



La Chimica e l'Industria online

 Organo Ufficiale della Società Chimica Italiana

2022

4



L'industria tessile e conciaria tra storia,
innovazione e sostenibilità



**KAHLBERG
CONSULTING**

UNA VISIONE STRATEGICA, OLTRE LA NORMATIVA

REACH Europeo

REACH – Gestione e supporto amministrativo di consorzi/lead registrant

POLIMERI – Registrazione REACH

POLIMERI – Gestione e supporto amministrativo

PRODUCT SAFETY (GHS; SEA; CLP; GB-CLP)

KKDIK – REACH Turco

UK REACH

K-REACH – Corea

COSMETICA

BIOCIDI

MOCA – Materiali/oggetti a contatto con alimenti

EUROPA - TURCHIA - UK - COREA - RESTO DEL MONDO

www.kahlbergconsulting.com





TESSILE E CUOIO: UNA FILIERA IN SALUTE, PROTESA AL FUTURO



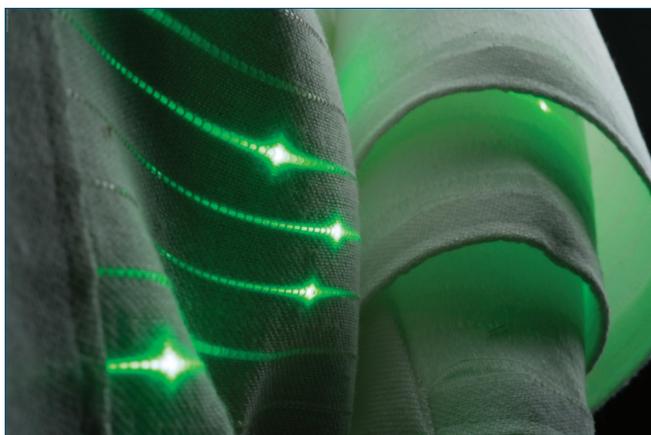
Fig. 1 - Bernardo Strozzi (1581-1644), 'Le tre Parche'

Alzi la mano chi, tra i nostri lettori, conosce il significato del termine inglese 'distaff'.

Penso che siano in pochi e forse, una volta consultato un buon dizionario, saranno ancora meno quelli che ricorderanno di aver visto una conocchia, l'accessorio per filare a mano che si traduce con 'distaff'. I meno giovani, specialmente quelli cresciuti in campagna, l'avranno trovata tra i ricordi di nonna e forse non le avranno dato l'importanza che meritava. Eppure, come ci ricorda Gary Patterson (Carnegie Mellon University, USA) nell'introduzione storica alla scienza dei filati che ospitiamo, anche l'umile conocchia ha un valore perché *'Twisted fiber yarns revolutionized human culture'*. Eccellente contributo quello che ci ha riservato Patterson, professore emerito di chimica e ingegneria chimica

alla Carnegie Mellon di Pittsburgh (PA, USA), autore di due volumi sulla storia della scienza dei polimeri. A questo punto però torniamo al presente e vediamo dal punto di vista economico come vanno le cose nel settore tessile e conciario, meglio nella filiera tessile-moda-accessori (Tma).

Il termine filiera, coniato negli anni Sessanta dall'ingegnere francese Louis Malassis (1918-2007), autore con Gérard Gherzi del libro *'Introduzione all'economia agroalimentare'* (Il Mulino, 1995), è ormai di uso comune e si è esteso ad altri settori economici. Anche per la nostra Tma, vale la definizione di Malassis dove **con il termine filiera** s'intende l'itinerario seguito da un prodotto all'interno del sistema e valgono le stesse definizioni dell'agroalimentare dalla progettazione alla distribuzione. Poiché viviamo anni difficili per le ragioni a tutti note, è lecito chiedersi quale sia lo stato di salute della Tma, settore di punta del made in Italy. Un articolo a firma di Giulia Crivelli pubblicato il 24 maggio dal quotidiano di Confindustria ci dice, fin dal titolo, che è un **settore in crescita**. Lo provano alcuni dati del preconsuntivo di Smi (Sistema moda Italia) secondo i quali il 'monte' della filiera del sistema moda nel 2021, rispetto al 2020, ammonterebbe a 52,9 miliardi (+18,4), mentre nei primi due mesi del 2022 il commercio con l'estero è proseguito su tassi soddisfacenti, registrando una crescita dell'export che ha sfiorato il 16%. Altri dati forniti da Sergio Tamborini, presidente Smi, sono assai confortanti per il primo trimestre 2022, mentre per il secondo, pur registrando un'attenuazione della crescita rispetto ai periodi precedenti, l'incremento delle vendite atteso si mantiene positivo (+16,3%). La guerra in Ucraina e le sue conseguenze sul piano internazionale pare che non abbiamo arrestato la crescita del settore. Dobbiamo compiacerci di ciò con chi ha provveduto per tempo a rinnovare



Tessuto 'smart' (Fonte MIT - Foto AFFOA)

macchinari e strutture, nonché a rafforzare economicamente le imprese, consapevoli che (parole di Tamborini): 'L'Italia è l'unico Paese al mondo ad avere una filiera Tma intatta e di qualità, come dimostra il fatto che i francesi producono qui l'alto di gamma e stanno acquistando imprese del settore'. Le premesse per mantenere la leadership globale ci sono ma ciò richiede ulteriori sforzi per far fronte alle prevedibili, nuove, difficoltà. Pochi mesi prima, qualche campanello di allarme aveva squillato. L'Osservatorio di **Nomisma** 'Controvento: le aziende che guidano il Paese' aveva fotografato, lo scorso 15 febbraio, un gruppo minoritario di imprese del sistema manifatturiero italiano che avevano registrato performance eccellenti pur in presenza di ostacoli rilevanti. Per quelle farmaceutiche erano il 22,6% nel 2020, mentre nel 2018 erano il 12,7%; per quelle del tessile, nello stesso periodo, si è passati dal 4,8% al 3,6%. Quest'anno, segnali di fiducia e vitalità vengono dal settore Pelle e dal **bilancio rassicurante delle esposizioni**, attente a mettere in rilievo la **sostenibilità**. Questo tema, peraltro, riguarda l'intera filiera, come ampiamente illustrato da alcuni contributi di questo fascicolo. Ricordiamo, ad esempio, quello di Radici Group sulle fibre sintetiche e, per quanto riguarda il cuoio, quello di Edoardo Imperiale e Claudia Florio dedicato, tra l'altro, alla transizione ecologica della filiera.

Come dimenticare poi il tema così importante della valorizzazione degli scarti? Ce ne parlano Curti e

Giansetti in 'Valorizzazione di scarti industriali tessili mediante gassificazione e pirolisi'. Lo sapevate che esistono progetti di ricerca, già avviati concretamente, per valutare una possibile via di valorizzazione energetica, mediante gassificazione e pirolisi, di sottoprodotti tessili inutilizzabili?

Rimanendo sul tema 'scarti' presentiamo un'esperienza che fa veramente onore al nostro Paese. Parliamo di Orange Fiber, PMI innovativa che ha brevettato e produce tessuti sostenibili a partire dai sottoprodotti dell'industria di trasformazione degli agrumi, ovvero tutto quello che resta dopo la spremuta per il consumo alimentare - che vale circa il 60% del peso originario dei frutti. Il processo, che consente di estrarre cellulosa atta alla filatura, è stato sviluppato in laboratorio e poi ottimizzato con istituti e centri di ricerca. Per quanto riguarda il riciclo, il contributo di RadiciGroup, sopraccennato, offre una panoramica quanto mai interessante sulle prestazioni e i risparmi energetici ottenibili riciclando il nylon e le bottiglie di plastica usate, senza dimenticare i filati *bio-based* ottenuti da fonti rinnovabili. Ricordiamo che RadiciGroup, in collaborazione con DKB, azienda specializzata in abbigliamento tecnico sportivo, ha sviluppato una tuta da sci interamente sostenibile. Ci sarebbe altro da dire sui contenuti di questo numero di *C&I*, ad esempio sui trattamenti chimici antifiama, oggetto del contributo di Rosace, ma lo spazio non lo consente. Parlando di futuro dobbiamo citare i **tessuti 'intelligenti'** (*smart textiles*) sui quali, anche in Italia, si lavora già. Il concetto risale alla fine degli anni Novanta. Per gli interessati, segnaliamo una **recente review** pubblicata da *Materials Letters*, dove vengono classificati in tre sottogruppi (passivi, attivi e ultra-smart), e si parla di materiali cromatici, a memoria di forma e luminescenti. Sembra quasi fantascienza ma non lo è. Le idee mature in laboratorio sono ormai realtà commerciali, come la **maglia** che misura la frequenza cardiaca, il numero dei passi, la qualità del sonno, le calorie bruciate e molto altro d'interesse degli sportivi.

In definitiva, il futuro del settore si prospetta assai promettente e il campo di studi, anche per i giovani chimici, senz'altro fertile.



clinical reagent specialists

BIOPLASTIC

RICERCA E INNOVAZIONE NEL
LABORATORIO DI PATOLOGIA CLINICA

"PARTNER NELL'INNOVAZIONE"

La nostra missione è di soddisfare ogni vostra richiesta nel campo della Diagnostica biomedica. Bioplastic è specializzata nella distribuzione di ultima generazione dei kit diagnostici supportati da un lunga esperienza nel settore ottimizzazione e razionalizzazione di protocolli analitici.



"La professionalità costituisce, in questo scenario di incertezze, l'unico investimento sicuro sul quale puntare "per sempre".

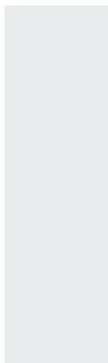
PER IL TUO LABORATORIO GARANZIA E QUALITÀ

Via A. Dudan, 9, Roma, RM 00143

Phone: +39 06 64530151 | Fax: + 39 06 5020540 | www.bioplastic.it | E-mail: bioplastic@libero.it



Immagine di copertina di Spectral Engines GmbH



EDITORIALE

3 TESSILE E CUOIO: UNA FILIERA IN SALUTE, PROTESA AL FUTURO

Marco Taddia

FOCUS SULL'INDUSTRIA CHIMICA

9 LE FIBRE ARTIFICIALI E SINTETICHE PER IL TESSILE PRODOTTE DALLE INDUSTRIE CHIMICHE ASSOCIATE AD ASSOFIBRE

Ferruccio Trifirò

CHIMICA & TESSILE E CONCIARIO

12 DO THE TWIST: A BRIEF HISTORICAL INTRODUCTION TO THE PHYSICS AND CHEMISTRY OF YARN SCIENCE

Gary Patterson

18 L'EVOLUZIONE DELLE FIBRE SINTETICHE IN ITALIA: INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ

Marisa Carrara, Paola Corbani, Chiara Ferraris

21 LE FIBRE TESSILI NATURALI E LA LORO SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Pasquale Coppolella

26 ORANGE FIBER: DAL LABORATORIO ALLA MODA

Enrica Arena, Graziella Valenti

30 TRATTAMENTI CHIMICI ANTIFIAMMA PER MATERIALI TESSILI CELLULOSICI

Giuseppe Rosace, Valentina Trovato

36 TECNOLOGIE ABILITANTI PER LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E LA TRANSIZIONE ECOLOGICA DELLA FILIERA DEL CUOIO

Edoardo Imperiale, Claudia Florio

40 IL REACH NEI SETTORI TESSILE E CONCIARIO: LA SFIDA DEI POLIMERI

Monica Locatelli

44 ZDHC: IL RUOLO DELL'INDUSTRIA TESSILE E CONCIARIA NELLA 'ROADMAP TO ZERO'

Elisa Gavazza

49 VALORIZZAZIONE DI SCARTI INDUSTRIALI TESSILI MEDIANTE GASSIFICAZIONE E PIROLISI

Massimo Curti, Mirco Giansetti

54 LA DIDATTICA DELLA CHIMICA NEI CORSI DI SISTEMA MODA

Sergio Palazzi

58 AICTC: UNA STORIA LUNGA UN SECOLO

Stefano Cavestro, Antonio Maurois

61 MANUALISTICA D'INTERESSE STORICO PER LA TINTORIA E LA CONCIA DELLE PELLI

Marco Taddia

CHIMICA & NOI

66 MATERIALI LIGNOCELLULOSICI AVANZATI

Rosarita D'Orsi, Laura Spagnuolo, Alessandra Operamolla

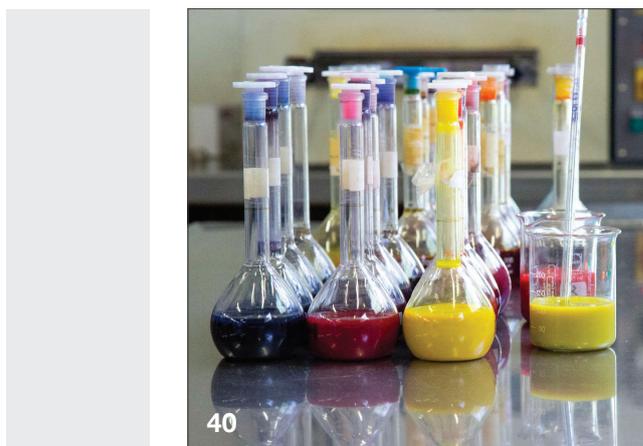
DALLA LETTERATURA

72 a cura di Silvia Cauteruccio e Monica Civera

LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

74 I MODI DELLA MODA

Claudio Della Volpe



DIRETTORE RESPONSABILE

Ferruccio Trifirò

VICE-DIRETTORI

Matteo Guidotti, Mario Marchionna

REDAZIONE SCIENTIFICA

Anna Simonini

Piazzale R. Morandi, 2 - 20121 Milano - tel. +39 345 0478088
anna.simonini@soc.chim.it

COMITATO DI REDAZIONE

Alessandro Abbotto, Catia Arbizzani, Tiziano Bandiera,
Silvia Bordiga, Marta Da Pian, Martino Di Serio, Matteo Guidotti,
Mario Marchionna, Oreste Piccolo, Anna Simonini,
Marco Taddia, Ferruccio Trifirò

COMITATO SCIENTIFICO

Eleonora Aquilini, Michael Assfalg, Maria Laura Bolognesi,
Paolo Caliceti, Luigi Campanella, Sergio Carrà, Silvia Colombo,
Valeria D'Auria, Vito Di Noto, Salvatore Failla, Gaetano Guerra,
Alceo Macchioni, Fulvio Magni, Moreno Meneghetti,
Maria Cristina Menziani, Luigi Mondello,
Antonio Proto, Raffaele Riccio

HANNO COLLABORATO

Claudio Della Volpe,
Silvia Cauteruccio, Monica Civera

PROGETTO GRAFICO E IMPAGINAZIONE

Sara Moscardini

CONCESSIONARIA DI PUBBLICITÀ

Agicom Srl
Viale Caduti in Guerra, 28 - Castelnuovo di Porto (Roma)
Tel. +39 06 9078285, fax +39 06 9079256
agicom@agicom.it
Skype: agicom.advertising

EDITORE

PAS-SCI Srl
Roma

Reg. Tribunale di Milano n. 134 del 11/04/2017

ISSN 2283-544X

http://www.soc.chim.it/riviste/chimica_industria/catalogo



Per il tuo spazio
su questa rivista contatta



 agicom.it

 06 907 8285

 comunicazione@agicom.it

LE FIBRE ARTIFICIALI E SINTETICHE PER IL TESSILE PRODOTTE DALLE INDUSTRIE CHIMICHE ASSOCIATE AD ASSO FIBRE

Assofibre è l'Associazione Nazionale Fibre Artificiali e Sintetiche di Federchimica ed è chiamata anche CIRFS Italia, facendo parte anche dell'omonima società mondiale (Committee International Rayon and Synthetic Fibers), nella quale sono presenti 6 industrie, le cui fibre prodotte in Italia sono qui riportate [1]. Le materie prime per il settore tessile sono: fibre naturali vegetali (cotone, canapa, ortica e lino) e animali (lana e seta); fibre artificiali derivate dalla lavorazione chimica di vegetali (cellulosa), come il rayon, e, in minima parte, di proteine animali (latte); fibre sintetiche ottenute da polimeri per sintesi chimiche. Tra queste ultime si annoverano i poliesteri, le poliammidi (nylon), le fibre acriliche, polipropileniche, poliuretaniche, modacriliche, aramidiche (poliesteri aromatici) e polietileniche. A valle delle industrie che producono le fibre ci sono le industrie del tessile che producono filato e stoffe. Le fibre artificiali e sintetiche prodotte dalle industrie appartenenti ad Assofibre rappresentano il 60% delle imprese attive in Italia e realizzano l'85% del fatturato in questo settore. Le fibre sono utilizzate nei seguenti settori: abbigliamento, arredamento, settore auto ed altre applicazioni industriali. Le aziende di Assofibre hanno realizzato il 2,2% del fatturato dell'industria chimica italiana. Le aziende che producono fibre e cuoio in Italia utilizzano il 5,7% delle materie prime che provengono dalla chimica di base e dalla chimica fine e specialistica.

Le industrie associate ad Assofibre

- *Alcantara SpA* ha lo stabilimento produttivo ed il centro di ricerca a Nera Montoro (TR). Produce e commercializza in tutto il mondo il tessile con marchio registrato "Alcantara" ed è l'unica azienda al

mondo produttrice di questa fibra con la tecnologia proprietaria [2]. Questa fibra, che ha la caratteristica di rendere il prodotto duraturo nel tempo, molto morbido e anche resistente alle macchie, è costituita da 68% di poliestere e 32% di poliuretani. È utilizzata in gran parte per produrre tessuti per rivestimenti interni di autoveicoli e, in minor misura, per gli arredamenti interni (divani) e per l'abbigliamento (borse, cappelli, calzature, cinture e capi di abbigliamento). Dal 2009 Alcantara è certificata "Carbon Neutral", avendo ridotto e compensato tutte le emissioni di CO₂ legate alla propria attività. L'azienda, inoltre, è presente anche nella lista dell'Associazione delle industrie tessili italiane ed è la seconda come fatturato.

- *Fiberfil SpA* ha lo stabilimento produttivo ed il centro di ricerca a Casnigo (BG) ed è un'azienda leader nella produzione di fibre di poliestere in fiocco prodotte sia da poliestere vergine che da riciclato ottenuto da bottiglie di PET [3]. Produce il fiocco di poliestere tramite cristallizzazione, essiccazione ed estrusione del poliestere. La fibra, ricavata solo da bottiglie di PET riciclate, viene utilizzata nel settore automobilistico per la realizzazione di moquette auto, cappelliere, fondi del bagagliaio e altro. La fibra prodotta da miscele di PET vergine e di quello riciclato è utilizzata, oltre che per rivestimenti e imbottiture di autoveicoli, anche per filati per pavimentazioni (moquette e tappeti), calzature e filtri speciali, ma non per filati per l'abbigliamento. Recentemente l'azienda ha prodotto fibre ignifughe ed idrofobe per applicazioni industriali e fibre antimicrobiche efficaci contro batteri e proliferazione di virus su superfici porose come i tessuti.

- *Aquafil SpA* ha lo stabilimento produttivo ed il centro di ricerca ad Arco (TN) e, possiede 19 stabilimenti dislocati in otto Paesi in diverse parti del mondo. È stata fondata negli Stati Uniti e produce essenzialmente fibre a base di nylon 6 [4, 5]. La fibra è utilizzata per pavimentazione (tappeti e moquette) ed è la prima azienda produttrice in Europa in questo settore. Realizza anche tappeti e rivestimenti per macchine, per abbigliamento intimo e per il settore dello sport. Quest'azienda è la ventesima azienda chimica italiana per fatturato mondiale e produce, oltre a fibre di nylon 6, in piccola parte fibre di nylon 6-6, fibre di polipropilene e anche fibre ottenute da rifiuti in nylon, come le reti da pesca e gli scarti della produzione tessile.

- *Sinterama SpA*, con un impianto produttivo a Biella ed altri impianti in Bulgaria, Brasile e Cina, è leader europeo nel settore della produzione di fili e filati a base di poliesteri utilizzati per interni di autoveicoli, arredamento, abbigliamento e per impieghi tecnici [6]. L'azienda realizza anche: poliestere miscelato con viscosa (fibra artificiale di origine biologica); polistirene con 37% di PTT (ottenuto da bio-propandiolo); PET riciclato al 100% da bottiglie di plastica; PET riciclato con l'aggiunta di Ag e Cu per combattere i batteri. È stata recentemente acquistata dalla multinazionale "Indorama", presente in 36 nazioni e che produce essenzialmente fibre in PET in tutto il mondo [7].

