

numero 2



# la seta

anno 63 - 2011 versione online

SAPERI E RICERCA NEL TESSILE

Copyright La Seta. Tutti i diritti sono riservati. È vietata la riproduzione anche parziale del testo e delle immagini senza l'autorizzazione dell'Editore

**Un modello razionale per la gestione della ricerca industriale**

**Temi della ricerca tessile co-finanziata**

**Per quanto tempo ancora la Cina fornirà la seta all'Europa?**

**Dal recupero alla crescita**

**Chi produce in Italia chiede rispetto**

**Seta oro incarnadino  
Lusso e devozione nella Lombardia spagnola: 1535- 1705**

**Depurazione di acque reflue colorate con biomasse fungine inattivate**

## C'era una volta il kermes

**Direttore responsabile** Bruno Marcandalli  
**Redazione** Claudio Forlano, Riccardo Formigoni, Maria Romanò - la.seta.redazione@ssiseta.it  
**Consulente editoriale** Emanuela Beretta

**Hanno collaborato** A. Anastasi, P. De Ponti, D. Della Torre Arrigoni, I. Donelli, G. Freddi, P. Giansanti, A. Mangiavillano, V. Prigione, V. Tigini, G. C. Varese

**Veste grafica** ideata da Francesca Tedoldi  
**Impaginazione e copertina** a cura di Alessandra Volpe  
**Foto di copertina** ali di farfalla, Alessandra Volpe

# Un modello razionale per la gestione della ricerca industriale

Il nuovo assetto di Stazione Sperimentale per la Seta

La pubblicazione del decreto attuativo della recente riforma ha reso possibile un'organizzazione efficiente



**S**ono quattro le Stazioni Sperimentali che sono confluite nella Camera di Commercio di Milano, per effetto della riforma scattata il 1° giugno 2010. In Camera di Commercio esisteva poi un quinto soggetto - **Innovhub** - operante nel campo del trasferimento tecnologico e del supporto all'innovazione. La recente pubblicazione del decreto ministeriale attuativo ha reso possibile organizzare razionalmente questi cinque soggetti.

**L**e quattro Stazioni Sperimentali e Innovhub vengono fusi, a partire dal 1° ottobre 2011, in un'unica azienda speciale della Camera di Commercio di Milano, guidata da un Consiglio d'Amministrazione di cinque membri: le associazioni di riferimento delle Stazioni designano un Consigliere ciascuna, mentre la Camera di Commercio designa il Presidente. Il nome della nuova azienda speciale è "Stazioni Sperimentali per l'industria - **Innovhub**".

Lo schema organizzativo prevede poi che le quattro Stazioni e Innovhub siano gestite come Divisione, con un significativo grado di autonomia. Un Comitato Operativo, formato da imprenditori del settore di riferimento designati dalle Associazioni e presieduto dal Consigliere di competenza

del settore di riferimento, esprime parere preventivo sui seguenti atti: piano di sviluppo pluriennale e programma annuale, preventivo economico, relazione sulla gestione di accompagnamento al bilancio annuale, determinazione dei criteri e della misura dei contributi obbligatori.

**C**iascun Comitato Operativo dispone di un conto economico, sia preventivo che consuntivo, elaborato sulla base di criteri gestionali che comprendono costi e ricavi direttamente riferibili alla rispettiva divisione.

I contributi del settore, siano essi raccolti in dogana o versati dalle singole aziende contro bollettazione, sono destinati alla gestione delle singole divisioni, oltre che alla copertura dei costi comuni dei servizi generali.

Le funzioni di staff sono assicurate da una struttura unica, realizzando risparmi e maggior efficienza.

La nuova azienda svolge un'attività di interesse pubblico, garantendo l'equilibrio di bilancio; persegue il miglioramento della competitività del tessuto economico nazionale attraverso l'attività di ricerca industriale e sperimentale e la promozione dell'innovazione e dello sviluppo scientifico e tecnologico, la fornitura di analisi, i lavori di normazione. La continuità negli scopi da perseguire è totale. La vicinanza alle aziende che supportano la Stazione Sperimentale è molto stretta. L'operazione si risolve in una razionalizzazione organizzativa.



**T. Mizzau** Direttore operativo di SSS

# SSS è impegnata in molti progetti Temi della ricerca tessile co-finanziata

Stazione Sperimentale per la Seta, ospite di Centro Tessile Serico, ha presentato lo scorso 21 giugno a Como i TEMI DELLA RICERCA TESSILE CO-FINANZIATA che attualmente sta svolgendo nei propri laboratori. Il convegno ha visto un'ampia partecipazione: oltre 60 persone, ripartite tra i rappresentanti delle aziende industriali e quelli della ricerca e istituzioni del mondo tessile.

Sempre più aziende riconoscono l'importanza di unirsi in associazioni temporanee di imprese (ATI), per partecipare ai bandi di sostegno finanziario, sempre parziale, ai progetti di ricerca industriale.

Il funzionamento del modello è questo: partendo dall'individuazione di un'idea progettuale interessante per l'industria, viene costruito un progetto di ricerca (in questa fase SSS svolge una parte essenziale del lavoro), con il quale si concorre ad un bando di finanziamento emesso da un ente pubblico; se si vince, si forma un'ATI, dove entrano soggetti produttivi ed enti di ricerca per unire competenze, mezzi finanziari e strumentazione di laboratorio ed industriale, allo scopo di svolgere al meglio la ricerca e usarne insieme i risultati.

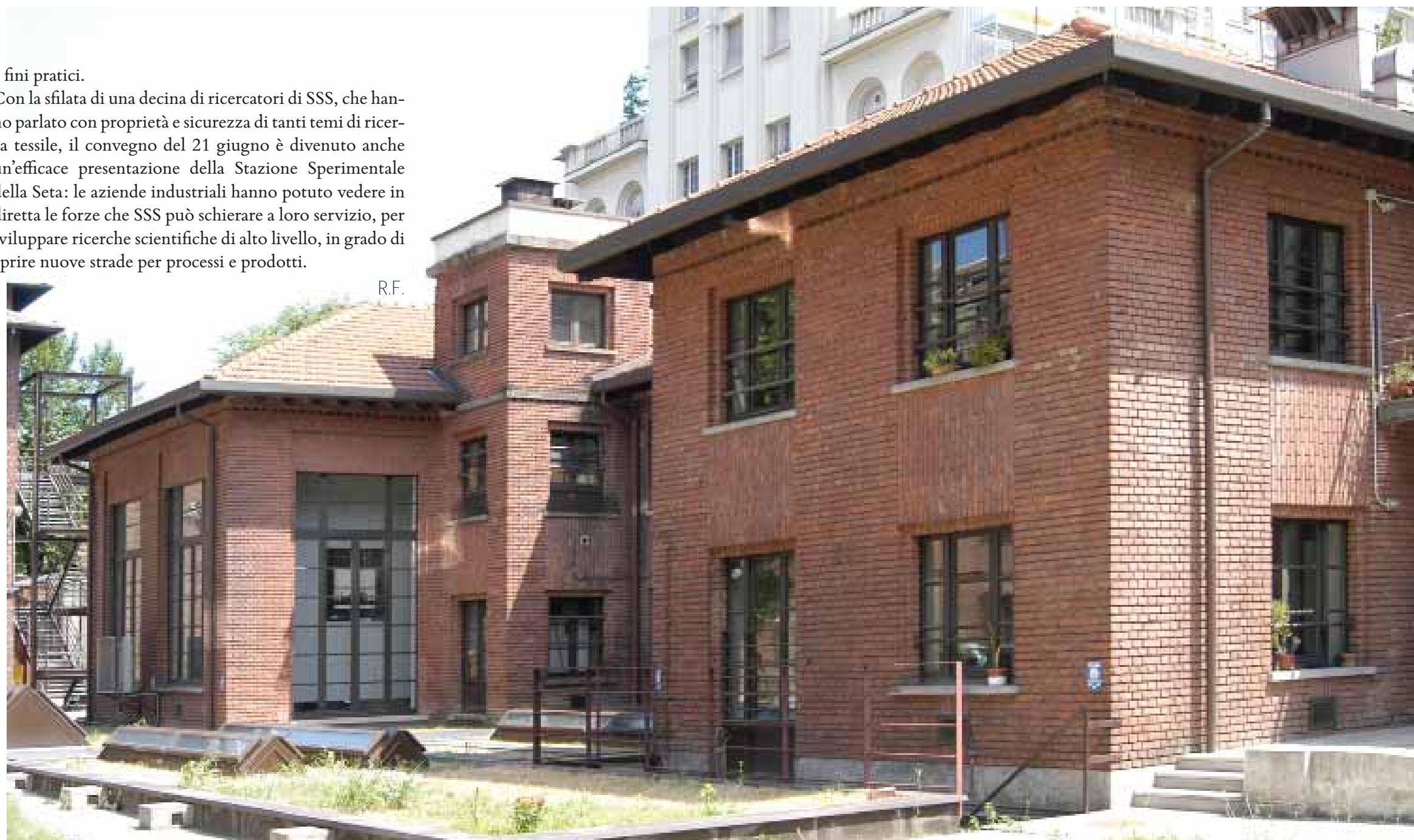
Nella prima parte del convegno, sette ricercatori di SSS hanno illustrato otto temi di ricerca attualmente in corso: nel seguito viene proposta una sintesi delle presentazioni, allo scopo di fornire spunti per l'individuazione di nuove tematiche da parte delle aziende tessili.

Nella seconda parte sono stati presentati sei ambiti per nuovi temi di ricerca, sui quali SSS ha già accumulato una base di conoscenze - dal proprio laboratorio oltre che dallo scenario delle pubblicazioni scientifiche - necessarie per la stesura appropriata di nuovi progetti: anche di queste presentazioni diamo una breve descrizione

a fini pratici.

Con la sfilata di una decina di ricercatori di SSS, che hanno parlato con proprietà e sicurezza di tanti temi di ricerca tessile, il convegno del 21 giugno è divenuto anche un'efficace presentazione della Stazione Sperimentale della Seta: le aziende industriali hanno potuto vedere in diretta le forze che SSS può schierare a loro servizio, per sviluppare ricerche scientifiche di alto livello, in grado di aprire nuove strade per processi e prodotti.

R.F.





### Recupero di sfridi di seta non tinta per estrazione e purificazione di fibroina (Progetto FIBROSPHERE)

Al progetto prendono parte, oltre a Stazione Speri-

mentale per la Seta, Università di Pavia, Centro Tessile Serico (Como), Nembri Industrie Tessili e i partner svizzeri Supsi, Micromacinazione e Microsphere. Gli sfridi di seta da torcitura e tessitura conservano la fibroina nella sua forma nativa. I trattamenti con oli e

bozzime sono localizzati principalmente sulla sericina, all'esterno della fibra, e facilmente rimovibili. Attualmente, gli sfridi di seta sono trattati al pari di altri scarti di lavorazione e destinati allo smaltimento; obiettivo del progetto è l'estrazione della fibroina nativa dagli sfridi e la trasformazione in formulati microstrutturati per impiego cosmetico e medicale.

*Alessandra Boschi*

### Ancoraggio di isole pancreatiche su substrati di seta

#### (Progetto PANAGENESI)

Il trapianto del pancreas è un intervento non praticato per una serie di complesse motivazioni chirurgiche, ma molte sono le tecniche indirizzate all'impianto delle isole pancreatiche, che rappresentano le unità funzionali minime. I substrati tessili a doppia frontura, realizzati in seta tal quale o derivatizzata, hanno mostrato interessanti proprietà nel facilitare l'ancoraggio di tali strutture cellulari e la loro sopravvivenza post impianto. L'obiettivo del progetto co-finanziato da Regione Lombardia, che vede la partecipazione di SSS, Ospedale di Niguarda (Milano), Diabetes Research Institute (Miami), Comez Spa (PV), Gaetano Rossini Holding (LC) e Torcitura di Menaggio (CO), è la realizzazione di un telaio a doppia frontura per lo studio di strutture tubolari o tridimensionali piane in fibroina serica destinate all'immobilizzazione e trapianto delle isole pancreatiche da donatore eterologo.

*Alessandra Boschi*

### Tessuti in cotone mercerizzati mediante ammoniaca liquida anidra

Il cotone mercerizzato con ammoniaca anidra sotto tensione subisce una trasformazione fisico-chimica che conferisce nuove e migliori caratteristiche alla fibra. È stato progettato e realizzato un impianto per la mercerizzazione a ciclo continuo del cotone con ammoniaca liquida anidra, i cui vantaggi sono soprattutto il recupero del reattivo e l'assenza di utilizzo di acqua e imbibenti, con un complessivo minor consumo energetico e minimo impatto ambientale. Al fine di ottimizzare il processo a ciclo continuo, sono stati preparati diversi tessuti variando alcune delle condizioni di trattamento (temperatura, tempi, forza

di stiro). Ai nostri laboratori è stato richiesto di caratterizzare i diversi campioni ottenuti, sviluppando un protocollo d'analisi veloce e puntuale per il controllo qualità in fase di produzione, con tecniche analitiche (calorimetria differenziale a scansione e spettrometria infrarossa) meno complesse e costose della tradizionale diffrazione ai raggi X. I risultati finora ottenuti sono da considerarsi soddisfacenti. Gli sviluppi futuri previsti sono: sperimentazione del processo di lavorazione in *batch*, applicazione di questa tecnologia ad altre fibre e uso di ammoniaca liquida anidra come agente veicolante per processi innovativi di funzionalizzazione e finissaggio.

*Maria Romanò*

### Modifica della proprietà delle fibre di seta mediante impregnazione in filo

#### (Progetto YARNCOAT)

Il progetto, condotto in *partnership* con la Torcitura di Domaso (CO) e co-finanziato da Regione Lombardia, ha come obiettivo lo sviluppo di una tecnologia tessile innovativa, trasferibile nell'ambito della torcitura, processo della filiera tessile spesso isolato e coinvolto dal solo sviluppo meccanotessile. Il progetto punta alla realizzazione di un prototipo di roccatrice con sistema di impregnazione ed essiccazione di fili e filati singoli. Le sostanze veicolabili dal sistema includono una lunga serie di polveri, sali, sostanze reattive e polimeri in solvente o dispersione acquosa. Il processo consente di realizzare incollaggi, *coating* e derivatizzazione chimica di fili e filati.

*Silvio Faragò*

### Applicazione di materiali fotocatalitici di interesse tessile e ambientale

#### (Progetti ANNETTE e NANOCRYSTAL)

I materiali fotocatalitici sono in grado, utilizzando l'energia di una radiazione luminosa, di attivare una serie di reazioni di ossidoriduzione particolarmente adatte al trattamento di sostanze organiche e di inquinanti ambientali. In ambito tessile, sia tradizionale che tecnico, *coating* di materiali fotoattivi sono alla base dei cosiddetti *smart textiles*, tessuti che reagiscono specificatamente a stimoli esterni.

