte temperature e all'idrolisi, che permette di soddisfare i requisiti elevati dei produttori automobilistici internazionali.

Nello sviluppo di nuove soluzioni per il settore tessile ci si è posti l'obiettivo di individuare sistemi adatti utilizzabili con i metodi comunemente impiegati per la spalmatura e i leganti standard più diffusi nel settore tessile.

Sono stati individuati due sistemi destinati a segmenti di mercato e applicazioni diverse.

Il primo, a base di fosforo e commercializzato da Clariant con il marchio Pekoflam® STC p, è preferito per le tappezzerie delle auto ed è approvato come sostituto del DBDE da alcuni dei maggiori produttori automobilistici asiatici; il secondo, un composto innovativo a base di fosforo/azoto, è destinato alle moquette per aerei e ai tessuti militari ed è commercializzato da Clariant con il marchio Pekoflam® HFC p.

Entrambi i prodotti si utilizzano normalmente con dosaggi intorno al 30-50% (% in peso su 100 parti di polimero) e possono essere usati in polimeri sia acquosi che a base solvente se combinati con idonei agenti disperdenti e modificatori di reologia (Tab. 1).

I substrati cellulósici antifiamma in genere sono ottenuti per applicazione di finissaggi ritardanti di fiamma che offrono livelli differenziati di solidità ai diversi processi di lavaggio.

La categoria dei finissaggi non durevoli comprende sali solubili quali fosfato di ammonio, polifosfati, miscele di borato e acido borico, solfati e sulfammati, nonché sali contenenti bromuro.

Da più di 50 anni, però, per il finissaggio si utilizzano essenzialmente sistemi basati su due soli prodotti: N-metilol-dimetil fosfono propiona-

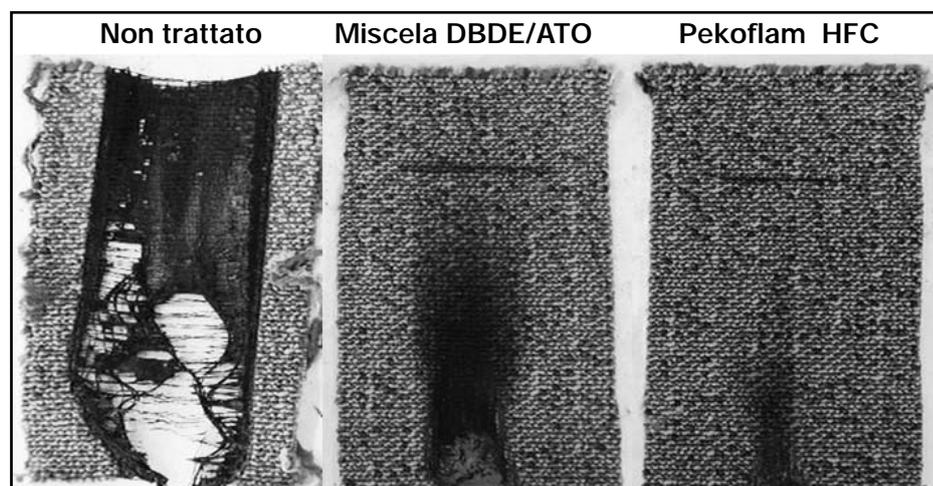


Fig. 1 - Confronto tra un sistema DBDE/antimonio e una miscela fosfinato/azoto (Pekoflam® HFC p) in un tappeto in poliammide da 1350 g/m² retrospalmato con EVA secondo FAR 28.583 parte 1a II

Riferimenti	Dispersione pura (Appretan® N92101 liq)	Tipica Miscela DBDE/ATO sul mercato	Pekoflam® TC203 p (fase I APP)	Pekoflam® STC p (metal phosphinate)	Pekoflam® HFC p (metal phosphinate)
Vol. O2 in %	15,6	28,8	25,8	35,4	30,5

Tab. 1 - Indice di ossigeno (LOI) di alcuni ritardanti di fiamma incorporati in un'emulsione di acrilato morbido con un carico efficace del 30% riferito a 100 parti di legante; test eseguito su apparecchio FTT per la misura del LOI secondo la norma ISO 4589-2

mide (MDPA) e tetrakis idrossimetil fosfonio cloruro (THPC) [3,4].

I produttori di tessuti che utilizzano questi tipi di ritardanti di fiamma per ottenere finissaggi resistenti al lavaggio ne conoscono già da tempo gli effetti secondari non desiderati che, oggi, ne limitano l'applicazione in particolare nei mercati europei che richiedono il rispetto di requisiti di sicurezza sempre più severi dei prodotti e dei processi.

Si devono infatti considerare alcuni aspetti:

- entrambi i sistemi rilasciano formaldeide in concentrazioni significative, all'origine di carichi ambientali dovuti alle emissioni atmosferiche e all'inquinamento delle acque reflue (il valore MAK aria in Germania, attualmente 0,37 mg/m³, è riconducibile a circa 0,3 ppm) [5,6]
- il tipico processo con THPC comporta trattamenti con ammoniaca gassosa [7,8], che oltre a richiedere l'utilizzo di impianti di processo speciali e apparecchiature antideflagranti, implica anche lo stoccaggio di ammoniaca in forma liquida, soggetto in Europa a una regolamentazione di sicurezza molto rigida e all'obbligo di autorizzazione ufficiale

- il processo con MDPA catalizzato con acido danneggia le fibre cellulose e provoca una marcata riduzione della resistenza a trazione, specialmente quando è necessario ottenere una fissazione elevata per garantire la massima resistenza al lavaggio

Questi effetti negativi hanno portato allo sviluppo di un agente brevettato a base di fosforo reattivo, messo a punto da Perachem Ltd (consociata controllata al 100% da da Green Chemicals plc), azienda partner di Clariant.

L'obiettivo era quello di individuare un sistema alternativo semplice in grado di legare covalentemente il fosforo al substrato celluloso senza necessità di utilizzare i prodotti chimici tossici indicati in precedenza. È stato individuato un semplice processo *pad-dry-cure*, utilizzabile con i normali impianti per la lavorazione dei tessuti, che consente la reazione con la cellulosa in maniera analoga a quanto avviene con i sistemi *pad-thermosol* di applicazione dei coloranti reattivi.

Il componente a base di fosforo, generalmente applicato a dosaggi sufficienti per ottenere una fissazione del fosforo pari all'1,5-3% (% in peso), è prodotto e commercializzato da Clariant con il marchio Pekoflam®

ECO liq. (Tab. 2). Di importanza fondamentale è il post-trattamento con un additivo contenente azoto reticolabile che, agendo in sinergia, migliora l'efficacia del finissaggio antifiamma, contribuisce ad assicurare una stabilità dimensionale controllata e a fornire *la mano finale dei substrati tessili trattati*.

Il componente richiesto, commercializzato con il marchio Pekoflam® SYN liq., è applicato con un carico di azoto efficace del 2-3%.

Questa combinazione può assicurare un'efficacia antifiamma superiore a quella delle tecnologie esistenti; come dimostra l'indice di ossigeno: in condizioni atmosferiche, l'innesco della fiamma non è possibile.

Questa efficacia elevata permette di trattare anche miste cotone/fibre sintetiche e consente di superare i test più severi come, ad esempio, i *crib test* per le fodere dei materassi (Fig. 2).

Con dosaggi sufficienti è possibile ottenere un indice di ossigeno iniziale del 25-28% su miste contenenti fino al 50% di fibre sintetiche.

Si assicura così un miglioramento della sicurezza antincendio nelle categorie a medio ed elevato pericolo di incendio nei mercati *contract*, in cui non sempre le tecnologie attuali soddisfano tutti i requisiti.

Riferimenti	Cotone non trattato	Pekoflam® ECO/SYN liq, iniziale	Pekoflam® ECO/SYN liq, dopo 50 lavaggi a 60° C*
Vol. O2 in %	19,2	38,2	34,5

Tab. 2 - Indice di ossigeno (LOI) di un cotone da 250 g/m² trattato con Pekoflam® ECO/SYN (applicazione a dosaggi e in condizioni di processo standard), prova effettuata su apparecchio FTT per la misura del LOI secondo la norma ISO 4589-2

® Marchio di Clariant registrato in molti paesi

* Lavaggi domestici in una normale lavatrice a carica frontale con un comune detersivo