- *Radici Fibres* appartiene al Gruppo Radici, la quarta industria chimica italiana come fatturato mondiale. I suoi prodotti sono esportati in tutto il mondo ed utilizzati nel settore dell'abbigliamento, dello sport, dell'arredamento, dell'automobile e in altri settori industriali [8]. L'azienda è una delle più importanti al mondo per la produzione di poliammidi, in particolare: poliammide 6, poliammide 6-6, 6-10 e 6-12, e produce anche le materie prime dei precedenti polimeri, come l'acido adipico, l'acido nitrico e l'esametildiammina. L'azienda, a Villa d'Ogna (BG) ed a Casnigo (BG), produce

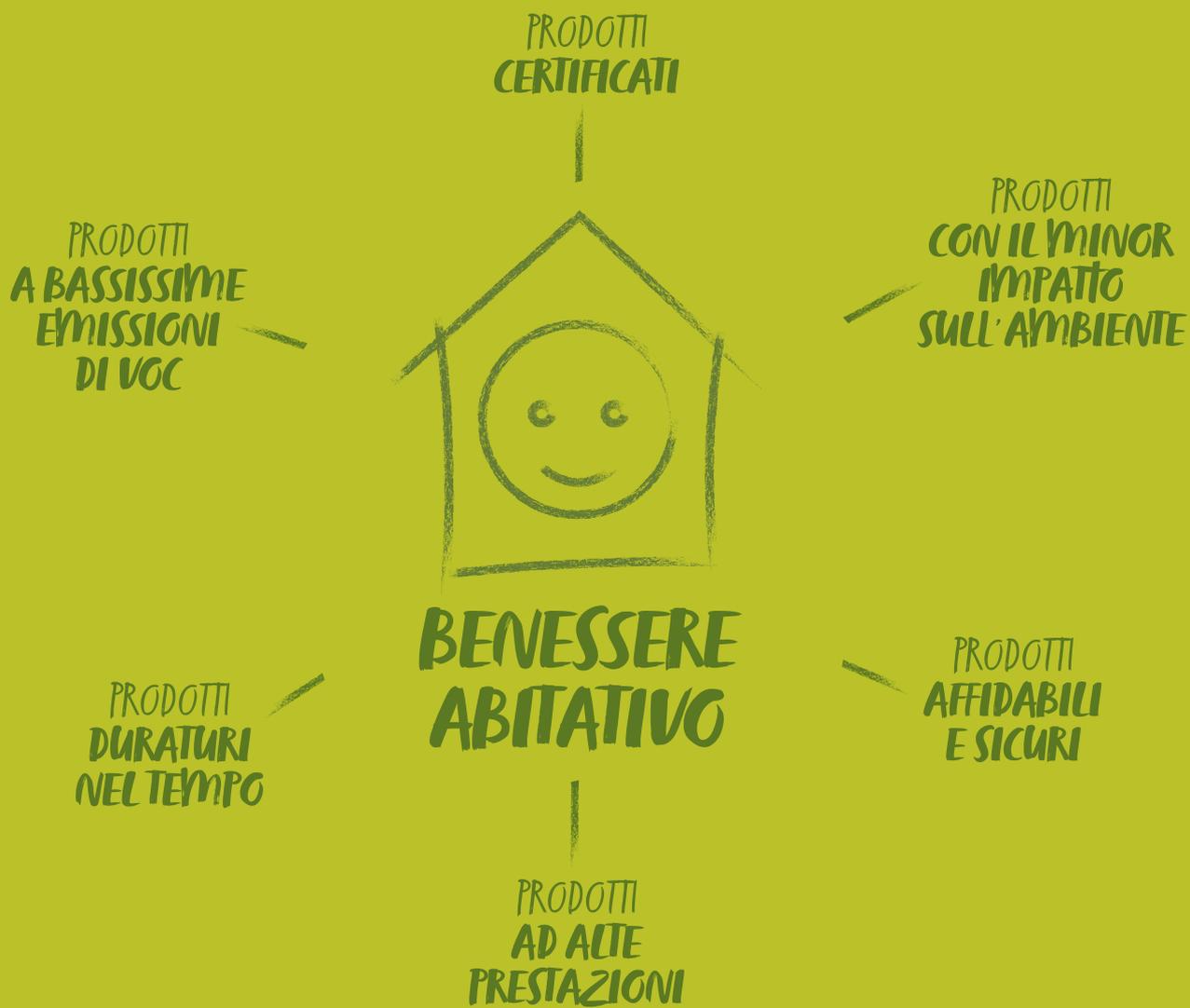
poliammide 6 partendo dal caprolattame, mentre a Novara produce poliammide 6-6, partendo dai monomeri, acido adipico ed esametildiammina, e gli intermedi che servono per produrli, come acido nitrico e idrogeno. A Zeitz (Germania) l'azienda produce acido adipico, acido nitrico e la miscela di cicloesano/cicloesanone, materia prima per ottenere l'acido adipico. Recentemente, nel sito di Novara, ha sviluppato il processo di produzione di poliammidi a catena lunga, come PA6-10 e PA6-12, ossia polimeri di esteri di altri acidi dicarbossilici. L'azienda produce anche filato di poliestere riciclato da rifiuti di PET, fibre derivate dal polimero dell'acido polilattico, ottenuto da fonti rinnovabili, usato per abbigliamento intimo e miscele di PET e nylon, filati di polietilene e di polipropilene.

- *Freudenberg Politex Srl* appartiene al Gruppo Freudenberg (Weinheim, Germania) con stabilimenti in diversi parti del mondo. In Italia ha due stabilimenti, a Novedrate (CO) e Pisticci (MT), in cui produce non-tessuti in poliestere, riciclando rifiuti di bottiglie in PET [9]. L'azienda produce, con tecnologie a fiocco e a filo, articoli utilizzati per fini industriali, in particolare per isolamento termico ed acustico e per impermeabilizzazione nelle industrie delle costruzioni. Fabbrica anche non-tessuti impiegati come supporto per membrane bituminose impermeabilizzanti e per imbottiture voluminose per le industrie dell'arredamento e dell'abbigliamento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] [Assofibre \(federchimica.it\)](http://federchimica.it)
- [2] [Azienda - Alcantara S.p.A.](#)
- [3] www.fiberfil.it
- [4] [Aquafil - Filo per tappeti](#)
- [5] [Aquafil - Filo per abbigliamento](#)
- [6] [Sinterama Corporate](#)
- [7] [Indorama Ventures](#)
- [8] [Poliammidi, polimeri ad alte performance, fibre sintetiche e non tessuti \(radicigroup.com\)](http://radicigroup.com)
- [9] [Freudenberg Group: Freudenberg in Italy](#)

Costruiamo insieme un futuro **SOSTENIBILE**



I nostri **prodotti** sono formulati con materie prime innovative, riciclate e ultraleggere, a **bassissime emissioni** di composti organici volatili e sviluppati per ridurre il consumo energetico. Offrendo le soluzioni migliori e più innovative per progettare e costruire in modo sostenibile, contribuiamo a un'edilizia **durevole e di qualità**.

**È TUTTO OK,
CON MAPEI**

Scopri di più su mapei.it

 **MAPEI**[®] *85*
years
1937-2022



DO THE TWIST: A BRIEF HISTORICAL INTRODUCTION TO THE PHYSICS AND CHEMISTRY OF YARN SCIENCE

Twisted fiber yarns revolutionized human culture. Improvements in technology were made throughout the common era, but serious attempts to understand the structure and properties of textile yarns date only from the 17th century. In this paper, visual evidence of the structure of textile filaments will be presented from 1665 to 1977. Major advances were made in the 20th century thanks to the development of X-ray crystallography. The study of the mechanical properties of textile filaments dates from the 19th century and continues in the present.

Historical introduction to yarn science

One of the most important items of human culture is “fabric.” Humans take items found in nature and modify them to create “yarn.” Yarn is then “woven” together to make fabric. While this sounds simple, and humans have been doing this longer than formal writing, the subject of yarn science is so complicated that only technical experts are willing to invest the time and energy to even try to understand at an appropriate level what is happening. Nevertheless, the subject can be addressed in a systematic way [1].

The story of fabrics starts with the observation that there are structures in nature that are constructed from filamentous elements such as spider webs. Silk worms conveniently manufacture such filaments and silk fabrics were manufactured more than 4,000 years ago. Very little in nature is found in a pure form. The silk fibers are part of “cocoon” that are part of the life cycle of the silk moth. In order to prepare the “bare” silk fibers, they need to be processed both chemically and mechanically. After the fabric is woven, degumming the silk fibers is accomplished with a washing process involving natural soap and washing soda [2]. The “gum” is a group of soluble glycoproteins called “sericin.” Rather than becoming

a “waste product,” sericin is recovered and used in the cosmetic industry!

The individual silk fiber is composed of two fibroin filaments and the binding agent known as sericin. The fibroin filaments are complicated and contain three different forms, including a glycoprotein P25 [3]. The extended scaffolding of the filament is based on two anti-parallel beta sheets of the protein polymer

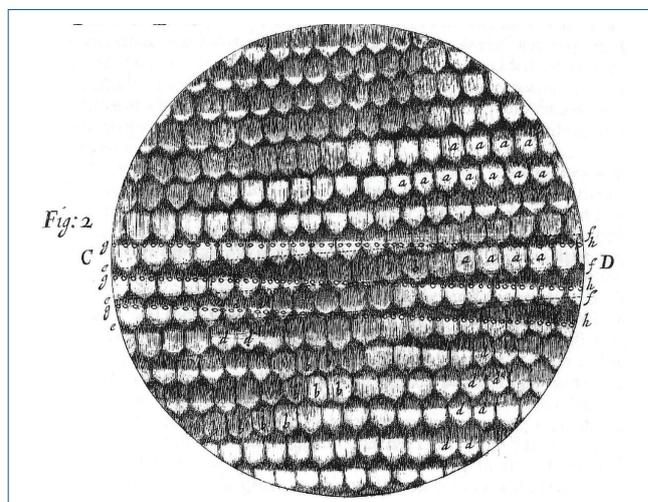
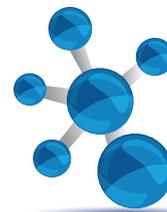


Fig. 1 - Hooke's drawing of the image of a piece of watered silk under the microscope (scanned from my copy of *Micrographia*)



(Glycine-Serine-Glycine-Alanine-Glycine-Alanine)_n. A light chain version binds to the main chain by disulfide bonds. While human agents have crafted silk fabrics for 4,000 years, the molecular level basis for this material is a 20th century discovery.

Robert Hooke and microscopy

The beginning of fabric science dates from the work of Robert Hooke (1635-1703). His classic study of the microscopic world, *Micrographia* (1665) [4], includes a drawn image of watered silk (Fig. 1), known for its remarkable optical properties. Hooke discusses this phenomenon in terms of interference between light rays refracted by the regular structure of the fabric. In addition, he notes that the individual silk filaments are not round.

Flax: the earliest textile fiber

One of the earliest “natural” fibers to be used in the production of fabrics is flax. The stem of the *Linum usitatissimum* plant contains long cellulose filaments. The filaments are pure crystalline cellulose, a classic polysaccharide. They are arranged in a regular pattern in the stem [4]. A good illustration of the details of the flax stalk structure can be found at: <https://textilestudycenter.com/flax-fiber-properties/>.



The process of extracting the desired bast filaments is at least 30,000 years old [4]! The plant is pulled up completely, including the roots, so that no length of fiber is lost. Typical flax plants are 1 meter in height. The plants are then allowed to dry and the seeds, which are highly nutritious, are removed. One key “unit operation” is “retting” of the stalks in water. This process can take from a few weeks to a few months. Retting breaks down the structure of the stalk and facilitates “hackling” of the stem to separate the Bast filaments.

The structure of silk filaments

Natural fibers already require substantial human processing to prepare them for the production of textiles. They are constructed by their vegetable or animal organism to produce unique properties through complex structures. One of the most important books in the history of fiber science is *Fundamentals of Fibre Structure* (1932) by W.T. Astbury

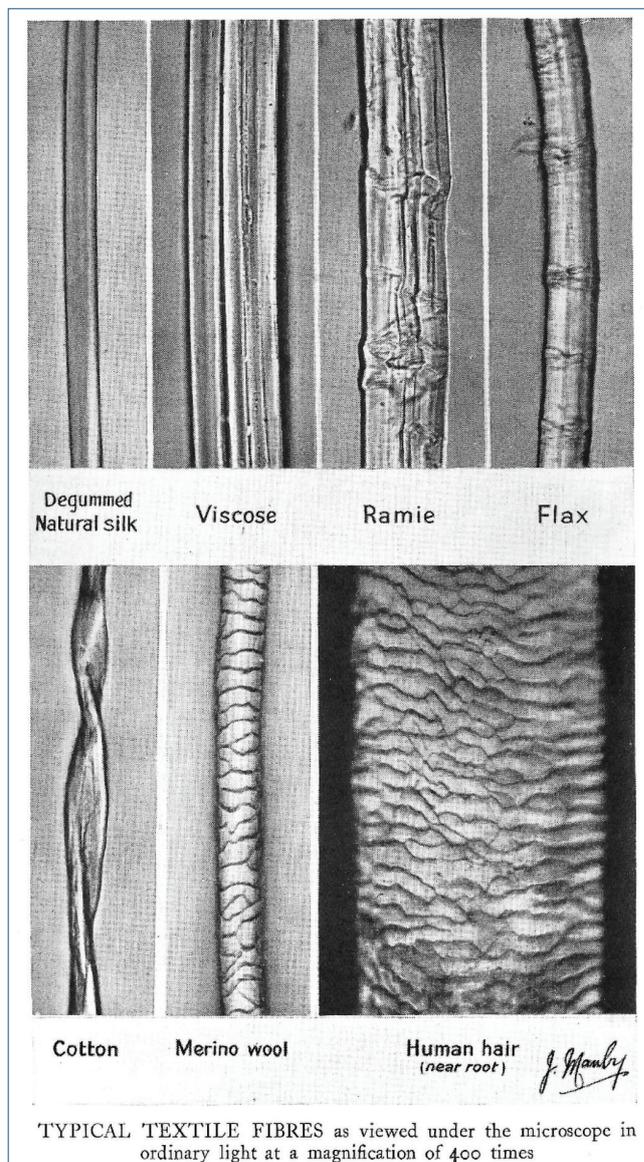


Fig. 2 - Textile fibers under x400 magnification (scanned from my copy of *Fundamentals of Fibre Structure*) [5]

(1898-1961), Professor of Textile Physics at the University of Leeds (UK) [5]. In addition to seminal X-ray studies of biological materials, he studied the textile fibers by high resolution microscopy (Fig. 2). Under such a microscope, the silk fiber looks quite “smooth.” Astbury subjected such fibers to X-ray crystallography and obtained the following pattern (Fig. 3). This is the characteristic pattern for an oriented uniaxial crystal. A discussion of the relationship between silk filament structure and its mechanical properties is given below.

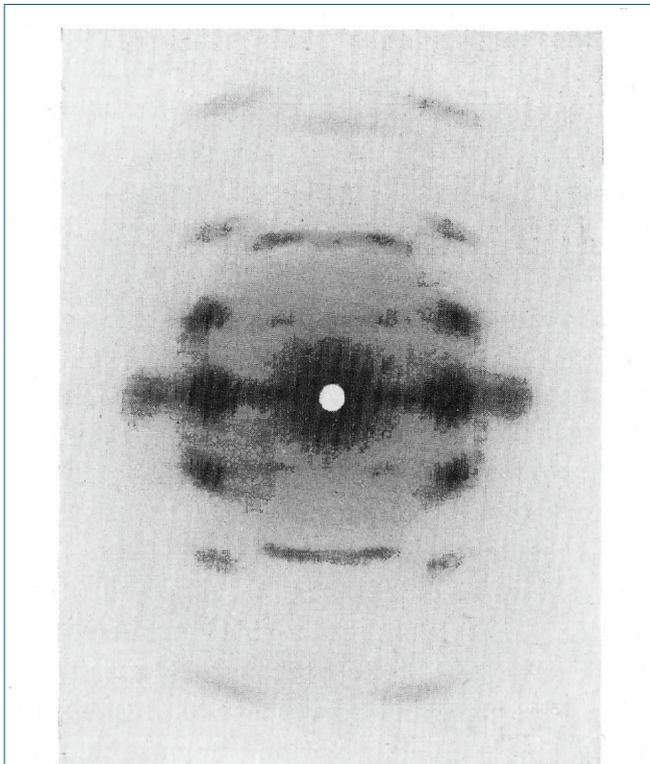


FIG. 36. X-ray 'fibre photograph' of natural silk (fibroin).

Fig. 3 - X-ray fibre photograph of natural silk (scanned from personal copy of Astbury) [5]. This is a historically important image and is reproduced in high resolution. The image is an accurate reflection of the actual sample structure

The structure of wool fibers

Wool fibers are much more complicated. A modern "cartoon" for a wool fiber is reported in Fig. 4.

At the heart of the fiber is a complicated protein chain called keratin. In its relaxed state it forms predominantly an "alpha helix". Wool fibers can be stretched like natural rubber filaments. Astbury studied the X-ray patterns corresponding to the relaxed and fully stretched state of wool fibers. The characteristic repeated distance along the fibril axis changed as the chain stretched. It is now known that the alpha helix becomes a fully stretched polypeptide chain. If the stretching is carried out under 0% relative humidity, the stretched state can be retained for extended periods of time after the stress is removed. But, if the wool is exposed to water, it will return to its initial state. Astbury, in 1932, correctly compared this to the behavior of natural rubber [6]. Stretched rubber crystallizes and heat is given off. If the rubber

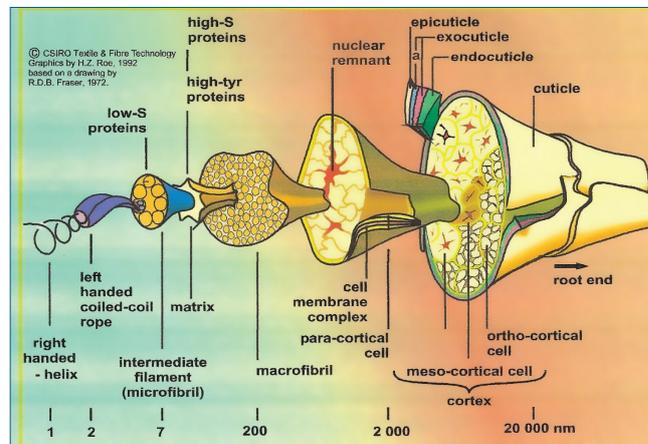


Fig. 4 - Schematic diagram of a wool fiber showing the complicated biological structure. (<https://csiropedia.csiro.au/wp-content/uploads/2015/01/6229343.pdf>)

is cooled under tension the crystalline state is stable. Natural rubber will crystallize spontaneously if it is cooled sufficiently.

The structure of cotton fibers

Crystalline materials often exist in multiple forms. One of the most famous textile chemists, John Mercer (1791-1866), discovered that cellulose fibers could exist in two forms [7]. When he used cellulose cloth to filter a strong lye solution, he noticed that the fibers became shorter and stronger. This process, now known as "mercerization", is still a standard procedure for preparing strong cotton thread. Such fibers have also been studied by X-ray crystallography. Four polymorphs are now known for the cellulose crystal form [8]. They are all based on the extended cellulose structure that forms microcrystals of folded chains, but the packing is different. The basic filaments of natural textile fibers are all based on crystalline forms of biomacromolecules. The technology needed to isolate the structure needed to form yarns has been known for millennia, but the molecular details are 20th century discoveries. In spite of "modern" synthetic textile fibers, all four classical textile fibers are still an important part of human culture!

Turning textile fibers into yarn

Early fabric technology was tedious but people with lots of time could devote their energy to such activities. Eventually, fabric production became a stand-

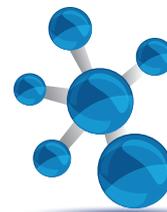


Fig. 5 - Portrait of a lady spinning with a flyer and wheel. Maerten van Heemskerck (1531), Museo Thyssen-Bornemisza, public domain

ard “home industry” and the distaff was a staple in most houses (<https://en.wikipedia.org/wiki/Distaff>). While the spinner was not fully aware of the technological significance of their craft, they knew that in order to create good fabrics, the yarn needed a “twist.”

Spinning wheels

The origins of the “spinning wheel” are disputed, but regions that produced lots of fabrics from wool and cotton, such as India and Persia, were employing this technology by around 1000 CE [9] (Fig. 5).

The distaff is now more elegant, but it still provides convenient unreeling of the not yet twisted fibers. The wheel provides the motive power, and in this version is controlled directly by the right hand (later versions were driven by a treadle mechanism). The major improvement is the flyer mechanism that incorporates the twist. Leonardo Da Vinci played an important role in the perfection of this mechanism. The fibers from the distaff are gathered and twist-

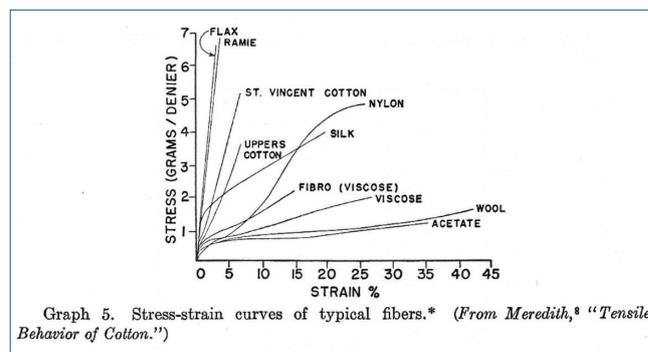
ed by the spinner. Handwork remained the key to good yarn. The hand-twisted yarn is fed into the hollow axle of the flyer and up through a hole. The yarn is then threaded through the hooks on one side of the flyer and onto the bobbin. The drive-wheel band is twisted so that there are two strands available for spinning. The whorl spins more slowly than the bobbin, due to the different diameter of the drive groove. This allows the proper tension to be maintained. When the process is completed, the whorl is unscrewed and the bobbin removed (the whorl-nut threads are counter-rotational from the spinning direction). A nice diagram of the modern flyer can be found at: <http://rovingcrafters.com/2015/05/06/how-to-pick-a-spinning-wheel-that-you-will-love-part-1/>.

The physics of yarn strength

It has been known for many millennia that twisted yarns are stronger than single filaments. But it has only been in the 20th century that a coherent theory of yarn strength has been developed. There are many levels of theory that can be applied to this problem, but they all start with a single filament. Measurements of the stress and strain of a single textile filament look like Fig. 6.

Flax and ramie are “stiff” filaments, while, by comparison, wool is “soft.” The “tenacity” of the filament is obtained from the slope of the curve. The range of tenacities for the filaments considered here are [10]:

- Flax 2.4-7.0 g/D
- Silk 2.2-4.6 g/D
- Cotton 2.0-5.0 g/D
- Wool 1.1-1.5 g/D



Graph 5. Stress-strain curves of typical fibers.* (From Meredith, 8 “Tensile Behavior of Cotton.”)

Fig. 6 - Stress-strain curves for typical textile fibers [10]

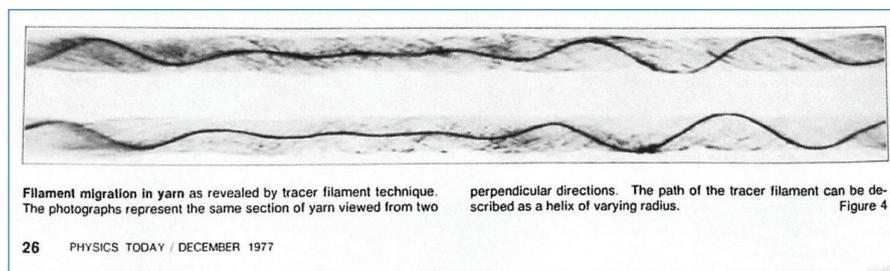


Fig. 7 - Filament migration in a twisted yarn. The filaments are flexible and can sample the full cross section of the fiber. This complex structure is fully consistent with the known structure of polymers like polyethylene in the oriented liquid state [11]

Another important measure of the filament is its percent elongation at rupture. Flax and ramie break at only 3-7% elongation, while wool can elongate by up to 50% of its initial length. As discussed above, wool undergoes a conformational transition from alpha helix to extended chain that allows it to extend under tension.

Yarns contain many filaments. Consider an "ideal" straight cylindrical filament of cross-sectional area A and length L . If a group of N of these filaments are contained in a cylindrical vessel with a cross section substantially exceeding NA , but still small enough to restrict the direction of the filaments, a single filament can be pulled out of the "bundle" with minimal force (think of a package of spaghetti). But, if the bundle is subjected to a cylindrical pressure, it will be difficult to remove a single piece. The neighboring cylinders provide a frictional force that resists movement of the "test piece." If the frictional force is large enough, pulling on a single piece will result in extensional failure of the test filament.

Individual filaments have cross-sectional areas in the micron range, while filament length can be macroscopic. While dry spaghetti looks like a rigid rod, any textile filament at room temperature will look like a writhing snake. Inter-filament forces are strong enough to bind the bundle together like a liquid crystal. With only a small external tensile force, the "preferred direction" for the filaments can be established. Raw silk filaments are mated with others in a process of reeling that creates a structure where there are many filaments oriented preferentially along the contour of the yarn. Intrinsic inter-filament forces stabilize the bundle.