Nell'ambito del progetto ANNETTE, ANalysis NETwork for TExtiles, (co-finanziato da Regione Lombardia; obiettivi generali: sviluppo nuovi metodi analitici e costituzione di una rete di servizi tra laboratori) la Stazione Sperimentale per la Seta si sta occupando della messa a punto di metodi di analisi per la valutazione delle prestazioni di questi manufatti, in particolare per quanto riguarda: l'azione autopolente, l'azione di protezione dagli UV e l'azione anti-inquinamento.

Nell'ambito del progetto NANOCRYSTAL (co-finanziato da Fondazione Cariplo) la Stazione Sperimentale per la Seta si è occupata analogamente della sintesi e caratterizzazione funzionale (degradazione del blu di metilene in soluzione acquosa, area superficiale e porosità) di materiali nanocristallini fotoattivi, con dimensione di pochi nanometri (< 10 nm) e costituiti da titania o da una miscela silice e titania. I materiali di maggiore interesse sono stati poi analizzati con tecniche di diffrazione ai raggi X (Università dell'Insubria - Paul Scherrer Institute, CH) e con programmi di calcolo (Istituto di Cristallografia del CNR, Bari) per ricavarne una conoscenza approfondita dei fattori di forma dimensionali (particelle a crescita cubica o a parallelepipedo), delle forme cristalline presenti (rutilo, anatasio) e dei gradi di cristallinità (rapporto amorfo/cristallino). È stata rile-

vata un'interessante correlazione tra le proprietà funzionali e strutturali dei materiali sintetizzati mentre si sta procedendo alla loro applicazione su fibre tessili.

*Gian Maria Colonna*

### **Elettrofilatura per la produzione di filato con proprietà superficiali innovative**

**(Progetto INDES)**

Il progetto INDES è finanziato dalla Regione Lombardia (Bando ATP 2009), ha una durata di due anni e coinvolge come partner due centri di ricerca, quattro imprese e una società di consulenza. L'idea alla base di INDES è quella di introdurre il sistema di elettrofilatura nel tradizionale ciclo di lavorazione tessile per produrre filati con proprietà superficiali innovative ed elevate. L'elettrofilatura è un processo nel quale una soluzione di polimero (naturale o sintetico) caricata elettricamente è spinta attraverso un ago di siringa in un forte campo elettrico. Il polimero subisce un forte stiramento a causa del campo elettrico per cui, utilizzando appropriati parametri operativi, si ha la formazione di fibre di dimensioni nanometriche. Le nanofibre, avendo una elevata area superficiale, possono essere accoppiate a microfibre con lo scopo di conferire elevate e innovative proprietà superficiali.

*Cristina Arosio*

### **Finissaggio tessile: dai processi biocatalitici a nuovi solventi eco-compatibili**

**(Progetto GREENMADE)**

Il progetto GreenMade si inserisce all'interno del bando ATP per gli interventi di ricerca industriale e sviluppo sperimentale promosso da Regione Lombardia. L'investimento complessivo è di circa € 1.600.000, finanziato al 70%. È iniziato nel luglio 2010 ed ha una durata di due anni. A questo progetto partecipano partner di natura diversa: PMI e grandi imprese, oltre a centri di ricerca affiancati da Università. GreenMade si articola in tre aree: l'impiego di enzimi nelle fasi di purga e candeggio di fibre cellulosiche e nella funzionalizzazione di substrati di varia natura; la realizzazione di tessuti bioattivi mediante la stabilizzazione di enzimi su micro/nano particelle e/o l'inclusione di questi in carrier polimerici normalmente impiegati nell'industria tessile; l'utilizzo di liquidi ionici, ovvero solventi a base di ioni, che presentandosi a temperatura ambiente allo stato liquido e avendo bassa tensione di vapore, si candidano come nuovi solventi da applicare nelle fasi di finissaggio tessile.

*Ilaria Donelli*

### **Materiali tessili funzionalizzati con peptidi antimicrobici**

**(Progetto ANTIMIC)**

ANTIMIC è un progetto europeo del 7° programma quadro della durata di 3 anni, che utilizza molecole bio-mimetiche per conferire attività antimicrobica ai materiali tessili. L'antibatterico, infatti, è un problema fortemente sentito in campo tessile, essendo i microorganismi responsabili di fenomeni negativi come l'odore e il deterioramento del prodotto. Questo progetto prevede l'utilizzo di peptidi antimicrobici (AMPs) che mimano l'azione antibatterica di alcuni peptidi naturali biologicamente attivi. Gli AMPs hanno il vantaggio di essere multi-target con meccanismo di azione aspecifico, non provocano fenomeni di resistenza e possono essere sintetizzate ad hoc, in base alla tipologia di fibra da funzionalizzare. Il trattamento viene effettuato mediante l'incorporazione dell'AMP nella nanofibra durante il processo di *electrospinning* o mediante funzionalizzazione superficiale della nano e della micro fibra.

*Chiara Cappelletti*

# Proposta di nuovi temi

## Metallizzazione di tessuti mediante tecniche PVD (*Physical Vapor Deposition*)

La domanda di filati e manufatti tessili con colorazioni metalliche è da sempre inclusa negli effetti di grande interesse per il settore moda-abbigliamento. Le tecnologie attuali offrono la disponibilità di una vasta serie di prodotti metalloplastici, costituiti essenzialmente da nastri in poliestere con coating di alluminio colorato, dai quali trae origine ciò che comunemente viene indicato con il termine di lamè. L'idea progettuale ha come obiettivo lo studio di sistemi innovativi, pensati esclusivamente per il settore tessile, e basati su processi in grado di promuovere la metallizzazione diretta di fili e tessuti. Le tecniche di interesse sono essenzialmente quelle di PVD con sistemi evaporativi fisici o assistiti plasma.

*Silvio Faragò*

## Integrazione fra nanomateriali e molecole ad attività biologica per applicazioni tessili

Le proprietà di superficie rivestono grande importanza in ogni tipo di applicazione tessile. Una delle tendenze più recenti della ricerca scientifica e tecnologica mira alla "biologicizzazione" delle superfici mediante lo sviluppo e l'applicazione di sistemi ibridi nano/bio-strutturati. L'integrazione di specifiche soluzioni nanotecnologiche e biotecnologiche è un percorso che può portare al conseguimento dell'obiettivo "multifunzionalità" anche per i materiali tessili. L'uso combinato di finissaggi nano strutturati in grado di veicolare sulle fibre vari tipi di composti bioattivi (ad es.: agenti antimicrobici, enzimi) consente infatti di realizzare nuovi substrati tessili nano/bio-attivati in grado di esprimere più funzionalità, come ad esempio

il rilascio controllato di sostanze bioattive e la protezione bioattiva tramite biocatalisi, che possono essere abbinati a: resistenza alla fiamma, oleo-idro-repellenza, proprietà antispurco, antiodore, protezione UV, resistenza agli stress meccanici e termici, riduzione della carica elettrostatica, protezione elettromagnetica, ecc. La combinazione di più funzionalità sullo stesso materiale tessile permetterà quindi di conseguire l'obiettivo della personalizzazione del prodotto per il consumatore. I progetti INDES, GreenMade e ANTIMIC sopra descritti rappresentano tre esempi di sviluppo della strategia di funzionalizzazione tessile qui delineata.

*Giuliano Freddi*

## Nanoparticelle di ossido di zinco su superfici tessili per proprietà antibatteriche e antifiamma

Il modulo "Tessile e Nanotecnologie" di SSS ha sviluppato un processo che sfrutta le reazioni di nucleazione e crescita delle nanoparticelle di ossido di zinco: un composto naturale, biocompatibile ed economico. Secondo tale processo, le nanoparticelle si formano direttamente sulle fibre tessili, in modo da ottenere un rivestimento (*coating*) omogeneo. L'obiettivo di questo nuovo progetto è di impartire proprietà antibatteriche e antifiamma a diversi substrati tessili come le fibre di cotone, di seta e di poliestere. I vantaggi di questa nuova nanotecnologia sono: l'eco-compatibilità, i costi contenuti e la compatibilità con gli attuali processi condotti nell'industria tessile.

*Anna Anghileri*

## Ink-jet con precursori a base di silice, titania, ecc. con obiettivi: miglior controllo porosità e riflettanza nell'UV

## (più resistenza alla luce della fibra, più solidità del colore alla luce)

I sistemi di trattamento a getto possono essere, in ambito tessile, un metodo di applicazione delle tecniche sol-gel alternativo ai tradizionali processi a foulard o a esaurimento. La possibilità offerta dalla presenza di più serbatoi e teste di applicazione, gestiti da software che regolano con precisione le quantità emesse, consente il controllo e la modulazione della composizione del materiale applicato e quindi delle sue caratteristiche tecnologiche finali. Diversi sono i precursori disponibili per la preparazione dei sol e successivo ottenimento dei gel a base di ossidi di metalli puri o misti. I più utilizzati sono a base di silice, silice modificata con sostituenti organici (alchilici, allilici, epossidici, alogeno-alchilici, aromatici che restano nella struttura del materiale), titania, allumina, ossido di zinco, ossido di zirconio e loro combinazioni. In particolare, per le applicazioni su un tessile tradizionale, la ricerca deve essere indirizzata al controllo di caratteristiche quali la porosità (per la regolazione della cessione di molecole attive o colorate influenzando le solidità ad umido; effetto di assorbimento degli odori), la durezza (per migliorare la resistenza allo sfregamento) e la riflettanza nell'UV (che possa creare un effetto filtro a protezione dello stesso manufatto tessile e conseguente maggiore resistenza alla luce della fibra e maggiore solidità alla luce del colore).

*Gian Maria Colonna*

## Trattamento di acque con metodi di ossidazione avanzata

La Stazione Sperimentale per la Seta ha acquisito negli anni una vasta esperienza nei processi di trattamento di acque reflue che utilizzano metodi di ossidazione

avanzata basati su specie chimiche ad elevato potere ossidante (ozono e radicali ossidrilici) in grado di reagire con la maggior parte dei composti organici contenuti nelle acque reflue portando fino alla loro mineralizzazione con formazione di CO<sub>2</sub> e acqua. Tra i metodi disponibili la nostra preferenza va a quelli basati su reazioni fotoattivate e in particolare, oltre al già sperimentato abbinamento di lampade UV e acqua ossigenata, alla decomposizione fotoattivata con materiali a base di biossido di titanio nanostrutturato immobilizzato su adatti substrati. Il progetto si propone l'obiettivo di preparare nuovi materiali fotocatalitici e di ottimizzare le condizioni per acque reflue delle industrie tessili.

*Gian Maria Colonna*

## Sericina come materia prima

È ormai nota la possibilità di recuperare la sericina dai bagni di alcuni processi di sgommatura e la Stazione Sperimentale per la Seta ha a lungo studiato le proprietà di questo polimero e la possibilità di modificarlo chimicamente per ottenere ausiliari di largo impiego nel tessile ma anche in altri settori industriali. A livello di laboratorio, oltre allo studio delle proprietà intrinseche del polimero, variabili con la dimensione dello stesso, sono stati inseriti nella struttura proteica alcuni gruppi funzionali a diversa polarità che ne modificano significativamente le caratteristiche applicative. Nel progetto si propone di ottimizzare il ciclo di utilizzo della sericina e di valutare la possibilità di impiego in ambito tessile anche di altri materiali di origine naturale eventualmente di recupero.

*Gian Maria Colonna*

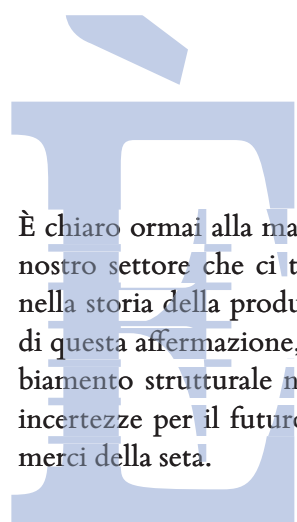
**Chi fosse interessato ad approfondire uno o più temi di ricerca, anche per applicazioni di interesse specifico, può rivolgersi al Direttore scientifico di SSS, prof. Bruno Marcandalli ([marcandalli@sisseta.it](mailto:marcandalli@sisseta.it)).**

# European Silk Forum

## Per quanto tempo ancora la Cina fornirà la seta all'Europa?

Il 20 maggio 2011 si è svolto a Lugano il 13° meeting dell'European Silk Forum. Riteniamo utile riportare la comunicazione presentata da Paolo De Ponti sugli sviluppi delle forniture di seta provenienti dalla Cina. La prospettiva di prezzi permanentemente elevati viene confermata, assieme ai dubbi sulla capacità futura di assicurare con regolarità la disponibilità di materia prima.

PAOLO DE PONTI



È chiaro ormai alla maggior parte degli operatori del nostro settore che ci troviamo a un punto di svolta nella storia della produzione serica. Stante l'evidenza di questa affermazione, in questa delicata fase di cambiamento strutturale non possiamo dissipare tutte le incertezze per il futuro della produzione e dei commerci della seta.

### SITUAZIONE ATTUALE

**Produzione.** È un dato di fatto che il declino della sericoltura nelle tradizionali aree di produzione della Cina orientale ha avuto una rapida accelerazione negli ultimi due anni. Il processo di industrializzazione che ha investito regioni quali lo Zhejiang e il Jiangsu ha ridotto gli spazi per le pratiche agricole, in particolare, per quel che ci riguarda, per le piantagioni di gelso.

Oltre a questo motivo fondamentale, ci sono altri fattori che hanno inciso negativamente sull'andamento del settore: la scarsa propensione delle ultime generazioni a dedicarsi all'agricoltura, in particolare all'allevamento del baco da seta, l'incentivazione alle coltivazioni a scopo alimentare per coloro rimasti sul campo, il desiderio dei giovani di trovare occupazioni nuove e più attraenti. Da tutto ciò è scaturita una situazione di debolezza con effetti devastanti: carenza di bozzolo, ampiamente utilizzato anche per la produzione di manufatti imbottiti di seta, scarsità di manodopera, di risorse finanziarie, di forniture energetiche che costringono alla chiusura gli impianti di filatura o, quando va bene, a drastici tagli di produzione. I pochi produttori che ancora resistono grazie all'inattesa, decisa impennata dei prezzi sembrano comunque destinati a cessare a breve termine l'attività.

Le zone della Cina centrale e occidentale che hanno



ancora una vocazione agricola, come la regione di Guangxi, sostengono oggi i livelli produttivi con una quota largamente maggioritaria sul totale; ma dal 2006, anno in cui la produzione di seta greggia superò le 100.000 tonnellate, il livello più alto mai raggiunto, il declino dell'attività sericola si è tradotto in un netto calo di volumi prodotti: oggi, secondo le autorità cinesi, la produzione annuale di seta greggia si attesterebbe sulle 70.000 tonnellate, ma stime non ufficiali fissano a 45/50.000 tonnellate il dato reale. Un calo di oltre il 50% in soli cinque anni!