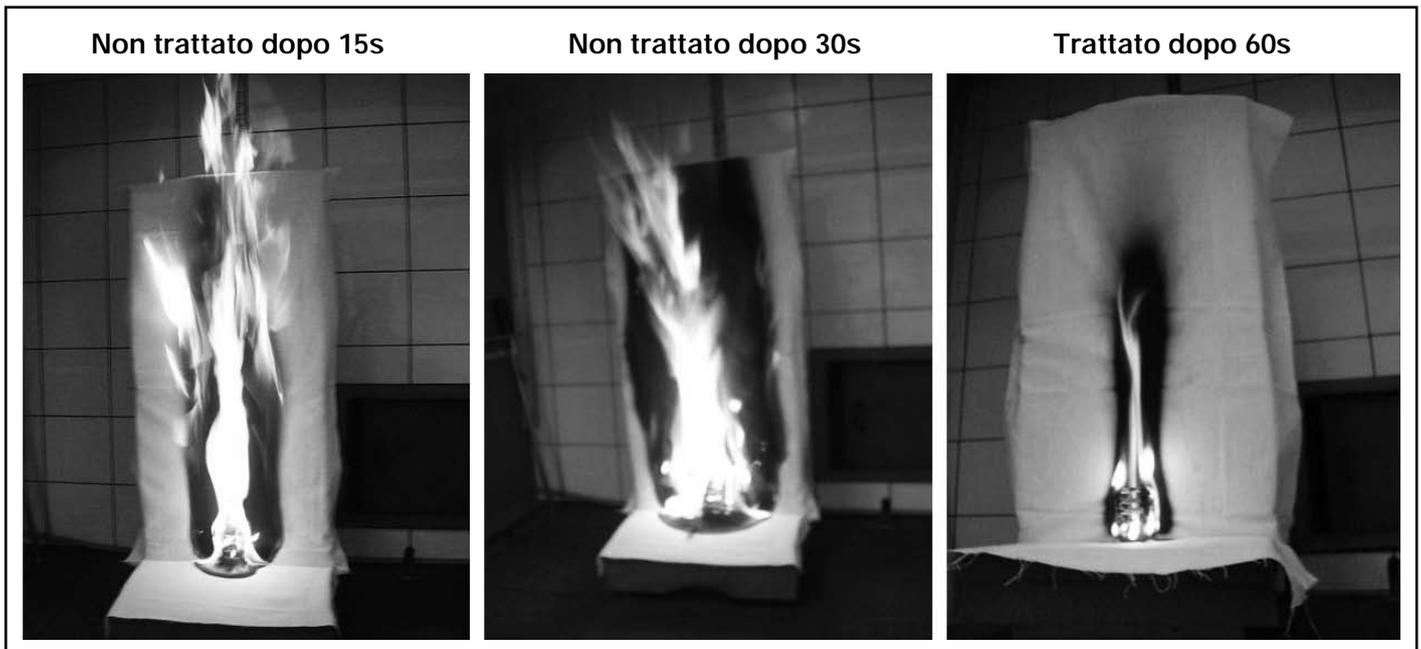


Fig. 2 - Test di infiammabilità "crib5" (BS5852) eseguito su cotone non trattato dopo 2 minuti di ignizione e sullo stesso tessuto di cotone trattato con Pekoflam® ECO liq e Pekoflam® SYN liq

Conclusione

Per le applicazioni di retrospalmatura su fibre miste sintetiche, a base in particolare di poliestere e poliammidi, è disponibile un nuovo sistema che, incorporato in polimeri adatti, permette di soddisfare gli standard più elevati e assicura un eccellente effetto antifiamma senza emissione di alogeni, riducendo inoltre in maniera sostanziale l'emissione di fumi e la lunghezza del *char* formato da materiale carbonizzato

Per ottenere finissaggi durevoli su cotone, è stato sviluppato un semplice processo *pad-cure* che lega covalentemente il fosforo alla cellulosa assicurando un'elevata resistenza al lavaggio e ottime proprietà antifiamma nei tessuti sottoposti a post-trattamento con Pekoflam® SYN; il nuovo processo non rilascia formaldeide ed è più ecologico, poiché riduce i cicli di

pulizia normalmente richiesti con i finissaggi a base di MDPA.

Bibliografia

1. Horrocks, A.R. "Flame-retardant Finishing of Textiles", Rev. Prog. Coloration Vol. 16, 1986, 69-74
2. <http://echa.europa.eu/en/regulations/reach/candidate-list-substances-in-articles/notification-of-substances-in-articles>
3. Schindler, W.D. e Hauser, P.J., "Flame retardant finishes in chemical finishing of textiles", Woodhead Publishing/CRC, 2004, 98-116
4. Horrocks, A.R. "Textile Finishing", The Society of Dyers and Colourists, 2003, 214-250
5. DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Wer-

te-Liste 2011, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 47; VCH

6. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Technische Regel für Gefahrstoffe 900, Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900), Ausgabe: Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2011 [Nr. 10]
7. Reeves, Wilson A.; Guthrie, John D. "Intermediate for Flame-Resistant Polymers-Reactions of Tetrakis(hydroxymethyl)phosphonium Chloride". Industrial Engineering Chemistry 48 (1), 1956, 64-67
8. Donaldson, D.J. e Normand, F.L., "A Durable Flame Retardant Finish for Cotton Based on THPC and Urea", Journal of Industrial Textiles, 1974, 3, 4, 250-256

® Marchio di Clariant registrato in molti paesi

Visitate il sito dell'AICTC all'indirizzo

www.aictc.org

Le biotecnologie applicate al tessile

Giuliano Freddi*

Brevi cenni storici

L'utilizzo delle biotecnologie nelle attività umane ha radici storiche molto antiche. Le prime applicazioni risalgono addirittura al 6000 a.C. quando i Sumeri e i Babilonesi iniziarono a servirsi del lievito (*Saccharomyces cerevisiae*) per produrre la birra mediante un processo di fermentazione.

Gli Egizi, 2000 anni più tardi, scoprirono invece come cuocere il pane usando il medesimo microorganismo. In seguito furono molteplici le applicazioni realizzate sulla base dell'impiego di microorganismi come lieviti, batteri o muffe, che si svilupparono in diversi settori di interesse per l'uomo e che portarono alla nascita della moderna biotecnologia.

La biotecnologia è definita come l'applicazione tecnologica che si serve di sistemi biologici, di organismi viventi o di loro derivati per produrre o modificare prodotti di interesse. Anche l'industria tessile è stata vivacemente stimolata dalle potenzialità delle biotecnologie, che in questo settore hanno manifestato i primi risultati positivi più di 2000 anni fa, quando per la prima volta, la macerazione delle fibre di lino fu eseguita mediante microorganismi. Da allora

i tentativi di apportare modificazioni ai tessuti introducendo organismi viventi o loro componenti si sono evoluti verso processi sempre più specifici e sofisticati.

Gli enzimi: principali caratteristiche

Molti processi biotecnologici che avvengono in presenza di microorganismi vedono come protagonisti gli enzimi contenuti all'interno delle cellule viventi o secreti dalle stesse nell'ambiente circostante. Gli enzimi sono particolari proteine presenti in tutte le cellule dove svolgono funzioni vitali che interessano l'intero metabolismo cellulare, vale a dire rendono possibile la catena di reazioni che caratterizzano la vita degli organismi vegetali e animali.

Gli enzimi agiscono come catalizzatori biologici, ovvero composti in grado di legare un substrato e di trasformarlo in un prodotto, per rendersi poi disponibili ad un nuovo ciclo catalitico. Infatti, nel catalizzare una reazione, l'enzima non si consuma come un normale reagente chimico ma è capace di ripetere più e più volte la stessa reazione rigene-

randosi dopo ogni ciclo.

L'aspetto fondamentale che contraddistingue un catalizzatore è la capacità di abbassare l'energia di attivazione di una reazione chimica rendendola quindi possibile con un minor apporto energetico esterno e aumentandone la velocità fino a 1020 volte.

Questa peculiarità è stata ampiamente sfruttata a livello industriale in diversi settori, non solo in campo tessile, ma anche nella chimica, nella farmaceutica, nell'alimentare, nel settore della produzione della carta e in altri ancora (Tab.1).

In passato gli enzimi usati industrialmente erano ottenuti mediante estrazione e purificazione da fonti animali o vegetali o mediante fermentazione di microorganismi selezionati secondo le tecniche della genetica classica.

Successivamente, l'avvento dell'ingegneria genetica e della bioingegneria delle proteine ha completamente rivoluzionato lo scenario tecnologico, rendendo possibile un enorme sviluppo applicativo e l'espansione del mercato degli enzimi grazie alla possibilità di produrli in grandi quantità e a costi molto più bassi che in passato.

*Ricercatore Innovhub - Stazioni Sperimentali per l'Industria, Divisione Stazione Sperimentale per la Seta, Milano

Consolidate	Emergenti
<ul style="list-style-type: none"> • Industria alimentare: pane e altri prodotti da forno, succhi di frutta, birra, latticini, altri settori alimentari (carne, pesce, oli e grassi) • Industria della detergenza: detersivi per il bucato, per la casa, per lavastoviglie • Lavorazione delle granaglie e produzione delle farine (macinazione a umido del granturco) • Produzione di alimenti per animali (mangimi) • Industria della carta • Industria tessile 	<ul style="list-style-type: none"> • Cosmetica • Conservazione degli alimenti • Pulizia di superfici (cucine, mattatoi, ecc.) • Pulizia delle membrane di filtrazione • Modificazione del pH • Industria del sughero • Industria petrolifera • Trattamento dei reflui • Reazioni di polimerizzazione

Tab. 1 - Applicazioni industriali degli enzimi

La maggior parte degli enzimi utilizzati a livello industriale sono infatti ottenuti da organismi geneticamente modificati.

Tuttavia, gli enzimi non pongono i noti problemi che contraddistinguono gli organismi OGM in quanto, una volta purificati, essi diventano in tutto e per tutto simili agli enzimi prodotti per via naturale. Inoltre non sono in grado di riprodursi per cui non esiste alcun problema di diffusione o potenziale contaminazione ambientale.

Una delle principali caratteristiche degli enzimi è la loro elevata specificità di azione, ovvero la capacità di riconoscere e legarsi a substrati specifici e non ad altri secondo un meccanismo “chiave-serratura”. Collocando questa proprietà in ambito tessile risulta chiaro che se un enzima interviene in una reazione su una fibra, reagirà solo con una parte limitata di essa lasciando inalterato il resto.

Ciò è molto diverso da quello che succede usando una sostanza chimica aspecifica (come ad esempio la soda) che può attaccare indifferentemente tutte le componenti delle fibre. Se quindi si paragonano i trattamenti enzimatici a quelli tradizionali si evincono i vantaggi che ne derivano. L'azione enzimatica procede generalmente in maniera localizzata e controllata, permettendo di apportare le modifiche volute.

Anche dal punto di vista ecologico

gli enzimi rappresentano una valida alternativa ai prodotti chimici.

Le reazioni avvengono normalmente a basse o medie temperature (risparmio di energia e di acqua), i valori di pH sono spesso prossimi alla neutralità (migliori caratteristiche dei reflui), se ne utilizzano quantità limitate (si tratta di un catalizzatore), sono biodegradabili e non hanno alcun impatto sul carico inquinante dei reflui.