If a "raw" yarn is simply allowed to exist as a tangled mess, it devolves in many ways. Natural Browni-

an motion allows the chemical chains to "sample" possible arrangements. Filaments on the outside of the yarn can start to deviate from the preferred direction and eventually "reptate" away! This process is facilitated by ambient moisture. The water molecules provide both a "heat bath" and a Brownian force. We should celebrate the woman who

observed that if the yarn is kept reeled, it will be stable longer. Re-reeling reinforces the preferred direction and allows some defects to be eliminated.

Nevertheless, untwisted yarns have a definite "shelf life." Some dear soul discovered that if the yarn is twisted, the structure is both stronger and more persistent. This is not the only technological miracle that remained a mystery for millennia, but it required both the theoretical advances of the 19th century and the analytical advances of the 20th century to begin to understand the phenomenon.

One of the most important theoretical and experimental insights is the actual paths traversed by single filaments along the length of the yarn. Riding and Treloar [11] have measured the trajectories for a single filament using tracer techniques. The actual path meanders with respect to the radial location even as it progresses in the axial direction (Fig. 7).

The twisting of the yarn "compacts" the bundle creating a liquid crystalline-like environment. The preferred direction is along the axis of the yarn, but individual filaments have much more freedom in the transverse direction. One of the key macroscopic characteristics of the yarn is its "anisotropy." The optical anisotropy of textile fibers was known by Robert Hooke. Treloar discusses the mechanical anisotropy that is so important to textile science. The tensile modulus of a yarn is very high, but the torsional modulus is low. It is much easier to "twist" yarn than to stretch it! But, when the yarn is fully compacted by twisting, additional torsional strain will produce internal stresses that weaken the structure.

One of the most remarkable theoretical studies that illustrates this effect was published in 1942 in the *Journal of Applied Physics* [12]. The yarn strength

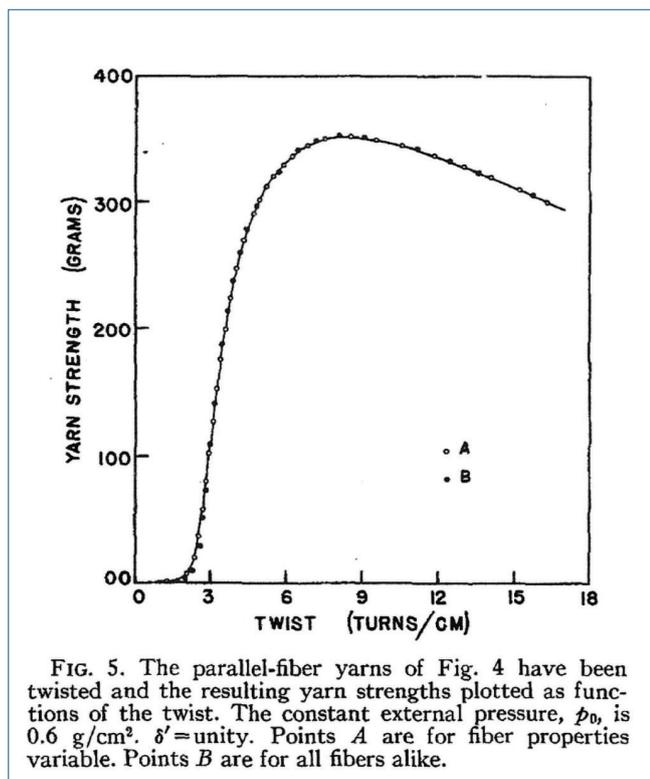
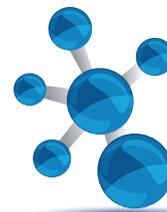


Fig. 8 - Calculated yarn strength as a function of twist in a model yarn [12]

was calculated as a function of twist (Fig. 8). The key physical phenomenon involved is the friction experienced by a filament as a function of twist. At low twist, it is still relatively easy to pull out the test filament (it is still relatively easy to pull out a test strand of spaghetti from a pot of boiling water). As the twist increases, the test strand is more confined and at the point where there is less "free volume" than needed to avoid close contact the friction produces a much stronger multi-filament structure. But, at much higher twist, little new compaction occurs and local stresses can now produce failure due to breakage of the filaments themselves!

Real textile yarns may introduce many additional complications, but the combination of molecular mechanics, condensed matter physics and polymer science account for most of the phenomenology.

Acknowledgements

I wish to thank Marco Taddia for his encouragement and for the invitation to publish a historical article at the technical level. I have benefitted greatly from

the Technical Center of the American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC). I also thank Professor Rong Yin from the Wilson College of Textiles at the North Carolina State University in Raleigh.

REFERENCES

- [1] B.C. Goswami, J.G. Martindale *et al.*, Textile Yarns: Technology, Structure, and Applications, Wiley, New York, 1977.
- [2] www.wormspit.com/degumming.htm
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Fibroin>
- [4] <https://en.wikipedia.org/wiki/Flax>
- [5] W.T. Astbury, Fundamentals of Fibre Structure, Oxford University Press, London, 1933.
- [6] L.R.G. Treloar, The Physics of Rubber Elasticity, Oxford at the Clarendon Press, 1949.
- [7] E.A. Parnell, The Life and Labours of John Mercer, F.R.S., Longmans, Green, and Co., London, 1886.
- [8] D.W. Jones, in Cellulose and Cellulose Derivatives, Part IV, N.M. Bikales (Ed.), Wiley-Interscience, New York, 1971.
- [9] https://en.wikipedia.org/wiki/Spinning_wheel
- [10] E.R. Kaswell, Textile Fibers, Yarns, and Fabrics, Reinhold, New York, 1953.
- [11] L.R.G. Treloar, *Physics Today*, 1977, **30**, 23.
- [12] R.R. Sullivan, *J. Appl. Phys.*, 1942, **13**, 157.

Facciamo il "twist": breve introduzione storica alla fisica e alla chimica della scienza del filato

I filati in fibra ritorta hanno rivoluzionato la cultura umana. I miglioramenti nella tecnologia sono stati compiuti durante l'era volgare, ma concreti tentativi di comprendere la struttura e le proprietà dei filati tessili risalgono solo al XVII secolo. Nel presente articolo verranno presentate prove visive della struttura dei filamenti tessili dal 1665 al 1977. Grandi progressi si sono poi avuti nel XX secolo grazie allo sviluppo della cristallografia a raggi X. Lo studio delle proprietà meccaniche dei filamenti tessili risalgono al XIX secolo e continuano nel presente.



L'EVOLUZIONE DELLE FIBRE SINTETICHE IN ITALIA: INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ

Riduzione dell'impatto ambientale e garanzia delle performance sono le due traiettorie per un mercato europeo sulla strada della ripresa. RadiciGroup, azienda leader nella produzione di filati sintetici, punta su prodotti da riciclo o da fonte bio, facendo dell'economia circolare il suo modello di business.



Il mercato europeo tra ripresa e difficoltà

Il 2021 in Europa ha registrato una generalizzata ripresa dei livelli di produzione e di domanda nella prevalenza dei settori. La domanda si è mantenuta robusta in corso d'anno, con l'eccezione del settore *automotive* che, dopo un'iniziale ripresa, ha subito l'impatto negativo della carenza globale di componenti e materiali chiave, *in primis* di semiconduttori, ridimensionando le proprie aspettative di crescita. A partire da inizio 2021 si è registrato un forte e persistente aumento nei costi dei noli internazionali, dovuto ad una scarsità di navi e containers a livello mondiale, in particolare sulle rotte asiatiche. Ne sono derivati colli di bottiglia sulle catene globalizzate del valore, con difficoltà sia negli ap-

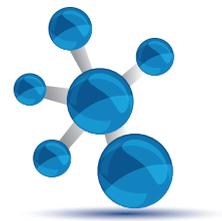
provigionamenti di materiali e componenti sia nei flussi di export dall'Europa. Ad aggravare le problematiche della logistica in Europa, si è aggiunta la carenza di autisti e mezzi pesanti per i trasporti specializzati.

A seguito della ripresa delle economie mondiali, si è registrato, in corso d'anno, un rialzo nelle quotazioni delle *commodity* di base. Criticità nella disponibilità di taluni intermedi chimici e polimeri, causate da problemi impiantistici e climatici, hanno indotto significativi ulteriori aumenti dei prezzi e condizionato in più occasioni l'offerta di specialità chimiche e polimeri in Europa e nel mondo.

Focus sulle fibre sintetiche

Il mercato europeo delle fibre sintetiche, dopo il calo del 10% nel 2020 rispetto al 2019, nei primi mesi del 2021 ha registrato una significativa ripresa della domanda in molti settori, sulla base dell'aumento dei consumi finali e di un effetto di ricostituzione di scorte, con una crescita della domanda stimata del 13% nel 2021.

Diverse filiere delle fibre sintetiche hanno però dovuto fronteggiare forti aumenti dei costi e grosse difficoltà nel reperimento delle materie prime, a causa delle motivazioni accennate precedentemente. Inoltre si è avuto un effetto di parziale ritorno alle richieste di produzioni europee dovuto alla difficoltà di importazione.

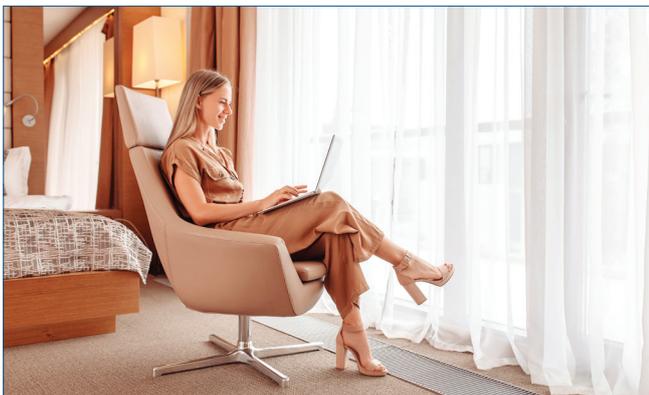


Nell'ultimo trimestre dell'anno, l'imponente crescita dei prezzi dell'energia, del gas naturale e dei combustibili fossili - che vede l'Europa (e soprattutto l'Italia) svantaggiata rispetto agli altri continenti - ha determinato un ulteriore incremento dei costi di produzione e, di conseguenza, dei prezzi di vendita nelle principali catene del valore sui mercati europei e internazionali. Questa situazione è continuata nel 2022 e si è aggravata con il manifestarsi del conflitto Russia-Ucraina.

In una filiera storicamente rigida come il tessile/abbigliamento ci si è trovati a dover gestire importanti aumenti dei costi delle materie prime che stanno obbligando i produttori di fibre sintetiche a richiedere incrementi di prezzi molto consistenti, per preservare la sostenibilità stessa di aziende già colpite dalla crisi pandemica.

L'arredamento, che nel 2020 ha mostrato una forte resilienza, beneficiando della maggiore attenzione del consumatore alla casa, ha continuato su buoni livelli nel 2021, trainato dal trend positivo dell'edilizia. Per quanto riguarda l'andamento del *contract*, si denota una tendenza alla riduzione degli spazi per uffici (visto l'aumento strutturale dello *smart working*) e il ridimensionamento degli spazi di vendita, dovuta all'accelerazione dell'*e-commerce* favorito dalla pandemia. Inoltre gli spazi sono stati ristrutturati con finalità di creare ambienti più sicuri e accoglienti.

La domanda di fibre sintetiche per abbigliamento si è rafforzata nel corso del 2021 per effetto da un lato della ricostituzione delle scorte, dall'altro della ripresa della domanda finale, favorita dal progressivo allentamento delle misure di contenimento della pandemia.



La domanda di fibre per *automotive*, dopo la ripresa dell'ultimo trimestre del 2020, nel 2021 è stata condizionata dal progressivo deterioramento in corso d'anno dei livelli di produzione di auto, legato alla carenza globale di componenti e dagli incrementi nei prezzi di vari materiali.

Sostenibilità, la parola chiave per il futuro delle fibre sintetiche

Una delle sfide importanti che il settore sta affrontando è la sostenibilità, declinata in maniera ampia, dall'economia circolare alla sostenibilità di processo e di prodotto, all'*ecodesign*, sulla base di una crescente richiesta di prodotti a minor impatto ambientale da parte di grandi brand, consumatori e istituzioni.

In tale contesto, RadiciGroup può contare su una filiera di produzione integrata, con impianti ottimizzati dal punto di vista dell'impatto ambientale. Negli anni il Gruppo ha sviluppato un'importante competenza nel settore del riciclo e si è impegnato su attività di R&D focalizzate allo sviluppo di materiali e soluzioni sostenibili innovative a partire dalla chimica a monte fino alle fibre e ai polimeri.

RadiciGroup, grazie alla presenza nelle sedi associative e istituzionali più qualificate, partecipa attivamente ai nuovi progetti messi in campo dall'industria per strutturare sistemi di raccolta, gestione e riciclo dei prodotti tessili a fine vita e degli scarti su tutta la filiera tessile.

In assenza di prassi consolidate per il riuso e il riciclo di manufatti eterogenei, spesso basati su miscele di fibre naturali, sintetiche, artificiali con la presenza di additivi di vario tipo, la collaborazione con i maggiori *stakeholder* della filiera tessile, sempre nel rispetto delle normative sulla corretta competizione, è cruciale per il raggiungimento degli obiettivi.

RadiciGroup, soluzioni tessili a ridotto impatto ambientale

L'evoluzione delle fibre sintetiche nel segno di una maggiore sostenibilità è un elemento chiave e strategico. Ecco perché RadiciGroup come attore a monte della filiera cerca da sempre di mettere a disposizione la propria conoscenza dei materiali per offrire soluzioni che siano performanti e al tempo stesso rispettose dell'ambiente. Il Gruppo ha fatto della circolarità il proprio modello di business, im-

pegnandosi per creare prodotti durevoli e di qualità, realizzati investendo sull'innovazione, utilizzando materie prime a limitato impatto e/o riciclabili, scegliendo fonti rinnovabili, minimizzando gli scarti, perfezionando i processi e adottando rigorosi sistemi di misurazione dell'impatto ambientale.

Inoltre la gamma di fibre sintetiche messe a disposizione del Gruppo annovera un maggior numero di prodotti a ridotto impatto ambientale, che garantiscono le performance tecniche: da Renycle®, il filato proveniente dal riciclo del nylon, a Repetable®, il filato di poliestere che nasce dal recupero delle bottigliette di PET, fino alla gamma Biofeel® che comprende tutte le proposte da fonte rinnovabile (PET, PA e PLA).

Renycle® è il prodotto RadiciGroup ottenuto dal riciclo del nylon, un materiale ad alto valore con eccellenti caratteristiche di resistenza, tingibilità, morbidezza e versatilità. Attraverso processi virtuosi di recupero e riciclo, gli scarti di nylon si trasformano in polimeri e, successivamente, in filati ad elevate performance. Le prime misurazioni interne hanno rilevato che, rispetto al polimero vergine di nylon, Renycle® consente di risparmiare oltre l'87% di energia e il 90% di acqua, ottenendo le medesime prestazioni in termini di qualità. Inoltre si riducono le emissioni di CO₂ di quasi il 90%.

Repetable® è il nuovo filato di poliestere del Gruppo, ottenuto mediante un processo di riciclo post-consumo delle bottiglie di plastica, che consente di abbattere le emissioni di CO₂ del 45% e ridurre i consumi di acqua del 90% ed energia del 60%. Repetable® comprende una vasta gamma di fibre di poliestere sostenibili, versatili e ad alte prestazioni con molteplici possibilità di additivazione e colore, per applicazioni in vari settori come abbigliamento, auto e arredamento.

Biofeel® è la gamma di filati bio-based di RadiciGroup, la cui origine è prevalentemente da fonte rinnovabile. Questi filati offrono contemporaneamente sostenibilità e prestazioni grazie alla componente naturale abbinata alle caratteristiche di

resistenza, comfort e tingibilità tipiche di filati da fonte fossile. Nelle versioni in PLA possono inoltre essere biodegradabili a fine vita.

Tutto questo assume ancora più valore quando è un'intera filiera a puntare sull'economia circolare, ossia un lavoro di squadra per sviluppare soluzioni innovative, sostenibili e misurabili.

Una tuta da sci sostenibile, da cima a fondo

La prima tuta da sci concretamente sostenibile, con una forte attenzione allo stile e al design e con una progettazione a km zero, è oggi realtà. Protagonista nella realizzazione di questo capo moda-sportivo altamente innovativo, oltre a RadiciGroup, è stata un'altra azienda bergamasca chiamata DKB, specializzata in abbigliamento tecnico sportivo.

Il completo, composto da giacca e pantaloni, è stato realizzato da un tessuto in Renycle, un filato prodotto da RadiciGroup e derivato dal riciclo meccanico della poliammide: nasce cioè da materiali di seconda vita.

I principi dell'eco-design hanno guidato l'ideazione e la produzione della tuta da sci: anche l'imbottitura e i numerosi accessori, tra cui le zip, i velcri, i bottoni e il filo delle cuciture sono in poliammide, un traguardo ottenuto a seguito di un grande lavoro di squadra tra RadiciGroup e DKB per la ricerca e sviluppo di materiali tra loro chimicamente affini, utilizzabili in specifiche applicazioni che richiedono performance tecniche elevate.

Questa composizione quasi mono-materiale consente di facilitare in modo significativo il riciclo del capo a fine uso, attraverso la sua trasformazione in nuovo materiale polimerico utilizzato per produrre, ad esempio, componenti di scarponi e attacchi da sci, o che può trovare applicazione nell'ambito *automotive*, nell'arredamento o in qualsiasi settore che preveda l'utilizzo di poliammidi ad alte prestazioni. Atleti e allenatori dello Sci Club RadiciGroup sono stati i primi ad indossare la divisa nella stagione invernale 2021-22, diventando così gli "ambasciatori" ufficiali di questa iniziativa di sostenibilità concreta.

The Evolution of Synthetic Fibers in Italy: Innovation and Sustainability

Reducing the environmental impact and guaranteeing performance are the two trajectories for a European market on the way to recovery. RadiciGroup, a leading company in the production of synthetic yarns, focuses on products from recycled or bio sources, making the circular economy its business model.



LE FIBRE TESSILI NATURALI E LA LORO SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Le fibre naturali sono di origine vegetale o animale e, in questa nota, vengono esaminate nell'ottica della sostenibilità ambientale. Durante le fasi di coltivazione e lavorazione le colture vegetali ed animali, richiedono trattamenti chimici considerevoli che contaminano aria, acque e suolo e, in parte, permangono nella fibra.



Introduzione

I tessuti si possono suddividere in tessuti in fibre naturali, ritrovabili in natura da fonti rinnovabili, tessuti in fibre “chimiche” o “man made” (costruite dall'uomo, sia da fonti rinnovabili, che da fonti non rinnovabili).

Le fibre naturali sono vegetali (cotone, lino, ortica, canapa e juta) o animali (lana e seta), poi ci sono quelle prodotte da materie prime naturali e modificate chimicamente (rayon, viscosa, acetato, triacetato, elastodene). Quelle sintetiche sono prodotte da materie prime che derivano da petrolio o carbone o gas naturale (poliesteri, poliammidiche, acriliche, modacriliche, aramidiche, poliuretaniche, poliestere riciclato, polipropileniche e polietileniche). In questa nota si parlerà solo delle fibre natura-

li [1-9]. Nell'ottica della sostenibilità ambientale esse provengono da fonti rinnovabili, ma non per questo risultano meno inquinanti. Le fibre naturali - che possono essere di origine animale o vegetale - sono già presenti in natura come filati, rappresentano il 40% di quelle utilizzate nel mondo e vengono trattate solo meccanicamente, prima di essere impiegate, senza subire modifiche alla loro struttura.

Il cotone

Il cotone è un “caso mondiale”, in quanto oggi rappresenta una delle cause principali per l'inquinamento ambientale e la sostenibilità sociale nel settore moda.

Per il cotone si sono combattute guerre e devastati interi ecosistemi, deviando corsi d'acqua o addirittura prosciugando interi bacini. Il cotone è una fibra naturale, per cui, ad una prima analisi, sembrerebbe assai “rassicurante”. In realtà, chiarito che naturale non è sinonimo di ecologico o ecosostenibile, il cotone presenta delle problematiche ambientali e sociali di grande portata, che vengono descritte di seguito, unitamente ad alcune soluzioni che il mondo della moda ha elaborato e sta elaborando per ridurre gli impatti. Durante la fase di coltivazione viene sottoposto a trattamenti chimici considerevoli in cui vengono impiegati in maniera massiccia fertilizzanti, diserbanti, pesticidi, che contaminano aria, acque e suolo e, in parte, permangono nella fibra.

I continui trattamenti, oltre a creare resistenza agli antiparassitari hanno portato a infestazioni secondarie che richiedono ulteriori operazioni. Si genera così una spirale infinita tra diversi tipi di antiparassitari che producono effetti diretti sulla salute dell'uomo: da irritazione oculare e lacrimazioni a irritazione della pelle ed effetti tossici sul sistema nervoso e riproduttivo. L'uso sempre crescente di fertilizzanti, diserbanti, insetticidi e la perdita di habitat naturali, sono i principali fattori legati al declino degli insetti impollinatori come le api, che garantiscono sia la biodiversità naturale, sia la sicurezza alimentare.

Gli impatti sociali del cotone derivano dal fatto che l'industria del cotone e dell'abbigliamento in genere, del quale il cotone è protagonista assoluto, è una delle più grandi al mondo: dà lavoro a 15 milioni di persone in Asia e a 4 milioni di persone in Europa, che producono la stragrande maggioranza dei capi di abbigliamento indossati.

Il cotone biologico (o organico) è un cotone coltivato con metodi e prodotti che hanno un basso impatto sull'ambiente. Per la sua produzione vengono utilizzati sistemi di coltivazione biologica per fertilizzare il terreno, eliminando l'uso di pesticidi e fertilizzanti chimici, tossici e persistenti nel cotone stesso e nell'ambiente, favorendo biodiversità e cicli biologici naturali. Allo stato attuale, però, la percentuale di coltivazioni di cotone biologico rappresenta poco più dell'1% della produzione mondiale di cotone.



La lana

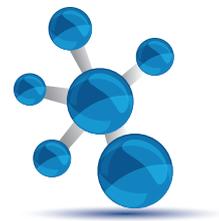
La lana è una fibra animale, ottenuta mediante tosatura del vello delle pecore. Consiste essenzialmente in cheratina, una proteina insolubile nell'acqua. La lana, oltre ad essere un materiale biodegradabile, ha una notevole capacità di assorbire acqua e umidità e di trattenere il calore, caratteristiche che la rendono, insieme alla morbidezza e all'elasticità, confortevole e ideale nel fronteggiare climi freddi. L'allevamento dei piccoli ruminanti presenta un certo carico ambientale, seppur inferiore a quello generato dai bovini da carne e da latte. Esso comporta, in particolare, l'uso di ampie aree di pascolo sottratto ad altre colture negli allevamenti stanziali, consumo di acqua, erba, foraggio ed emissioni. L'azoto contenuto nelle feci e nelle urine contribuisce all'effetto serra mediante produzione di ammoniaca e ossidi di azoto, che possono anche contaminare acque di falde e superficiali.