**Esportazione.** Nel 2010, secondo quanto riferito dalle autorità doganali cinesi, sono stati esportati prodotti di seta da gelso (in cui rientrano bozzoli, seta greggia, seta tratta, schappe e cascami) per circa 20.000 tonnellate. Come è sempre avvenuto negli ultimi anni, l'India e il Pakistan sono stati i principali importatori di seta cinese con una quota superiore al 50% del totale esportato. Dal volume complessivo degli scambi emerge che il 40% circa della produzione di seta cinese è destinata all'esportazione allo stato grezzo, mentre il restante 60% è lavorato dall'industria locale per essere successivamente esportato in forma di tessuti, capi di abbigliamento e accessori, come sciarpe e cravatte.

**Prezzo.** Un effetto immediato dei tagli alla produzione è stato l'aumento vertiginoso dei prezzi. Negli ultimi mesi, in particolare, la seta greggia ha raggiunto e superato i 60 USD al kg per le qualità migliori. Il collega Nembri, nel suo ultimo intervento al Forum, ha valutato che i sericoltori cinesi sarebbero stati incoraggiati a produrre più seta se avessero potuto riscuotere per i loro bozzoli un prezzo di 7/8 USD al kg. Questo prezzo è stato raggiunto dieci giorni fa, quando la quotazione di mercato del bozzolo fresco si muoveva tra 46 e 51 CNY al kg. Adesso la quotazione è scesa a 40-45 CNY.

## PREVISIONI

**Produzione.** Per il raccolto primaverile la previsione dei volumi produttivi è incerta, come sempre per questa stagione, ma ciò che sappiamo è che nel

Guangxi, che da solo contribuisce per il 40% al dato globale, la prima raccolta di bozzolo è stata rimandata per le temperature atmosferiche troppo basse. Il ritardo di un mese nella raccolta comporterà un calo della produzione totale. Fare previsioni sulle altre province è molto difficile: in Jiangsu, Zhejiang, Sichuan, Shandong, Yunnan il raccolto avverrà in giugno, ma la tendenza degli ultimi anni non è incoraggiante.

**Esportazione.** L'incertezza sull'andamento delle esportazioni di seta cinesi dipende da ciò che accade in due Paesi: India e Giappone. L'India, che produceva 14.000 tonnellate di seta per il consumo interno, ha visto ridursi drasticamente questo dato; si parla ora in alcuni studi di una quantità attorno alle 10.000 tonnellate. Molti impianti di filatura hanno chiuso, al punto che l'Associazione dei filatori indiana ha chiesto e ottenuto dal governo la riduzione dei dazi doganali sulle importazioni dal 30 al 5%. È opinione diffusa che la domanda indiana di seta cinese potrebbe aumentare. Tutti conoscono i problemi che hanno coinvolto il Giappone e quindi è ragionevole attendersi che i consumi nel Paese non possano raggiungere i livelli dello scorso anno.

**Prezzo.** In considerazione di quanto su esposto riguardo alle prospettive di produzione ed esportazioni, l'andamento futuro del prezzo della seta greggia appare estremamente incerto. La quotazione è salita fino alla settimana scorsa in un mercato asfittico con un'offerta inesistente. Ora, con l'approssimarsi del nuovo raccolto, il prezzo va leggermente diminuendo, come si vede anche dai dati della Borsa di Jiaying. Ma oggi in Cina, senza più il controllo della China Silk Corporation, è davvero difficile fare una stima dei volumi dei raccolti e da ciò trarre indicazioni sulla possibilità di soddisfare la domanda di seta dei Paesi importatori. Il probabile aumento del peso della domanda dall'India dovrebbe essere bilanciato dal calo della domanda interna cinese a causa dei prezzi elevati che andrebbero in certa misura a deprimere le esportazioni degli articoli di abbigliamento in seta.



## CONSIDERAZIONI FINALI

Da un esame della situazione della sericoltura in Cina appare chiaro che non solo la produzione di bozzolo si trasferirà definitivamente dall'Est all'Ovest del Paese, ma che, a breve termine e con estrema rapidità, anche gli altri anelli della catena si sposteranno nella stessa direzione, a cominciare dagli impianti di filatura; il Guangxi e le altre regioni cinesi ancora a vocazione agricola diverranno il motore dell'industria serica mondiale. Il lento ma continuo apprezzamento dello yuan insieme al rapido e deciso aumento del costo del lavoro in Cina (salito di più del 40% all'anno negli ultimi due anni) e alla crescita del tasso d'interesse applicato dalle banche tolgono ogni speranza ad una possibile inversione di tendenza nell'andamento dei prezzi verso l'alto. Non vedremo mai più i prezzi della seta greggia sotto i 20 USD al kg, come avveniva solo pochi anni fa. Sul lungo periodo anche la Cina andrà in difficoltà a so-

stenere l'attività sericola se non ci sarà uno sviluppo da un sistema di produzione agricolo ad uno industriale. L'industrializzazione della produzione di bozzolo con l'impiego di dieta artificiale per l'allevamento del baco è la strada che potrebbe essere seguita dai tecnici cinesi per il futuro.



Dopo la crisi

# Dal recupero alla crescita

Ragionevole fiducia per l'industria tessile

Il 14 giugno 2011, durante la riunione dell'Osservatorio del Distretto Tessile Comasco, svoltasi a cura del Centro Tessile Serico, è stata tenuta una relazione su "La risposta dell'industria tessile comasca alla recessione mondiale: le performance del 2010", a cura di Cecilia Gilodi dell'Area Centro Studi SMI. Riteniamo utile riportare la parte conclusiva dell'esposizione, rinviando alla ricchissima documentazione di supporto resa disponibile in rete, sul sito [www.textilecomo.com](http://www.textilecomo.com), nella sezione Progetti. Il Distretto comasco sta riguadagnando terreno.

Con la ripartenza del ciclo economico mondiale, il Distretto Tessile di Como ha riguadagnato terreno, guardando al 2011 con "ragionevole fiducia" e "prudente ottimismo".

## Tessitura serica

La tessitura serica (comparto dove l'Italia risulta essere il secondo esportatore mondiale) archivia il 2010 con un recupero del fatturato totale pari al +7,4%. Sotto il profilo temporale, la dinamica del fatturato della tessitura serica, dopo l'inversione di tendenza evidenziatasi nel II trimestre del 2010 (seguita a 8 trimestri in area negativa), si irrobustisce nel corso dell'anno raggiungendo un +14,7% nel IV trimestre. Nel I trimestre 2011 prosegue il trend favorevole, con il fatturato settoriale in crescita del 15,4%; in particolare le vendite estere guadagnano il 18,5% mentre il fatturato italiano evidenzia un +11%.

## Tessile-abbigliamento di Como

L'export di tessile-abbigliamento della provincia di

Como fa registrare un recupero del 13,6% nel 2010, scomponibile in un +11,6% per i prodotti tipicamente tessili (il 70% dei quali è rappresentato dai "tessuti")

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Fatturato</b>	1 446	1 481	1 564	1 485	1 073	1 153
Var. %		2,4	5,5	-5,0	-27,7	7,4
<b>Valore della Produzione</b>	1 367	1 398	1 453	1 368	1 009	1 059
Var. %		2,2	4,0	-5,9	-26,3	5,0
<b>Esportazioni</b>	727	726	771	762	552	624
Var. %		-0,2	6,2	-1,2	-27,6	13,1
<b>Importazioni</b>	288	321	321	329	249	310
Var. %		11,5	0,2	2,3	-24,4	24,7
<b>Saldo commerciale</b>	440	405	449	433	303	314
Var. %		-7,8	10,9	-3,7	-30,0	3,5
<b>Consumo apparente</b>	927	992	1 004	935	706	745
Var. %		7,0	1,2	-6,8	-24,5	5,6
<b>Aziende (no.)</b>	669	644	630	590	567	550
Var. %		-3,8	-2,2	-6,4	-3,9	-3,0
<b>Addetti (migliaia)</b>	16,3	16,2	16,3	16,3	15,3	14,5
Var. %		-0,5	0,4	-0,3	-5,9	-5,2
<b>Addetti medi per azienda (no.)</b>	24,4	25,2	25,9	27,6	27,0	26,4
<b>Indicatori strutturali (%)</b>						
Export/Fatturato	50,3	49,0	49,3	51,3	51,4	54,1
Import/Cons. apparente	31,0	32,3	32,0	35,2	35,2	41,6

Le serie contenute nella presente tabella fanno riferimento ai tessuti di seta e di fibre chimiche; sono pertanto esclusi i prodotti finiti

Fonte: SMI su ISTAT, Movimprese, Indagini Interne

Tab.1: Il Distretto Tessile di Como: la tessitura serica (2005-2010)



e in un +18,4% per l'abbigliamento (cravatte, foulard, etc.). Tutti i principali mercati di sbocco sono tornati a crescere: la Francia, primo mercato, ha evidenziato un +17,3%, la Spagna, secondo mercato, un +13,2%. Stati Uniti e Regno Unito hanno recuperato oltre il 20%.

Altro mercato di crescente importanza risulta essere la Cina: se per il tessile-abbigliamento nazionale risulta essere il 18° mercato di sbocco, per Como è salita al 9° posto; sommata a Hong Kong passa in 4ª posizione superando gli USA.

## Confronto tra i principali distretti tessili

Como, seconda provincia per valore di export nel tessile-abbigliamento, a confronto con gli altri principali distretti tessili italiani ha evidenziato nel 2010 sui mercati esteri un recupero inferiore ai rimbalzi di Prato e Biella, ma più sostenuto rispetto a Bergamo e Lecco. In linea con gli altri distretti, anche Como sta guadagnando terreno nel mercato cinese.

Tab.2: Il Distretto Tessile di Como: export di tessile-abbigliamento per Paese (2010)

Paesi di destinazione	Mil. di Euro	Var. % 2010/09	Quota % su tot
<b>TOTALE</b>	<b>1.225,5</b>	<b>13,6</b>	<b>100,0</b>
<i>di cui:</i>			
<i>I primi 15 clienti</i>			
Francia	186,3	17,3	15,2
Spagna	149,2	13,2	12,2
Germania	142,2	-2,8	11,6
Stati Uniti	77,8	23,8	6,3
Regno Unito	77,7	25,7	6,3
Svizzera	70,9	80,8	5,8
Hong Kong	48,4	33,1	4,0
Turchia	36,3	22,8	3,0
Cina	34,0	41,5	2,8
Giappone	30,7	-9,0	2,5
Austria	26,2	-5,5	2,1
Portogallo	25,1	15,8	2,0
Polonia	24,9	-11,8	2,0
Belgio	24,4	3,8	2,0
Tunisia	23,4	40,4	1,9

Fonte: SMI su ISTAT

# Chi produce in Italia chiede rispetto

**Costituita a Milano un'associazione per la corretta informazione ai consumatori sui prodotti autenticamente italiani**

E. B.

**R**epartoProduzione” è il nome espressivo che si è data l'associazione di imprenditori del Made in Italy, costituitasi a margine dell'assemblea annuale di Tessilivari, il 7 giugno 2011, a Milano. **RepartoProduzione** raggruppa aziende che fabbricano per il 90% i loro prodotti sul suolo italiano.

**A**llargando la formula dei “Contadini del tessile”, associazione con rappresentanza settoriale, **RepartoProduzione** raccoglie aziende industriali che svolgono attività diverse, con lo scopo di rappresentare davanti alle autorità politiche gli interessi di imprenditori e lavoratori che *producono* davvero in Italia. Per i quali il concorrente sleale è chi produce in Cina e poi piazza fraudolentemente sul prodotto l'etichetta Made in Italy, ingannando il consumatore. “Un marchio

con un nome italiano non è sinonimo di Made in Italy né di qualità, è stato uno degli slogan ripetuti durante la discussione. *Basta con le diciture nebulose*”. Il presidente di **RepartoProduzione**, l'imprenditore Roberto Belloli, ha chiarito che l'associazione non nasce in polemica con altre associazioni di industriali. Ha uno scopo specifico, che gli aderenti non ritengono sufficientemente rappresentato fino ad oggi. “I politici

ci pongono una domanda, ha detto Belloli: *che cosa dobbiamo fare per rilanciare l'industria del Made in Italy?* Noi abbiamo la risposta. Non vogliamo aiuti, fondi o privilegi. Noi e i nostri dipendenti chiediamo: tutelate la nostra produzione proibendo etichettature ambigue; obbligate le aziende che importano dal Far-East ad applicare l'etichettatura di provenienza; fate controllare i porti per fermare l'importazione selvaggia di container sdoganati in maniera scorretta; controllate che i prodotti importati abbiano i requisiti per la tutela della salute del consumatore; smantellate i laboratori illegali disseminati lungo la penisola, che producono avvalendosi di uomini e donne extracomunitari ridotti alla schiavitù”.

**E**ra presente alla manifestazione l'on. Reguzzoni, firmatario della legge sul “Made in”, che ha dialogato con gli imprenditori presenti, rispondendo ad alcune domande, in particolare

sulla attesa legislazione europea sull'etichettatura, che tarda a trovare la definitiva approvazione.

**È** seguita una relazione scientifica del professor Marco Fortis, economista, che ha dato fondamenta solide alle rivendicazioni degli imprenditori aderenti a **RepartoProduzione**. Combattere ad armi pari, per l'industria medio-piccola italiana, può dare risultati eccellenti. Auguri di successo alla nuova associazione!



**RepartoProduzione**



Il marchio dell'associazione parla di serietà e caparbia volontà di fare. Il nome è un'affermazione di presenza.



# Seta Oro Incarnadino

Lusso e devozione  
nella Lombardia spagnola: 1535-1706

EMANUELA BERETTA

Già ai tempi della dominazione spagnola Milano era la capitale della moda. Questo è quanto Chiara Buss, Direttore del Dipartimento Arti Applicate dell'ISAL e ideatrice del progetto PSL, "La Produzione Serica in Lombardia dal XV al XX secolo", illustra nello splendido volume "Seta Oro Incarnadino. Lusso e devozione nella Lombardia spagnola".