Biotechnologie tessili: processi biocatalitici

Due importanti sfide che l'industria tessile oggi deve affrontare sono l'innovazione e la sostenibilità.

In particolare, le problematiche legate alla sostenibilità dei processi e dei prodotti riguardano i consumi energetici, di acqua, di materie pri-

me non rinnovabili e la produzione di ingenti quantità di reflui e rifiuti ad alto impatto ambientale con conseguenti elevati costi di smaltimento. In questo contesto si inseriscono le biotechnologie in quanto possono offrire valide alternative ai trattamenti chimici convenzionali, generalmente più inquinanti.

I principali processi tessili che possono essere affrontati per via biotechnologica, vale a dire mediante l'impiego di enzimi in sostituzione di sostanze chimiche, vanno dalla preparazione delle fibre (sbozzima e purga) fino al finissaggio (Tab.2).

L'impiego degli enzimi coinvolge ormai tutte le fibre tessili, da quelle naturali a quelle artificiali e sintetiche. Storicamente le fibre naturali come il cotone sono state le prime ad essere utilizzate come substrato per le reazioni enzimatiche. La prima applicazione tessile degli enzimi è stata la sbozzima enzimatica dei tessuti di cotone.

Le bozzime naturali sono costituite prevalentemente da amido e possono essere rimosse dai tessuti mediante degradazione enzimatica con amilasi seguita dalla eliminazione dei composti idrosolubili mediante lavaggio.

Esistono sei classi principali di enzimi:

1. Ossidoreduttasi: catalizzano reazioni di ossidoriduzione
2. Transferasi: catalizzano il trasfe-

Enzima	Applicazione
Amilasi	Sbozzimatura
Cellulasi	Stone washing enzimatico dei tessuti e capi jeans Biopolishing e biofinishing dei tessuti e capi in fibre cellulosiche
Proteasi	Trattamento delle fibre proteiche (lana, seta)
Catalasi	Eliminazione dell'acqua ossigenata dopo sbianca
Laccasi	Ossidazione enzimatica del colorante indigo sui capi denim
Lipasi	Eliminazione sostanze grasse e oli di filatura
Pectinasi	Purga del cotone
Cutinasi	Trattamento superficiale del poliestere

Tab. 2 - Famiglie di enzimi attualmente applicati nell'industria tessile

rimento di un gruppo di atomi da una molecola ad un'altra

3. Idrolasi: catalizzano reazioni di idrolisi di legami chimici
4. Liasi: catalizzano la rimozione o l'aggiunta di un gruppo a un doppio legame o altre scissioni che comportano rimaneggiamenti elettronici
5. Isomerasi: catalizzano rimaneggiamenti intramolecolari
6. Ligasi: catalizzano reazioni di fusione di due molecole attraverso la formazione di un legame covalente

La maggior parte degli enzimi attualmente impiegati nelle lavorazioni tessili appartiene alla classe delle idrolasi (amilasi, proteasi, lipasi, cellulasi, pectinasi, cutinasi, ecc.). Recentemente si sta diffondendo l'impiego di altri enzimi come quelli appartenenti alla classe delle ossidoreduttasi, come la catalasi, la lacasi, la perossidasi, o a quella delle transferasi come la transglutaminasi. Passiamo ora in rassegna i principali enzimi usati in ambito tessile e le loro caratteristiche applicative.

Amilasi: sono impiegate nel processo di sboccia dei tessuti di cotone.

La bozzima è una sostanza applicata al filato di ordito prima della tessitura per rinforzarlo e renderlo resistente alle sollecitazioni meccaniche della tessitura (evitare le rotture a telaio); deve essere eliminata prima delle operazioni di tintura e finissaggio; è composta da amido e suoi derivati (basso costo) e può contenere altri componenti (PVA, PVP, ecc.).

La rimozione enzimatica delle bozzime è eseguita con α -amilasi, seguita da lavaggio dei prodotti di degradazione dell'amido; l'amilasi idrolizza l'amido producendo destrine, che sono solubili in acqua e facilmente eliminabili con un lavaggio.

Si tratta di un processo alternativo al trattamento chimico a base di agenti ossidanti e/o acidi forti (non più usato). Le α -amilasi naturali hanno un pH ottimale di 5-7, sono attive fino alla temperatura di circa 65°C e

utilizzano ioni Ca^{2+} come cofattore. Le amilasi ricombinanti, le più utilizzate per la sboccia, sono attive a temperature $>100^{\circ}C$, in un spettro di pH molto più ampio e hanno una minor dipendenza da Ca^{2+} (sono quindi attive anche in presenza di sequestranti).

Cellulasi: sono usate soprattutto per lo stone washing enzimatico dei tessuti e capi denim e per il biopolishing e biofinishing di tessuti e capi in fibre cellulosiche.

Le cellulasi naturali sono enzimi prodotti da microorganismi e piante. In natura hanno la funzione di degradare la cellulosa fino a glucosio (ciclo del carbonio). Sono presenti come complessi enzimatici composti da una moltitudine di componenti attivi (6-7 enzimi) che agiscono in modo sinergico per degradare completamente la cellulosa.

Le cellulasi sono suddivise in due maggiori categorie: Endoglucanasi (EG) e Cellobioidrolasi (CBH) che differiscono per la struttura del sito attivo. Sono dotate di un "Cellulose Binding Domain" (CBD), che lega l'enzima al substrato cellulosico, ma non idrolizza la cellulosa (conferisce all'enzima affinità per la cellulosa), di una sequenza di collegamento ("Linker") e del vero e proprio sito attivo, il "Catalytic Domain" (CD) che idrolizza la cellulosa. In natura un tipico complesso cellulasico è composto da almeno 6-7 attività enzimatiche: 2 eso-cellulasi (CBH), 3-4 endo-cellulasi (EG) ed 1 beta-glucosidasi (BG).

Quelle usate nelle applicazioni tessili sono prodotte per fermentazione da microorganismi non patogeni geneticamente modificati (batteri, funghi) e possono essere monocomponenti (cioè contenere un solo tipo di attività enzimatica, ad esempio EG) o multicomponenti, con diverse proporzioni delle varie attività enzimatiche ottimizzate per il processo in cui sono impiegate.

Dal punto di vista commerciale si distinguono in: cellulasi "acide" e "neutre". Le cellulasi acide hanno un pH ottimale di 4.5-5.5, sono più aggressive nei confronti della

cellulosa, se usate nello stone washing enzimatico possono dare il difetto del backstaining (riduzione del contrasto) e portare ad una eccessiva riduzione delle proprietà meccaniche.

Le cellulasi neutre hanno un pH ottimale 6.5, sono poco aggressive nei confronti della cellulosa e nello stone washing portano ad una riduzione del difetto di backstaining (miglior effetto di contrasto).

Confrontando lo stone washing tradizionale (con pietra pomice) e quello enzimatico sono evidenti diversi vantaggi quali: riduzione dei tempi di lavorazione, alta flessibilità del processo e miglior riproducibilità, riduzione dei danni alle macchine, miglior produttività (elevato carico macchina), riduzione dei danneggiamenti dei capi causati dalla pomice, eliminazione della polvere di pomice (miglioramento delle condizioni e dell'ambiente di lavoro), minor impatto ambientale, minori costi ambientali (-20-25%).

Un altro campo di impiego delle cellulasi è quello del bruciapelo enzimatico, che consiste nella rimozione delle fibrille che sporgono dalla superficie dei tessuti mediante azione combinata di enzimi (cellulasi) e trattamento meccanico.

I vantaggi del bruciapelo enzimatico sono numerosi: elimina il cotone morto o immaturo, i neps e le fibrille superficiali, permette di ottenere una mano più morbida, di migliorare il drappeggio e il comfort, previene definitivamente la formazione di pilling, migliora l'idrofilia (capacità di assorbire acqua) specialmente per spugne e biancheria da bagno, produce un ottimo grado di pulizia superficiale e permette tinte più brillanti ed omogenee, consente di creare effetti di finissaggio originali, è un processo ecocompatibile.

È necessario che l'azione enzimatica sia accompagnata da una forte azione meccanica per la rimozione efficace delle fibrille. Nel biopolishing si usano preferibilmente le cellulasi acide.

Pectinasi: sono utilizzate per la purga enzimatica del cotone. Il cotone con-

tiene circa il 90% di cellulosa e circa il 10% di sostanze non cellulose che sono soprattutto localizzate nella cuticola e nella parete primaria della fibra. Lo strato più esterno della fibra è la cuticola, un film costituito da grassi e cere.

La parete primaria contiene materiale non celluloso (soprattutto pectine, emicellulose, glicoproteine) e cellulosa amorfa.

Le pectine sono polisaccaridi acidi molto diffusi nella frutta, nelle fibre e nei vegetali in genere: contribuiscono a mantenere stabile la struttura fibrosa della fibra di cotone; agiscono come materiale cementante per la parte cellulosa della parete primaria; hanno funzione idratante e controllano gli scambi di acqua e fluidi tra interno ed esterno.

Le pectine sono il vero materiale cementante della parete primaria delle fibre di cotone.

La degradazione delle pectine permette di destabilizzare e rimuovere tutti gli altri componenti non cellulose e di conferire alle fibre di cotone il necessario grado di idrofilia per essere poi tinte e finite.

La degradazione delle pectine può avvenire per via enzimatica usando enzimi specifici denominati pectinasi. Possono essere di tipo acido o alcalino.

Queste ultime si sono finora dimostrate molto più efficaci quando impiegate in ambito industriale. Inoltre, l'accoppiamento delle pectinasi con altri enzimi come le cutinasi (in grado di degradare altri componenti della cuticola come la cutina e la suberina), si è dimostrato particolarmente efficace grazie all'azione sinergica che può essere sviluppata nei confronti delle diverse componenti della cuticola e della parete primaria.