I processi di lavorazione presentano importanti criticità dal punto di vista ambientale: ingenti quantitativi di acqua per il lavaggio della lana sudicia per rimuovere le impurità; alti consumi energetici nella fase di filatura, tessitura e nobilitazione; consumo rilevante di materiali chimici e coloranti; acque reflue che necessitano di trattamenti; scarti di produzione. Insomma, la lana è tutt'altro che ecologica!

La lana biologica è una fibra tessile naturale di origine animale. È una fibra rinnovabile e biodegradabile proveniente da allevamenti che pongono le pecore e l'ambiente al centro dell'attenzione. Il benessere degli animali è centrale, non esiste nessuna forma di crudeltà e lo stress negli animali è minimizzato. Gli allevamenti biologici lavorano molto sulla prevenzione, in modo che non vi sia necessità di antibiotici. Gli animali vivono in libertà e si nutrono con cibo biologico di alta qualità. La tosatura non è violenta. Inoltre, la lana ecologica ha una qualità superiore.

La canapa

La canapa è un tessuto biologico derivato dai fusti di piante di "cannabis sativa". Diversi brand di moda hanno inserito questo materiale in alcune delle loro ultime collezioni per il suo valore ecosostenibile. Coltivare la canapa, infatti, non richiede



l'uso di insetticidi e di elevate quantità di acqua, inoltre non provoca desertificazione del terreno nel lungo periodo.

L'ortica

L'ortica è una pianta che cresce nelle regioni temperate dell'Europa, dell'Asia e del Nord America fino ai 2.400 metri di quota. In Europa si adatta ad un largo intervallo di condizioni climatiche e vive in terreni con alto contenuto di materiale organico. In considerazione della sua elevata resistenza ai patogeni e alle proprietà urticanti, la sua coltivazione non richiede l'utilizzo di diserbanti e anti-parassitari e il consumo di acqua è ridotto. Dell'ortica non va perduto niente: dalla corteccia si ricava la fibra tessile, con la parte interna si produce cellulosa per carta estremamente pregiata; le estremità fresche e le foglie forniscono un prodotto altamente nutritivo per uso zootecnico.



La juta

La juta è una fibra tessile naturale di origine vegetale, morbida e brillante, può essere filata in fili grossi e resistenti. La juta è una delle fibre naturali più economiche esistenti ed è seconda solo al cotone per quantità prodotta e per varietà d'uso. Le fibre di juta sono composte principalmente da materiali vegetali derivati da cellulosa e lignina. Le fibre di juta variano nel colore, da bianco sporco a marrone, e sono lunghe da 1 a 4 metri. La pianta di juta ha bisogno di pochissima acqua, non necessita di fertilizzanti, di erbicidi e pesticidi e, quindi, lascia intatti il terreno e le falde acquifere collegate. La fibra di juta è biodegradabile e riciclabile al

100% e quando viene bruciata o posta nelle discariche non genera gas tossici. Questi sono certamente alcuni dei motivi che spingono a definire il tessuto in juta uno dei tessuti ecologici più "green" in commercio.

Il lino

Il lino è una fibra naturale estratta dallo stelo, alto dai 70 ai 100 cm, della pianta omonima mediante macerazione dei fasci fibrosi contenuti nel libro (floema). Il filato che si ottiene si presenta con mano fresca*, lucentezza, rigidità e resistenza molto elevata. Il tessuto può essere molto fine e leggero da usare per la biancheria, oppure più pesante e grezzo per l'abbigliamento estivo.

La crescita del lino ha un basso impatto sull'ambiente, poiché utilizza cinque volte meno fertilizzanti e pesticidi di una stessa quantità di cotone. La sua coltivazione non ha bisogno di grandi quantità di acqua: i livelli naturali di acqua piovana sono tutto quello che serve alla pianta per crescere. Un ettaro di lino immagazzina 3,7 tonnellate di CO₂ all'anno, una quantità notevole ed importante per la sostenibilità. Inoltre, la pianta del lino viene lavorata per produrre la fibra in modo puramente meccanico, senza l'uso di sostanze chimiche.

La seta

La seta è ottenuta dalle secrezioni delle ghiandole del baco di seta allo stato di larva, che si nutre delle foglie di gelso, una pianta in parte dimenticata, che non viene più coltivata come un tempo, tranne in



*Mano in ambito tessile è il termine tecnico con cui si indicano sofficità, morbidezza e voluminosità valutate come la sensazione al tatto di un tessuto.

alcune zone del mondo, tra cui la Cina, principale produttore di seta. La seta è un tessuto biodegradabile e sostenibile in linea di principio, ma tuttavia da tempo si è sviluppata la seta organica, che viene prodotta senza trattamenti chimici sui gelsi, né sul tessuto finale (solo coloranti naturali).

Misuratori di sostenibilità dei tessuti

In questo paragrafo sono riportati i parametri utilizzati per caratterizzare la sostenibilità dei diversi tessuti.

Carbon footprint di prodotto

La *carbon footprint* (o “impronta di carbonio”) di un prodotto è una misura che esprime in CO₂ equivalente il totale delle emissioni di gas ad effetto serra associate direttamente o indirettamente ad un prodotto (anche ad un’organizzazione o un servizio, ma ai nostri fini interessa il prodotto). Cosa significa CO₂ equivalente? In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra da includere sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d’azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs). La tCO₂e (tonnellate di CO₂ equivalente) permette di esprimere l’effetto serra prodotto da questi gas in riferimento all’effetto serra prodotto dalla CO₂, considerato pari a 1 (ad esempio il metano ha un potenziale serra 25 volte superiore rispetto alla CO₂, e per questo una tonnellata di metano viene contabilizzata come 25 tonnellate di CO₂ equivalente).

La misurazione della *carbon footprint* di un prodotto considera tutto il ciclo di vita del prodotto, dall’estrazione delle materie prime allo smaltimen-



to finale del prodotto “dalla culla alla tomba” (*from cradle to grave*).

Water footprint di prodotto

La *water footprint* (o “impronta idrica”) di un prodotto è un indicatore del consumo di acqua dolce necessaria per ottenerlo, calcolata in termini di volumi d’acqua consumati (evaporati o incorporati in un prodotto) e inquinati per unità di tempo. Essa è quindi una misura volumetrica del consumo e dell’inquinamento dell’acqua. Non valuta quindi la gravità dell’impatto a livello locale, ma fornisce un’indicazione sulla sostenibilità spazio-temporale dalla risorsa acqua utilizzata per fini antropici.

Metodo LCA

Il *Life Cycle Assessment* (LCA) è una procedura di identificazione e quantificazione dei consumi di materia, energia ed emissioni nell’ambiente e di valutazione degli impatti potenziali in termini fisici che vengono generati nel corso dell’intero ciclo di vita del prodotto, includendo le fasi di preproduzione (quindi anche estrazione e lavorazione delle materie prime), produzione, uso (riuso e manutenzione, riciclaggio e dismissione finale). Tale procedura è standardizzata dalle norme UNI EN ISO 14040-44:2006.

Lo strumento permette di intervenire sulle fasi della produzione, identificando tutte le opportunità per diminuire gli impatti negativi monitorando gli stessi nel tempo e valutando i miglioramenti e, inoltre, rappresenta un supporto importante per la valutazione delle varie certificazioni ambientali.

Made-by Environmental Benchmark for Fibres

I risultati delle LCA sono esaustivi e molto dettagliati, ma in alcuni casi non immediati, un limite che a volte, in un mondo come quello della moda, gira ad una velocità folle. Per facilitare il compito agli addetti al settore moda è stato creato l’*Environmental Benchmark for Fibres* dalla ONG “Made-by” (ONG non più operativa). Questo indice valuta l’impatto ambientale di alcune tipologie di “fibre” (la valutazione si ferma prima della filatura), classificandoli con una lettera maiuscola, in ordine crescente per maggiore impatto negativo sull’ambiente (Fig. 1). È un po’ una classificazione come quella che



MADE-BY ENVIRONMENTAL BENCHMARK FOR FIBRES



www.made-by.org

CLASS A	CLASS B	CLASS C	CLASS D	CLASS E	UNCLASSIFIED
Mechanically Recycled Nylon	Chemically Recycled Nylon	Conventional Flax (Linen)	Modal® (Lenzing Viscose Product)	Bamboo Viscose	Acetate
Mechanically Recycled Polyester	Chemically Recycled Polyester	Conventional Hemp	Poly-acrylic	Conventional Cotton	Alpaca Wool
Organic Flax (Linen)	CRAILAR® Flax	PLA	Virgin Polyester	Generic Viscose	Cashmere Wool
Organic Hemp	In Conversion Cotton	Ramie		Rayon	Leather
Recycled Cotton	Monocel® (Bamboo Lyocell Product)			Spandex (Elastane)	Mohair Wool
Recycled Wool	Organic Cotton			Virgin Nylon	Natural Bamboo
	TENCEL® (Lenzing Lyocell Product)			Wool	Organic Wool
					Silk

More Sustainable

Less Sustainable

© Copyright MADE-BY Label UK Ltd. MADE-BY Benchmarks cannot be printed, circulated or copied without the accompanying MADE-BY logo and website.

bwe This Benchmark was made in cooperation with Brown and Wilmanns Environmental, LLC. For further information on this Benchmark see www.made-by.org/benchmarks

Fig. 1 - Classificazione ambientale delle principali fibre

viene fatta per gli elettrodomestici per le classi di consumo. L'indice è di facile lettura per qualunque addetto al settore, anche con conoscenze limitate e aiuta parecchio soprattutto chi abbia volontà o necessità di utilizzare materiali sostenibili, oppure pensi già dall'inizio della progettazione a come riciclare.

Fra le curiosità che si possono cogliere c'è il fatto che il materiale più sostenibile sia quello riciclato, perfino più sostenibile del cotone biologico.

I parametri che questo importante indice prende in considerazione per la classificazione dei materiali all'interno della tabella possono essere così riassunti: gas serra, tossicità umana, consumi energetici, consumi idrici e consumo di suolo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Focus, Il Lago d'Aral è quasi scomparso, Settembre 2016**
- [2] M. Milone, 100% made in cotton, Fondazione Mario Luzi Editore, Roma, 2017, ISBN 8867481398.
- [3] M. Ricchetti, Neomateriali nell'economia circolare. Moda, Edizione Ambiente, Milano, 2017, ISBN 8866272043.
- [4] **A. Ghiraldin, "La sostenibilità nel settore moda", Università Ca'Foscari di Venezia,**

Dipartimento di Management, Anno accademico 2016/2017

- [5] L.E. Cline, Overdressed – The Shockingly High Cost Of Cheap Fashion, Penguin Group, New York, 2013, ISBN 1591846544.
- [6] **Ellen MacArthur Foundation - A new textile economy: redesigning fashion's future. Ellen MacArthur Foundation, 2017**
- [7] M.L. Frisa, M. Ricchetti, The beautiful and the good: a view from Italy on sustainable fashion, Marsilio Editore, 2013, ISBN 9788831712606.
- [8] www.maekotessuti.com
- [9] www.vestilana.it

Natural Textile Fibres and their Environmental Sustainability

Natural fibers are of plant or animal origin. This note describes natural fibres with a view to environmental sustainability. During the cultivation and processing phases, plant and animal crops require considerable chemical treatments that contaminate air, water and soil and partly remain in the fibres. The textile industry has equipped itself with fabric sustainability meters such as the 'product' carbon'.



ORANGE FIBER: DAL LABORATORIO ALLA MODA

Orange Fiber ha brevettato e produce tessuti sostenibili dai sottoprodotti dell'industria agrumicola. Il processo che consente di estrarre cellulosa da agrumi alla filatura è stato sviluppato in laboratorio e poi ottimizzato con istituti e centri di ricerca. Ciò ha permesso all'azienda di stringere importanti partnership di filiera e gettare le basi per il successivo scale up industriale.



Fig. 1 - Pastazzo di arance in lavorazione presso l'impianto di produzione Orange Fiber

Orange Fiber è la PMI innovativa italiana che ha brevettato e produce tessuti sostenibili a partire dai sottoprodotti dell'industria di trasformazione degli agrumi, ovvero tutto quello che resta dopo la spremita per il consumo alimentare - che vale circa il 60% del peso originario dei frutti.

Secondo dati aggiornati, solo in Italia, ogni anno si producono circa 1 milione di tonnellate di questo sottoprodotto industriale, in gergo chiamato pastazzo (Fig. 1), la cui gestione comporta importanti costi ambientali ed economici.

Grazie al processo di produzione sviluppato da Orange Fiber, l'azienda è in grado di sfruttare le potenzialità del pastazzo per l'estrazione della cellulosa d'agrumi (Fig. 2) atta alla filatura, trasformando così un residuo di lavorazione in una nuova risorsa per il rilancio economico del comparto manifatturiero italiano.

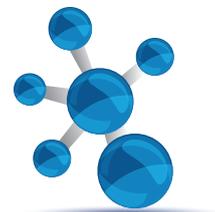
L'idea di Orange Fiber nasce nel 2012, quando, nel corso dei suoi studi in Fashion Design e materiali

innovativi all'AFOL Moda di Milano, Adriana Santanocito - ideatrice & Co-Founder - intercetta il trend dei tessuti sostenibili e decide di approfondire l'argomento nella sua tesi.

Le attività di ricerca e sviluppo di tessuti a partire dal pastazzo di agrumi sono state svolte in collaborazione con il laboratorio di Chimica dei Materiali del Politecnico di Milano diretto dalla prof. Elena Vismara.



Fig. 2 - Estrazione della cellulosa d'agrumi atta alla filatura nell'impianto di produzione Orange Fiber



A seguito dello studio di fattibilità, nel 2013 si è giunti al deposito del primo brevetto italiano, esteso poi a PCT internazionale nei principali Paesi produttori di succo di agrumi nel mondo: UE, USA, Brasile, Messico, India.

Nel 2014 insieme ad Enrica Arena, oggi CEO e Co-Founder, viene fondata l'azienda con sede legale e stabilimento produttivo a Catania.

Attualmente la materia prima dalla quale Orange Fiber estrae la cellulosa adatta alla filatura proviene da un'unica industria specializzata nell'estrazione di principi attivi dagli scarti agricoli per la cosmetica e nutraceutica con la quale l'azienda ha stretto un accordo di collaborazione e all'interno della quale ha installato il proprio impianto di produzione. Ciò consente ad Orange Fiber di essere vicina ai luoghi di produzione del sottoprodotto necessario per la realizzazione dei propri tessuti e filati, abbattendo l'impatto negativo di logistica e trasporti, tracciare la provenienza del materiale impiegato e portare valore alla propria terra d'origine - la Sicilia - in termini di innovazione, sostenibilità, creazione di nuovi posti di lavoro, competitività.

Agli esordi e nei primi anni di attività dell'azienda, il processo di produzione Orange Fiber si basava su una serie di ricerche e sviluppi effettuati in laboratorio, dove, a partire da una serie di estrazioni chimiche già applicate con successo ad altre matrici [1-3], sono stati ottenuti campioni di cellulosa in cui la frazione α , avente il più elevato grado di polimerizzazione (DP), raggiungeva un valore $\geq 90\%$ [4].

La cellulosa così ottenuta è stata poi processata e filata, per ottenere una fibra tessile di acetato di cellulosa - realizzata in partnership con Inacsa - a partire dalla quale sono stati sviluppati i primi prototipi Orange Fiber nel 2015 e la prima collezione di tessuti con la quale l'azienda ha fatto il proprio esordio sul mercato del tessile-moda nel 2017.

Negli anni a seguire, attraverso costanti investimenti in ricerca e sviluppo e la collaborazione con istituti di ricerca nazionali e stranieri, quali ad esempio il Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research (IAP), Orange Fiber si è impegnata per l'ottimizzazione del proprio processo di produzione e lo scale up industriale.

Impegno che l'ha portata a sviluppare un nuovo processo di produzione che le consente, oggi, di

ottenere un output di cellulosa di alta qualità che può essere impiegata per la produzione del lyocell, una fibra cellulosica [5] che, a differenza della viscosa che utilizza il solfuro di carbonio, viene prodotta dalla cellulosa frantumata disciolta in un solvente organico conosciuto come *N*-ossido di 4-metilmorfolina (NMMO), recuperabile e riutilizzabile nel processo di produzione.

Di conseguenza a questo, Orange Fiber ha stretto un'importante partnership con il gruppo austriaco **Lenzing**, leader mondiale nella produzione di fibre tessili speciali a partire da legno, per la produzione della TENCEL™ Limited Edition x Orange Fiber (Fig. 3), una fibra di lyocell composta da polpa d'arancia e da legno certificato FSC.

Prodotta utilizzando lo stesso pluripremiato processo di produzione a ciclo chiuso delle fibre TENCEL™ Lyocell standard, la **TENCEL™ Limited Edition x Orange Fiber** contribuisce a promuovere la sostenibilità nella filiera del tessile e dell'abbigliamento e ridefinire i confini dell'innovazione nella produzione delle fibre cellulosiche.

Considerando poi che le proprietà di resistenza delle fibre sono strettamente connesse alle caratteristiche intrinseche della cellulosa da cui derivano e dal modo in cui le catene, di varia lunghezza, sono orientate e legate fra loro, particolare attenzione è stata riservata all'ottenimento di produzioni con un'adeguata distribuzione delle masse molari (MMD), caratteristica polimerica fondamentale per i processi industriali in cui è importante il comportamento reologico ai fini della processabilità [6].



Fig. 3 - Fibra TENCEL™ Limited Edition x Orange Fiber

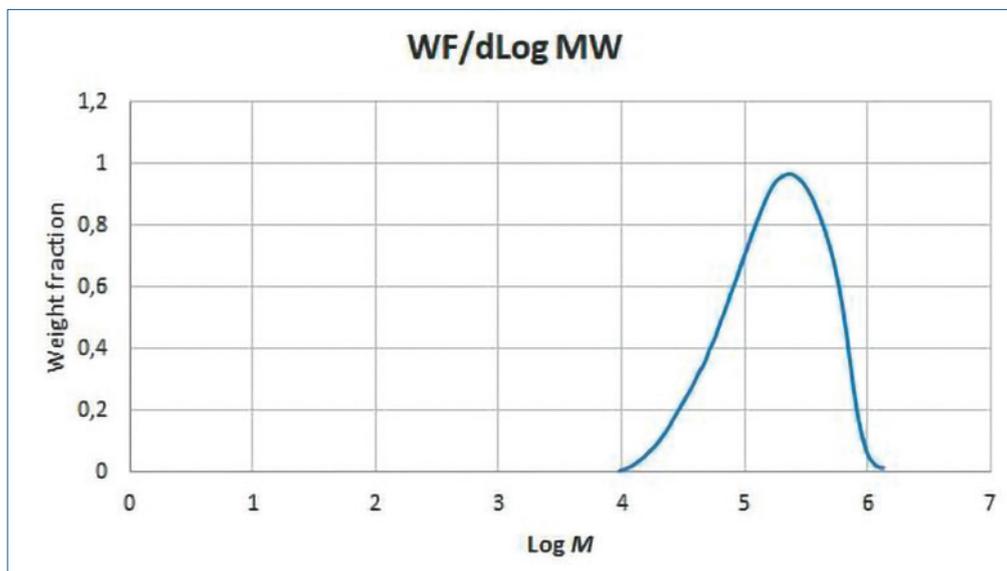


Fig. 4 - Cromatogramma di un campione di cellulosa estratto dal pastazzo di arancia tramite processo Orange Fiber



Fig. 5 - Vari step del processo di produzione Orange Fiber

A tale scopo, la collaborazione con l'Università di Aalto (Finlandia) ha permesso ad Orange Fiber, a seguito di specifiche analisi di caratterizzazione, di mettere in atto opportune modifiche al processo. I risultati hanno mostrato che, anche sulla base di questo parametro, la cellulosa da arancia prodotta ad oggi rientra nei parametri individuati dalla letteratura come indicatori di alta filabilità e stretching (Fig. 4). Infatti, soluzioni aventi una frazione ad alto peso molecolare ($DP > 2000$) più alta del 20% e un minimo di indice di polidispersità (PDI) pari a 3,4 mostrano una filabilità aumentata [7]. Questo perché la presenza di catene di cellulosa più lunghe favorisce la formazione di interazioni intermolecolari omogenee e uniformi durante l'estrusione della soluzione, portan-

do ad un network ben orientato e fibre più forti. Per la creazione dei prodotti Orange Fiber non sono previsti ulteriori passaggi chimici.

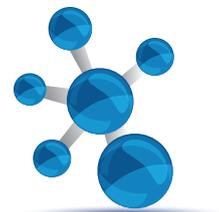
A partire dalla fibra TENCEL™ Limited Edition x Orange Fiber e attraverso una filiera di produzione Made in Italy e interamente trasparente e tracciata, infatti, i prodotti Orange Fiber sono realizzati con processi di filatura e tessitura esclusivamente meccanici (Fig. 5).

In particolare, il filato (Fig. 6) è realizzato in collaborazione con Pozzi Electa e i tessuti (Fig. 7) sono prodotti in collaborazione con Tessitura Serica Taborelli e Tessuti di Sondrio, tra le più importanti aziende del settore tessile italiano.

In virtù delle sue caratteristiche, il fiocco di fibra TENCEL™ Limited Edition x Orange Fiber

può essere impiegato in mischie intime, ossia si presta ad essere mescolato a fibre diverse per dare origine a filati di varie tipologie e tessuti con mano, peso e drappeggi diversi, che possono poi essere colorati e stampati come i tessuti tradizionali, anche con stampa ink jet e colori naturali.

Questa fibra è certificata STANDARD 100 by OEKO TEX e la stessa richiesta sarà a breve inoltrata per alcuni dei tessuti prodotti insieme ad altre importanti certificazioni di settore come il Recycled Claim Standard, OK-Biodegradable TUV Austria, B-Corporation. Queste ragioni rendono i prodotti Orange Fiber l'ingrediente ideale per i brand e i designer responsabili e attenti all'impatto ambientale delle proprie collezioni moda.



Tra i brand di moda che hanno scelto i tessuti Orange Fiber per le proprie collezioni ci sono **Salvatore Ferragamo**, **H&M** ed **E. Marinella**.

In ottica di scalabilità e con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale del processo di produzione, abbassare i costi, sviluppare nuovi prodotti sostenibili e creare un impatto positivo maggiore e più diffuso, Orange Fiber è impegnata costantemente per espandere il proprio network di partner industriali, centri di ricerca e consulenze.