Milano, grazie alla sua complessa rete finanziaria, era considerata all'epoca "il cuore economico dell'Europa". Gli artigiani, artisti di pregio, contribuirono allo sviluppo di una produzione serica a ciclo completo che forniva materie prime per le vesti e gli arredi alle corti degli Asburgo, di Vienna e di Madrid. Milano in quel tempo era rinomata per i tessuti a telaio: broccati con oro rizzo e soprarizzo, il migliore organzino del ducato, i rasi, i gros moiré (tabini ondati), le telette d'oro. Dei preziosissimi filati di seta i colori più innovativi e maggiormente richiesti erano l'incarnadino, lo zizzolino, il vinato e il celeste che Milano esportava con successo in tutta Europa insieme ai migliori filati d'oro e d'argento. Grazie a questa eccelsa produzione si sviluppa e trova impulso l'arte del ricamo in oro,

spesso ottenuto con l'applicazione di canutiglie (spiralì), arte realizzata esclusivamente dagli uomini, mentre quella in seta policroma era prerogativa delle donne. Altri filati d'oro ritroviamo nei broccati, filati così preziosi che, una volta usurati i tessuti, questi venivano bruciati per recuperare il metallo prezioso. Il ricamo eseguito con sete policrome a punto raso (un punto veramente minuscolo) era talmente fitto e perfetto da sembrare un dipinto su fondo in raso di seta. Quest'ultimo, in rari casi solo milanesi, veniva eseguito senza rovescio, con il disegno prodotto uguale su entrambi i lati del tessuto: capolavori di cui si conoscono solo cinque esemplari nei musei del mondo.

*Seta Oro Incarnadino* è il secondo volume di una ricerca articolata in cinque fasi e il frutto di un progetto ben più ambizioso: "Produzione Serica in Lombardia dal 1400 al 2000 (PSL)", che è iniziato nel 2007 e si concluderà nel 2015 con due percorsi paralleli: la ricerca storico-scientifica e la divulgazione dei suoi risultati.

A fianco copertina del volume  
*Seta Oro Incarnadino*

**Il progetto si articola in cinque fasi:**

**Fase 1:** I tessuti austro-serici nel Ducato di Milano: 1392-1535

**Fase 2:** Ricami e filati metallici nella Milano spagnola: 1535-1706

**Fase 3:** Il ciclo completo della seta nella Lombardia austriaca: 1706-1859

**Fase 4:** La tessitura lombarda all'origine dell'industrializzazione italiana: 1860-1939

**Fase 5:** Produzione tessile comasca e stilismo milanese 1945-1990

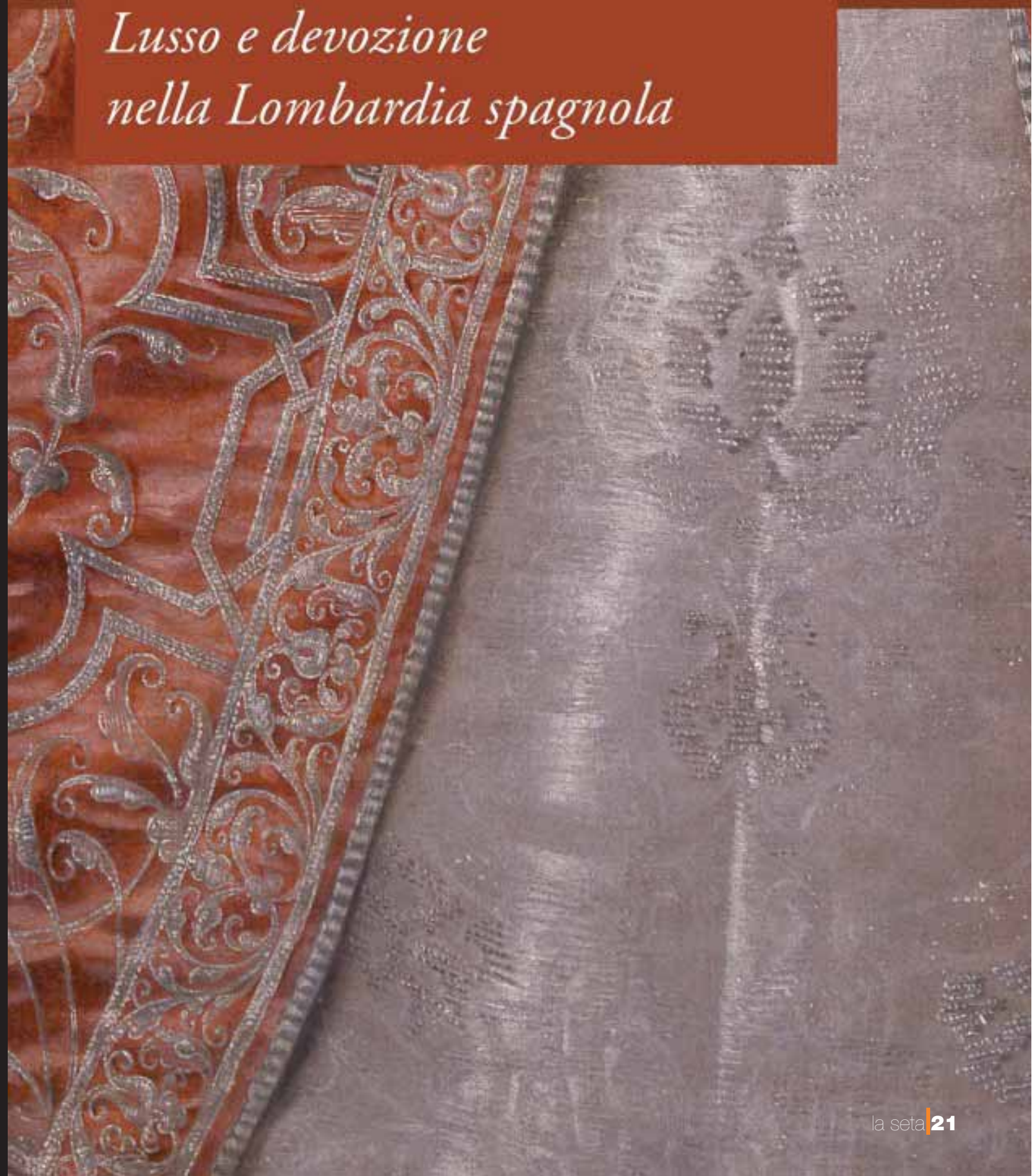
**La ricerca ha le seguenti finalità:**

- individuare i tessili prodotti in Lombardia dal XV secolo sino ad oggi;
- compilare una guida alle caratteristiche stilistiche, tecniche e materiche dei prodotti per rendere possibile il riconoscimento dei tessuti esistenti nelle collezioni tessili;
- redigere una mappa dei tessili lombardi esistenti, ricerca necessaria non solo per i reperti antichi, ma anche per quelli dei secoli XIX e XX;
- creare le basi metodologiche affinché future ricerche possano completare il quadro e tenerlo costantemente aggiornato.

Seta in Lombardia. Sei secoli di produzione e design / 2

## Seta Oro Incarnadino

*Lusso e devozione  
nella Lombardia spagnola*



**La divulgazione ha il fine di:**

- rendere riconoscibili le caratteristiche della qualità artigianale e industriale lombarda, tracciandone il percorso;
- tracciare un legame storico che unisce i periodi esaminati;
- formare nuove figure nell'ambito della tutela dei beni culturali, in quello del design e della produzione tessile sia per quanto concerne la moda che l'arredo.

**La divulgazione si articola attraverso:**

- il catalogo multimediale in rete a consultazione gratuita ([www.setainlombardia.org](http://www.setainlombardia.org)) in italiano e in inglese
- la collana PSL "Seta in Lombardia. Sei secoli di produzione e design"
- le mostre
- i corsi
- Civiche Raccolte del Castello Sforzesco di Milano
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - RCE (già ICN), Amsterdam
- Musée des Tissus et des Arts Décoratifs, Lione
- Istituto di Fisica del Politecnico di Milano
- Stazione Sperimentale per la Seta, Milano
- Veneranda Fabbrica del Duomo, Milano

**I partner istituzionali del progetto sono:**

- Archivio di Stato di Milano
- Centre International des Études des Tissus Anciens (CIETA), Lione

**ANALISI PER L'ARTE**

Alla Stazione Sperimentale per la Seta è stato affidato l'incarico di analizzare un'ottantina di filati provenienti da alcuni manufatti tessili relativi alla seconda fase della ricerca. L'analisi dei campioni è stata effettuata mediante esame allo stereomicroscopio e al microscopio ottico.

I campioni sono stati osservati e fotografati a diversi ingrandimenti per accertare la natura delle fibre e caratterizzare la tipologia del filato. I risultati di queste analisi sono pubblicati nel volume Seta Oro Incarnadino e sono inoltre visionabili sul sito [www.setainlombardia.org](http://www.setainlombardia.org).



In questa pagina, Natività di Maria, paliotto ricamato, particolare. Sacrestia capitolare del Duomo di Milano

Nel box, foto allo stereomicroscopio di un cordocino da ricamo

A fianco Casula, particolare. Sacrestia del Duomo di Milano; ritratto di Silvestro De Mattanza, Milano, Quadreria dell'Ospedale

# Dalla natura al tessuto: viaggio nella tradizione dei coloranti naturali

## C'era una volta il Kermes

DIANORA DELLA TORRE ARRIGONI



### Parassiti infinitamente preziosi

Lo storico romano Flavio Vopisco, riferendosi a un episodio accaduto nel II secolo dopo Cristo, racconta che il governatore persiano inviò all'imperatore Marco Aurelio alcuni tessuti di lana che avevano un color rosso porpora assai più bello e brillante di qualsiasi altro tessuto mai visto prima di allora nell'Impero Romano. Paragonato a quei tessuti il vestiario di porpora indossato dall'imperatore e dalle matrone della corte appariva opaco e sbiadito. Allora tintori esperti furono inviati da Roma in India per cercare ciò che era ritenuto un colore ricavato dalla porpora e conoscerne i metodi di tintura. I tintori però tornarono senza aver trovato la materia ricercata e diedero soltanto vaghe notizie circa una 'porpora' che i Persiani ottenevano da alcuni tipi di pian-

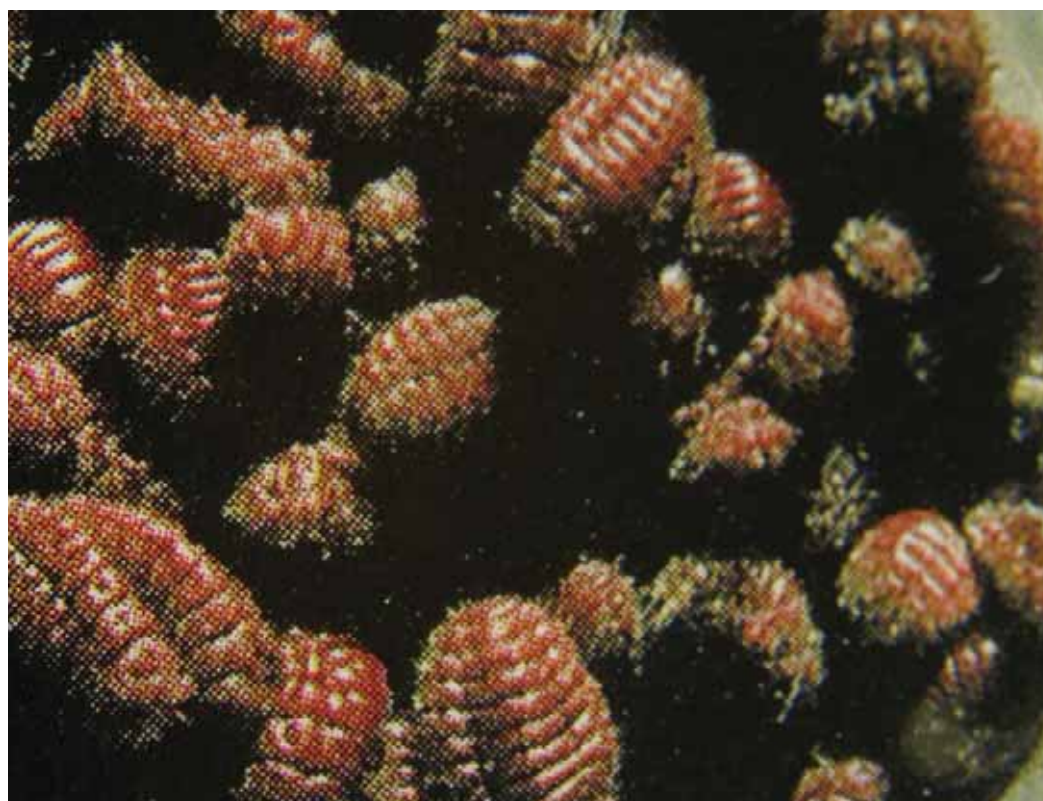


Fig.1: A fianco *Kermes vermilio*

Fig.2: Al centro pagina *Porphyrophora hameli*

te. Questo racconto può sorprendere alquanto se si pensa che a quel tempo è chiaramente attestato l'uso del kermes - in questo caso *Kermes vermilio* - da parte dei tintori romani; d'altra parte è anche vero che i Romani non eccellevano affatto nell'arte tintoria e non dovevano avere buona conoscenza degli effetti degli acidi sul kermes, cosa ben nota invece a Persiani e Indiani. È noto, ad esempio, che i tintori indiani conoscevano già da moltissimo tempo l'effetto di una notevole gamma di mordenti, tra i quali i sali di stagno che usati con il kermes conferiscono al colore una brillantezza e una luminosità eccezionali, quelle qualità che fecero la differenza tra gli abiti di Marco Aurelio e le stoffe persiane.

La qualità migliore del colore di quelle stoffe, oltre che alla maggiore abilità dei tintori persiani, può

indicare varie specie di insetti della superfamiglia *Coccoidea* distribuite in un areale che spazia da regioni della Spagna, della Francia meridionale, del Nord Africa, ad aree del Levante, dell'Europa orientale e del Medio Oriente. La parola 'kermes' viene dalla radice indoeuropea \**krmih* = larva, insetto, e da questa radice derivano a loro volta il persiano *kirmiz* = verme, l'armeno *karmir* = rosso, il turco *kirmizi* = rosso, il francese *cramoisi*, l'inglese *crimson*, i termini italiani *cremexe*, *cremesino*, *chermisi*, *cremisi*.

Nelle aree del Mediterraneo occidentale, ricche di boschi di *Quercus coccifera*, si raccoglieva il *Kermes vermilio* Planchon (Fig. 1), designato col nome di *granum o coccus* - dal Gr. *kokkos* = bacca - fatto che testimonia che nel mondo romano antico lo si credeva di origine vegetale, credenza che per alcuni si è protratta per lunghissimo tempo. A tale fraintendimento hanno contribuito la forma rotonda, la grandezza e l'aspetto simile a una bacca assunte dall'insetto femmina al momento della raccolta, la quale avveniva poco prima della nascita delle nuove larve, quando il corpo delle femmine era ancora pieno di uova.