Adottando quindi un approccio razionale alla purga enzimatica del cotone che tenga conto della complessità del substrato fibroso (struttura della fibra di cotone), della specificità di azione degli enzimi e degli aspetti legati ai trasferimenti di massa durante il processo è così possibile sfruttare al meglio la specificità dei singoli enzimi per ottenere risultati positivi in termini di qualità

dei substrati tessili e sostenibilità complessiva del processo di purga.

Proteasi: possono essere impiegate nel trattamento delle fibre proteiche (lana, seta). Vi è in natura una grande varietà di proteasi con differenti optimum di pH e diverse specificità. Le più comuni proteasi agiscono a pH neutro-alcalino o fortemente alcalino, ma esistono proteasi con optimum di pH acido.

Le più recenti proteasi biotecnologiche sono di origine microbica e sono prodotte per fermentazione. Hanno un'alta efficienza catalitica anche in condizioni moderatamente ossidanti. Con alcune proteasi selezionate e studiando bene le condizioni applicative, è possibile ottenere su lana (top, filato, maglia, tessuto) i seguenti effetti: modifiche di mano, antipilling e "pulitura superficiale", look invecchiato (tipo stone washing), migliorare il candeggio, un effetto adiuvante nella depigmentazione e un modesto effetto antifeltrante. Le applicazioni più note su seta riguardano l'impiego di proteasi alcaline per la sgommatura dei filati e tessuti di seta e il finissaggio (modifiche di mano) di tessuti e capi di seta oppure in mista con fibre cellulose e/o sintetiche. Le indicazioni d'uso possono essere così riassunte: pH fra 7.5 e 10, temperatura fra 30°C e 55°C, tempi da 30 a 60 min, dosaggi fra 1% e 5%. Sono indispensabili prove preliminari per stabilire condizioni d'uso ed effetti ottenibili. Relativamente alle proteasi per lana, di solito si impiegano quelle di tipo acido-neutro per scopi quali la modifica della mano e un effetto anti-pilling.

Le condizioni di impiego tipiche sono: pH fra 3 e 6, temperatura fra 30°C e 50°C, tempi da 30 a 60 min, dosaggi fra 0.1 e 2.0%. Anche in questo caso sono indispensabili prove preliminari per stabilire condizioni d'uso e gli effetti ottenibili.

Catalasi: impiegate per l'eliminazione dell'acqua ossigenata (H₂O₂) dopo candeggio. La presenza di acqua ossigenata residua può infatti creare problemi in fase di tintura (ossidazione del colorante).

Il metodo chimico convenzionale prevede lavaggi con abbondante acqua in presenza di agenti riducenti (Na₂S₂O₃) o catalizzatori metallici (sali di Mn²⁺). Il processo enzimatico comporta invece la decomposizione enzimatica dell'acqua ossigenata con catalasi. I principali vantaggi del processo enzimatico sono: riduzione dei tempi di trattamento (-33%), risparmio di acqua (-50%), energia (-24%) e prodotti chimici (-83%), è inoltre possibile riciclare l'acqua di sbianca per la tintura (dopo aggiustamento del pH) senza causare danneggiamenti ai tessuti e ai coloranti e non genera prodotti di reazione pericolosi o inquinanti.

Laccasi: sono polifenolo ossidasi prodotte da vari microorganismi e piante che catalizzano l'ossidazione di ossidril fenolici ed aromatici, con riduzione di ossigeno atmosferico ad acqua. La reazione di ossidazione catalizzata dalla laccasi è basata sulla differenza di potenziale ossidoriduttivo tra l'enzima e il substrato. Le laccasi sono enzimi molto versatili che trovano applicazione in diversi settori industriali: cartario, detergenza, trattamento reflui, cosmetica (colorazione dei capelli). L'ossidazione del colorante indaco con laccasi è una delle applicazioni di questo enzima che si stanno imponendo a livello industriale. Applicata sui capi denim è possibile effettuare la decolorazione più o meno spinta dell'indaco dopo stone washing enzimatico con cellulasi. La decolorazione viene tradizionalmente eseguita utilizzando l'ipoclorito di sodio.

Si tratta di un processo economico ed efficace, non facile da controllare (cuciture, danni al cotone), che però è responsabile del successivo ingiallimento dei capi. Inoltre l'uso dell'ipoclorito di sodio crea diversi inconvenienti ed esiste una forte spinta per la sua eliminazione (produce AOX). Una tipica applicazione enzimatica prevede: un ciclo post stone washing con laccasi a pH 4.5-5.0, alla temperatura di 60-70°C, per un tempo di 15-20 min. Il trattamento può essere singolo o ripetuto. I principali vantaggi sono: manteni-

mento delle proprietà meccaniche, riduzione dei tempi di processo, miglior controllo del processo, minor consumo di acqua, ridotto impatto ambientale.

Recentemente è stata dimostrata l'efficacia di alcuni enzimi (*lipasi e cutinasi*) nel promuovere l'idrolisi superficiale di fibre sintetiche quali il poliestere, aumentandone il grado di idrofilia e favorendo i successivi processi di finissaggio. Gli enzimi attualmente disponibili sono pochi e le loro caratteristiche applicative sono ancora da migliorare perché possano aspirare a soppiantare i trattamenti chimici tradizionali. Si tratta però di un settore in grande fermento e nel quale sono impegnati diversi gruppi di ricerca. Considerando l'importanza del poliestere come fibra tessile, sia in termini quantitativi che di valore, lo sviluppo di enzimi in grado di agire efficacemente su questo tipo di fibra rappresenta un obiettivo di mercato molto interessante e permetterebbe alle biotecnologie di penetrare in un settore finora considerato fuori da ogni possibilità di sfruttamento.

Molti trattamenti enzimatici sono compatibili con altri tipi di trattamenti e possono essere eseguiti contemporaneamente in modo da ottimizzare tempi e costi. Inoltre va sottolineato che per l'esecuzione di trattamenti enzimatici è possibile utilizzare le stesse attrezzature già installate nelle aziende tessili, e non sono richiesti investimenti in nuovi impianti dedicati. I principali vantaggi legati alla implementazione di processi biocatalitici nelle lavorazioni tessili sono riassunti nella Tab. 3.

Conclusioni

Uno dei principali aspetti che rende vantaggioso l'impiego degli enzimi nei processi tessili è la loro elevata specificità di azione, grazie alla quale essi reagiscono solo con i substrati per i quali hanno affinità. A seconda della composizione dei materiali tessili e a seconda dei prodotti finiti che

Parametri	Processi chimici	Processi enzimatici
Qualità	Richiedono alte temperature, pH estremi, sotto pressione Sono aspecifici (sostanze chimiche usate in rapporti stechiometrici elevati)	Temperature medio-basse, condizioni blande di pH, pressione atmosferica (qualità dei prodotti, riduzione costi energetici) Agiscono sul substrato in modo specifico e selettivo (minor impatto sulle proprietà delle fibre)
Eco-sostenibilità	Consumi di acqua, energia e prodotti chimici elevati Elevato impatto sul carico inquinante dei reflui (elevati costi ambientali)	Gli enzimi sono usati in piccole quantità (catalizzatori) e sono biodegradabili (riduzione costi ambientali, recupero e riciclo acque di processo) Non richiedono investimenti in nuovi impianti
Salute-Sicurezza	Uso sicuro delle sostanze chimiche nei processi produttivi (tutela della salute dei lavoratori) Presenza di residui pericolosi nei prodotti di consumo (tutela della salute dei consumatori)	Sono conformi alla direttiva IPPC 96/61/EC (Best Available Techniques) Possono sostituire sostanze chimiche pericolose per la salute e per l'ambiente (Regolamento REACH)

Tab. 3 - Confronto tra processi chimici ed enzimatici

si vogliono ottenere, è possibile selezionare gli enzimi da impiegare. Le sostanze chimiche tradizionalmente impiegate nel tessile possono essere molto reattive nei confronti delle fibre ma agiscono spesso in modo non selettivo sul substrato.

Pertanto esse aggrediscono indifferentemente tutta la massa delle fibre con cui vengono in contatto, indipendentemente dalla sua composizione. Questo può causare un indebolimento irreversibile della fibra alterando negativamente le sue proprietà fisiche e meccaniche. Per evitare questi effetti negativi gli agenti chimici possono spesso essere sostituiti da formulazioni enzimatiche opportunamente predisposte per attaccare alcune parti delle fibre lasciando inalterate altre.

In conclusione, l'applicazione delle biotecnologie consente di sviluppare nuovi processi industriali ecocompatibili basati su bassi consumi energetici e su fonti di materie prime rinnovabili, e caratterizzati da elevata specificità e stereoselettività. I recenti sviluppi nel campo delle bio-

tecnologie hanno messo a disposizione dell'industria tessile una nuova categoria di ausiliari, gli enzimi, con caratteristiche e prestazioni sempre più ottimizzate per poter far fronte a varie esigenze applicative.

Diversi sono i vantaggi derivanti dalla sostituzione dei tradizionali ausiliari chimici con gli enzimi: i processi di tipo enzimatico in genere si svolgono in condizioni più blande di temperatura (30-70°C), pH (4.5-9) e pressione. L'utilizzo degli enzimi può quindi contribuire a realizzare consistenti risparmi in termini di energia e prodotti chimici. Inoltre, le regolamentazioni sempre più rigide in materia di protezione ambientale renderanno necessaria la sostituzione dei tradizionali processi ad elevato impatto ambientale con altri più ecocompatibili. I processi enzimatici godono di questa prerogativa e possono essere considerati i candidati ideali per ridurre l'impatto ambientale delle lavorazioni tessili in quanto non generano residui o prodotti secondari tossici e dannosi per l'ambiente.