Oltre alle analisi tecniche e qualitative degli intermedi del processo di produzione svolte in collaborazione con diversi centri di ricerca ed università italiane ed internazionali, tra cui Politecnico di Milano, Università di Torino, Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research, Aalto University School of Chemical Technology, Orange Fiber collabora con altre realtà innovative e circolari anche appartenenti a settori differenti per recuperare e trasformare in risorse varie componenti del pastazzo di agrumi o intermedi secondari di produzione in un'ottica di co-innovazione nell'ambito dei nuovi materiali e riuso degli scarti di produzione.

Proseguendo con le attività di ricerca e sviluppo, ottimizzazione e reingegnerizzazione del proprio processo produttivo, per il futuro Orange Fiber punta



Fig. 6 - Filato Orange Fiber

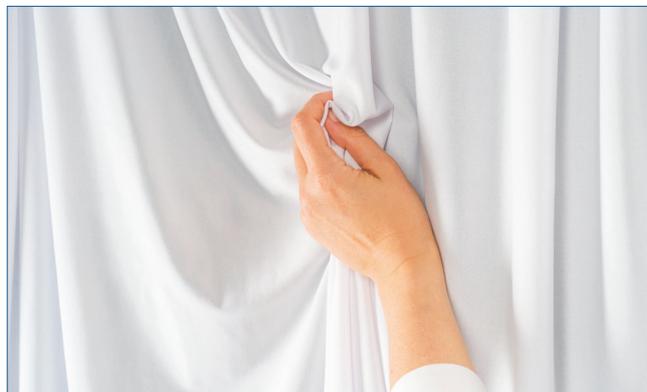


Fig. 7 - Tessuto Orange Fiber

ad affermarsi come piattaforma di sostenibilità e innovazione in diversi settori, attraverso una produzione trasparente e totalmente verde sul modello di bioraffineria di nuovi materiali da rifiuti, sottoprodotti e fonti rinnovabili, rappresentando non solo una solida alternativa ai materiali tradizionali e inquinanti ma anche un punto di riferimento per la sostenibilità.

BIBLIOGRAFIA

- [1] I. Bicu, F. Mustata, *Bioresour. Technol.*, 2011, **102**, 10013.
- [2] M.R. Islam, T. Muslim *et al.*, *Dhaka Univ. J. Sci.*, 2012, **60**, 77.
- [3] E. Vismara, G. Castaldi *et al.*, *J. Mater. Chem.*, 2009, **19**, 8678.
- [4] Brevetto italiano, Produzione di materiale tessile da agrumi, n. LO2013A000003, 2013.
- [5] A. Sayyed, N.A. Deshmukh *et al.*, *Cellulose*, 2019, 2913.
- [6] A. Dupont, G. Mortha, *J. Chromatogr. A*, 2004, **1026**, 129.
- [7] A. Michud, M. Hummel *et al.*, *Polymer*, 2015, **75**, 1.

Orange Fiber: from Lab to Fashion

Orange Fiber has patented and produces sustainable fabrics from citrus juice by-products. The process that allows to extract cellulose from oranges apt for spinning was developed in the laboratory and then optimized with institutes and research centers. This allowed the company to establish important supply chain partnerships and lay the foundations for the subsequent industrial scale up.



Giuseppe Rosace, Valentina Trovato
Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate
Università di Bergamo
giuseppe.rosace@unibg.it

TRATTAMENTI CHIMICI ANTIFIAMMA PER MATERIALI TESSILI CELLULOSICI

Lo scopo dei trattamenti chimici antifiamma è quello di diminuire nei materiali trattati sia la facilità di innesco che la velocità di propagazione della combustione. Considerato il pericolo derivante dai rischi di esposizione alla fiamma ed il vasto interesse applicativo dei substrati tessili, tali trattamenti rivestono grande rilevanza al punto da sollecitare la ricerca scientifica verso approcci chimici innovativi, al passo con le più attuali esigenze legate alla salute umana ed all'ambiente.

Fra i vari substrati tessili presenti sul mercato, realizzati a partire da polimeri sia naturali che di sintesi, quelli con proprietà *flame retardant* sono di grande rilevanza per applicazioni destinate all'abbigliamento protettivo, l'arredamento e i trasporti. Le proprietà antifiamma possono essere conferite ai polimeri, che non presentano tali caratteristiche, mediante l'azione di idonee sostanze chimiche, applicate come rivestimenti superficiali o attraverso la loro inclusione nel polimero stesso. Tali sostanze possono agire secondo meccanismi diversificati, riducendo la velocità dei processi coinvolti (chimici e/o fisici) nel trasferimento del calore al polimero, al di sotto del valore minimo richiesto per l'autoalimentazione della combustione [1].

Benché la combustione sia un processo complesso, le azioni dei ritardanti di fiamma possono essere realizzate principalmente nella fase gassosa o in quella condensata. Quelli che agiscono in fase gassosa interferiscono con i prodotti volatili di pirolisi, generati durante la combustione, inibendo le reazioni radicaliche, così da rallentare o arrestare la combustione. Invece, i composti che agiscono in fase condensata formano un residuo carbonioso stabile (*char*), contenente, di solito, strutture aromatiche, principalmente attraverso reazioni di disidratazione. La presenza di *char* rallenta la velocità

di degradazione del polimero attraverso l'effetto schermante tra la fonte di fuoco e il substrato, attenuando l'intensità della combustione, anche fino all'autoestinguenza.

Trattamenti *flame retardant* per la cellulosa

Anche se l'impiego di fibre sintetiche è cresciuto notevolmente negli ultimi anni, il cotone, grazie alle eccellenti caratteristiche intrinseche, rimane uno dei materiali cellulosici più impiegati per svariati ambiti applicativi. Purtroppo, tra le varie tipologie di fibre tessili, quelle cellulosiche sono le più propense alla combustione, essendo caratterizzate da un LOI (*Limiting Oxygen Index*, %) tra i più bassi in assoluto (circa 18,4%, in funzione del tipo del filato, della struttura del tessuto, ma anche delle eventuali impurezze presenti sul manufatto). Tale indice rappresenta la tendenza alla combustione da parte del materiale, intesa come quantità minima di ossigeno necessaria per innescare la combustione. Raggiunto questo valore, a seguito dell'iniziale riscaldamento del materiale, si avvia il processo di pirolisi, per il quale è richiesta un'energia confrontabile con quella di dissociazione dei legami presenti nel polimero, tenendo conto dell'energia di attivazione del processo stesso. Quando la miscela dei prodotti derivanti dalla decomposi-

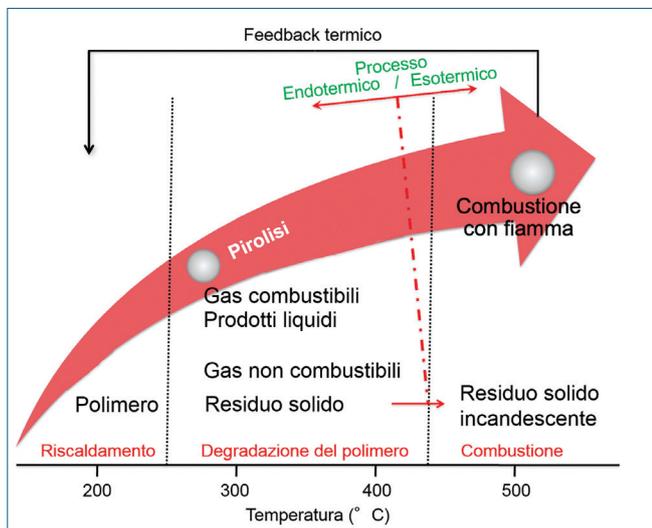
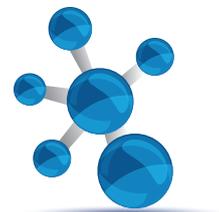


Fig. 1 - Rappresentazione schematica del processo di combustione dei polimeri

zione del polimero in combinazione con l'ossigeno raggiunge, in concentrazione, l'intervallo dei limiti d'infiammabilità e supera, in temperatura, quella d'accensione si avvia la combustione (Fig. 1).

Sottoposta ad una sorgente di ignizione, la cellulosa si decompone termicamente attraverso due processi che sono in competizione tra di loro (Fig. 2) [2]. Uno prevede la depolimerizzazione del polimero a temperature $>300\text{ }^{\circ}\text{C}$, con formazione di levoglucosano (1,6-anidro- β -D-glucopiranosio), a seguito della scissione dei legami β -(1,4)-glicosidici e successiva reazione tra i gruppi -OH presenti sul C1 e sul C6 delle unità di glucosio. L'altro processo, invece, consiste nella disidratazione degli anelli glicosidici e successiva condensazione delle strutture insature risultanti, con formazione di *char*.

I ritardanti di fiamma disponibili in commercio, considerati "standard" nel trattamento dei substrati cellulósici, sono quelli contenenti fosforo, quali i

sali di idrossimetil fosfonio (Proban[®]) ed i derivati di propionamide (Pyrovatex[®]). Contestualmente alle elevate prestazioni antifiamma ed alla resistenza ai cicli di lavaggio, i trattamenti presentano però notevoli inconvenienti: entrambi rilasciano formaldeide dai tessuti durante l'utilizzo e, in particolare, il processo Proban[®] richiede un impianto specifico per l'utilizzo di ammoniaca durante l'applicazione [3]. In questo quadro generale, le restrizioni, sia su base cogente (Regolamento (CE) n. 1907/2006) che volontaria, introdotte per le sostanze chimiche utilizzate anche nei prodotti tessili, stanno spingendo la ricerca accademica e l'industria verso lo sviluppo di nuovi sistemi ignifughi, esenti da problematiche per l'ambiente o la salute degli esseri viventi, in grado di sostituire le formulazioni contenenti alogeni e/o formaldeide [4].

Nuovi approcci nei trattamenti ritardanti di fiamma

Negli ultimi anni, tra le varie soluzioni, la ricerca scientifica ha focalizzato il proprio interesse sulle deposizioni *layer-by-layer* (LbL) e i trattamenti sol-gel quali metodi di modifica superficiale dei substrati cellulósici, per conferire caratteristiche ignifughe, grazie all'effetto barriera in grado di ostacolare efficacemente il trasferimento di calore e rallentare, di conseguenza, la combustione dei polimeri trattati [5].

Utilizzando la tecnica LbL, attraverso l'immersione alternata del materiale tessile in soluzioni di polielettroliti a carica opposta, è possibile ottenere un'inversione totale della carica superficiale dopo ogni passaggio. In tal modo, indipendentemente dalle dimensioni e dalla tipologia del substrato, si ottiene una struttura a strati, caratterizzata da una forte attrazione elettrostatica tra gli stessi [6].

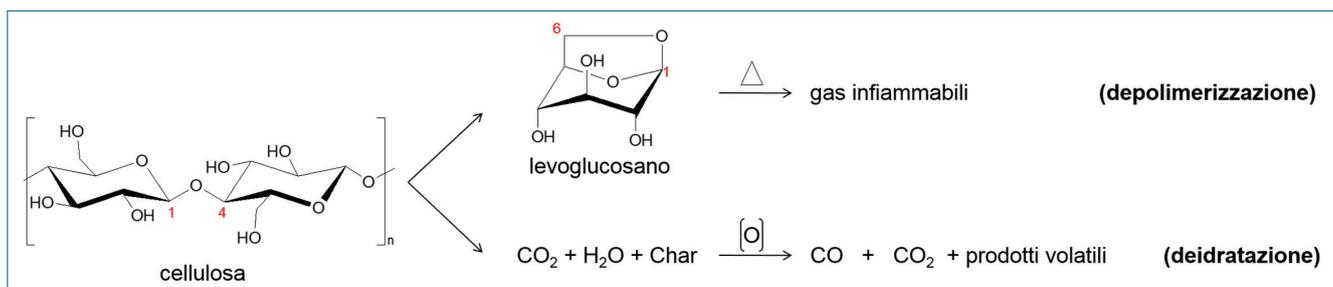


Fig. 2 - Schematizzazione dei processi di decomposizione termica della cellulosa

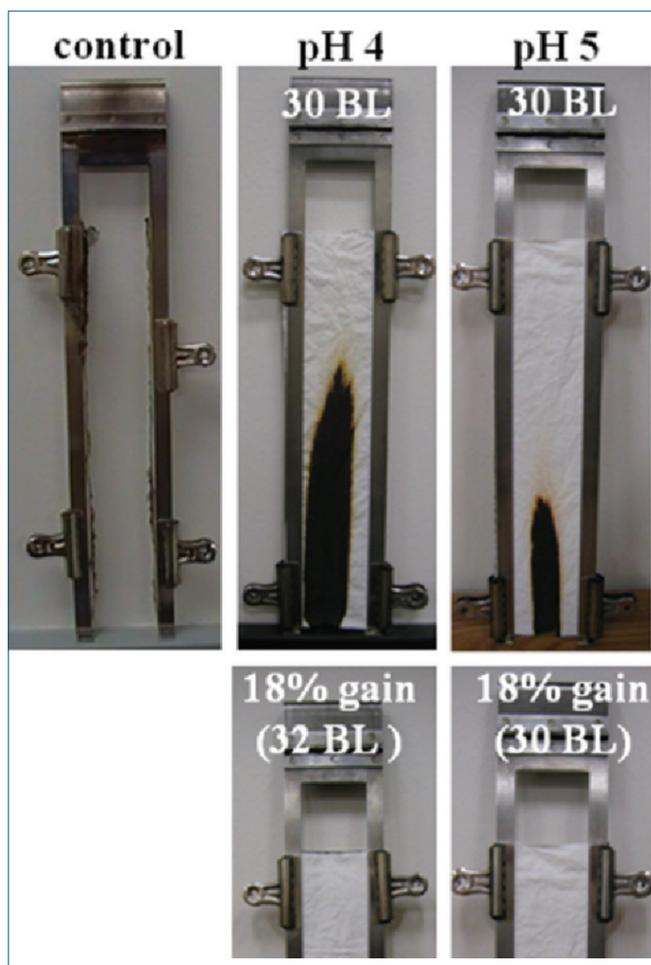


Fig. 3 - Cotone non trattato e trattato con 30 layers (in alto) e il 18% w/w (in basso) della soluzione chitosano/acido fitico a diversi pH (4-6). Copyright ©2012, American Chemical Society. Figura riprodotta con autorizzazione di [8]

Tra i primi esempi di rivestimento LbL su cotone con proprietà antifiamma è riportato un sistema realizzato con sospensioni di nanoparticelle di silice (tra 8 e 27 nm) e un polimero cationico (polietilenimina) [7]. La deposizione di 10 doppi strati della combinazione contenente le nanoparticelle di silice di dimensioni minori è risultata la più idonea, come dimostrato dai test di infiammabilità in posizione verticale.

Più recentemente, utilizzando la medesima configurazione, sono state confermate proprietà autoestinguenti su tessuti di cotone, attraverso deposizioni LbL utilizzando soluzioni di acido fitico e chitosano a diversi pH [8]. I risultati più performanti sono stati ottenuti in seguito alla deposizione

di 32 doppi strati della soluzione a pH 4 (Fig. 3). Sempre attraverso la deposizione LbL è stato sviluppato un sistema intumescente, costituito da 20 doppi strati di chitosano e polifosfato di ammonio, in grado di ridurre il tempo di combustione di un campione di cotone [9]. Il chitosano è stato combinato anche con fitato di sodio e 3-ammino-propiltrirossisilano (APTES) via LbL su cotone [10]. I tessuti trattati hanno raggiunto l'autoestinguenza nei test di propagazione della fiamma verticale (con un LOI pari a 29%), con una riduzione delle quantità di fumo rilasciato rispetto al cotone non trattato. Negli ultimi anni, i trattamenti sol-gel sono stati investigati, come strategia *bottom-up*, per la realizzazione di nuovi rivestimenti dall'elevato grado di omogeneità su scala molecolare ed eccellenti proprietà chimico-fisiche. Questo processo sfrutta reazioni di idrolisi e condensazione di specifici precursori reattivi, quali gli alcossidi metallici. Fra questi, i più comunemente impiegati nei trattamenti tessili sono il tetraetossisilano (TEOS), il 3-glicidilossipropiltrirossisilano (GPTES), l'APTES, e il titanio tetraisopropossido (TTIP) (Fig. 4) [11, 12]. Parametri quali il pH, la temperatura, il tempo di reazione, il rapporto acqua/precursore, il tipo di metallo o semimetallo presente nel precursore sol-gel e l'utilizzo di co-solventi si sono dimostrati fondamentali nell'influenzare il processo, così come la struttura e la morfologia dei rivestimenti ottenuti [4]. Nello specifico, la componente inorganica del finissaggio si è rivelata particolarmente importante nel ritardo della combustione, contribuendo alla formazione di un *char* protettivo, in grado di rallentare la diffusione delle specie volatili combustibili derivanti dalla degradazione del tessuto [4, 13].

I primi sistemi sol-gel utilizzati come ritardanti di fiamma sulla cellulosa sono stati sviluppati mediante rivestimenti totalmente inorganici, ottimizzando il rapporto precursore/acqua in fase di idrolisi, così come la temperatura ed il tempo di polimerizzazione dopo la deposizione [14]. Le caratterizzazioni hanno evidenziato come il tetraetossisilano (TEOS) (Fig. 4a), idrolizzato in un rapporto TEOS:H₂O = 1:1 a 80 °C per 15 h, sia in grado di diminuire il picco di velocità di rilascio del calore (pkHRR) del 15%, agendo come barriera fisica e favorendo la formazione di *char*.

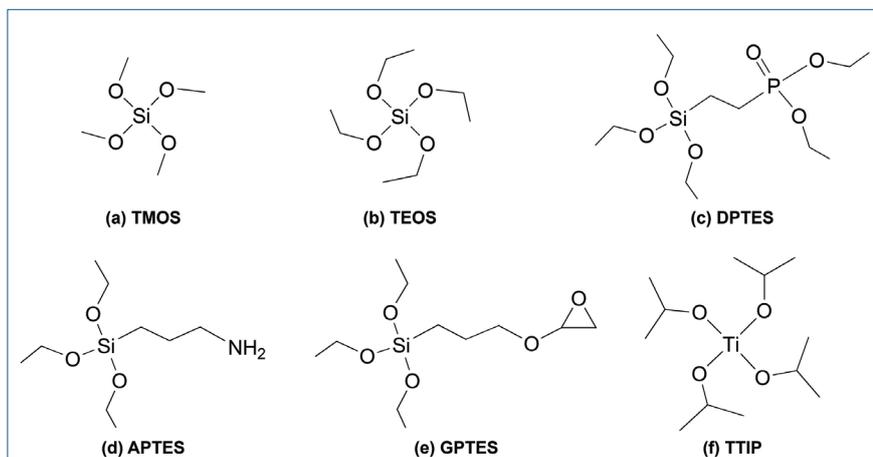


Fig. 4 - Formule chimiche dei più comuni precursori sol-gel studiati per finissaggi tessili

Le ricerche hanno dimostrato la possibilità di indurre, durante le reazioni di policondensazione dei gruppi silanolic, la formazione di strutture polisilossaniche tridimensionali, nelle quali i gruppi organici, contenenti fosforo, sono stati incorporati come parte integrante del *coating* [15-17]. Inoltre, i gruppi silanolic o epossidici dei precursori impiegati possono reagire con i gruppi funzionali del polimero trattato, per formare legami covalenti o interazioni secondarie, in grado di aumentare l'adesione del rivestimento sulla fibra, senza rilascio di formaldeide in fase di polimerizzo o utilizzo.

In generale, si osserva l'utilizzo di alcossisilani [15-20]:

- in combinazione con molecole contenenti atomi di fosforo e/o azoto,
- in strutture caratterizzate dalla presenza di atomi di fosforo, anche in combinazione con altri precursori o molecole fonti di fosforo e/o azoto.

L'effetto combinato Si-P è stato investigato attra-

verso la deposizione di un film ottenuto attraverso idrolisi e condensazione di TEOS (Fig. 4b) e acido fosforico [19]. I test alla fiamma hanno dimostrato che il cotone così trattato non brucia, anche a seguito di 10 cicli di lavaggio in acqua (Tab. 1). Inoltre, l'applicazione di un ulteriore *layer* di poliuretano ha portato ad un incremento delle

proprietà meccaniche dei tessuti, contribuendo alla protezione del rivestimento applicato.

Fra i precursori sol-gel caratterizzati dalla contestuale presenza nella loro struttura di atomi di Si e P, particolare attenzione è stata rivolta al (2-dietilfosfatoetil)trietossisilano (DPTES, Fig. 4c).

Rispetto alla cellulosa non trattata, i risultati riportati in letteratura evidenziano per il cotone trattato con DPTES un tempo di combustione ridotto, con un'anticipazione della degradazione termica

del polimero e formazione di *char* incombustibili, in funzione del numero di *layers* depositati [18]. Inoltre, il numero crescente di *layers* applicati sul substrato celluloso si è rivelato determinante nel ridurre la produzione di fumo, mostrando valori di TSR (rilascio totale di fumo) pari a 20, 15 e 6 m²/m², rispettivamente per uno, tre e sei *layers*, rispetto a 26 m²/m² misurato per il cotone non trattato.

Per incrementare l'effetto *flame retardant* dei substrati trattati, il DPTES è stato anche impiegato in combinazione con molecole contenenti P e/o N, generando un effetto sinergico, confermato dalla quantità del *char* formato [16].