Come nel caso di molti altri insetti della superfamiglia *Coccoidea*, la femmina del kermes della quercia è priva di ali; il maschio, provvisto di ali, può volare da un ramo all'altro per accoppiarsi con più femmine e muore appena esaurito il compito di procreare. Il corpo della femmina cresce rapidamente e raggiunge la grandezza di un pisello; tra maggio e giugno deposita le uova sui ramoscelli più teneri da forare per le giovani larve e più ricchi di sostanza nutriente. Ogni femmina può depositare fino a 3.000 uova; dopo la deposizione anche le femmine muoiono e del loro corpo resta un guscio vuoto e secco. Una volta raccolte, le femmine venivano uccise con vapori acidi e seccate al sole; occorre dai 50.000 ai 60.000 insetti secchi per ottenere un chilogrammo di materiale colorante. Spesso il kermes si commerciava già polverizzato; il prodotto in polvere tuttavia si prestava ad una maggiore possibilità di frodi in quanto lo si poteva miscelare con polveri d'ogni sorta dello stesso colore. Gli acquirenti più accorti e i commercianti con più vasta conoscenza del prodotto esigevano es-

essere anche imputabile in parte al diverso tipo di kermes usato in area mediorientale e centroasiatica rispetto a quello d'uso più comune presso i Romani. 'Kermes' infatti è il termine generico con il quale si



clusivamente insetti seccati e interi.

Il kermes è un colorante a mordente. Il principio colorante del **Kermes vermilio** è l'acido kermesico presente in una percentuale dal 75 al 100%; sono presenti anche tracce di acido laccaico. L'acido kermesico è solubile in acqua e il colore varia dall'arancio al rosso purpureo a seconda dell'acidità o alcalinità della soluzione e dei sali di mordenzatura usati; la sostanza colorante inoltre ha un odore aromatico che si trasmette alla fibra durante il processo di tintura.

Le specie appartenenti al genere *Porphyrophora* vivono nell'apparato radicale di alcune piante erbacee che crescono in aree dell'Europa centrale e orientale e nelle regioni caucasiche della Persia e dell'Armenia. Le più note in tintura tra le varie specie di *Porphyrophora* sono la *P. hameli* il cui habitat è l'*Aleuropus litoralis* o *Dactylis litoralis*, un'erba selvatica dell'area caucasica, e la *P. polonica*, nota anche come *Margarodes polonicus*, la cui pianta nutrice è lo *Scleranthus perennis*, un'erba presente nelle aree sabbiose della Prussia, Sassonia, Polonia, Lituania e Ucraina. La raccolta della *Porphyrophora polonica* era estremamente laboriosa perché occorreva scavare fino alle radici delle piante, raccogliere gli insetti e risistemare la pianta nel terreno; un abile raccoglitore riusciva a raccogliere fino a 50-100 grammi di insetti in un giorno. La *Porphyrophora hameli* (Fig. 2) veniva invece raccolta quando, nella seconda metà di settembre, emergeva in superficie nelle prime ore del mattino aspettando immobile l'arrivo dei maschi per accoppiarsi; questa strategia permetteva di raccogliere gli insetti senza dover togliere la pianta e il suo apparato radicale dal terreno e doverla poi ripiantare.

Nella *P. polonica* sono presenti un 80% di acido carminico e un 20% di acido kermesico; nella *P. hameli* è presente acido carminico e una piccolissima percentuale di acido kermesico (tra l'1 e il 2%). L'usanza, anche se proibita, di mescolare diversi tipi di kermes rende spesso difficile l'esatta individuazione dei coloranti nei tessuti antichi; le difficoltà di analisi si pre-

sentano in particolare per quei tessuti di manifattura posteriore all'ingresso in Europa della cocciniglia americana (*Dactylopius coccus* Costa), che contiene oltre a un 94-98% di acido carminico e tracce di acido kermesico, cosa che ne rende particolarmente difficile la distinzione dalla *P. hameli*.

### Dai popoli delle steppe asiatiche agli scarlatti veneziani

L'uso e il commercio delle due specie di *Porphyrophora* nelle aree di riproduzione e in quelle limitrofe è antichissimo. Nella regione dell'Altai, nella Siberia meridionale, la valle del Pazyryk è divenuta famosa per il rinvenimento di tumuli funerari nei quali il ghiaccio aveva conservato una moltitudine di oggetti preziosi e tessuti che in altre condizioni climatiche si sarebbero inevitabilmente degradati sino a decomporsi. Tra questi tessili vi era il cosiddetto 'tappeto di Pazyryk' (Fig. 3), oggi conservato nel Museo Hermitage di San Pietroburgo. Questo splendido tappeto annodato, databile al V-IV secolo a.C., è considerato un lavoro di alto livello artistico prodotto dai tessitori delle tribù locali e si ritiene che tale manufatto sia il frutto di una già lunga esperienza nell'arte della tessitura come in quella della tintura. Le analisi hanno rivelato che il colorante rosso usato per i fili del fondo proviene dal kermes polacco - *Porphyrophora polonica* - fatto che ne sposta l'uso assai più indietro di quanto si credesse.

Nuove recenti ricerche sui coloranti impiegati, condotte dal prof. Harald Böhmer e dal dr. Recep Karadag su frammenti tessili trovati a Palmira, Siria, e che si trovano ora nei musei di Palmira e Damasco, hanno confermato un vasto uso di diverse specie di insetti in tali tessuti. Duemila anni fa Palmira era una ricca e prosperosa città oasi nel deserto siriano; la sua posizione strategica, tra l'Impero Romano e la Persia, al capolinea occidentale della Via della Seta, permetteva ai suoi mercanti di controllare parte del traffico commerciale che si svolgeva sulla grande carovaniere fino a Merv in Asia Centrale. I mercanti di Palmira controllavano anche gli scambi con l'India che si svolgevano su strada attraverso la Mesopotamia e per mare attraverso il Golfo Persico. Per secoli la politica

Fig.3: Tappeto di Pazyryk, lana, cm 180 x 200, V-IV sec. a.C., San Pietroburgo, Museo Hermitage

su due fronti, a ovest dai Romani e a est dai Parti, e di rifornire le classi agiate di entrambi con materiali di lusso, compresi pregiati tessuti purpurei. Palmira funzionava anche come una specie di porto franco tra il regno dei Parti e l'Impero Romano. Il I e il II secolo dopo Cristo furono il periodo migliore per la città; i mercanti si arricchirono, i clan costruirono grandi torri funerarie uniche nel mondo antico, torri alte fino a 15 metri che potevano ospitare fino a 400 corpi. Le grandi pietre che chiudevano ogni cella erano scolpite con scene che richiamavano la vita del defunto; le sculture rimaste mostrano importanti membri del clan dei mercanti mentre banchettano sdraiati in divani con indosso caftani e pantaloni decorati secondo lo stile iraniano o tuniche di stile romano. Nel 273 d.C. i Romani distrussero Palmira pensando di ottenere in tal modo un miglior controllo dei traffici commerciali lungo la Via della Seta.

Le fibre identificate nei reperti tessili di Palmira sono in maggior parte seta e lana; le fibre seriche includono seta di gelso e seta selvatica. Le analisi dei coloranti hanno mostrato l'uso di differenti insetti per la maggior parte dei toni rossi, ad eccezione del kermes polacco (*Porphyrophora polonica* L.). L'acido laccaico, il maggior componente della *Kerria lacca* Kerr, è stato identificato in molti frammenti. Dal momento che la Lacca si trova solo in India e in regioni del sud-est asiatico, la presenza di acido laccaico nei tessuti di Palmira dimostra che nei primi due secoli dopo Cristo vi era un intenso commercio tra l'India e Palmira. Il *Kermes vermilio* Planchon è stato identificato sia da solo che in combinazione con indaco: l'espeditore tintorio al quale si ricorreva spesso per imitare il colore della più costosa porpora. La *Porphyrophora hameli* Brandt, citata anche come Ararat kermes, è stata identificata in molti frammenti di lana e seta tinti in rosso (Böhmer, Karadag).

Bisanzio è nota per gli splendori della sua corte e per la produzione di preziosissimi tessuti serici. Nelle tintorie imperiali si faceva uso di porpora esclusivamente per le vesti dell'imperatore e per commissioni o doni per la Chiesa; tuttavia, nel corso del tempo, la crescente difficoltà di reperire grandi quantitativi di Murici, avviati ad una inesorabile estinzione dalla

raccolta indiscriminata che si era protratta per secoli, fece sì che si ricorresse non di rado alla tintura con altre sostanze coloranti, peraltro già abilmente usate dai Fenici stessi, per ottenere perfette tonalità di porpora. Dopo un primo bagno nell'indaco si procedeva a successive tinture con il kermes o la robbia; l'uso sapiente dei mordenti permetteva di ottenere delle imitazioni, pressoché irriconoscibili come tali, tingendo anche con il solo oricello, con l'anchusa, oppure mescolando l'oricello a un quantitativo minimo di porpora.



Anche nell'atelier imperiale quindi si risparmiava sulla costosissima porpora grazie all'abilità dei tintori e alla pratica di tingere trame o parte dei fili con altri coloranti combinati insieme; in tal modo il colore del tessuto risultava comunque di grande bellezza e non era distinguibile, nell'immediato, il trucco sottostante. Solo nel lungo tempo i coloranti meno stabili si sarebbero inesorabilmente sbiaditi soprattutto se esposti all'azione della luce. Un esempio assai interessante è riportato dalla grande esperta in materia Judith Hofenk de Graaf, che ci svela i 'retroscena' di un falso porpora clamoroso. Ai preziosi manufatti realizzati nei laboratori imperiali di Bisanzio e destinati

alle grandi autorità della Chiesa appartiene la casula di Sant'Alboino risalente alla fine del X o agli inizi dell'XI secolo e conservata nel museo diocesano di Brixen. Per secoli si è pensato che il colore rosso porpora del fondo in seta, sul quale sono ricamate teorie di aquile con becco, artigli e occhi gialli, fosse stato tinto esclusivamente con porpora di murici. Recenti analisi su microcampioni di fibra da diverse parti del manufatto hanno rivelato la presenza di molteplici sostanze tintorie utilizzate per tingere i fili di trama

e ordito e dare all'insieme una perfetta apparenza di sola porpora genuina; nelle parti rosse dei fili sono stati identificati alizarina, purpurina, acido carminico e acido kermesico, che indicano la presenza di robbia e kermes polacco; altri fili rivelano la presenza di porpora di murice. I fili rossi quindi devono essere stati tinti combinando tre diversi coloranti. In altri fili ancora è stata identificata la presenza di luteolina, galla, oricello, indaco. La trama del tessuto principale è stata tinta con legno brasiliano, oricello e galle. La parte figurata del tessuto rivela un più ricco assortimento di coloranti; il filo rosso scuro deve il suo colore a una miscela di robbia, kermes polacco e porpora di mu-

rice; nei fili interni è stata usata una combinazione di reseda, indaco e oricello. Dunque solo una piccola dose della costosa porpora di murice è presente in questo manufatto considerato comunque un importante esempio dell'arte tessile bizantina.

Dopo la conquista di Costantinopoli da parte dei Turchi nel 1453 la produzione della porpora cessa definitivamente e anche dello splendore delle sete bizantine sembra non essere rimasta alcuna testimonianza materiale. È grazie ai tessuti inviati in Occidente e colà rinvenuti che possiamo oggi avere una testimonianza visiva della tipologia della produzione serica a Bisanzio.

Nelle vesti di rappresentanza della Chiesa il kermes si sostituisce ufficialmente alla porpora nel 1467, quando un decreto del papa Paolo II stabilisce che da quel momento in avanti l'abito cardinalizio sarebbe stato tinto in scarlatto; da allora in poi il rosso di kermes viene spesso citato come 'porpora cardinalizia'. L'uso del kermes in Occidente, se ci riferiamo al *Kermes vermilio*, è comunque assai più remoto rispetto a quella data. Come già citato, ne facevano uso i Romani, che ne pretendevano anche un tributo dalla colonia spagnola; ne facevano uso gli Arabi nei loro atelier nella Spagna del sud e in Sicilia e continuarono a farne uso le maestranze arabe al servizio dei Normanni, che avevano conquistato l'isola nella seconda metà dell'XI secolo. Nell'atelier imperiale di Palermo vennero creati capolavori storici dell'arte serica; tra questi il famoso 'mantello di Ruggero', oggi conservato a Vienna nel Kunsthistorisches Museum, il cui fondo è tinto con *Kermes vermilio* (Fig. 4).

Come nota il Molà, l'areale di commercio delle specie *Porphyrophora* dovette essere legato per lungo tempo alle aree che costituivano il loro habitat naturale e a quelle limitrofe. Mentre la 'grana', termine con il quale era designato il *Kermes vermilio*, nel XIII e XIV secolo è senza rivali negli statuti dei centri tessili italiani e ha un posto importante ne *La pratica della mercatura* del Pegolotti, il kermes, inteso in questo caso come *Porphyrophora* spp., non è quasi mai menzionato

Fig.4: Mantello per l'incoronazione di Ruggero II di Sicilia, XII sec., Vienna, Kunsthistorisches Museum

nelle testimonianze d'archivio prima del tardo Trecento. Nel 1393, ad esempio, un tintore di grana lucchese che lavorava a Venezia, desideroso di apprendere la tecnica segreta di come tingere con il kermes, all'epoca quasi sconosciuto in Italia, si imbarcò per un lungo viaggio facendo tappa prima a Costantinopoli, poi a Caffà sul Mar Nero e infine in Persia, da dove tornò con parecchie migliaia di libbre del prezioso colorante.

Nella prima decade del Quattrocento, quando il kermes era già d'uso comune, i mercanti veneziani ne acquistavano grandi quantità nei mercati del Levante o nella stessa Venezia dai mercanti tedeschi e polacchi che risiedevano nel Fondaco dei Tedeschi. Il kermes guadagnò la supremazia presso i tintori di sete; ai produttori e mercanti di sete far tingere con il kermes

costava il doppio della tintura con la grana in quanto i tintori dovevano prima ammorbidire il materiale in un bagno lasciandovelo per parecchi giorni, poi filtrarlo e macinarlo finché prendeva una consistenza pastosa, infine occorrevano due o tre immersioni affinché le matasse di seta assumessero il colore desiderato. La grana, invece, una volta polverizzata, era subito pronta per l'uso e si fissava alla seta con un solo bagno la cui preparazione richiedeva una quantità as-

sai minore di materiale colorante rispetto al bagno di tintura del kermes. In aggiunta a queste differenze nel costo complessivo, i due coloranti differivano molto tra loro sia nella resa del colore sulla seta - la grana tendeva al rosso arancio, il kermes al porpora - sia per le diverse modalità che richiedevano nel processo di



tintura. Sorgono così all'interno delle corporazioni dei tintori delle branche specializzate distinte dall'abilità di tingere o con la grana o con il kermes. Non tardarono comunque a sorgere all'interno dell'Arte dei Tintori di Venezia gruppi specializzati in grado di tingere con eguale abilità sia con la grana che con il kermes. Il colore delle sete tinte con i vari tipi di kermes avevano maggiore brillantezza e resistenza all'usura di quelle tinte con sostanze vegetali, quali robbia e legno brasiliano, ma il costo era nettamente supe-

riore. Non era d'altra parte difficile ottenere le tonalità più richieste operando una miscela delle diverse sostanze che fornivano i toni rossi. Tra le tonalità più alla moda nella Venezia rinascimentale c'era il 'paonazzo', un rosso porpora tendente al viola che si preparava tingendo la seta dapprima in rosso e poi dandole il 'vagello', un bagno preparato con indaco, robbia, allume di feccia e crusca. Le gradazioni di paonazzo erano purtroppo assai facili da imitare e le

contraffazioni nella Venezia del tardo Trecento dilagavano. Per frenare la sofisticazione e l'imbroglio a carico dei compratori il Senato intraprese una serie di iniziative di vario tipo per controllare la qualità della tintura delle sete pregiate e garantire i clienti con uno speciale marchio di qualità. A partire dall'inizio della seconda metà del Quattrocento si ha notizia di alcuni processi contro tintori e setaioli che di comune accordo avevano ottenuto una gran quantità di seta color paonazzo usando legno brasiliano con l'aggiunta di un'assai scarsa quantità di kermes. La legge stabiliva che le sostanze con le quali si ottenevano le basi di rosso (kermes, grana, lacca e legno brasiliano) per le sete di maggior pregio dovevano essere usate pure, in alcun modo miscelate con altre, e che le sete prima di essere messe in vendita dovevano passare al controllo dei *Sazadori* dell'Ufficio della Seta. Le cimose dei tessuti destinati all'esposizione per la vendita dovevano avere un filo dorato al centro ed essere verdi se erano state tinte con kermes, bianco se tinte con grana, giallo se tinte con lacca e blu scuro se tinte con legno brasiliano. Inoltre, per scoraggiare le frodi, ogni imprenditore era obbligato a porre nella cimosa il proprio marchio di fabbrica previamente registrato all'ufficio dei Consoli dei Mercanti. Quando veniva scoperta una frode il nome del responsabile era esposto a Rialto e registrato con marchio d'infamia nel registro dei Consoli (Molà).