Rapporto speciale sul Convegno di Dalmine

Sergio Palazzi*

Dal prof. Sergio Palazzi, docente presso l'ISIS Paolo Carcano di Como, riceviamo e ben volentieri pubblichiamo il rapporto che segue su cui siamo intervenuti con piccoli tagli per ragioni di spazio. Si tratta di un dettagliato resoconto degli interventi dei relatori che si sono succeduti in occasione del convegno "Il tessile da realizzare: tecnico e funzionalizzato" organizzato dall'AICTC lo scorso 31 maggio presso la sede di Dalmine della Facoltà di Ingegneria di Bergamo. Come già successo, anche in quest'occasione il Setificio ha accolto con piacere l'invito a partecipare. La cospicua delegazione era formata da tre docenti (Guarino, Gumiero e Palazzi) e undici studenti dei corsi diurni e serali: Andreas, Camilla, Alessandro e Andrea delle 5^a chimico tintore, Francesco e Denise per 5^a e 4^a tessitura vecchio ordinamento, Annamaria ed Elena per la nuova 3^a moda, Elvira, Sonia ed Eleonora per la 5^a tessitura serale. Praticamente in tempo reale è stata tenuta una cronaca della giornata integrata successivamente con materiali di AICTC, anche se non solo.

(red)

L'inizio

La giornata si apre, dopo i messaggi di saluto, con la presentazione di Alessandro Gigli, volto storico dell'Associazione. Fa notare che persino un esperto, quando affronta un viaggio nel settore del tessile per usi tecnici, resta sorpreso dalla sua vivacità e capacità di innovazione. Il fattore comune degli interventi di oggi, che spaziano su temi apparentemente disparati ma tutti connotati dalla crescita nelle tecnologie, nei volumi e nel valore aggiunto, è la necessità di un approccio multiculturale, in cui nessuno può essere specialista solo del proprio ambito. Il tessile e la chimica hanno fatto davvero molta strada rispetto a 103 anni fa, quando AICTC nasceva al servizio delle aziende innovative di allora!

Prima sessione

La prima sessione, *Settori strategici*

per lo sviluppo dei tessuti tecnici, è presentata dal prof. Giuseppe Rosace dell'Università di Bergamo.

Aldo Tempesti, di TexClubTec, affronta l'aspetto *Mercato e trend di sviluppo* a livello internazionale complessivo in questo momento difficile e contraddittorio. Spesso nei momenti di crisi del tessile il "tecnico" viene visto come isola felice. Come è stato ribadito a fine aprile da un rapporto svolto su mandato dell'UE, questo momento è realmente interessante. Mettendosi nella prospettiva del 2020, anno simbolico di riferimento per molti progetti a medio termine, il consumo di tessile dovrebbe aumentare in modo sensibile con una industria europea competitiva su settori nuovi.

Di fronte a questi stimoli possono avere ricadute anche i settori tradizionali. Del resto, anche se è difficile scorporare dalle statistiche i dati per settore di impiego, negli ultimi decenni solo nel 2001 e in parte nel 2009 il "tecnico" ha avuto dei mo-

menti di crisi.

Oggi in Europa ci sono paesi in cui il tecnico rappresenta il 50% del mercato ed è forse preferibile ridefinire il settore come "tessile per specifiche applicazioni tecniche", spesso addirittura non percettibili da chi lo usa. Grandi consumatori di questi materiali come l'edilizia ed i trasporti sono in crisi; tuttavia questa situazione è compensata dall'introduzione di nuovi ambiti di impiego quali il miglioramento degli stili di vita e la riduzione dei consumi energetici. Per fare il più semplice raffronto, il lusso è sempre importante, ma può coprire solo una piccola fetta del mercato, mentre il non essere vincolati dai ritmi della moda ma guardare ad esigenze tecniche concrete garantisce stabilità di crescita.

La presentazione dettaglia poi le tendenze nelle principali aree, iniziando da BRIC (e in particolare Cina, India, Russia), ma senza dimenticare l'area mediterranea in cui i paesi produttori del Nord possono trovare possibilità

* Prof. Sergio Palazzi, docente di chimica tintoria presso ISIS Paolo Carcano di Como.

di interazione con quelli della fascia Sud anche per lo sviluppo di nuove fibre e materie prime. Definisce, poi, i punti salienti su cui lavorare, tutti nell'ambito della multidisciplinarietà e della collaborazione fra esperti di vari settori individuati in precedenza.

Con la relazione *Tessili per le costruzioni: iniziative di ricerca e sviluppo in corso*, Alessandra Zanelli, del Politecnico di Milano, ci porta su uno dei campi in cui i materiali tessili appaiono rivoluzionari non solo all'occhio del profano. Distinguendo tra uso nelle scocche e nelle membrane, in funzione portante o no nella struttura, i tessili diventano elementi sostitutivi di quelli tradizionali, dal cemento ai metalli.

Anche i designer possono trovare molti imprevedibili spunti, senza dimenticare che i tessili possono costituire la base per materiali intelligenti ed interattivi. Il designer usa materiali a base tessile come un sarto e l'edificio diventa, così, la terza pelle che indossiamo, dopo quella che tradizionalmente pensiamo come seconda pelle, cioè l'abbigliamento.

La sfida è incorporare nel tessile edile funzioni specifiche, oltre l'isolamento e la protezione, come la cattura energetica, l'illuminazione... Ciò richiede una progettazione unitaria tra struttura ed il materiale. Addirittura, il materiale è creato nel momento stesso in cui deve essere impiegato, in tempi ristrettissimi, con una capacità di progettazione integrale. Le forme imprevedibili spesso riprendono quelle della natura: foglie, ossa, steli, frutti.

Lo sviluppo sarà importante anche per riprendere e riqualificare tutta l'edilizia del boom tra gli anni '50 e '60, durante i quali mancava l'attuale consapevolezza energetica. I tessili hanno il vantaggio della leggerezza e del minimo ingombro per un inserimento nell'esistente.

Da un lato si pensa ad applicazioni che parevano fantascientifiche, come le celle fotovoltaiche stampate serigraficamente direttamente nei materiali di copertura (e qui la no-

stra tradizione di stampatori ci dà un brivido, perché pensiamo non solo alla serigrafia ma anche all'inkjet...), ma dall'altro alle notevoli possibilità di intervento nel restauro del patrimonio storico.

Con una variazione rispetto al programma ma tocca ad un'amica di lunga data del Setificio, Gabriella Fusi Alberti, ora al Centrocot di Busto. Tema è *Tessili e radiazioni elettromagnetiche: le applicazioni*. I due campi di studio per la protezione sono quello dalle radiazioni solari e quello da microonde ed altri campi elettromagnetici a più bassa frequenza. Per prima cosa, osserva che curiosamente queste ricerche

sono molto meno sviluppate da noi che altrove, dove di sole ce n'è molto meno! Il primo ambito è sicuramente il più interessante e promettente. L'esposizione al sole può dare problemi a bambini, persone sensibili, ma anche a chi lavora all'aperto. Lo sbocco può essere quello di ottenere abbigliamento o accessori con funzioni di protezione certificate, magari venduti in farmacia! La progettazione parte dalla struttura dell'intreccio e dalle fibre, poi si apre



ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CHIMICA TESSILE E COLORISTICA



Il tessile da realizzare: tecnico e funzionalizzato



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO
Dipartimento di Ingegneria

**Dalmine, 31 maggio 2013, ore 8.30
Università di Bergamo**

alla scelta dei colori e dei finissaggi, con le ovvie implicazioni della curabilità, dell'effetto protettivo nelle condizioni d'uso e di manutenzione. Ovviamente il settore produttivo italiano può introdurre le sue capacità di elaborazione stilistica.

La base di partenza è la relazione tra i fototipi delle diverse persone e gli UFP (Ultraviolet Protection Factor), cercando di spostare alcuni "dati di fatto" come quello per cui una elevata protezione da luce visibile ed

ultravioletti si ottiene classicamente con tessuti scuri, che aumentano però l'assorbimento dei raggi infrarossi e quindi il riscaldamento. Tutte le sostanze usate nella progettazione di questi tessuti protettivi, dalle fibre ai coloranti, dagli uv absorbers ai candeggianti ottici fino agli agenti di finitura, richiedono uno studio e progettazione attenta.

Si tratta di saper gestire i nuovi criteri di prova, con un quadro ancora in definizione: il Centrocot è impegnato anche a coordinare la definizione di standard che portino ad un marchio ben riconoscibile dal consumatore. Essenziale è considerare come elemento di progetto anche la manutenzione, che va simulata preventivamente per sapere cosa succederà durante la vita utile del prodotto.

Ben più complicato è invece studiare la protezione dalle microonde e da altri campi elettromagnetici.

È un settore che è stato paradossalmente ritardato nel suo sviluppo da molti articoli spesso inutilmente clamorosi, allarmistici, privi di base scientifica, che comparivano soprattutto una decina di anni fa.

Un settore quindi che richiede cautela e rigore scientifico, con la preoccupazione di non indurre "nuovi mercati" gonfiati artificialmente che ingannano il consumatore. Per quanto complesso, il settore lascia molto spazio alla creatività del filatore e del tessitore, per l'inserzione di filati conduttori che si nascondano nella struttura. Gli standard oggi in uso sono ancora pochi e riferiti ad applicazioni militari. Prove interessanti sono svolte su tessuti a maglia adatti ad essere indossati.

Seconda sessione

Dopo la pausa caffè ed i primi contatti e scambi di opinioni, che costituiscono uno dei momenti più preziosi di questi incontri, tocca a Fabio Foti, di La Feluca Travel Clinic, con *DEET: campi di applicazione dell'industria tessile nei protocolli preventivi delle malattie infettive trasmesse da vettori*.