La contestuale presenza di Si, P e N è stata anche studiata valutando il comportamento di un precursore contenente azoto (APTES, Fig. 4d), in combinazione con dietilfosfito (DEP) e una resina a base di melammina (MR) (Fig. 5a) [17]. Durante i test alla fiamma, i tessuti di cotone trattati con APTES+DEP e APTES+DEP+MR hanno mostra-

	CO_NT	CO_SiO ₂	CO_Si-P* *H ₃ PO ₄	CO_Si-P* + PU *H ₃ PO ₄
Tempo di propagazione della fiamma (s)* *esposizione di 5s	5	15,64	8	-
Tempo di propagazione della fiamma (s)* *esposizione di 15s	-	-	Non infiammabile	Non infiammabile
Tempo di propagazione della fiamma (s)* *dopo 10 cicli di lavaggio	-	-	8	-
Resistenza alla trazione (Kgf)	27,25	26,19	20,5	24,81

Tab. 1 - Tempo di propagazione della fiamma e proprietà meccaniche dei campioni di cotone non trattati (CO_NT) e trattati con differenti tipologie di rivestimento [19]

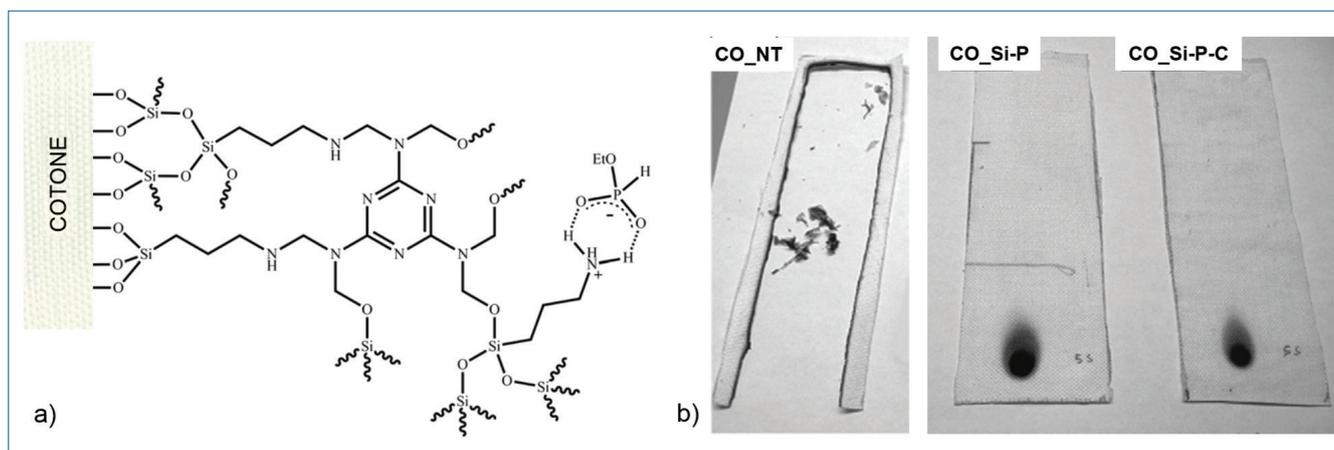


Fig. 5 - a) Rappresentazione schematica di un substrato di cotone trattato con APTES/DEP/MR; b) test alla fiamma dei campioni di cotone non trattato (CO_NT) e trattati con APTES/DEP (CO_Si-P) e APTES/DEP/MR (CO_Si-P-C). Copyright ©2011, Elsevier. Figura adattata con autorizzazione di [17]

to, rispetto al cotone non trattato, autoestinguenza, come confermato dai test di infiammabilità in configurazione verticale e dagli alti residui ottenuti, compresi tra il 38% ed il 42% (Fig. 5b).

Più recentemente, l'effetto antifiama sul cotone è stato analizzato utilizzando approcci *multilayer*, combinando molecole contenenti Si, P e N con l'acido 1,2,3,4-butanetetracarbossilico (BTCA) [20]. Quest'ultimo è un noto reticolante, caratterizzato da quattro gruppi carbossilici, in grado di formare legami covalenti con i gruppi ossidrilici presenti sulla cellulosa, attraverso un meccanismo di esterificazione che segue una reazione a due stadi: i) formazione di anidridi cicliche e ii) loro reazione con i gruppi -OH del polimero. In tale ambito, è stato proposto un trattamento del cotone realizzato con un oligomero organofosforico (PMIDA), funzionalizzato con gruppi carbossilici, e BTCA, in presenza di trietanolammina. Rispetto al cotone non trattato, i tessuti trattati hanno mostrato un incremento delle prestazioni ignifughe, con una riduzione del tempo e della velocità di combustione totali ed una maggiore quantità di *char* ottenuto a fine combustione. Inoltre, con l'intento di incrementare la solidità ai lavaggi dei film deposita-

ti, i tessuti trattati sono stati ulteriormente rivestiti con *coating* formulati a partire da APTES, oppure ottenuti dalla combinazione TEOS/GPTES (Fig. 4b ed e). I trattamenti proposti hanno favorito l'autoestinguenza dei substrati trattati (Fig. 6), senza però fornire adeguate solidità ai cicli di lavaggio.

Conclusioni

Nonostante sul mercato siano presenti numerosi prodotti in grado di conferire proprietà antifiama ai substrati cellulosici, le sempre più stringenti normative, tese a ridurre l'impatto delle sostanze chimiche sull'ambiente e sulla salute del consu-

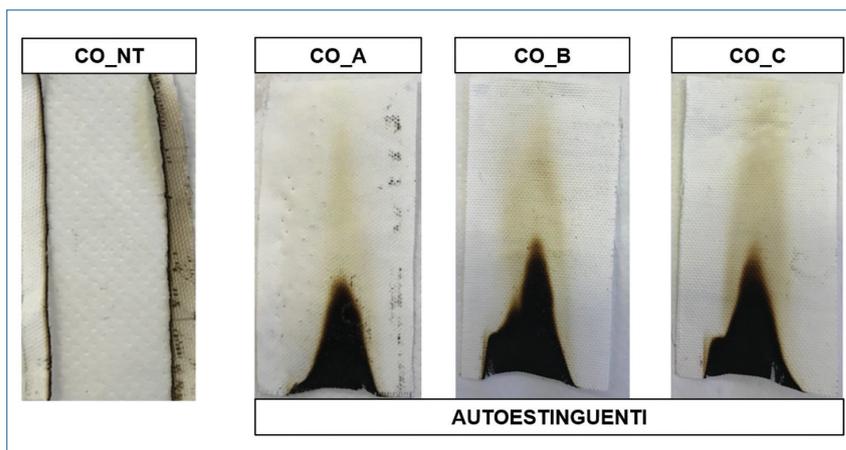
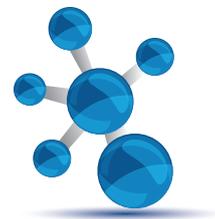


Fig. 6 - Immagini dei test alla fiamma relative al cotone non trattato (CO_NT), cotone trattato con la formulazione PMIDA+BTCA+TEA (CO_A), rivestiti da un'ulteriore layer di APTES (CO_B), e un layer di TEOS/GPTES (CO_C). Copyright ©2018, Elsevier. Figura adattata con autorizzazione di [20]



matore, spingono la ricerca scientifica verso soluzioni innovative. In generale, i nuovi prodotti, per poter essere considerati valide alternative a quelli in commercio, a parte la loro efficacia, devono avere una tossicità e un impatto ambientale trascurabile, non interferire con le proprietà meccaniche e con la tingibilità dei substrati trattati, manifestando un'alta durabilità del rivestimento.

Come brevemente descritto, la tecnologia LbL e quella sol-gel hanno dimostrato interessanti risultati nei trattamenti antifiamma dei tessuti cellulose. La loro introduzione sul mercato potrà essere possibile una volta che i composti chimici utilizzati saranno validati dal punto di vista tossicologico ed ambientale. Importanti risultati dovranno essere raggiunti in termini di durabilità ai lavaggi in acqua che, al momento, non superano la soglia dei pochi cicli. Tuttavia, entrambe le tecnologie si sono dimostrate particolarmente flessibili nelle modalità applicative e nella possibilità di nobilitare i materiali, tanto da lasciare prevedere la possibilità di conseguire, in un'unica applicazione, proprietà multifunzionali sui tessuti trattati. La contestuale presenza di caratteristiche antifiamma, idrorepellenti, antibatteriche e di resistenza all'abrasione superficiale sullo stesso substrato è, infatti, di notevole interesse, non solo scientifico ma anche industriale, per applicazioni di tipo tecnico.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Alongi, G. Malucelli, *RSC Adv.*, 2015, **5**, 24239.
- [2] J. Alongi, G. Camino *et al.*, *Carbohydr. Polym.*, 2013, **92**, 1327.
- [3] G. Malucelli, in *Advanced Functional Textiles and Polymers, Fabrication, Processing and Applications*, S. Ul-Islam, B.S. Butola (Eds.), Wiley, 2019, pp. 1.
- [4] J. Alongi, G. Malucelli, *J. Mater. Chem.*, 2012, **22**, 21805.
- [5] J. Alongi, F. Carosio *et al.*, *Polym. Degrad. Stab.*, 2014, **106**, 138.
- [6] G. Rosace, V. Migani *et al.*, in *Flame Retardants, Polymer Blends, Composites and Nanocomposite*, P.M. Visakh, Y. Arao (Eds.), Springer Cham, 2015, pp. 209.
- [7] G. Laufer, F. Carosio *et al.*, *J. Colloid Interface Sci.*, 2011, **356**, 69.
- [8] G. Laufer, C. Kirkland *et al.*, *Biomacromolecules*, 2012, **13**, 2843.
- [9] F. Fang, X. Zhang *et al.*, *Surf. Coat. Technol.*, 2015, **262**, 9.
- [10] Y. Liu, Q.Q. Wang *et al.*, *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 2018, **135**, 289.
- [11] C. Colleoni, I. Donelli *et al.*, *Surf. Coat. Technol.*, 2013, **235**, 192.
- [12] C. Colleoni, M.R. Massafra *et al.*, *Surf. Coat. Technol.*, 2012, **207**, 79.
- [13] J. Alongi, G. Malucelli, in *Reactions and Mechanisms in Thermal Analysis of Advances Materials*, A. Tiwari, B. Raj (Eds.), John Wiley & Sons, 2015, pp. 301.
- [14] J. Alongi, M. Ciobanu *et al.*, *Cellulose*, 2011, **18**, 167.
- [15] J. Vasiljević, S. Hadžić *et al.*, *Polym. Degrad. Stab.*, 2013, **98**, 2602.
- [16] J. Alongi, C. Colleoni *et al.*, *Polym. Degrad. Stab.*, 2013, **98**, 579.
- [17] G. Brancatelli, C. Colleoni *et al.*, *Polym. Degrad. Stab.*, 2011, **96**, 483.
- [18] J. Alongi, C. Colleoni *et al.*, *Polym. Degrad. Stab.*, 2012, **97**, 1334.
- [19] A. Cireli, N. Onar *et al.*, *J. Appl. Polym. Sci.*, 2007, **105**, 3748.
- [20] G. Rosace, A. Castellano *et al.*, *Carbohydr. Polym.*, 2018, **196**, 348.

Flame-Retardant Chemical Finishes for Cellulose-Based Fabrics

The purpose of flame retardant chemical treatments is to reduce both the ease of ignition and propagation speed of the material combustion process. Due to the hazard of flame exposure and the broad application interest of textile substrates, these treatments are of great relevance. Scientific research towards innovative chemical approaches needs to be in line with the most urgent issues related to human health and the environment.



TECNOLOGIE ABILITANTI PER LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E LA TRANSIZIONE ECOLOGICA DELLA FILIERA DEL CUIOIO

Le più recenti azioni messe in campo dagli operatori di settore, volte a preservare le caratteristiche di pregevolezza del cuoio, quale materiale di punta per il Made in Italy, oltre che per i settori emergenti della bioeconomia circolare, possono rappresentare allo stato attuale un esercizio in grado promuovere quella svolta tecnologica e green che, ad oggi, rappresenta uno degli obiettivi primari del PNRR. Le tecnologie abilitanti per la concia riescono particolarmente a sostenere il settore in tale sfida.

Le continue evoluzioni che hanno investito la filiera della pelle, costantemente stimolate dalla tensione degli utilizzatori a sperimentare prodotti evoluti in termini di innovazione e sostenibilità, hanno reso necessaria l'esplorazione di approcci scientifici e tecnologici progressivamente più innovativi e competitivi in ambito conciario. Molteplici sono stati, in tempi recenti, gli sforzi di ricercatori e tecnologi del settore conciario in tal senso per garantire i livelli di competitività degli articoli in pelle, in un contesto produttivo, come quello delle filiere di riferimento, della moda, del lusso, dell'*interior design* e dell'*automotive*, in cui si è registrata un'aggressiva diffusione di materiali alternativi, talvolta di dubbia qualità e sostenibilità.

Gran parte di questi sforzi sono stati incentrati sulla necessità di affermare le invariate caratteristiche di eccellenza del cuoio, sul piano prestazionale e merceologico, a fronte della mutevolezza dei processi produttivi, sempre più protesi alla sostenibilità, all'innovazione e alla circolarità degli approcci. La complessità di tale sfida deriva, infatti, dall'esi-

genza dei produttori di soddisfare contestualmente le numerose caratteristiche attese per gli articoli in pelle, talvolta interessate da elementi di antitesi, in relazione alle possibili soluzioni tecnologiche da adottare per gli specifici scopi (ad es., necessità di impiego di agenti concianti in grado di garantire maggiore durevolezza e imputrescibilità del mate-

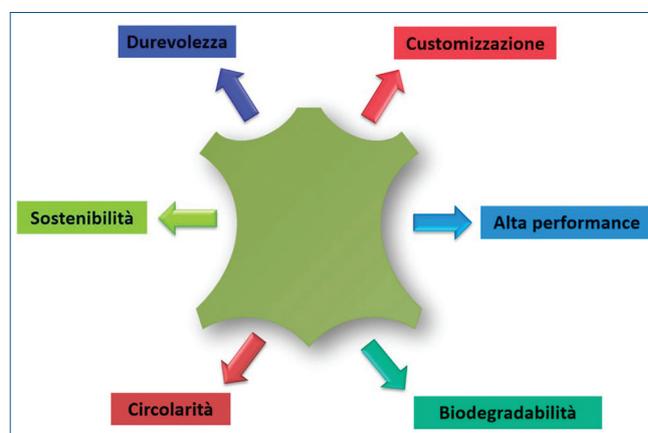


Fig. 1 - Principali caratteristiche contestualmente attese per i prodotti in pelle

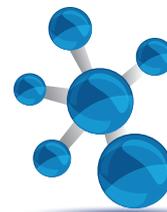


Fig. 2 - Principali fabbisogni di innovazione per i prodotti in pelle

riale, e contestuale necessità di ottenere prodotti in pelle biodegradabili, ecc., Fig. 1).

Nel complesso, difatti, i principali fabbisogni di innovazione per la filiera scaturiscono proprio dall'esigenza di soddisfare tali principali caratteristiche; particolarmente dall'esigenza di ottenere prodotti in pelle sempre più sostenibili e circolari, ma che siano nel contempo performanti, nell'ottica di prevenire e minimizzare l'insorgenza di difetti sugli articoli finiti, e che rispondano a requisiti specifici di valore aggiunto e funzionalizzazione (Fig. 2).

Nella direzione di favorire lo sviluppo di prodotti progressivamente più sostenibili, sono, ad esempio, da collocarsi i recenti studi di settore sui nuovi sistemi di concia alternativi al cromo che si affacciano in misura crescente sul mercato, nell'ottica di minimizzare il potenziale sviluppo di cromo esavalente a partire dai concianti tradizionali al cromo, in determinate condizioni di invecchiamento o di processo, e, particolarmente, nel trattamento degli scarti conciari. Gli studi comprendono l'analisi comparativa di cuoi realizzati con diversi sistemi di concia, in termini di proprietà reticolanti degli agenti conciari, caratteristiche tecniche, merceologiche, prestazionali, eco-tossicologiche e di biodegradabilità dei materiali [1, 2]. Altrettanto solido è l'impegno del settore, negli ultimi anni, nella ricerca di soluzioni per la valorizzazione degli scarti di produzione, per la produzione di nuove generazioni di materiali e molecole a basso impatto ambientale ed elevato grado di circolarità [3].

La rivisitazione dei processi produttivi per la realizzazione di nuove generazioni di materiali sostenibili e circolari ha, d'altra parte, portato ad un rinnovato interesse del settore verso il tema del monitoraggio, della prevenzione e della minimizzazione dei difetti, la cui origine possono essere favorita proprio dall'impiego di nuove classi di prodotti per la concia, non ancora largamente impiegati su scala industriale e i cui effetti sulla qualità dei prodotti finiti possono essere pertanto non sempre prevedibili. Tale aspetto di complessità va ad aggiungersi alla necessità di sistematizzare conoscenze e competenze tecnologiche sul tema di monitoraggio e prevenzione dei difetti, tema

particolarmente sfidante, considerata la molteplicità di fenomeni che possono concorrere a minare la qualità dei prodotti in cuoio, considerate le potenziali ricadute sul settore.

Va, difatti, evidenziato che, sebbene il cuoio sia un materiale dalle eccellenti qualità, molteplici possono essere i fattori potenzialmente in grado di determinare criticità in tutte le fasi di lavorazione: l'individuazione dell'origine dei difetti, rappresenta pertanto un campo di studi e ricerche particolarmente presidiato, dal quale sono emersi numerosi stimoli per la progettazione di soluzioni innovative per l'ottimizzazione dei prodotti ed il monitoraggio dei processi [4-14].

Tale tema, stimola fabbisogni di innovazione che si intrecciano con le richieste di customizzazione dei prodotti in cuoio; in molti casi, infatti, l'esigenza di produzione di cuoi ad elevato valore aggiunto deriva proprio dalla necessità di migliorare il comportamento del materiale, nell'ottica di prevenire i difetti (aumentate proprietà di resistenza meccanica, di resistenza ai fattori ambientali, come resistenza alla luce e al calore proprietà antimicrobiche, ecc.). In altri casi, le esigenze di customizzazione possono invece essere riconducibili a puntuali fabbisogni di innovazione, che prescindono dalle caratteristiche prestazionali degli articoli; in tale direzione vanno lette le tendenze alla produzione di *smart materials* che, in ambito conciario, possono essere riferibili allo sviluppo di articoli in cuoio fluorescenti, di articoli in cuoio con aumentate proprietà di



Fig. 3 - Principali approcci tecnologici per favorire lo sviluppo della filiera cuoio

conducibilità elettrica superficiale, per applicazioni *touch screen* [15], ecc.

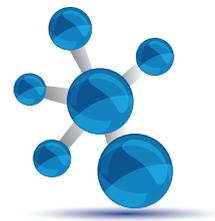
In sintesi, i fabbisogni di innovazione sul cuoio sottendono numerose sfide tecnologiche, nonché la capacità del settore di saper rielaborare i propri schemi di lavoro, adottando approcci e soluzioni talvolta lontani dai tradizionali paradigmi produttivi. È in questo contesto che sono da evidenziarsi i principali progressi tecnologici in ambito conciario, ottenuti grazie a nuovi approcci, che non possono prescindere dall'impiego delle nuove tecnologie abilitanti, comprendenti: Nanotecnologie Conciarie - Biotecnologie Conciarie - *Additive manufacturing* - Approcci 4.0 per l'automazione di processo e il controllo da remoto - Robotica e diagnostica avanzata per il controllo di processo e la verifica delle caratteristiche di qualità dei prodotti (Fig. 3). In ciascuno di tali ambiti, sono state avviate forti azioni di rafforzamento delle competenze, anche in forza dei numerosi Progetti di Ricerca e Sviluppo promossi dalla Stazione Sperimentale per l'Industria delle Pelli e delle concianti, che prevedono l'impiego di una o più tecnologie abilitanti per rispondere a tali sfide.

Costituiscono esempi in tal senso le attività di ricerca che derivano da Progetti co-finanziati, come, ad esempio, il *Progetto di R&S SINAPSI* (Sistemi evoluti e Nanotecnologie per la fabbricazione di Pelli Sostenibili ed Innovative), a valere sul bando *Fabbrica Intelligente* del Ministero dello Sviluppo Economico - MISE, che prevede la sperimentazione di nanotecnologie e approcci 4.0 per la produzione

di nuove generazioni di cuoi sostenibili, circolari e funzionalizzati per la moda e l'*automotive*. Nello specifico il Progetto riguarda l'uso simultaneo di diverse tecnologie abilitanti per produrre cuoi sostenibili e innovativi, sia dal punto di vista della concia che della rifinitura. Relativamente allo sviluppo di rifiniture innovative, il progetto prevede l'ausilio di composti nano-strutturati a basso impatto ambientale, come nanoparticelle di TiO_2 , Ag e SiO_2 funzionalizzate, per il conferimento di specifiche proprietà (come aumentate caratteristiche autopulenti, proprietà antimicrobiche, di solidità alla luce, antiossidanti, ecc.). Il progetto prevede,

inoltre, l'impiego di approcci 4.0 per il controllo automatizzato, da remoto della qualità dei prodotti e dei processi, nonché per favorire la minimizzazione dell'impatto ambientale delle produzioni, promuovendo risparmio idrico, energetico e di prodotti chimici). Riguardo all'impiego di nanotecnologie, va inoltre citato il *Progetto LEONARDO* (sviluppo di soluzioni *EcOsostenibili* a beneficio del *conforT* del *guiDatOre*), a valere sul *Progetto BORGIO 4.0* capofila ANFIA - Piattaforma tecnologia di filiera per la Mobilità Sostenibile e Sicura della Regione Campania, che prevede la sperimentazione di nanotecnologie *carbon-based* per il miglioramento delle prestazioni dei cuoi per *automotive*.

Altri progetti, prevedono l'impiego di tecnologie abilitanti per la circolarità dei processi e dei prodotti, come il *Progetto LEADERS: LEather ADDitive Environmental Recycling Solutions*, co-finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico, a valere sul Fondo per la crescita sostenibile per i progetti di ricerca e sviluppo nell'ambito dell'economia circolare, e riguardante lo sviluppo di soluzioni innovative per la trasformazione e la valorizzazione di scarti conciari e per il loro impiego nella produzione di nuove generazioni di materiali mediante tecniche di *additive manufacturing*. Su questo tema, la Stazione Sperimentale è peraltro coinvolta in attività in collaborazione con l'Università degli Studi di Brescia, nell'ambito di un progetto di dottorato industriale sul tema *Economia circolare e Additive Manufacturing: riuso dei sottoprodotti del cuoio*, su cui vengono rafforzate ed implementate le competenze in materia di innovazio-



ne di processo sostenibile e sviluppo di destinazioni alternative per gli scarti di lavorazione conciaria. Sempre nell'ambito delle attività incentrate sulla valorizzazione degli scarti dell'industria conciaria, nell'ottica dell'economia circolare, vanno, infine, citati progetti che prevedono l'impiego di biotecnologie conciarie, come il Progetto di Dottorato Industriale in Biotecnologie *Green Chemistry and Circular Economy as alternative strategies for the traditional leather manufacturing industry*. Il progetto, svolto in collaborazione con l'Università degli Studi di Napoli "Federico II" e l'Università di Lleida (Barcellona), è incentrato sulla valorizzazione degli scarti solidi conciari e implementazione di approcci biotecnologici (enzimaticamente assistiti) a sostegno dell'economia circolare, particolarmente per la veicolazione, all'interno di semilavorati, di molecole ottenute dagli scarti, come idrolizzati di collagene ad elevato valore aggiunto. Sono in fase di sperimentazione, in tale ambito, soluzioni per l'impiego di nuove molecole per la riconciliazione, derivanti da scarti, nonché per lo sviluppo di nuovi film di rifinitura *biobased* e circolari. Nel complesso, le tecnologie abilitanti citate riescono attualmente a rispondere ai principali fabbisogni di innovazione, sostenibilità e circolarità espressi dalle imprese produttrici ed utilizzatrici di cuoio, veicolando il passaggio di queste verso le frontiere individuate nell'ambito degli obiettivi del PNRR.