#### A milioni sulle galee veneziane

Per la conoscenza dell'espansione del consumo e del commercio di kermes proveniente dai mercati orientali prima della presa di Costantinopoli da parte dei Turchi Ottomani è di fondamentale importanza il libro dei conti di un mercante veneziano, Giacomo Badoer, che traffica in schiavi e commercia con il Levante acquistando soprattutto alcune delle più pregiate sostanze per l'arte tintoria - indaco, lacca, allume - e si rivela uno dei re incontestati del commercio di kermes.

Badoer si imbarca a Venezia e arriva a Costantinopoli il 2 settembre 1436 facendo ritorno il 26 febbraio 1440; porta con sé drappi serici italiani che smercia

per tutto il mediterraneo orientale. Al suo arrivo la stagione di raccolta degli insetti è già terminata ma, grazie all'appoggio di un drappiere che opera sul posto e che ha i giusti contatti con i rifornitori di kermes, può scambiare i drappi consegnatigli da due compagnie veneziane con una consegna di *cremexe roresco* per l'anno seguente. A novembre del 1437, tre giorni dopo aver ricevuto due consegne di insetti per un totale di 595 libbre sottili veneziane pari a 179,179 kg, Badoer può imbarcare la preziosa merce sulla galea di Alvise Contarini di rotta a Venezia; il valore di questo primo carico è pari a quello di 1.788,4 g d'oro. Il kermes di cui si parla nel libro dei conti è il 'kermes polacco', *Porphyrophora polonica*, che viene raccolto ogni anno nel mese di giugno nelle aree che si estendono dalla Polonia alla Russia e all'Ucraina (Fig. 5). Per valutare il numero di insetti femmine che fu necessario raccogliere per gli acquisti fatti dal Badoer, la Cardon ha calcolato che il numero di femmine di *Porphyrophora hameli* presenti in 1 g di insetti seccati è in media di ca. 40; considerando che la *Porphyrophora polonica* è di dimensioni inferiori, il totale di *cremexe roresco* imbarcato sulla galea del Contarini nel novembre del 1437 ammonta a più di 7.166.800 femmine secche.

Ma nel frattempo Badoer si è organizzato per aumentare i suoi acquisti di kermes e si rivolge direttamente ai mercanti provenienti dai luoghi di raccolta. Acquista così 181 libbre e 6 oncie (56,831 kg) di *cremexe roresco*, in parte pagato in contanti in parte barattato; il lotto equivale a un minimo di 2.185.260 insetti per un valore di 384,4 g d'oro. In agosto ordina sul luogo di raccolta una partita di *cremexe de vini*; il prezzo è alquanto inferiore a quello del kermes polacco. Si tratta certamente di *Porphyrophora hameli* dell'annata precedente dal momento che questa specie si raccoglie nella seconda metà di settembre quando le femmine, per accoppiarsi, salgono in superficie per poche ore

Fig.5: Velluto operato, metà XV sec., Riggisberg (CH), Abegg Stiftung Museum. Ordito di fondo e di pelo: cocciniglia polacca, dopo trattamento con tannini. Trama di fondo: legni rossi + reseda



al giorno. Il lotto in questione è di 400 libbre sottili veneziane pari a 120,400 kg, un totale di 4.816.000 insetti. Sulla stessa nave vengono imbarcate anche 8 'teste', ovvero un gruppo di otto schiavi, 6 giovani circasse e 2 ragazzi di 14 anni; il prezzo stimato per ciascuno è di 107,38 g d'oro. La Cardon calcola che, sulla base di un peso medio di 55 kg a persona, si ottiene un valore di 1,95 g d'oro per kilo sul luogo di fornitura, quindi un prezzo assai inferiore a quello del cremexe de vini acquistato sul luogo di produzione! L'ultimo acquisto consiste in 88 libbre di cremexe vendutegli da Saach l'Armeno; il prezzo inferiore a quello del 'rosesco' e il nome del mercante fanno pensare a un lotto di kermes armeno (*Porphyrophora hameli*). Nel corso dell'anno 1437 Badoer riesce quindi a spedire a Venezia un totale di 380,764 kg di kermes che corrispondono a 15.230.560 insetti per un valore pari a 2,832 kg d'oro (Fig. 6).

Incoraggiato dal promettente inizio, Badoer prosegue i suoi acquisti l'anno seguente. Trova i giusti contatti per prenotare i raccolti freschi; da tre diversi mercanti acquista un quantitativo di ben 559,960 kg di cremexe roseno e, ancora da Saach l'Armeno, 70,634 kg di kermes, probabilmente armeno. Quattro barili contenenti gli insetti vengono spediti, due per volta, su due galee dirette a Venezia nell'ottobre 1438. Prima della fine dell'anno si procura ancora 4 sacchi di due diverse specie di kermes barattandoli con drappi di seta e velluti. Due sacchi contengono 170,591 kg di cremexe savaxi, una terminologia che non trova riscontro in altri documenti di epoca medievale; la Cardon, confrontando la terminologia Cremesino Schiavo o Raguseo minuto presente nel testo del veneziano Giovanventura Rosetti, di un secolo più tardo, si sente tentata a ipotizzare l'esistenza di una nicchia ecologica di *Porphyrophora polonica* o di una specie molto vicina in una regione paludosa lungo il corso della Sava a ovest di Belgrado. Gli insetti raccolti in quell'area potevano essere facilmente convogliati per via fluviale a Ragusa. In favore di questa ipotesi gioca il loro prezzo assai

elevato, che trova spiegazione nelle pagine del *Plichto*, un celebre manuale di tintura del veneziano Giovanventura Rosetti pubblicato nel 1548, nelle quali si spiega che se si tinge in cremisi con il kermes polacco, indicato come *cremesino minuto*, o come cremesino Schiavo o Raguseo, ne occorre una quantità minore (da 6 a 9 libbre per libbra di seta) di quella che serve se si utilizza il kermes armeno, indicato come *cremesino grosso de Levante*, del quale ne occorre da 12 a 14 libbre per libbra di seta. Se si accetta questa ipotesi, i due sacchi di cremexe savaxi contengono almeno 6.823.670 di insetti. Gli altri due sacchi contengono 159,530 kg di cremexe de vini. Verso fine anno il Badoer baratta drappi serici per 122 kg di cremexe roseno; un piccolo sacco da 16 libbre, consegnatogli in aprile del 1429, conclude gli acquisti di kermes, che nella seconda stagione ammontano a 938,290 kg per un valore pari a 6,81 kg d'oro e un minimo di 37.531.600 insetti.

Nel corso del suo soggiorno Badoer ha spedito in tutto a Venezia 1 tonnellata e 324 kg di cremexe, più di 52.962.800 insetti, per un valore di 9,686 kg d'oro, che sarebbero stati prelevati dalle riserve veneziane se Badoer non avesse portato a termine la maggior parte degli acquisti tramite baratto. Nonostante le cifre riportate sopra appaiano in sé assai rilevanti, esse non sono affatto tali se si considera la quantità di colorante necessaria per tingere una libbra di seta, come ci viene confermato dalle dosi riportate in due fondamentali documenti. Nel 'Manuale di tintoria del Quattrocento' per tingere la seta in cremisi si raccomanda di usare 6 libbre di kermes polacco o 12 di quello armeno per ogni libbra di seta. Nel già menzionato *Plichto* la dose è addirittura da 6 a 9 libbre di kermes polacco e da 12 a 14 per quello armeno. Secondo tali indicazioni i 946, 943 kg di kermes polacco racimolati da Badoer in due anni avrebbero potuto tingere in cremisi un massimo di 189,388 kg di seta; in più, con i 377,094 kg di kermes armeno si sarebbero tinti tra i 26,935 e i 37,709 kg di seta (Cardon).

La tintura con la grana, o *Kermes vermilio*, è perdurata in Spagna (Fig. 7) per vari secoli anche dopo la scoperta della cocciniglia messicana, della quale la stessa Spagna detenne a lungo il monopolio. Questo prolungato uso della grana riscontrato su tessuti del Settecento si spiega con la grande abbondanza, all'epoca,

Fig.6: Velluto broccato con oro filato, XV sec., Milano, Civiche Raccolte di Arte Applicata del Castello Sforzesco.

Ordito di pelo: kermes, dopo trattamento con tannini.

Ordito di fondo e trama di fondo: legni rossi e fustetto giovane.

di boschi di *Quercus coccifera*, in particolare nell'area valenciana, e con una conseguente abbondanza di *Kermes vermilio*. Le preziose femmine piene di larve venivano raccolte per la tintura delle sete prodotte a Valencia e molto apprezzate e richieste per quella particolare tonalità di rosso tendente al porpora. Nel tardo Set-

tecento il *Kermes vermilio* che ancora si raccoglieva in Francia, in particolare in Provenza e Linguadoca, veniva acquistato unicamente dai tintori valenciani e dai tintori dei famosi 'scarlatti' di Venezia: nel celebre manuale *'L'art du teinturier en soie'* di P.J. Macquer, pubblicato in Francia nel 1756 e tradotto quasi interamente da Talier nel 1793, l'unica ricetta presente a base di kermes - *Kermes vermilio* - è quella secondo l'uso veneziano (Fig. 8).

Oggi reperire anche un esiguo numero di insetti del genere *Porphyrophora* è incredibilmente difficile e la ricerca e l'eventuale raccolta sono mirate unicamente a procurare materiale di analisi e confronto per i laboratori che ne studiano la biologia e la chimica o ne ricercano la presenza sui tessuti. Quando Dominique Cardon cercò di reperirne un quantitativo minimo per calcolare il numero di insetti presenti in un grammo di kermes polacco non le fu possibile trovarne neppure un solo esemplare. In compenso, nel

1989, durante un soggiorno di studio presso l'Istituto di ricerca sulla *Porphyrophora hameli* di Erevan in Armenia, riuscì a trovare un quantitativo sufficiente di kermes armeno, circa un chilo di insetti freschi.

Il *Kermes vermilio* è ancora presente nei boschi di querce del levante spagnolo e della Turchia, ma anche

in questo caso la sua raccolta viene effettuata solo per campionature a scopo di studio. I tempi e i costi dell'economia dell'Occidente odierno concedono solo alla cocciniglia americana, che può essere allevata e controllata, di essere presente sul mercato. Inoltre l'habitat di grana e kermes è stato in gran parte distrutto o è mutato e con esso sono scomparse anche quelle notevoli competenze sulla biologia di questi insetti un tempo possedute da chi ne eseguiva la raccolta. Eppure, in passato, c'è stato un ambiente dove ogni anno kermes e grana

pullulavano a decine di milioni nel terreno o sugli alberi; un mondo quasi primordiale, ben difficile, oggi, da immaginare.



Fig.7: Lampasso spagnolo, metà XV sec., Riggisberg (CH), Abegg Stiftung Museum. Colorante principale: kermes

### Nella tavolozza dell'artista

Alcune delle sostanze coloranti più pregiate sono state usate anche nelle belle arti sin dall'antichità; così, i pittori del Rinascimento scoprono appieno il grande potenziale del kermes, che diventa il colorante per le lacche rosse più pregiate.

*"Occorre ricordare che Venezia non era solo il più grande e importante emporio di materie prime importate. Già a partire dalla fine del XV secolo infatti Venezia raffinava e produceva una vasta gamma di pigmenti e sostanze ausiliarie della miglior qualità, ... in particolare le lacche, sottoprodotto dell'industria tintoria: kermes, grana, robbia, legno brasiliano erano le materie prime per preparare le bellissime lacche rosse e paonazze di manti e vesti nei dipinti del Veronese, Tiziano e Tintoretto. Le lacche erano messe in commercio in palline di varie dimensioni, mentre gli altri pigmenti erano venduti in pani in polvere, conservati in vasetti con l'interno in ceramica invetriata."* (Lazzarini)

Venezia era fuor di dubbio il centro europeo più importante per procurarsi ogni tipo di pigmenti fini della miglior qualità e molti artisti vi si recavano appositamente per procurarsi pigmenti altrimenti irrimediabili in altri centri, come ad esempio le lacche rosse la cui fabbricazione nel corso del '400 e fino agli inizi del secolo seguente era ancora una novità e Venezia ne aveva praticamente l'esclusiva.

I pittori veneziani fecero anche largo uso di una vasta gamma di sostanze tintorie; esse sono purtroppo facilmente deperibili nel tempo. Già il Cennini metteva in guardia dall'usarle proprio per la loro scarsa stabilità all'aria e alla luce, ma il risultato a breve era eccellente e la fiorente industria tintoria veneziana poteva offrirne d'ogni tipo. Nonostante siano difficili da individuare nelle analisi di laboratorio, è certa tuttavia la loro presenza nei dipinti dei più noti artisti del tempo. Per quanto concerne le lacche, ottenute facendo precipitare in allume le sostanze coloranti, quando non erano miscelate ad altri pigmenti esse venivano stese in velo sottile per modificare un colore. Così la lacca gialla, tanto usata ad esempio da Giovanni Bellini, era stesa sull'azzurrite per ottenere un tono di verde. Con

un sottile film di lacca rossa, generalmente lacca di kermes, si otteneva invece un tono di viola. La velatura si comporta come una specie di filtro colorato: un velo di lacca rossa steso su un fondo blu lo trasforma in un ricco porpora.