Di nuovo la presentazione ci spiazza

rispetto a quel che ci attendiamo in un convegno tessile: si parte infatti da una dissertazione su zanzare e altri anafelidi, segnalando le malattie più o meno note che questi diffondono all'uomo.

Tra i vettori, ricorda le zanzare di vario tipo (compresa l'ormai nota zanzara tigre), le zecche, i pappataci ed altri artropodi. Tra le malattie, ci sono quelle da protozoi come le varie forme di malaria e leishmaniosi, quelle di origine batterica, come la malattia di Lyme, o quelle di origine virale, come dengue, encefalite giapponese, chikungunya, febbre gialla, febbre del Nilo, TBE, oltre al Toscana Virus che già dal nome indica l'origine nostrana.

Queste infezioni, che spesso originano focolai epidemici anche in Europa (alcune sono praticamente endemiche), aumentano la loro diffusione anche in funzione della maggiore circolazione di persone (per turismo o per flussi migratori) e merci (la zanzara tigre è stata verosimilmente importata con il traffico di copertoni).

Per combattere la diffusione di queste malattie, oltre alle disinfestazioni, la scelta d'elezione è l'uso di sostanze repellenti che allontanano gli insetti. Esse possono essere applicate alle zanzariere, agli abiti o direttamente sulla pelle. Il più usato fra i repellenti è il DEET (diethyltoluamide), che però presenta diversi inconvenienti tra cui l'incompatibilità con alcuni materiali su cui agisce da solvente.

A questo vanno affiancandosi la permetrina e vari tipi di olii essenziali ricavati da vegetali, più efficaci e compatibili.

Se una zanzariera trattata con metodi convenzionali mantiene la sua efficacia al massimo per un mese, tessuti che incorporano l'agente repellente e lo rilasciano in modo controllato possono garantire una protezione più mirata e duratura; in questo caso è promettente un filato a base polipropilenica studiato da La Feluca Travel Clinic.

Federico Meneghello, dopo aver presentato la realtà di una società di ingegneria come D'Appolonia

spa, propone *Ricerca ed innovazione nel tessile tecnico: esperienze di successo*. Un settore caratterizzato da molte PMI ha inevitabilmente una serie di limiti intrinseci per quanto riguarda le possibilità di innovazione tra cui quelli finanziari, spesso, non sono i minori.

Da qui la necessità di collaborare con università e centri ricerca, ma anche di proteggere la proprietà intellettuale sapendola condividere con dei partner opportuni, anche se molti a prima vista possono ritenerlo un controsenso.

Analizza, con una serie di esempi, le modalità con cui proporre e rendere vincente una certa innovazione, dalla generazione dell'idea fino al lancio commerciale. È importante conoscere lo stato di un mercato di riferimento, sapendo però guardare in modo interdisciplinare agli altri settori che lavorano su qualcosa di analogo o correlabile.

Facendo riferimento alla Teoria per la Soluzione dei Problemi Inventivi (TRIZ), si tratta di individuare in quale fase dell'evoluzione di un'idea ci si colloca (introduttiva, di rapida crescita, di maturità), tenendo presente chi altri potrebbe avere tecnologie utili e/o potrebbe essere interessato; quindi, fibre naturali o man-made, chimica, medicina, ICT, nanotecnologie...

Uno strumento fondamentale della procedura è l'analisi dei brevetti, anche per capire come si possa pensare un trasferimento ad altri settori; la progettazione va quindi insieme alla difesa delle proprietà intellettuale fin dalle prime fasi.

Tra gli esempi tessili che propone, una copertura edile a cappotto che si può applicare dove sono impensabili spessori elevati; un sistema modulare con cerniere per il trasporto in mare a lunga distanza di riserve di acqua potabile; contenitori a prova di esplosione per le stive degli aerei; rinforzi contro le scosse sismiche; tecniche per raccogliere gli sversamenti di petrolio in mare; infine, non trascurabile, un sistema per "rifunzionalizzare" i DPI che perdono le capacità protettive a seguito di usura e manutenzione.

Infine Piero Sandroni presenta *New-Tex - PoloTexSport™*, con grandi opportunità per piccole imprese disposte a cooperare. Anche in questo caso si analizzano le possibilità e le opportunità che si propongono per questa particolare "biodiversità" italiana, quella della rete di piccole imprese che si dibattono tra limiti intrinseci e grandi possibilità.

La loro esperienza, partita dai materiali legati al mondo dello sport, ha saputo coinvolgere una serie di attori per lo sviluppo di nuove idee, iniziando dalla capacità di inserirsi in bandi di finanziamento della Regione Lombardia. Se in un tessile tecnico sono importanti tutte le fasi della filiera di lavorazione, nello specifico è importante anche saper passare dalla individuazione dei bisogni, alla prototipazione, ai test in laboratorio, ma anche sul campo (nel settore sportivo entrano in gioco le collaborazioni con atleti impegnati in severe prove), alla brevettazione e alla possibile marcatura di prodotto. Il marchio riconosciuto diventa uno strumento utile per difendere e valorizzare la proprietà intellettuale. Presenta quindi le iniziative in questo senso che sono già state curate da loro e quelle attualmente nella fase di introduzione.

Terza sessione

La sessione pomeridiana, *Funzionalizzazione dei materiali tessili*, è stata presentata da Giuseppe Crovato, presidente di AICTC, ormai ben noto ai nostri studenti anche per le sue esperienze di fitodepurazione.

Con Georg Lang del gruppo tedesco Clariant ci si affaccia su un mondo probabilmente poco noto, ma affascinante e stimolante, quello dei cosmetotessili, ovvero dei materiali a base tessile che consentono il rilascio di sostanza per il benessere, analoghi ma distinti dai tessili sanitari.

Quiospheres®, che dà l'enigmatico titolo alla presentazione, è un marchio registrato per un nuovo tipo di microincapsulati, sviluppato insieme

alla Lipotec di Barcellona. Essi hanno la caratteristica di mostrare un'elevata affinità con la pelle umana, così che il rilascio controllato degli agenti cosmetici può avvenire per effetto degli agenti presenti sull'epidermide. La capsula stessa finisce per decomporsi senza interferire con l'effetto desiderato.

Tra i principali problemi da superare ci sono le possibilità di distribuire e fissare uniformemente il microincapsulato su un tessuto, in modo da garantire la solidità alle fasi di lavorazione e anche di manutenzione, garantendo la durabilità del capo di abbigliamento trattato.

Ad essa si deve unire la capacità di cedere il principio attivo in modo controllato e costante nel tempo, anche per molte decine di ore di effettivo impiego.

L'azienda ha attualmente sviluppato due linee di prodotti: quelli per l'idratazione e quelli per la cura della cellulite. Nel primo caso, molto utile per calze sportive e da lavoro, sono usate glicoproteine trovate nell'Antartico abbinata a materiali resistenti per lo strato protettivo. Nel secondo caso, ci si apre verso un mercato potenzialmente molto ampio, dove ditte primarie del settore calzetteria di alta gamma si stanno validamente inserendo.

Tocca a Chiara Besnati, di Centrocot, che con Progetto *StorePET: Tessile funzionale per il comfort abitativo* ci riporta su materiali e tecnologie per l'edilizia dopo aver presentato il ruolo che la struttura di Busto ha in questi progetti di ricerca. È noto che tra i settori a maggiore consumo e dispersione di energia c'è quello degli edifici e che la cosa può essere ulteriormente sfavorita dalla diffusione della lightweight building, in cui le strutture sono più economiche e leggere, ma possono presentare maggiori problemi di dispersione.

Tra i materiali che possono essere impiegati come isolanti, il PET si presta molto bene, non solo per le sue caratteristiche chimico-fisiche, ma anche per la grande dinamicità del mercato del riciclo e recupero. Si è quindi pensato di realizzare con

tale fibra dei pannelli in non tessuto agenti da supporto per elementi PCM (o materiali a cambiamento di fase). Questa tecnologia, già nota da tempo, sfrutta l'assorbimento ed il rilascio di energia quando un elemento liquido fonde o congela; l'idea è ora quella di inserire gocce di materiale PCM entro microcapsule che, a loro volta, siano incorporate strettamente nel pannello isolante, così da garantire lo sfasamento tra il riscaldamento diurno ed il raffreddamento notturno e ottenere l'inerzia tipica delle antiche murature molto spesse e pesanti.

Si realizza il benessere per gli abitanti e al tempo stesso un elevato risparmio energetico. Le microcapsule da loro studiate sono nell'intervallo da 5 a 40 µm e le procedure di applicazione - in fase di sviluppo - riguardano il melt-spinning, l'electrospinning e la deposizione spray.

Anche in questo caso la carta vincente è quella di far parte di una rete di aziende e strutture che possono gestire dei progetti finanziati. Gli sviluppi possibili riguardano altri settori come l'abbigliamento, i trasporti, l'agricoltura.

Sergio Maccarini, di Reggiani Macchine spa, ci porta su un terreno apparentemente più consueto, quello della *Stampa digitale applicata ai tessuti tecnici*. Anche i tessuti tecnici, quando devono essere trattati e stampati, spesso presentano problematiche sensibilmente diverse da quelle dei materiali convenzionali. La proposta dell'azienda bergamasca, in questo caso, si rivolge a due aspetti principali: l'adesione ottenuta mediante trattamenti al plasma e la stampa con macchine che utilizzino la reticolazione (curing) per irraggiamento con UV.

In questo caso la linea di macchine da stampa inkjet va ad affiancarsi ai due filoni già consolidati, la stampa a sublimazione e la stampa diretta. Le linee possono integrare le due tecnologie così da permettere una maggiore bagnabilità del tessuto che viene irraggiato con il plasma immediatamente prima della stampa, migliorando così la penetrazione

e la solidità e riducendo l'effetto dritto-rovescio. La ricerca su queste tecnologie parte dalle esigenze di risparmio energetico e nei materiali di ampia gamma cromatica di prestazioni e solidità elevate.