BIBLIOGRAFIA

- [1] B. Naviglio, C. Florio *et al.*, The characterization of volatile organic compounds (voc) in wet-white and metal free leather, XXXV IULTCS Congress, Dresden (Germany), 25-28 June 2019.
- [2] C. Florio, R. Mascolo *et al.*, The role of surface properties in durability and comfort of finished leathers, XXXIII IULTCS Congress, Novo Hamburgo (Brasile), 24-27 Nov. 2015.
- [3] G. Bufalo, C. Florio *et al.*, *Journal of Cleaner Production*, 2018, **174**, 324.
- [4] C. Florio, R. Mascolo, G. Calvanese, Patent and laminated leather: the role of crucial parameters in the damage of fashion goods, XXX IULTCS Congress, 365, Beijing (Cina), 11-14 ottobre 2009; *Ars Tannery*, 2011, **2**(3/4), 57-61/62-67.
- [5] C. Florio, R. Mascolo, G. Calvanese, *CPMC*, 2009, **85**(6), 355.
- [6] C. Florio, R. Mascolo *et al.*, Defects of laminated leather. Characteristics of the top coat materials, 10° Convegno AICC, Avellino, 30 aprile 2010.
- [7] C. Florio, R. Mascolo *et al.*, *Leather International*, 2010, **212**(4799), 24; *Tecnica Calzaturiera*, novembre 2010, 42.
- [8] B. Naviglio, G. Calvanese *et al.*, *CPMC*, 2011, **87**(4), 163; XXV Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche, Trieste, 26-27 settembre 2011.
- [9] C. Florio, R. Aveta *et al.*, *CPMC*, 2012, **88**(1/2), 7; XXXI IULTCS Congress, Valencia (Spain), September 27-30 2011.
- [10] C. Florio, G. Calvanese *et al.*, *CPMC*, 2012, **88**(5), 261; LX AICC National Congress, Ravello (SA), June 15 2012.
- [11] C. Florio, B. Naviglio, G. Calvanese, *JSLTC*, July-August 2017, **101**(4), 165.
- [12] C. Florio, R. Aveta *et al.*, *JSLTC*, December 2019, **103**(6), 296.
- [13] C. Florio, G. Calvanese, *AMPC*, 2021, **11**, 243, DOI: [10.4236/amc.2021.1112020](https://doi.org/10.4236/amc.2021.1112020).
- [14] C. Florio, V. Pagliarulo *et al.*, New frontiers of advanced diagnostics and non-destructive testing for quality control in the tanning industry, XXXV International IULTCS Congress, Addis Ababa (Ethiopia), November 3-5, 2021.
- [15] C. Florio, G. Calvanese *et al.*, *Nano Express*, 2020, **1**, 010032.

Enabling Technologies for the Digital Transformation and Ecological Transition of the Leather Supply Chain

The most recent actions fostered by sector operators, aimed at preserving the quality features of leather, as a leading material for Made in Italy, as well as for the emerging sectors of the circular bioeconomy, can currently represent an exercise able to promote that technological and green revolution, which today represents one of the primary objectives of the PNRR. Tanning enabling technologies are particularly successful in supporting the sector in this challenge.



IL REACH NEI SETTORI TESSILE E CONCIARIO: LA SFIDA DEI POLIMERI

Dopo circa quindici anni dalla pubblicazione del più grande Regolamento della storia sulle sostanze chimiche, si inizia anche in Europa a valutare la registrazione dei polimeri. Per alcuni settori applicativi, come il tessile e il conciario, la sfida sarà enorme ed è importante iniziare a lavorare fin da adesso per sviluppare dei processi che possano supportare la piccola/media imprenditoria italiana.

Dopo quasi vent'anni dalla prima proposta del Regolamento REACH, in cui i polimeri hanno potuto godere dell'esenzione dalla registrazione e quindi di un lungo periodo di grazia, la Commissione Europea pubblicherà entro la fine di quest'anno una proposta di modifica dedicata alla registrazione dei polimeri.

Il Regolamento REACH ha segnato una rivoluzione nel mondo delle regolamentazioni sulle sostanze chimiche, con un peso economico e di risorse sull'industria senza precedenti, investimenti enormi per i test tossicologici e la gestione documentale, che, malgrado il confuso e spesso sprecato dispendio di energie, ha portato a maturare una responsabile presa di coscienza sulla gestione del pericolo nelle aziende di tutti i livelli e ha condotto l'Europa ad esempio e modello per tutto il resto del mondo.

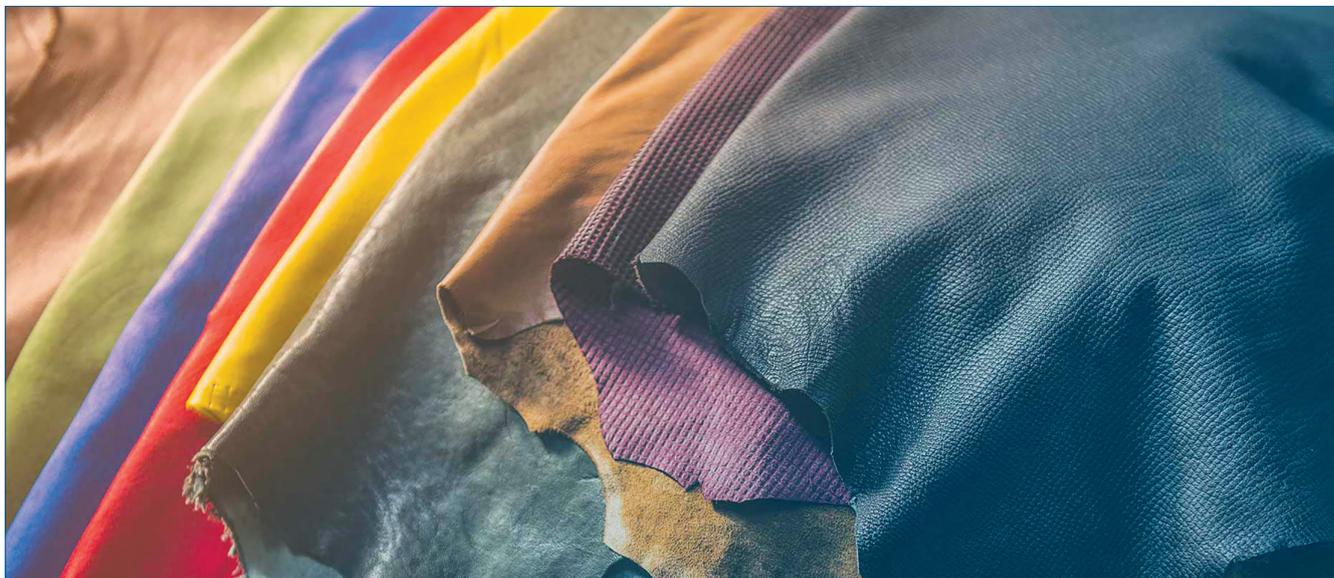
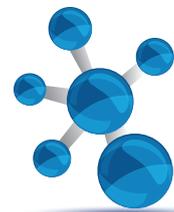
Ma perché i polimeri erano stati esentati da registrazione nella prima versione del Regolamento? Diverse le ragioni assunte al tempo: una serie di problemi tecnici dovevano ancora essere risolti, tra i quali, non di poca importanza, il fatto che in Europa non si sapeva ancora come chiamarli, non erano ancora neppure stati elencati in un inventario qualunque, malgrado gli sperimentali tentativi di notifica secondo direttiva delle sostanze pericolose (67/548/EEC).

Come al solito però, dietro ai problemi tecnici, si nascondono altre motivazioni, di fronte alle quali i motivi tecnici scompaiono. Per le sostanze si pensava di affrontare le circa 100.000 sostanze dell'inventario EINECS (Inventario Europeo delle Sostanze Chimiche Esistenti), più la piccola manciata delle 5.000 sostanze notificate nell'inventario ELINCS (Lista Europea delle Sostanze Chimiche Notificate). Ricordiamoci che oggi il numero di sostanze registrate è 23.000, non solo come conseguenza di processi di razionalizzazione e sforzi per supportare una possibile esenzione, ma anche per mancanza di risorse.

Secondo i dati della Commissione Europea [1], il REACH è costato circa 3 miliardi di euro per circa 90.000 registrazioni delle citate 23.000 sostanze.

Secondo uno dei primi studi socio-economici dedicati alla registrazione dei polimeri in Europa [2], si stima che siano almeno 60.000 e potenzialmente più di 86.000 i diversi materiali polimerici sviluppati in processi e prodotti.

Questo numero è abbastanza consistente con i numeri di identificazioni CAS esistenti per i polimeri (ca. 70.000). Dietro ciascuno di questi numeri CAS, tuttavia, potrebbero esserci da cinque a dieci diversi polimeri. Ciò suggerisce che potrebbe essere necessario valutare da 350.000 a 700.000 singoli polimeri per la registrazione.



Questi numeri fanno intuire quanto il processo avrebbe potuto essere pesante e complesso per l'industria se portato avanti contemporaneamente alla registrazione delle sostanze.

A ulteriore supporto della scelta viene in aiuto il fatto che in moltissimi casi i polimeri sono molecole molto grandi, incapaci di oltrepassare la membrana cellulare, quindi di interagire con il materiale biologico e provocare effetti tossici.

Sappiamo tutti che si stava solo rimandando uno dei più grossi e impattanti processi di regolamentazione della storia e in questi vent'anni non solo la Commissione, ma tutte le organizzazioni interessate, l'Agenzia Europea delle Sostanze Chimiche (ECHA) e l'industria con tutte le sue grandi Federazioni (CEFIC - Consiglio Europeo delle Federazioni dell'Industria Chimica - e i suoi sottogruppi operativi), si sono impegnate per rendere possibile questo grande passo.

Come già visto per la prima versione del Regolamento REACH lo sforzo da parte delle autorità è quello di proteggere la salute umana e dell'ambiente secondo canoni universalmente riconosciuti, ma ci si scontra con la difficoltà di integrare le richieste con i meccanismi dell'organizzazione produttiva e industriale. È molto difficile per gli enti regolatori poter affrontare con senso pratico ed efficacia i problemi legati al rischio delle sostanze a cui si è veramente esposti; non esistono dati sufficienti e alla fine ci si concentra sul potenziale pericolo in-

trinseco, che ha, tuttavia, un'importanza molto relativa. Ci riferiamo, per esempio, al fatto che molti dei test richiesti cercano delle risposte dando da mangiare ai ratti sostanze che non ci mangeremo mai e a cui siamo esposti tutti i giorni in una forma molto diversa dalla loro forma originale... come all'interno di una vernice, di una fibra tessile, di una poltrona in pelle su cui ci sediamo...

Il nuovo Regolamento sui polimeri escluderà la registrazione di quei polimeri legati ai grandissimi settori imprenditoriali, le grandi plastiche, le grandi aziende: è infatti abbastanza consolidato il concetto che i polimeri soggetti a registrazione saranno quelli con un peso molecolare minore di 1000 Da. Qualcosa ricadrà anche con pesi tra i 1000 e i 10.000, ma sopra i 10.000 praticamente niente.

Sempre elemento di preoccupazione saranno tutti quei polimeri che hanno affinità con l'acqua, perché possono entrare nei corsi d'acqua e quindi diffondersi nell'ambiente, così come anche tutti quei polimeri che possono degradare, in quanto potrebbero generare composti di cui non si conoscono i potenziali pericoli. Questo significa che tutti quei settori industriali che per quasi 100 anni hanno cercato di sviluppare alternative ai sistemi a solvente, alternative "ecologiche" per garantire una migliore protezione della salute umana, sono ora quelle maggiormente coinvolte negli obblighi di registrazione, con conseguente ulteriore aggravio economico, oltre a quello sostenuto negli ultimi anni per trovare tali alternative.

Quali più dei settori tessile e conciario, con tutti i nuovi processi, additivi, trattamenti devono ora sopportare le conseguenze del lavoro dei nostri Regolatori?

Giusto per citare alcune delle categorie di sostanze che saranno sicuramente coinvolte, tipiche e comuni ai settori tessile e conciario, abbiamo tensioattivi, reticolanti, ammorbidenti, fondi, top, stabilizzanti chimici, stabilizzanti dimensionali, flocculanti, modificatori reologici, impermeabilizzanti, antifiama... e sicuramente molti altri.

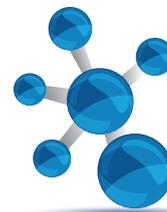
Il paradosso di questa seconda fase del Regolamento è che i settori industriali maggiormente coinvolti sono anche quelli che per loro natura hanno una ridotta dimensione aziendale e un bassissimo ricarico economico sulle specifiche sostanze. Per complicare ulteriormente le cose, tutti i dati che saranno richiesti per identificare le specifiche sostanze e dare un nome ad ogni polimero, sono avulsi da qualunque specifica con cui fino ad oggi le aziende sono abituate a lavorare. Viene richiesta, infatti, una dettagliata identificazione chimica su parametri che non solo sono spesso non misurabili, ma che non sono mai stati fino ad oggi il criterio di distinzione tra le varie sostanze, che vengono selezionate ed utilizzate su parametri di comportamento completamente diversi. Il solo concetto di peso molecolare può variare molto in base all'interpretazione e alla struttura e non vi sono tecniche di misurazione particolarmente attendibili a costi sostenibili.

La generazione di questi dati prevede quindi lo sviluppo di tecniche analitiche dedicate, specifiche per i polimeri dei settori tessile e conciario, non sempre esistenti, proprio perché fino ad oggi neanche necessarie.

I nostri politici non sanno ancora quale sarà il vero impatto di tutto il processo, perché non ne conoscono i veri numeri. Proprio per questo, il nuovo Regolamento, già nella bozza, prevederà che per ogni polimero prodotto o importato sia fatta un'identificazione analitica puntuale che ne descriva la struttura nel massimo dettaglio. Vanno accertate la composizione monomerica completa, qualitativa e quantitativa, la tipologia di legame e di ramificazione, la distribuzione dei pesi molecolari e molto altro, e queste informazioni dovranno essere notificate in maniera quanto più completa possibile. Ciò significa che prima ancora di iniziare un'implementazione vera e propria e l'inizio della creazione dei dossier di registrazione, ci saranno due o tre anni in cui i pochi laboratori esistenti lavoreranno a pieno ritmo, a spese completamente dell'industria, per cercare di generare tonnellate di dati analitici nei tempi previsti... allo scopo di poter capire alla fine veramente di quante e quali sostanze si sta veramente parlando.

Un altro elemento molto preoccupante risiede in quella che è stata la grande rivoluzione del Regolamento REACH: "l'inversione dell'onere della prova". È infatti l'industria stessa responsabile delle sue dichiarazioni, non vi è nessuna autorità che deve concedere un'autorizzazione; questo pone l'ECHA in una posizione di mero controllo e la de-responsabilizza da qualunque attività decisionale. Questo meccanismo, soprattutto in questa seconda fase della registrazione dei polimeri, metterà in seria difficoltà le piccole-medie industrie, che dovranno imparare a sopravvivere in una giungla ancora più impervia rispetto a quella della registrazione delle sostanze.





Un esempio su tutti: l'ECHA ha già dichiarato che non entrerà in maniera critica nel processo di definizione dei diversi nomi dei polimeri, sarà l'industria stessa che dovrà proporli, discuterli e prendere decisioni "condivise".

Questo sarà un punto veramente critico, perché, come si accennava prima, l'identificazione dei polimeri è qualcosa di molto più complesso e articolato dell'identificazione delle sostanze. Sarà quindi ancora più difficile riuscire a raggruppare sostanze e aziende sotto registrazioni comuni o gruppi di registrazioni simili; sarà lunga la formazione di gruppi di lavoro, di consorzi e di sovrastrutture che possano garantire una modalità di lavoro ugualmente rispettosa delle diverse estrazioni, dimensioni, interessi aziendali ed esigenze tecniche, garantendo anche contemporaneamente le necessarie confidenzialità nello scambio di informazioni.

Il lavoro di definizione dei concetti base e delle successive linee guida ha richiesto un grosso impegno soprattutto negli ultimi 10 anni, non solo della Commissione e di ECHA, ma in particolare, e anche, delle grandi associazioni di settore sia in attività tecniche che di lobby; diamo uno sguardo ad alcuni nomi delle associazioni che troviamo nei grossi gruppi di lavoro: A.I.S.E. (International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products), ALIPA (European Aliphatic Isocyanates Producer Association), FEICA (Association of the European Adhesive & Sealant), FPF (Food Packa-

ging Forum), ISOPA (European di-isocyanates and polyols producer association), PEPG (Polyelectrolyte producers group). Non compare una grande associazione di settore dedicata ai mondi della rifinitura e finissaggio tessile e conciario, qualcuno che ne possa sostenere e proteggere gli interessi anche nel mondo regolatorio. Questa è una grave mancanza, forse legata al fatto che, ancora una volta, le dimensioni medie di queste industrie non permettono investimenti in tal senso; perciò sarà ancor più importante per queste aziende imparare ad evitare posizioni campanilistiche

e unirsi quanto prima per poter fronteggiare le tempeste che potrebbero presto abbattersi su di loro.

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Ciatti, D. Vencovsky, J. Vencovska, Meg Postle Risk & Policy Analysts (RPA), Norwich Dirk Jepsen, Olaf Wirth Ökopoll GmbH, Hamburg On behalf of the German Environment Agency, Development of REACH - Review of evidence on the benefits & costs of REACH, Project No. (FKZ) 3717 67410 0, Report No. FB000108/ENG,ZW,2, 2021.
- [2] DG Environment, Review of reach with regard to the registration requirements on polymers 070307/2011/602175/SER/D3 Final Report Part A: Polymers Prepared for European Commission, 2012.

REACH in the Textile and Leather Tanning Sectors: the Challenge of Polymers

About fifteen years after the publication of the most important Regulation in history on chemicals, the registration of polymers is starting also in Europe. For some application sectors, such as textile and leather, the challenge will be huge and it is important to start working right now to develop processes that can support the small/medium Italian businesses.



Elisa Gavazza
Southern Europe Director
ZDHC
gavazza@zdhc.org
www.roadmaptozero.com

ZDHC: IL RUOLO DELL'INDUSTRIA TESSILE E CONCIARIA NELLA 'ROADMAP TO ZERO'

L'uso di sostanze chimiche nocive nell'industria dell'abbigliamento e delle calzature porta con sé un forte impatto negativo sull'ambiente e sull'uomo. L'articolo illustra come il programma di ZDHC (la Roadmap to Zero) possa supportare la filiera in un percorso di transizione verso una produzione più sostenibile utilizzando formulazioni conformi alla MRSL di ZDHC e implementando un'efficace gestione sostenibile delle sostanze chimiche.



Premessa

Vestiti, scarpe e accessori permettono di soddisfare dei bisogni elementari ma rappresentano ormai anche un modo per esprimere sé stessi, la propria personalità e il proprio stile di vita.

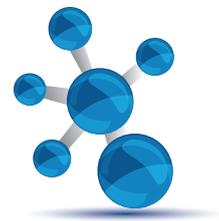
Nel corso degli ultimi vent'anni abbiamo assistito ad un incredibile cambiamento rispetto al consumo di capi di abbigliamento, calzature ed articoli relativi al settore moda.

Da uno studio pubblicato da McKinsey nel 2016, si evince che grazie al calo dei costi, alla razionalizzazione delle operazioni e all'aumento della spesa dei consumatori, la produzione di abbigliamento è raddoppiata dal 2000 al 2014. I consumatori conservano gli articoli di abbigliamento circa la metà del tempo rispetto a 15 anni fa. Alcune stime suggeriscono che i consumatori trattino gli indumenti più economici quasi come se fossero "usa e getta", scartandoli dopo averli indossati solo sette o otto volte (<https://www.mckinsey.com/business-fun->

[ctions/sustainability/our-insights/style-thats-sustainable-a-new-fast-fashion-formula](https://www.mckinsey.com/business-fun-ctions/sustainability/our-insights/style-thats-sustainable-a-new-fast-fashion-formula)).

Questo aumento vertiginoso ha certamente inciso in modo significativo sull'impatto ambientale del comparto moda. Pensiamo, per esempio, al consumo di energia e risorse come l'acqua, alle emissioni di CO₂, a consumo e scarico di sostanze chimiche inquinanti nei corpi idrici e in atmosfera, alla produzione di enormi quantità di rifiuti che, nella maggior parte dei casi, ad oggi, finiscono nelle discariche.

Se ci focalizziamo sul consumo di sostanze chimiche, è utile ricordare che nella produzione di indumenti vengono utilizzate più di 1900 sostanze chimiche, di cui 165 classificate dall'Unione Europea come pericolose per la salute o l'ambiente. Secondo il rapporto 2017 'Pulse of the Fashion Industry', la tintura può richiedere fino a 150 litri di acqua per chilogrammo di tessuto e, nei Paesi in via di sviluppo, dove avviene la maggior parte della produzione e dove la legislazione ambientale non è così severa come nell'Unione Europea, le acque reflue vengono spesso scaricate non filtrate nei corsi d'acqua ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI\(2019\)633143_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI(2019)633143_EN.pdf)).



GATEWAY **Il Gateway ZDHC**

By Ø ZDHC

Il Gateway è il portale di ZDHC che supporta l'implementazione del programma.

Il Modulo Chimico del Gateway ZDHC (<https://www.zdhc-gateway.com/>) si configura come il più grande database mondiale di chimica sostenibile verificata. Aiuta i fornitori a scegliere una chimica più sicura e a trovare delle alternative.

Il Modulo Acque di Scarico del Gateway ZDHC supporta i produttori nella registrazione di dati relativi ai test fatti eseguire sulle acque di scarico ed i fanghi.

I Fornitori possono utilizzare la funzione "connessione" per rendere visibili ai *brand* con i quali sono connessi i dati relativi al 'Performance Incheck Report' e al 'Clearstream Report'.

La campagna Detox di Greenpeace

Oggi i temi legati alla sostenibilità nel settore della moda sono oggetto di discussioni e valutazioni quotidiane ma, poco più di dieci anni fa, quando Greenpeace lanciò la campagna "Detox", l'impatto ambientale dell'industria tessile e dell'abbigliamento derivante dall'uso di sostanze chimiche nocive era un argomento, ai più, poco noto.

Fu proprio la campagna Detox (<https://www.greenpeace.org/international/act/detox/>) ad attirare l'attenzione dell'opinione pubblica sul tema dell'inquinamento delle risorse idriche provocato dall'industria tessile. In risposta alla campagna, alcuni marchi iniziarono a maturare l'idea che lavorando assieme su un programma condiviso si potessero ottenere benefici più rapidi e più tangibili. Fu così che nacque ZDHC (www.roadmaptozero.com), dapprima come iniziativa volontaria di pochi marchi, successivamente, come fondazione avente sede ad Amsterdam, con un numero sempre crescente di aziende impegnate nell'implementazione del programma.

Il programma ZDHC e la Roadmap to Zero

ZDHC (Zero Discharge of Hazardous Chemicals) è una fondazione che comprende oltre 170 aziende che rappresentano la filiera dei settori tessile, dell'abbigliamento e delle calzature, ossia i *brand*, i fornitori (quali aziende tessili e concerie) e i produttori di sostanze chimiche e formulazioni.