### 'Alkermes': dall'antica farmacopea alla zuppa inglese

Tra i più importanti componenti nei cordiali della farmacopea medievale c'era l'*al-kermes*, che significa 'lo scarlatto'. Il suo nome deriva proprio dall'insetto, che ne era l'ingrediente fondamentale. Pare sia stato inventato da Mesue, alchimista originario di Baghdad, all'inizio del IX secolo. Non conosciamo la sua formula antica, ma possiamo supporre che il suo uso come medicinale fosse probabilmente dovuto al valore simbolico del suo succo color sangue. Una rielaborazione più tarda della ricetta venne fatta a Firenze dalle monache di Santa Maria Novella. Le monache preparavano un cordiale a base di kermes con l'aggiunta di erbe aromatiche e altri ingredienti - chiodi di garofano, cannella, noce moscata, vaniglia - tutte spezie che si riteneva possedessero un forte potere curativo. Il tutto veniva immerso in alcool con aggiunta di zucchero e fiori di gelsomino. Si dice che fosse il liquore preferito dalla famiglia Medici e venisse considerato una specie di elisir di lunga vita. A quel tempo il liquore era usato anche per insaporire svariati dolci. La ricetta originale fu tenuta segreta per alcuni secoli; la più antica che conosciamo è presente in un ricettario senese del 1745; questa ricetta contempla anche l'uso di coriandolo e, naturalmente, sostituisce il kermes con la cocciniglia americana. Inoltre, nel XVIII secolo il succo rosso derivato dagli insetti aveva l'unico scopo di dare un bel colore rosso vivido al liquore: l'era della cocciniglia e della lacca come coloranti alimentari naturali era già iniziata.

Il liquore chiamato alchermes che troviamo oggi in commercio, anche se di ottimo sapore, ricorda solo assai pallidamente quello fatto in casa. Per chi vuole provare l'antico sapore, eccone la ricetta a



Fig.8: Caftano, velluto operato, fine XV sec., Bucarest, Museo Nazionale d'Arte. Ordito di pelo: kermes + cocciniglia polacca (o armena), dopo trattamento con tannini. Trama di fondo: legni rossi

basso contenuto alcolico:



Polverizzare gli ingredienti nel mixer e metterli in un contenitore che si chiuda ermeticamente. Aggiungere 2 litri di alcool al 40% e lasciare in infusione per 15 giorni; shakerare delicatamente due volte al giorno. Preparare uno sciroppo sciogliendo mezzo chilo di zucchero in un litro d'acqua a bollire, lasciarlo raffreddare e quindi unirvi mezzo litro d'acqua di rose appena preparata. Bollire in mezzo bicchiere d'acqua i 10 grammi di cocciniglia, aggiungere un pizzico di allume per un colore più brillante e lasciar bollire pochi minuti. Lasciar raffreddare e aggiungere al liquore attraverso un colino. Mescolare accuratamente e passare il tutto al colino versandolo in altro recipiente. Il vostro alchermes è ora pronto per essere imbottigliato.

#### Nota sulla terminologia

Alcuni autori si valgono di una terminologia diversa da quella usata in questo articolo. Il termine generico 'kermes' viene usato per indicare esclusivamente il *Kermes vermilio*. Le due specie di *Porphyrophora* vengono indicate come 'cocciniglia polacca' e 'cocciniglia

armena'. Il termine 'cocciniglia', usato per l'insetto di origine messicana, a questo punto troppo generico, è sostituito da 'cocciniglia americana'.

#### Bibliografia

1. H. Böhmer, R. Karadag, *DHA (Dyes in History and Archaeology)*, No. 19
2. D. Cardon, *Du "verme cremexe" au "veluto chremesino": une filière vénitienne du cramoisi au XV<sup>e</sup> siècle, Dal baco al drappo*, Marsilio, 2000
3. S.M. Edelstein, H.C. Borghetty, *The "Plichto" of Giovan Ventura Rosetti*, London and Cambridge (Mass.), 1969
4. J. Hofenk de Graaf, *The Colourful Past*, Archetype Publications, 2004
5. L. Lazzarini, *Il colore nei pittori veneziani tra il 1480 e il 1580*, *Bollettino d'Arte, Supplemento n. 5, Studi Veneziani - Ricerche di Archivio e di Laboratorio*, 135-144, 1983
6. L. Molà, *The Silk Industry in Renaissance Venice*, The Johns Hopkins University Press, 2000
7. G. Reborà, *Un manuale di tintoria del Quattrocento*, A. Giuffrè Editore, 1970
8. G. Sandberg, *The Red Dyes: Cochineal, Madder, and Murex Purple*, Larks Books, 1997

# Depurazione di acque reflue colorate con biomasse fungine inattivate

VALERIA TIGINI, VALERIA PRIGIONE, ANTONELLA ANASTASI, GIOVANNA C. VARESE - Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Torino  
GIULIANO FREDDI, ILARIA DONELLI - Stazione Sperimentale per la Seta, Milano  
PIETRO GIANANTI, ANTONELLA MANGIAVILLANO - Laboratorio di Ecotossicologia e Mutagenesi, Dipartimento di Torino, ARPA Piemonte

## Abstract

In questo lavoro vengono illustrati gli effetti, indotti da pre-trattamenti, sulla composizione della biomassa di *Cunninghamella elegans* e sulla resa di bioassorbimento di reflui di tintura simulati.

Le biomasse fungine inattivate sono state sottoposte a pre-trattamenti fisici, quali essiccamento e liofilizzazione, e a pre-trattamenti chimici usando acidi e alcali. L'efficacia del bioassorbimento è stata valutata in termini di variazione del colore del refluo, del COD e della tossicità. La liofilizzazione della biomassa accelera il processo di bioassorbimento, mentre il pre-trattamento chimico cambia l'affinità della biomassa nei confronti dei diversi coloranti. Il pre-trattamento alcalino della biomassa favorisce una riduzione maggiore del COD in bagni di tintura alcalini. Analogamente, il pre-trattamento acido induce un decremento del COD in bagni acidi. Inoltre, si è registrata una significativa riduzione della tossicità.

## 1. Introduzione

L'industria tessile genera ingenti quantità di reflui colorati, tra i più difficili da trattare a causa della presenza di grandi quantità di solidi sospesi e di sostanze difficilmente biodegradabili. Purtroppo, non sempre le tecniche impiegate nei trattamenti convenzionali sono efficaci nei confronti di questi reflui. Per tale motivo, in questo settore industriale si rendono sempre più necessari trattamenti efficaci, ecosostenibili e con un buon rapporto costi/benefici.

Negli ultimi decenni, numerosi studi hanno dimostrato che il bioassorbimento può essere una valida alternativa ai metodi tradizionali e alla biodegradazione microbica o enzimatica. Il bioassorbimento presenta numerosi vantaggi come l'elevata efficienza, i costi contenuti e le buone rese di rimozione di inquinanti anche da grandi volumi di refluo. Tra i di-

versi bioassorbenti saggiati nei confronti di coloranti, l'utilizzo delle biomasse inattivate è risultato particolarmente vantaggioso, in quanto queste non risentono della tossicità del refluo, non richiedono nutrienti e non rilasciano nell'ambiente tossine o propaguli riproduttivi.

Il fungo *Cunninghamella elegans* è stato precedentemente selezionato tra diversi ceppi fungini per la sua efficacia nella rimozione di coloranti singoli o in miscela. In questo lavoro, è stato indagato l'effetto di pre-trattamenti chimico-fisici sulla composizione e la struttura della biomassa di *C. elegans*, al fine di ottimizzare le rese di assorbimento. Per gli esperimenti, sono stati utilizzati reflui modello che simulano la composizione chimica delle acque di scarico prodotte durante il processo tintoriale di cotone e lana. Alla fine delle prove è stata valutata la capacità

di assorbimento di questa biomassa nei confronti dei coloranti presenti nei reflui (coloranti acid, reattivi e diretti). Inoltre, è stata valutata la variazione di COD e dell'ecotossicità dei reflui, mediante il saggio di tossicità acuta condotto con l'alga *Pseudokirchneriella subcapitata*.

## 2. Materiali e metodi

### Reflui simulati

I tre reflui modello utilizzati simulano i bagni esausti prodotti durante il processo di tintura di fibre di cotone e di lana:

- Refluo 1 (W1): mix di tre coloranti acidi (Acid Yellow 49, Acid Red 266 e Acid Blue 62; 300 ppm totali) e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (2000 ppm), pH 5;
- Refluo 2 (W2): mix di quattro coloranti reattivi pre-idrolizzati (Reactive Yellow 145, Reactive Red 195, Reactive Blue 222 e Reactive Black 5; 5000 ppm totali) e  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (70000 ppm), pH 10;
- Refluo 3 (W3): mix di tre coloranti diretti (Direct Yellow 106, Direct Red 80, e Direct Blue 71; 3000 ppm totali) e NaCl (5000 ppm), pH 9.

### Preparazione della biomassa fungina

*Cunninghamella elegans* Lendner (MUT 2861) è stata selezionata dalla collezione della Mycotheca Universitatis Taurinensis (MUT, Università di Torino, Dipartimento di Biologia Vegetale). I funghi sono stati coltivati su un terreno ricco di amido e inattivati con il calore. I pre-trattamenti eseguiti sono i seguenti:

- pre-trattamento acido mediante bagno in soluzione 0,1 M HCl per 4 ore a temperatura ambiente;
- pre-trattamento alcalino mediante bollitura in una soluzione di NaOH 0,5 M per 15 minuti;
- essiccazione in forno a 65°C per 24 ore, polverizzazione in quattro differenti range di dimensioni: 1000-600  $\mu\text{m}$ , 600-300  $\mu\text{m}$ , 300-150  $\mu\text{m}$  e  $\leq 150 \mu\text{m}$ ;
- liofilizzazione, polverizzazione in quattro differenti range di dimensioni: 1000-600  $\mu\text{m}$ , 600-300  $\mu\text{m}$ , 300-150  $\mu\text{m}$  e  $\leq 150 \mu\text{m}$ .

### Esperimenti di bioassorbimento

0,5 g di biomassa in peso secco sono stati posti in

beute da 50 ml contenenti 30 ml di refluo simulato e incubati a 30°C in agitazione. Dopo 2, 6 e 24 h, sono stati campionati per ciascuna beuta 200  $\mu\text{l}$  di refluo, centrifugati a 14000 rpm per 10 minuti e analizzati con uno spettrofotometro. La percentuale di colorante rimosso (DP, decolorazione percentuale) è stata calcolata valutando il decremento dell'area dello spettro tra 360 nm e 790 nm rispetto ad un controllo abiotico.

### Misure di COD e test di ecotossicità

Per la determinazione del COD è stato utilizzato un sistema HACH con il metodo del dicromato. Una curva di calibrazione è stata ottenuta usando soluzioni standard (800 mg  $\text{O}_2/\text{l}$ ). La tossicità dei reflui è stata misurata, prima e dopo il trattamento di bioassorbimento, impiegando l'alga *Pseudokirchneriella subcapitata* (Korshikov) Hindak (metodo UNI EN ISO 8692:2005).

## 3. Risultati

### Effetto dei pre-trattamenti chimici della biomassa

I valori di DP dei reflui W1, W2 e W3 ottenuti impiegando biomasse di *C. elegans* non trattate e pre-trattate chimicamente sono mostrate in Figura 1.

In tutti i casi, più del 94% della decolorazione finale è stata ottenuta in due ore. Il pre-trattamento acido non ha influenzato la decolorazione del refluo W1 se confrontato con la biomassa non trattata, mentre il pre-trattamento alcalino ha apportato un significativo decremento della resa di decolorazione nelle prime 2 ore (-61%).

Considerando i valori di DP nei confronti del refluo W2 dopo 2 ore, si osserva che il pre-trattamento alcalino della biomassa ha favorito il raggiungimento di valori di DP paragonabili a quelli ottenuti con la biomassa tale quale e che questi ultimi sono risultati più alti del 31% rispetto a quelli ottenuti con la biomassa che ha subito un pre-trattamento acido. I valori di DP registrati al termine dell'esperimento impiegando biomasse pre-trattate chimicamente sono risultati tra loro molto simili (76-78%) ed inferiori a quelli ottenuti con la biomassa tale quale (DP = 82%). Nei confronti del refluo W3, rispetto alla biomassa tale quale, il pre-trattamento alcalino ha velocizzato il processo

di bioassorbimento (+40% nelle prime 2 ore), mentre il pre-trattamento acido lo ha rallentato (-12% nelle prime 2 ore). Tuttavia, dopo 24 ore di incubazione, il pre-trattamento chimico delle biomasse ha determinato valori di DP tra loro simili (97-98%) e inferiori a quello ottenuto con la biomassa talquale (99%). I pre-trattamenti chimici hanno comportato sempre minore capacità di assorbimento rispetto alla biomassa talquale (Tab.1).

Le biomasse pre-trattate chimicamente hanno determinato quasi sempre una riduzione del COD. La biomassa pre-trattata con HCl è risultata sempre più efficace di quella talquale nella rimozione del COD (Tab.2).

I test di ecotossicità (Tab.2) mostrano come i migliori risultati per il refluo W1 siano stati ottenuti con la biomassa talquale, seguita da quella pre-trattata con acidi e, quindi, da quella pre-trattata con basi. Al contrario, nei confronti del refluo W2, la biomassa pre-trattata con basi ha indotto una detossificazione maggiore, seguita da quella pre-trattata con acidi, quindi da quella talquale. Nei confronti del refluo W3, la più alta riduzione di tossicità è stata ottenuta con il pre-trattamento acido, quindi dalla biomassa non trattata, e seguire da quella pre-trattata con NaOH.

#### Effetto dei pre-trattamenti fisici della biomassa

I valori di DP ottenuti impiegando la biomassa di *C. elegans* pre-trattata fisicamente sono riportati in Figura 1. Nei confronti del refluo W1 il processo è stato molto veloce,

poiché in due ore si è raggiunta una decolorazione superiore al 76%, con valori finali di DP del tutto simili a quello ottenuto con la biomassa talquale (96%-99%). L'impiego della biomassa liofilizzata ha determinato una più rapida decolorazione (+5%) rispetto alla biomassa talquale, indipendentemente dalla granulometria. Al contrario, la biomassa essiccata ha determinato una più lenta decolorazione rispetto alla biomassa talquale, con una significativa influenza della granulometria sulla resa del processo.

L'impiego della biomassa liofilizzata ha permesso di ottenere, nei confronti dei reflui W2 e W3, quasi sempre valori di DP significativamente maggiori rispetto alla biomassa talquale. Per il solo refluo W3, la granulometria della biomassa liofilizzata ha influito sul valore finale di DP e si sono registrate differenze significative tra i valori di DP a 2 e 24 ore. La granulometria della biomassa essiccata, invece, ha influito significativamente sia sulla rapidità del processo, sia sui valori finali di DP nei confronti dei reflui W2 e W3.