Si rivolge a bandiere, striscioni, tende ed altri materiali destinati ad elevate sollecitazioni, ma anche a materiali rigidi come lastre di vari materiali.

Giuseppe Rosace si ripresenta al palco in veste di relatore con la comunicazione *Materiali tessili interattivi per applicazioni medicali*. Parte dalla constatazione che la popolazione mondiale non è solo in aumento, ma anche in progressivo invecchiamento e, al tempo stesso, alla ricerca di un migliore grado di benessere. La possibilità di inserire in tessuti per l'abbigliamento dei sensori porta all'ottenimento degli smart textiles, capaci di raccogliere e trasmettere in tempo reale informazioni sull'organismo e l'ambiente circostante. Al tempo stesso questi sensori integrati devono essere di costo relativamente basso ed essere tollerabili dall'organismo. Si possono individuare almeno undici aree in cui questi dispositivi possono essere interessanti, dall'intrattenimento allo sport al militare, ciascuno con le proprie esigenze di prestazioni.

La multidisciplinarietà diventa essenziale perché il tessitore, il tecnologo dei materiali, l'elettronico ed il chimico analista devono portare ciascuno il proprio contributo. Il progetto presentato riguarda la possibilità di creare nelle fibre dei veri microlaboratori capaci di rispondere alla presenza di determinati analiti.

Il reagente immobilizzato "sente" componenti del sudore o dell'ambiente esterno, per esempio il grado di idratazione, il contenuto in ioni calcio e magnesio o in acido lattico. Un microscopico trasduttore ottico, piezoelettrico, elettrochimico è in grado di comunicare con dispositivi informatici. In questo caso si usa un sistema reagente che è immobilizzato nella fibra mediante tecnologie sol-gel, analoghe a quelle in uso per diversi tipi di finissaggi. Il sensore

è di tipo ottico, con microscopici LED, sfrutta il principio usato da due secoli con gli indicatori cromatici o gli spettrofotometri ed è inserito direttamente nel vestiario in modo interattivo. L'importante è che i sistemi siano anche rapidamente reversibili con una durata molto lunga ed un tempo di risposta sufficientemente breve.

Il relatore seguente, Solitario Nesti per Next Technology di Prato, tratta di *Materiali nanostrutturati antibatterici e antivirus per la realizzazione di pavimenti e superfici in genere, per migliorare la salute e sicurezza delle persone*. La spinta per questo progetto è partita da una richiesta non così consueta nel mondo tessile: un allestire di autoambulanze chiedeva un rivestimento interno antivirale e batterico, sulla spinta specialmente dei soccorritori volontari. Il problema della igienizzazione interna dei veicoli non è solo relativo alle ambulanze, varrebbe per tutti i mezzi pubblici di trasporto, ma per i veicoli sanitari è di particolare importanza.

C'è un serio aumento delle infezioni correlate all'assistenza, spesso resistenti agli antibiotici o ad altre cure. Mentre in ospedale gli spazi, i tempi ed i modi di lavoro possono consentire altri tipi di cautele, nelle autoambulanze l'esposizione, sia pur breve, diventa molto intensa. L'idea anche in questo caso parte da qualcosa di noto, la fotoossidazione data da strati superficiali di TiO_2 ; la sfida qui consiste nel rendere permanentemente attiva la superficie anche con esposizioni alla luce poco intense, ottenendo agenti disinfettanti di pronta efficacia e su superfici durevoli ed impermeabili, che permangano per qualche tempo una volta cessato l'irraggiamento.

La ricerca ha portato alla produzione del Sunox™, un materiale che ha mostrato di poter agire anche nelle condizioni di illuminazione di un veicolo e che quindi permette ai radicali ossidrilici ottenuti per fotocatalisi di agire senza sosta nei confronti di virus e batteri mesofili, quelli associati alla maggior parte delle infezioni umane trasmissibili.

Quarta sessione

L'ultima sessione, Esempi di successo nei tessili tecnici, è condotta da Antonio Mauro di AICTC.

Inizia Paolo Canonico per Saati Group spa, con la relazione *Materiali e tessili innovativi per la comunicazione e l'elettronica*. L'azienda di Appiano Gentile parte nel '35 come tessitura serica; pochi anni dopo, durante la guerra, si specializza nei tessuti per paracadute in poliammide; ora è diventata un gruppo multinazionale che cura tessuti tecnici per filtrazione, stampa, protezione, compositi, oltre ad una divisione chimica. Qui presentano due settori applicativi: tessuti filtranti speciali e serigrafia, applicati ai componenti acustici ed elettronici.

I tessuti che sono usati per coprire le cuffie, i microfoni, gli auricolari devono avere molte caratteristiche estetiche, di comfort, oltre che naturalmente non interferire con l'acustica del sistema; devono però avere anche un elevato e permanente effetto barriera nei confronti dell'acqua e della polvere.

Non dimentichiamo che un altoparlante - come quello dei telefonini - contiene un magnete molto potente e che di polvere ferromagnetica nelle nostre tasche ce ne può essere parecchia. L'altra applicazione "invisibile" ma ormai indispensabile è quella dei touch screen per telefonini e tablet. Non solo lo schermo e le parti decorative sono decorate serigraficamente - quella sarebbe la parte "facile" - ma attraverso numerosi passaggi serigrafici sono ottenuti anche i sensori invisibili su cui passiamo le dita e che generano i segnali.

Adriano Moioli, della NTT srl, propone un altro lato dell'immenso mercato dei tessuti tecnici: *Nuova famiglia di tessili tecnici da spalmatura "solvent free": caratteristiche tecniche, applicazioni, sviluppi innovativi*. I materiali compositi a base tessile, ottenuti per spalmatura o impregnazione con resine, coprono i settori più disparati. Le resine più versatili sono senza dubbio le

poliuretaniche; tuttavia per ottenere prestazioni molto elevate fino a poco tempo fa era indispensabile partire da sistemi al solvente. Questi richiedono l'evaporazione, l'abbattimento ed il recupero di quantità enormi di solvente (mediamente un coating è solo al 20% di secco). Quindi: energia, problemi ambientali ed anche il notevole rumore dei ventilatori. La scommessa della piccola azienda è stata l'ottenimento di materiali spalmati completamente senza solvente, dosando inoltre i prepolimeri in modo tale che il calore di reazione sia sufficiente a mantenere la temperatura di reticolazione. Il film così ottenuto ha caratteristiche strutturali sensibilmente diverse da quello che deriva dall'evaporazione del solvente, consentendo applicazioni del tutto particolari in cui i poliuretani possono sostituire i siliconi, rispetto ai quali hanno resistenze meccaniche incomparabilmente superiori. Tra esse, un composito impregnato di particelle di metalli pesanti con cui sostituire le protezioni in piombo per gli operatori X-ray degli ospedali e degli aeroporti, che può essere autolavabile, oppure strutture per edilizia, per nautica e per usi più consueti come pelli sintetiche per sellerie e calzature.

Andrea Pestarone, di D'Appolonia, presenta un progetto curato con Marco Cassina, di Vogue Service, cioè *Stampa digitale: evoluzione tridimensionale con il progetto Lion-Tex (che sta per Lenticular Images directly ON TEXTiles)*, inserito nel settimo Framework Programme europeo. La tecnologia dei materiali lenticolari è ben nota; è usata da decenni per produrre supporti per cartoline ed effetti decorativi. La sfida attuale è quella di produrre tali superfici direttamente su un tessuto, usando stampanti a getto d'inchiostro opportunamente modificate. Il gruppo di aziende che sta lavorando sul progetto sviluppa contemporaneamente i software, le stampanti ed i materiali per ottenere materiali che consentano la produzione di tessuti ad alta visibilità, quelli che servono per indumenti ed accessori

di protezione. I problemi da risolvere mostrano tutta la complessità multidisciplinare cui ci si è riferiti nella giornata: la scelta dei materiali, la loro mutua compatibilità per garantire prestazioni elevate e durevoli, unite alle tecnologie applicative. Dagli sviluppi di questa tecnica potranno derivare applicazioni da destinare a tutti gli altri settori applicativi in cui la deposizione di materiali a spessore tramite getto d'inchiostro apre nuove prospettive.

Maria Vittoria Calimari, di Saraflex srl, presenta un progetto suggestivo curato da un gruppo che fa capo a InnovHub, ex Stazione Sperimentale Seta (la comunicazione era infatti prevista in programma a nome di Giuliano Freddi) insieme ad altre prestigiose strutture di ricerca e con il finanziamento della Regione Lombardia.

Il titolo è *Bioingegnerizzazione di tendini e legamenti: utilizzo combinato di supporti tessili in seta e di cellule staminali adulte*. Descrive una complessa ricerca, che dopo molti anni sta portando a risultati concreti, per la ricostruzione di parti anatomiche come i legamenti del ginocchio.

E' noto che su un supporto di fibroina, ovvero fibra di seta completamente sgommata, è possibile far crescere colonie di cellule di tessuti negli organismi viventi, a partire da cellule staminali degli stessi organismi. L'azienda di Cologno al Serio ha messo a disposizione le proprie competenze nei tessuti a treccia per ottenere legamenti artificiali costruiti da cordoncini a doppio intreccio in fili di seta, appositamente progettati. Innestando negli animali il cordone al posto del legamento crociato, e successivamente facendolo colonizzare dalle cellule staminali, queste si impiantano e lo avvolgono; man mano che la seta viene degradata ed assimilata, al suo posto cresce un nuovo legamento naturale. Il progetto potrebbe portare nel giro di qualche anno a risolvere nell'uomo un problema ortopedico molto diffuso, ma le potenzialità sono virtualmente molto più ampie in svariati settori della chirurgia sostitutiva.