Le biomasse pre-trattate fisicamente hanno prodotto una variazione di COD non proporzionale ai valori di DP (Tab.2): nel caso del refluo W1 si è registrato un aumento del COD, nel caso dei reflui W2 e W3 il COD è diminuito (rispettivamente fino a -25% e a -50%). La biomassa talquale, tuttavia, ha permesso di ottenere il risultato migliore (-72%).

Le biomasse pre-trattate fisicamente hanno mostrato rese di detossificazione più alte rispetto alla biomassa talquale solo nei confronti del refluo W2. Nel caso della biomassa essic-

cata, la riduzione di tossicità è stata proporzionale alla granulometria, riflettendo quindi il trend di decolorazione. Nel caso della biomassa liofilizzata la granulometria ha influenzato la detossificazione del solo refluo W1 (Tab.2).

#### 4. Discussione

In questo lavoro, sono stati valutati gli effetti di pre-trattamenti chimici e fisici sulla biomassa di *C. elegans*, al fine di ottimizzare il bioassorbimento di coloranti da bagni di tintura esausti. Infatti, i metodi di preparazione della biomassa possono influenzarne le proprietà chimico/fisiche superficiali e, di conseguenza la capacità bioassorbente. In particolare, pre-trattamenti chimici e fisici possono causare la rimozione dello strato più esterno della parete cellulare e la perdita dell'integrità cellulare con un conseguente incremento dell'area di superficie, un aumento della porosità della parete, e una parziale perdita delle componenti citoplasmatiche, con un conseguente incremento del rapporto parete cellulare/biomassa totale.

I pre-trattamenti alcalini della biomassa accelerano la decolorazione del refluo W3, ma peggiorano quella del refluo W1; al contrario, il pre-trattamento acido non influenza la decolorazione di W1, ma peggiora quella di W2 e W3. Il significativo decremento dei valori di DP nei confronti del refluo W1 impiegando biomasse pre-trattate con NaOH, può essere dovuto alla perdita della frazione proteica, che è noto essere, in condizioni acide, particolarmente affine ai coloranti acidi. Analogamente, il più rapido assorbimento dei

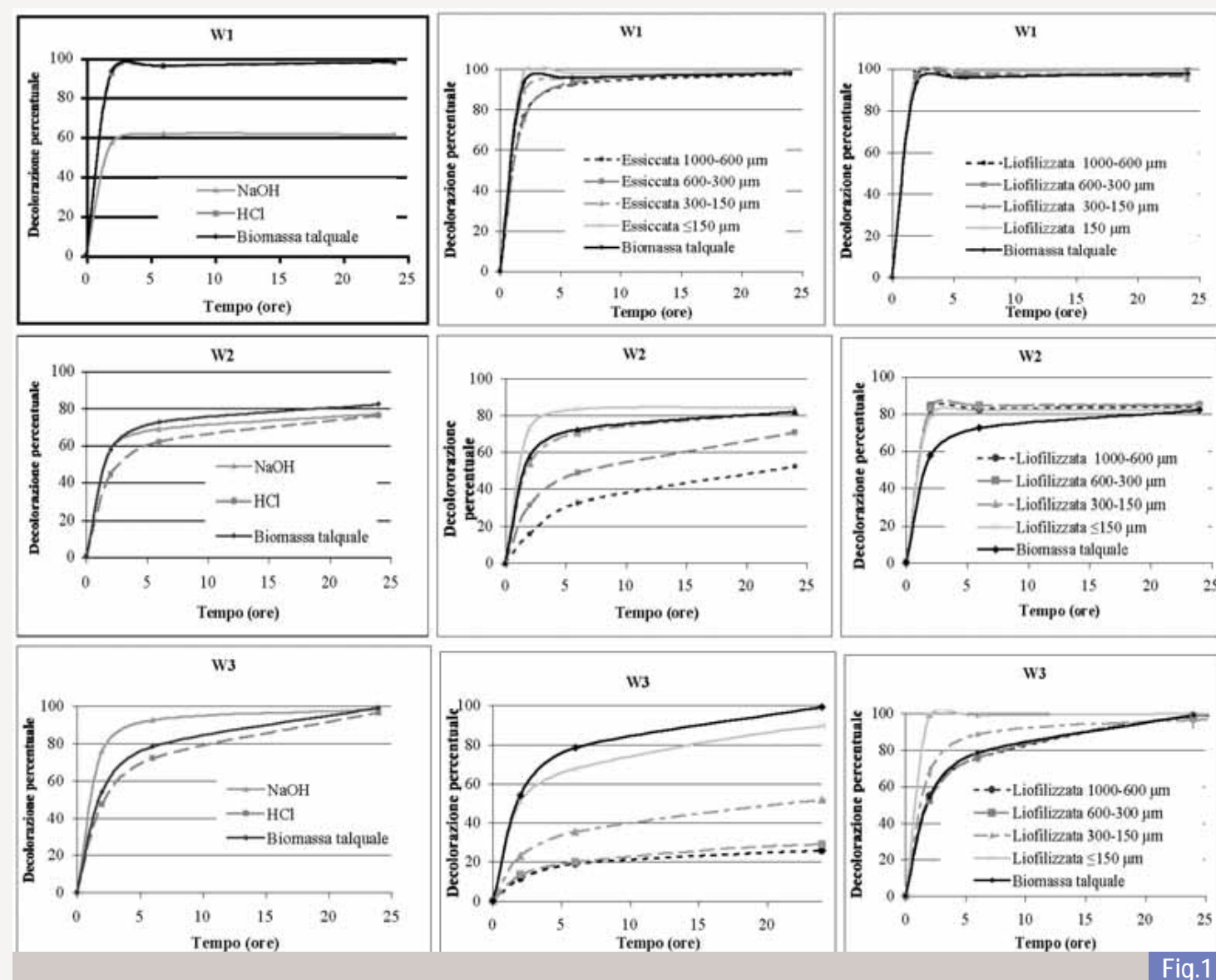


Fig.1

coloranti diretti presenti nel refluo W3, ad opera della biomassa pre-trattata con NaOH, può essere dovuto all'aumento della frazione polisaccaridica, la quale ha una più alta affinità per questa classe di coloranti. In effetti, poiché i gruppi ammidici, carbossilici e idrossilici giocano un importante ruolo nell'assorbimento dei coloranti, una loro modifica può indurre una variazione dell'efficacia di rimozione dei coloranti da parte delle biomasse fungine.

Per quanto riguarda i pre-trattamen-

ti fisici, i valori di DP ottenuti con la biomassa essiccata sono risultati inferiori rispetto a quelli ottenuti con la biomassa talquale. Inoltre, il processo di bioassorbimento è stato fortemente influenzato dalla granulometria. Al contrario, con la biomassa liofilizzata si sono ottenuti valori di DP simili a quelli della biomassa talquale, ma più rapidamente e, in generale, indipendentemente dalla granulometria. Probabilmente, la biomassa liofilizzata che ha maggiore porosità e, quindi, superficie

Fig.1: Percentuali di decolorazione di W1 (bagno esausto di coloranti acidi), W2 (bagno esausto di coloranti reattivi) e W3 (bagno esausto di coloranti diretti) ottenute con la biomassa di *C. elegans* sottoposta a pre-trattamenti chimici (NaOH e HCl) e fisici (essiccazione e liofilizzazione)

di contatto con il refluo, rispetto a quella essiccata, rende trascurabile l'influenza della granulometria e, reidratandosi più facilmente, permette una più rapida decolorazione del refluo.

veloce, potrebbe facilitare il trattamento di grandi volumi di reflui. Inoltre, sia la liofilizzazione, sia l'essiccazione facilitano la conservazione e aumentano la robustezza del sistema. Tuttavia, la liofilizzazione è più costosa dell'essiccazione, e questo aspetto dovrebbe essere considerato in appositi studi di fattibilità sulla produzione di biomassa fungina su larga scala.

Questi risultati sono quindi molto importanti dal punto di vista applicativo, perché permettono di superare alcune difficoltà nello sfruttamento industriale del bioassorbimento.

In aggiunta alle ottime rese di decolorazione, si ottengono risultati incoraggianti di riduzione del COD.

Questo parametro tende a diminuire con i reflui alcalini W2 e W3, indipendentemente dalle caratteristiche della biomassa, e ad aumentare con il refluo acido W1. In particolare, la biomassa trattata con alcali ha permesso di

ottenere la riduzione più alta di COD con il refluo W2, e una di quelle più alte con il refluo W3. La spiegazione di questo risultato risiede probabilmente nel fatto che non si verifica alcun rilascio di componenti della biomassa solubili in alcali e/o che composti chimici che contribuiscono al COD sono effettivamente assorbiti dalla biomassa.

I test di ecotossicità condotti con l'alga *P. subcapitata* mostrano una significativa riduzione della tossicità dei reflui dopo il trattamento. La riduzione è risultata proporzio-

nale al processo di decolorazione di W2 e W3. Per il refluo W1 le rese di detossificazione non sono risultate proporzionali alla decolorazione, ma alla granulometria della biomassa. Probabilmente, questo potrebbe essere spiegato dall'assorbimento, da parte delle biomasse, di altre sostanze come sali e tensioattivi, dipendente dalla granulometria.

In conclusione, i pre-trattamenti chimici possono ottimizzare l'affinità della biomassa nei confronti di diversi coloranti, ma tali vantaggi non giustificano l'incremento dei costi e l'impatto ambientale dovuti dall'uso delle sostanze chimiche.

Tra i pre-trattamenti fisici, la liofilizzazione accelera l'assorbimento dei coloranti indipendentemente dal-

la granulometria della biomassa, oltre a permettere una miglior conservazione della biomassa stessa, un incremento della resistenza e una più facile separazione dalla fase liquida. Quindi, considerando tutti questi aspetti, il processo di

liofilizzazione è consigliato per l'ottimizzazione delle biomasse fungine per il bioassorbimento.

### Ringraziamenti

Questo lavoro è stato supportato da MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. (Borgo S. Dalmazzo, Italy) e COMPAGNIA DI SAN PAOLO. Gli autori desiderano ringraziare la Regione Lombardia per il supporto di questo lavoro attraverso il finanziamento parziale del progetto Biotex-2007-4052.

Tab.1 Capacità di assorbimento ( $Q_0$ ) delle biomasse; <sup>A, B, C</sup> indicano differenze significative tra valori di  $Q_0$  per reflui diversi (test di Mann Whitney,  $P \leq 0.05$ ); <sup>a, b, c</sup> indicano differenze significative tra  $Q_0$  di biomasse diverse nei confronti dello stesso refluo (test di Mann Whitney,  $P \leq 0.05$ ).

Pre-trattamento della biomassa	W1	W2	W3
Biomassa talquale	17,5 ± 0,1 <sup>Ab</sup>	251,4 ± 7,8 <sup>Baef</sup>	182,7 ± 0,2 <sup>Ca</sup>
HCl	10,8 ± 0,2 <sup>Ac</sup>	228,1 ± 11,7 <sup>Bb</sup>	173,9 ± 4,4 <sup>Cb</sup>
NaOH	17,5 ± 0,2 <sup>Abd</sup>	226,9 ± 4,3 <sup>Bb</sup>	173,9 ± 0,5 <sup>Cbgh</sup>
Biomassa essiccata	1000-600	17,8 ± 0,0 <sup>Ad</sup>	157,4 ± 2,2 <sup>Bc</sup>
	600-300	17,7 ± 0,1 <sup>Ad</sup>	210,0 ± 2,9 <sup>Bd</sup>
	300-150	17,7 ± 0,1 <sup>Ad</sup>	245,3 ± 0,3 <sup>Ba</sup>
	≤150	17,6 ± 0,2 <sup>c</sup>	250,8 ± 1,5 <sup>Be</sup>
Biomassa liofilizzata	1000-600	18,0 ± 0,1 <sup>a</sup>	249,4 ± 5,7 <sup>Bf</sup>
	600-300	17,5 ± 0,2 <sup>bc</sup>	253,5 ± 2,9 <sup>Bf</sup>
	300-150	17,8 ± 0,0 <sup>b</sup>	252,4 ± 1,4 <sup>b</sup>
≤150	17,5 ± 0,1 <sup>Ab</sup>	267,1 ± 7,9 <sup>Bg</sup>	178,0 ± 1,2 <sup>Ch</sup>

Tab.2 Variazione percentuale del COD e riduzione della tossicità di W1, W2 e W3 dopo il trattamento di bioassorbimento con biomassa fungina talquale e pretrattata.

Pre-trattamento della biomassa	Variazione del COD (%)			Riduzione della tossicità (%)		
	W1	W2	W3	W1 (al 33,3%)	W2 (al 2,5%)	W3 (al 22,2%)
Biomassa talquale	+19,7	-49,0	-72,0	94,7	54,6	96,0
HCl	-16,5	-52,3	-78,1	78,7	62,4	100,0
NaOH	+53,5	-58,5	-61,9	57,1	89,1	42,6
Biomassa essiccata	1000-600	+35,5	+9,3	-1,4	37,8	48,2
	600-300	+40,0	+1,5	-0,8	42,8	53,3
	300-150	+82,9	-8,5	-17,1	63,6	59,2
	≤150	+103,2	+7,0	-7,0	75,9	74,8
Biomassa liofilizzata	1000-600	+288,3	-25,7	-49,6	3,4	68,2
	600-300	+274,8	-20,3	-46,8	42,8	71,2
	300-150	+272,5	-11,1	-26,0	42,6	67,9
≤150	+186,7	-6,7	-25,5	49,1	65,2	85,0

### Nota

I lettori interessati possono trovare maggiori e più dettagliate informazioni sugli argomenti affrontati in questo articolo consultando il lavoro originale: V. Tigini, V. Prigione, I. Donelli, A. Anastasi, G. Freddi, P. Giansanti, A. Mangiavillano, G.C. Varese; *Cunninghamella elegans* Biomass Optimisation For Textile Wastewater Biosorption Treatment: An Analytical And Ecotoxicological Approach, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 90, 1, 343-352, 2011.


ESSERE BAMBINI,  
AVERE LA MENTE SGOMBRA,  
CERCARE, SCOPRIRE...




Stazione Sperimentale  
per la Seta



Textile Research  
Centre

Anche noi, di , facciamo ricerca nei nostri laboratori. Uniamo il potenziale del bambino curioso a quello dello scienziato che lavora con metodo. · Assieme alle aziende tessile che vogliono rinnovarsi. La curiosità è solo un gioco senza un laboratorio.

 esegue anche analisi accreditate su fibre, filati, tessuti, capi. Maggiori informazioni e richiesta preventivi su [www.ssiseta.it](http://www.ssiseta.it), alla pagina Servizi.