Per la comunicazione conclusiva, gli organizzatori hanno scelto gli effetti speciali, ammesso che già non lo fossero gli interventi precedenti. Ettore Rossigni, di Extreme Materials srl, si presenta con il provocatorio titolo *Produrre tessuto a 1000 Euro al metro oppure 1000 metri a 1 Euro?* Partendo da precedenti esperienze in diversi settori hi-tech, la piccola azienda di Costamasnaga sviluppa nuovi materiali praticamente su ordinazione, inserendo in strutture per la maggior parte a base tessile fibre in leghe a memoria di forma, fibre ottiche, fibre conduttrici; tutto nella chiave della creatività trasversale. Con i materiali a memoria di forma si possono ottenere rinforzi in grado di smaltire grandi quantità di energia, finora provati in campo sportivo, ma possibilmente anche per attuatori meccanici. Con tessuti studiati sul modello delle tute spaziali, si realizzano tute per i cosiddetti "Moon child", i bambini che temono qualsiasi esposizione agli ultravioletti, complete di circuiti di raffreddamento Peltier - in prospettiva potrebbero nascere uniformi per lavoratori esposti a condizioni estreme. Altre tecniche consentono di ottenere geotessili capaci di segnalare se il fondo di uno scavo sta cedendo, o di supporto a "giardini verticali" includendovi anche le sementi ed i sistemi di irrigazione, piuttosto che interni per auto dalle prestazioni avveniristiche. Per mettere ancora una volta l'accento sulla multidisciplinarietà, il relatore fa notare che spesso bisogna saper cercare le tecniche anche arcaiche e non solo quelle innovative: ad esempio, per ottenere un tessuto elettroconduttivo è necessario usare un telaio a navetta e non uno a trama tagliata... per contro, il livello di creatività possibile per una piccola azienda può scontrarsi con la difficoltà ed i costi legati alla protezione brevettuale.

La manifestazione si è conclusa con la presentazione di immagini al limite della fantascienza ed i saluti di Giuseppe Crovato.

Chimici tessili di tutto il mondo a Budapest

Antonio Mauro*



Il congresso si è tenuto presso l'Isola Margherita sul Danubio

Il Congresso

Lo scrivente ha partecipato lo scorso maggio al 23esimo Congresso Internazionale delle Associazioni di Chimica Tessile e Coloristica organizzato dall'IFATCC a Budapest. Riferimenti portanti erano l'attenzione allo sviluppo di processi di nobilitazione rispettosi dell'ambiente, meno energivori, sicuri per i lavoratori e gli utilizzatori e contemporaneamente idonei alla realizzazione di nuovi prodotti e processi.

L'evento ha consentito di fare il punto, per lo più a livello universitario e di centri di ricerca tecnologici, sugli sviluppi della tecnologia nel settore della nobilitazione a livello mondiale. Nel corso di tre giorni sono stati presentati 120 lavori tra relazioni plenarie, comunicazioni specifiche e poster.

I relatori sono arrivati da 27 paesi. Cinque le linee di riferimento:

- 1) Chimica tessile sostenibile;
- 2) Innovazione nei processi tessili;
- 3) Qualità, ambiente e sicurezza;
- 4) Nuove opportunità e relativi sviluppi di processi tessili;

5) Attività formativa a livello europeo nel campo della chimica tessile.

Le relazioni sui processi hanno riguardato applicazioni degli ultrasuoni; delle nanotecnologie, specie quelle riguardanti gli impieghi del sol-gel; sistemi d'ottimizzazione per il conseguimento di risparmi energetici e di prodotti chimici.

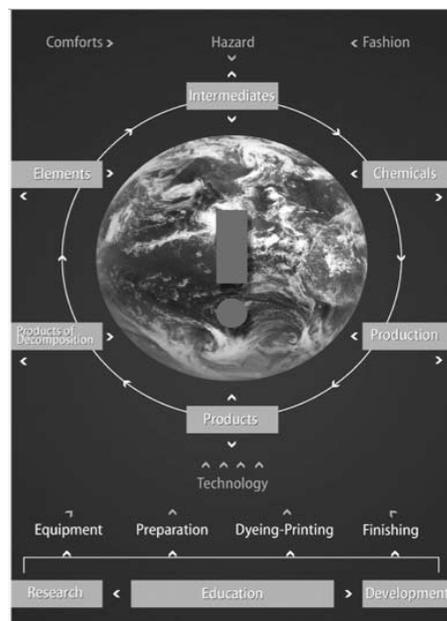
Quelle sui prodotti si sono ripartite tra i tessuti medicali nei vari impieghi; la valorizzazione delle fibre naturali attraverso l'uso delle nuove tecnologie; gli sviluppi di speciali applicazioni tecniche dei materiali tessili.

Tra i lavori presentati di interesse immediatamente applicativo la personale attenzione è stata attratta da due proposte innovative subito applicabili a livello di tintorie.

Esse riguardano una modalità di controllo delle lavorazioni di tintura dei jeans e coloranti tessili derivanti da applicazioni delle nanotecnologie.

Controlli nella lavorazione dei jeans

Si tratta di un sistema messo a punto dalla Clariant con il nome "One way methodology". In particolare è stato realizzato un software per la valutazione degli impatti ambientali prodotti dall'uso delle varie sostanze di tintura e di finissaggio per questo genere di tessuti. "One Way" con-



La varietà e la complessità degli argomenti trattati è efficacemente illustrata dal logo del congresso

sidera le "quattro E" i cui parametri condizionano i processi: Ecologia, Economia, Efficienza ed Ambiente (dall'inglese *Enviroment*).



Mrs. Gabriella ECKER, Hungarian Society of Textile Technology and Science
Dr. András VÍG, IFATCC President, Hungarian Chemistry University
Mrs. Beatrix SCHENKER, Hungarian Chemical Society

* Responsabile editoriale dell'AICTC
Direttore della R.S. - Ricerche e Servizi srl, Prato

Gli specialisti Clariant hanno creato un data base con tutte le specifiche tecniche dei coloranti e dei prodotti chimici normalmente utilizzati con riferimento a 15 tessuti eco-standard e a vari standard ecologici, tra cui bluesign®, OekoTex®, GOTS, gli 11 gruppi di sostanze soggette a restrizioni e quelle riportate nella tabella di marcia di Zero Discharge per quanto concerne le varie sostanze chimiche pericolose.

Al momento sono state selezionate e già integrate oltre 200 sostanze. Attraverso l'uso del programma, gli utilizzatori potranno ottenere specifiche valutazioni per ogni articolo in corso di realizzazione con riferimento agli standard tossicologici ed ecologici.

Clariant avrebbe calcolato che l'uso di questo software consentirebbe una riduzione del consumo d'acqua del 92% rispetto ad un processo tradizionale; fino a circa il 30% dei costi energetici; fino al 63% dei normali scarti di cotone.

In definitiva, l'uso di questo sistema consentirebbe ai produttori di marchi jeans lo sviluppo di processi tessili più ecologicamente ed economicamente sostenibili.

Dalle nanotecnologie nuovi coloranti

Si chiamano "H2Color" e sono prodotti da Ecofoot, una società portoghese fondata nel 2012 per sviluppare e commercializzare questi esclusivi coloranti.

Il gruppo di lavoro ha avuto origine presso il Centro di ricerca tessile

dell'Università di Minho in Portogallo. Gli "H2Color" sono nanocoloranti costituiti da "pigmenti ionici".

Una prima illustrazione di questa nuova serie, per quanto è stato dato a sapere, è la seguente. Si tratterebbe di particelle-coloranti con dimensione approssimativa di circa 200 nm.

In pratica sarebbe stato sviluppato un composito abbinando particelle di silice a molecole di coloranti. Esso sarebbe caratterizzato da radicali funzionali con affinità verso le fibre naturali.

Le proprietà sarebbero in parte come quelle dei pigmenti e in parte come i coloranti. Per questa ragione svilupperebbero una reattività verso le fibre naturali da cui anche analoghi valori di solidità.

Per esempio sarebbe possibile tingere la lana in modo uniforme e con intensità interessanti ottenendosi buone solidità al lavaggio e allo sfregamento anche nei toni medi. Questi nanocoloranti non hanno bisogno di sali se non in quantità molto trascurabili e si applicano sulle fibre naturali mediante esaurimento.

La lana è tinta in ambiente acido analogamente ai coloranti acidi e con le stesse temperature. Il cotone segue la stessa procedura del sistema pad-batch come nel caso dei coloranti reattivi.

I bagni di tintura residui possono essere riutilizzati perché questi nanocoloranti non idrolizzano.



Possano essere usati anche per stampare. In questo caso le solidità sono molto alte per cui si elimina la necessità dei fissanti, salvo il caso dei toni molto intensi nel qual caso è indicato l'uso di un fissaggio cationico. Dopo la stampa è sufficiente un solo risciacquo.

Ecofoot attualmente propone terne di colori H2Color per cotone, per lana e di tipo "glow". Questi ultimi hanno proprietà fluorescenti e presenterebbero una tonalità più luminosa del colore standard equivalente.

Ecofoot potrebbe, nel caso, trasformare qualsiasi suo colorante nell'equivalente fluorescente. Sotto un profilo ambientale, questi coloranti consentirebbero risparmi di energia, acqua e costi di depurazione dei reflui. Inoltre, non conterebbero metalli pesanti.

In linea di principio, si presterebbero, perciò, alla realizzazione di processi tintoriali e di stampa ecocompatibili in linea con le tendenze attuali.

Da valutare le rese in rapporto ai costi di acquisto e tutti i limiti di impiego ancora tutti da scoprire trattandosi di una novità.



Alcuni stand



Saluti d'inizio



*Buone
Feste*

***Tanti auguri di Buon Natale e Felice Anno Nuovo a tutti
dal Comitato di Redazione,
dal Direttore responsabile e dalla Tipografia!***