L'adesione al programma è volontaria e, per le categorie fornitori e produttori di sostanze chimiche e formulazioni, non è necessario essere parte di ZDHC per implementare la Roadmap to Zero ma lo

si può fare come parte della filiera di uno dei *brand* che contribuiscono al programma ZDHC.

La missione di ZDHC è molto chiara: consentire ai *brand* della moda di implementare le migliori pratiche di gestione chimica sostenibile lungo tutta la catena del valore (tessile e della pelle).

Il programma Roadmap to Zero di ZDHC, andando oltre quelli che sono gli aspetti legati alla conformità legislativa locale, guida l'industria verso l'eliminazione di sostanze chimiche dannose dalla sua catena di approvvigionamento globale, creando le basi per una produzione più sostenibile al fine di proteggere i lavoratori e i consumatori, combattere il cambiamento climatico, supportare la biodiversità e preservare la qualità delle risorse idriche.

Il Programma è il risultato di un'azione collettiva di tutti i partecipanti e introduce un approccio olistico alla gestione delle sostanze chimiche organizzato in tre aree di interesse: input, processo e output. Queste aree permettono di connettere le Linee Guida (disponibili per consultazione al sito <https://www.roadmaptozero.com/documents?locale=en>), le Piattaforme e le Soluzioni di ZDHC in un programma chiaro e pratico creato su misura per ciascuna delle principali categorie di aziende interessate: i *brand*, i produttori e i formulatori chimici.

L'Input

Rappresentando il punto di partenza del programma ZDHC l'area legata ai prodotti in ingresso (<https://www.roadmaptozero.com/input>) ha come riferimento principale uno dei documenti fondamentali del Programma, la MRSL (Manufacturing Restricted



ACADEMY La Academy ZDHC

By Ø ZDHC

La Academy ZDHC (<https://academy.roadmaptozero.com/>) è la piattaforma di riferimento per le attività di formazione connesse a ZDHC.

Creando un proprio profilo sulla piattaforma è possibile accedere a moltissimi contenuti gratuiti con interessanti approfondimenti sul Programma Roadmap to Zero e consultare il calendario dei corsi di formazione ufficiali erogati in lingua italiana dai formatori approvati da ZDHC.

Substances List), ossia una lista di sostanze chimiche il cui uso intenzionale è bandito nelle aziende della filiera moda che lavorano materiali tessili, pelle, gomma, schiuma, adesivi e parti di rifiniture in tessuti, abbigliamento e calzature.

La MRSL di ZDHC, pubblicata per la prima volta nel 2014, va oltre l'approccio tradizionale, precedentemente utilizzato, caratterizzato esclusivamente dalla definizione di limiti relativi alle sostanze chimiche pericolose nel prodotto finito, spostando l'attenzione sulla qualità delle formulazioni che vengono utilizzate per ottenere il massimo beneficio su quanto esce dal processo produttivo, sia che si tratti di acque di scarico che di emissioni in atmosfera che di prodotto finito.

Eliminando le sostanze chimiche nocive dalle formulazioni si accelera il processo di riduzione dell'impatto chimico di tutta la filiera, si genera innovazione, si migliora il benessere dei lavoratori e si progredisce verso una maggiore sostenibilità di tutta la catena del valore.

La MRSL, ad oggi in vigore nella versione V 2.0 (<https://mrsl.roadmaptozero.com/>), viene periodicamente aggiornata secondo le regole definite nel documento ZDHC MRSL Update Principles and Procedures (https://uploads-ssl.webflow.com/5c4065f2d6b53e08a1b03de7/5db6e90231f45327039998f7_ZDHC_MRSL_Principles_and_Procedures.pdf) e include anche una "Candidate List", ossia una lista di sostanze chimiche prioritarie, destinate ad entrare in una futura revisione della MRSL, per le quali alternative o processi produttivi più sicuri non sono attualmente disponibili su larga scala o non sono economicamente implementabili. L'obiettivo della "Candidate List" è quello di spingere l'innovazione e la ricerca di alternative più sostenibili.

Ciascuno dei gruppi interessati dal programma ZDHC ha un ruolo fondamentale nell'implementazione della MRSL:

- i *brand* che contribuiscono al Programma di ZDHC comunicano con la filiera e richiedono alla filiera di adottare la MRSL nella sua versione più recente, invitando i propri fornitori sulla piattaforma 'Gateway' di ZDHC (<https://www.my-aip.com/ZDHCGateway/Login.aspx>);

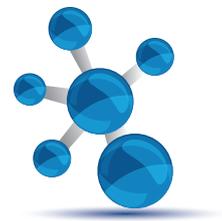
- l'industria tessile e conciaria risponde alla chiamata dei *brand*, accettando l'invito, registrandosi sul 'Gateway', utilizzandola per scegliere le formulazioni chimiche conformi alla MRSL ed invitando i propri fornitori di sostanze chimiche e formulazioni a registrarsi a propria volta e a registrare le formulazioni certificate conformi alla MRSL;

- l'industria chimica ed i formulatori si registrano sul 'Gateway' di ZDHC e registrano le formulazioni certificate conformi alla MRSL da Enti di Certificazione riconosciuti da ZDHC (<https://downloads.roadmaptozero.com/input/MRSL-certifiers>).

Ai produttori del settore tessile e conciario è richiesto, inoltre, di valutare il livello di conformità del proprio inventario chimico alla MRSL, originando il Performance Incheck Report (<https://www.zdhc-gateway.com/reports/incheck>).

Il processo

Il processo (<https://www.roadmaptozero.com/process>) è il collegamento cruciale tra sostanze chimiche utilizzate e ciò che esce dalla produzione. Scegliere una chimica più sicura in ingresso può fare una grande differenza, purché sia usata nel modo giusto, adottando, nelle aziende di produzione tessile e nelle concerie, una gestione sostenibile delle sostanze chimiche. L'attenzione al



Principali azioni che un fornitore può intraprendere per implementare il programma:

- Accedere al Gateway di ZDHC e creare un profilo aziendale
- Utilizzare formulazioni conformi alla MRSL
- Invitare i formulatori a creare il proprio profilo aziendale sul Gateway ZDHC e registrare le proprie formulazioni certificate conformi alla MRSL
- Produrre regolarmente il Performance Incheck Report
- Eseguire due volte all'anno i test sulle acque di scarico e sui fanghi e richiedere al laboratorio il caricamento dei risultati sul Gateway di ZDHC (implementare azioni correttive qualora si riscontrassero sostanze critiche nelle acque)
- Accedere alla Supplier Platform e iniziare un percorso virtuoso di implementazione di una gestione sostenibile delle sostanze chimiche
- Sottoscrivere la newsletter ZDHC (<https://www.roadmaptozero.com/news?locale=en>)
- Usare la Academy ZDHC e la sezione Knowledge-base del nostro sito (<https://knowledge-base.roadmaptozero.com/hc/en-gb>) per approfondimenti.

processo è la chiave per ridurre l'impatto ambientale. Per questo, per capire quali siano i requisiti di una gestione sostenibile delle sostanze chimiche, ZDHC ha pubblicato due documenti di riferimento:

- ZDHC Chemical Management System Framework (<https://downloads.roadmaptozero.com/process/ZDHC-CMS-Framework>) che fornisce un quadro generico sui requisiti del Chemical Management;
- ZDHC Technical Industry Guidance (<https://downloads.roadmaptozero.com/process/ZDHC-CMS-TIG>) che rappresenta un documento di lavoro per le aziende tessile e conciarie e spiega dettagliatamente come implementare una gestione sostenibile delle sostanze chimiche.

Al fine di accelerare l'implementazione e aiutare l'industria a misurare i propri progressi, ZDHC mette a disposizione dei fornitori la piattaforma 'Supplier Platform' (<https://supplier.roadmaptozero.com/>), alla quale si accede utilizzando le stesse credenziali del 'Gateway'. La piattaforma, corredata da centinaia di linee guida e suggerimenti operativi, guida i fornitori nella creazione di un sistema di gestione di sostanze chimiche, energia e acqua e li accompagna in un percorso di crescita e di verifica organizzato su tre livelli: Foundational, Progressive e Aspirational, che vanno dalla autovalutazione (livello Foundational) alla verifica *in situ* da un ente di parte terza (Aspirational).

L'output

La misurazione di indicatori come la qualità delle acque reflue, dei fanghi e dell'aria convalida il lavoro svolto utilizzando una chimica più sostenibile e implementando processi di gestione adeguati. Ci aiuta a capire se l'acqua e l'aria in uscita sono più sicure e ad individuare le azioni da intraprendere per garantire un eventuale miglioramento della loro qualità.

Senza dubbio uno dei documenti più importanti di riferimento relativamente all'output (<https://www.roadmaptozero.com/output>) è rappresentato dalle Linee Guida sulle acque di scarico ZDHC Wastewater Guidelines, che sono recentemente state pubblicate nella versione 2.0 (<https://downloads.roadmaptozero.com/output/ZDHC-Wastewater-Guidelines>). Lo scopo delle Linee Guida ZDHC sulle acque reflue è stabilire un'aspettativa unificata a livello globale per il campionamento, il test e la redazione di rapporti di prova relativi alle analisi eseguite sulle acque reflue e sui fanghi derivanti dalle lavorazioni a umido, nell'industria tessile e della pelle. Maggiori informazioni relativamente allo smaltimento dei fanghi prodotti durante il trattamento delle acque reflue possono essere trovati nel documento 'Sludge Reference Document' (<https://downloads.roadmaptozero.com/output/Sludge-Reference-Document>). Le linee guida relative alle emissioni in atmosfera sono in fase di sviluppo. Le aziende manifatturiere con processi a umido

CHIMICA & TESSILE E CONCIARIO

sia nell'ambito tessile che in quello conciario sono chiamate a eseguire annualmente due campagne di campionamento e test delle acque reflue (e, se presenti, anche dei fanghi) richiedendo il supporto di uno dei laboratori accettati da ZDHC (<https://downloads.roadmaptozero.com/output/WW-labs>). I laboratori caricano i risultati dei test eseguiti per conto delle aziende, sul portale 'Gateway' di ZDHC sul quale saranno disponibili dei rapporti di prova relativamente ai test eseguiti, conosciuti con il nome di 'Clearstream Report' (<https://www.zdhc-gateway.com/reports/clearstream>).

ZDHC Leader Programme

Per accompagnare il settore in un progetto di miglioramento continuo e di leadership nell'implementazione del programma, valorizzando l'uso di una

chimica più sicura, ZDHC ha messo a punto tre Leader Programme, uno per ciascuna delle categorie di aziende che lavorano sull'implementazione. Sono nati, così, il 'Brands to Zero' (dedicato ai brand, <https://www.roadmaptozero.com/brands-to-zero?locale=en#:~:text=The%20'Aspirational%20Level'%20was%20introduced,the%20Roadmap%20to%20Zero%20programme>) e il 'Supplier to Zero' (dedicato alle aziende della filiera che utilizzano sostanze chimiche e formulazioni, <https://www.implementation-hub.org/supplier-to-zero>). A breve verrà introdotto un programma dedicato ai formulatori. L'obiettivo è quello di creare un volano di implementazione che permetta a ciascuna azienda, indipendentemente dalla categoria di appartenenza, di cogliere il valore derivante dall'implementazione e massimizzare gli impatti lungo tutta la filiera.

The Role of the Textile and Tanning Industry in the 'Roadmap to Zero'

The use of harmful chemicals in the apparel and footwear industry brings with it a strong negative impact on the environment and on humans. The article illustrates how the ZDHC program (the Roadmap to Zero) can support the supply chain in a transition towards more a sustainable production using formulations in compliance with the ZDHC MRS� and implementing effective Chemical Management.





DOLLMAR S.P.A.
PRODOTTI CHIMICI INDUSTRIALI

A RESPONSIBLE CHEMISTRY
FOR A BETTER FUTURE

www.dollmar.com



VALORIZZAZIONE DI SCARTI INDUSTRIALI TESSILI MEDIANTE GASSIFICAZIONE E PIROLISI

Diverse aziende del territorio biellese e non, assieme ad istituti di ricerca, hanno intrapreso una serie di progetti di ricerca per valutare una possibile via di valorizzazione energetica, mediante gassificazione e pirolisi, di sottoprodotti tessili per i quali non è possibile procedere a riciclo e riuso. Sono state progettate e costruite due unità prototipali pilota di diversa taglia al fine di valutare la fattibilità del processo di produzione di syngas e char.

Introduzione

Le motivazioni che hanno portato allo sviluppo di idee progettuali per la valorizzazione di scarti tessili e non solo, è nata dalla sempre più importante necessità delle imprese di ridurre gli scarti di lavorazione da conferire in discarica, ottenendo così un beneficio per l'ambiente, oltre ad un vantaggio economico.

L'industria tessile genera, nelle sue fasi produttive, sottoprodotti di lavorazione eterogenei in termini di forma, dimensioni e composizione merceologica. Tale scarto è spesso considerato come "scarto secondario", per il quale l'unica alternativa allo smaltimento è rappresentata da una valorizzazione termica.

Gli scarti tessili possono essere suddivisi a seconda della loro natura e proprietà in polveri, fibre, filati, tessuti, etc.; tali scarti sono prodotti in quantità differente a seconda del tipo di operazione di lavorazione coinvolta (filatura, cardatura, tessitura, finissaggio ecc.), sia dal tipo di materiale considerato (cotone, lana, poliestere ecc.).

Un filone di ricerca, costituito dai tre progetti VALENTEX [1], VALENTEX2 [2] e BIOCHAR [3], ha portato allo studio di metodi di valorizzazione, mediante gassificazione e pirolisi, su unità prototipali sperimentali.

Progetti VALENTEX e valorizzazione di scarti tramite gassificazione

Per quanto riguarda il distretto biellese, all'interno dello studio di fattibilità VALENTEX [1], è stato somministrato un questionario a diverse aziende al fine di valutare la quantità di scarti prodotti: il risultato che ne deriva, normalizzato all'intero distretto, porta a stimare una produzione giornaliera di rifiuti pari a 3.700 kg/giorno, normalmente conferiti in discarica.

Questo materiale è classificato come materiale di scarto non utilizzabile nei cicli produttivi e quindi deve essere smaltito come "rifiuto speciale" con oneri aggiuntivi di entità non indifferente.

La composizione chimica di detti scarti consente una classificazione come materiale combustibile con potere calorifico considerevole [4]. Uno smaltimento puramente ossidativo può essere caratterizzato da rischi di emissione di prodotti nocivi generati nel processo ed è pertanto da evitare.

In maniera molto sintetica e semplificata si riassumono le reazioni chimiche che sono i capisaldi dei vari processi termici:

- combustione:

feedstock + ossigeno \rightarrow CO₂ + H₂O + Calore
raggiunta una temperatura di innesco i reagenti

iniziano a bruciare sviluppando calore; è necessario operare con una quantità di ossigeno uguale o superiore allo stechiometrico;

- gassificazione:

feedstock + ossigeno \rightarrow syngas ($\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CH}_4 \dots$)
la gassificazione si conduce con temperature comprese tra 800 e 1000 °C, in presenza di un valore di ossigeno sotto-stechiometrico rispetto alla biomassa introdotta. Durante la gassificazione la biomassa viene convertita principalmente in una fase gassosa chiamata syngas, una miscela combustibile di CO , CH_4 e H_2 e altri idrocarburi superiori;

- pirolisi: feedstock + calore \rightarrow char + syngas + tar
è un processo di decomposizione termica della biomassa ottenuto in completa assenza di elementi ossidanti, a temperature comprese tra 500 e 700 °C. La natura della biomassa e i parametri di processo definiscono la resa dei prodotti di pirolisi in char (carbone), syngas e tar (idrocarburi condensabili).

Si deve considerare che, durante la valorizzazione termica di una biomassa, queste reazioni avvengono simultaneamente, bisogna pertanto ottimizzare il processo, in termini di temperatura e contenuto di ossigeno, per favorire quella di maggior interesse [4]. All'interno del progetto VALENTEX, al fine di trattare termicamente gli scarti tessili mediante gassi-

ficazione, è stato sviluppato, da un punto di vista concettuale, un impianto di gassificazione a "letto fluidizzato", utilizzando un tipo di reattore denominato "letto a getto" o "spouted bed".

Diversamente dai letti fluidizzati a bolle, in cui il gas viene alimentato omogeneamente su tutta la sezione attraverso un diffusore, nei letti a getto il gas è alimentato al reattore attraverso un unico ugello posto al centro della base (Fig. 1). Raggiunta una certa velocità (funzione del tipo di materiale e parametri geometrici), si genera un condotto centrale, chiamato getto o "spout" il quale cattura parte del materiale solido in prossimità della base del reattore trascinandolo fin oltre la superficie. Il materiale solido, nel ricadere, forma una fontana che garantisce l'alto grado di miscelazione per l'intero sistema, prima di scendere attraverso l'anello ed essere ricircolato [5].

Rispetto ai classici letti fluidizzati, a parità di condizioni operative, i letti a getto necessitano di un quantitativo inferiore di gas (fino a 2/3) [7, 8], così come le perdite di carico attraverso il letto.

Oltre a garantire un alto livello di miscelazione, le tipiche proprietà fluidodinamiche dei letti a getto consentono di operare anche con solidi eterogenei (tipici nei processi termici) minimizzando i fenomeni di segregazione.

Partendo dal know-how acquisito dallo studio di fattibilità VALENTEX, supportato da numerose prove sperimentali a freddo [9], il progetto VALENTEX2 si pone l'obiettivo di confermare l'effettiva possibilità di ricavare energia a partire da un sottoprodotto tessile destinato altrimenti allo smaltimento mediante la progettazione e realizzazione di un impianto di gassificazione pilota da circa 50 kW termici e successiva fase sperimentale.

La Fig. 2 mostra una rappresentazione in sezione dell'impianto e lo stesso al termine dei lavori di costruzione e assemblaggio. Si possono osservare tre distinte zone:

- camera di pre-combustione: all'interno della quale un bruciatore aria/GPL è impiegato sia per la fase di preriscaldamento dell'unità, sia per regolare il quantitativo di ossigeno nel medium di fluidizzazione;

- reattore spouted bed: in cui la base piramidale è sormontata da una sezione parallelepipedica in

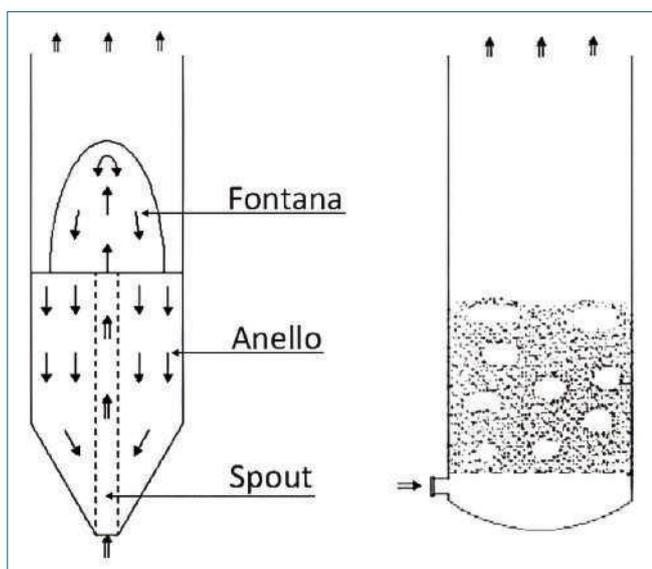


Fig. 1 - Confronto tra letto a getto (tratto da [4]) e fluidizzato a bolle, da [6]

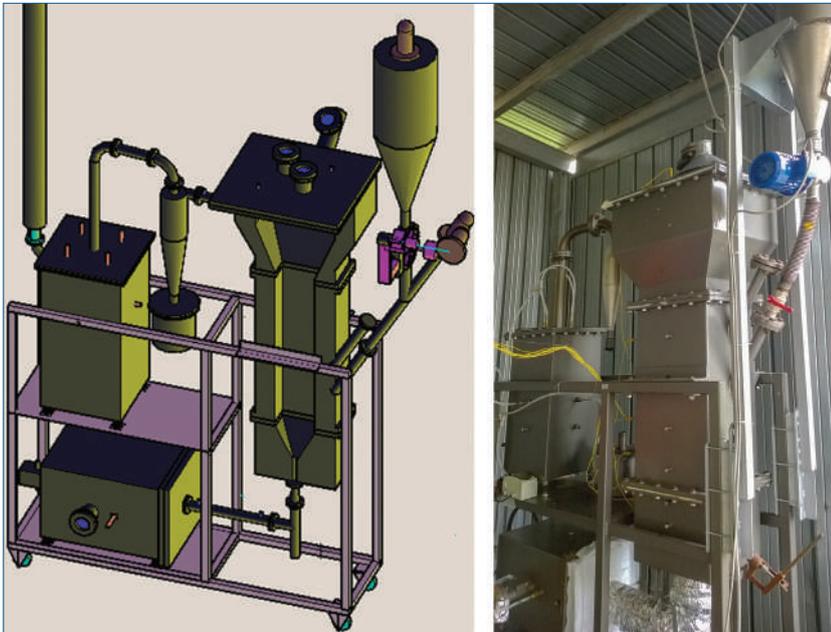
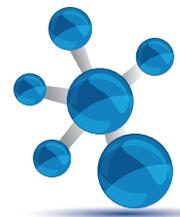


Fig. 2 - Sezione CAD e impianto sperimentale progetto VALENTEX2

cui si sviluppa la fontana e una testa a sezione maggiorata per minimizzare il fenomeno di trascinarsi di polveri;

-trattamento fumi: un ciclone e uno scrubber a umido lavano i gas in uscita dal reattore prima dell'invio al sistema analitico di misurazione.

Tre vincoli devono essere rispettati: portata, temperatura e composizione del gas di processo.

La portata e quindi la velocità minima di spouting, ossia la velocità minima che deve avere il gas per generare la fluidizzazione tipica del letto a getto,

è stata definita considerando la correlazione di Mathur e Gishler [8] alle condizioni di esercizio.

La temperatura operativa è compresa tra 900 e 1000 °C. Il reattore viene preriscaldato mediante combustione di cippato di legna e, raggiunto il regime termico, vengono alimentati gli scarti di materiale tessile, precedentemente pellettizzati per un miglior dosaggio. Agendo sul rapporto aria/GPL al bruciatore si regola la quantità di ossigeno disponibile per la gassificazione.

Il progetto VALENTEX2 ha dimo-

strato che è possibile trasformare residui tessili, non riciclabili in altro modo, mediante operazioni di gassificazione; sono stati raggiunti e superati i kW termici prefissati, con possibilità di gassificare scarti di natura tessile e misto legno ad una temperatura costante di 930 °C e la produzione di un syngas dal medio-basso potere calorifico.

L'analisi economica ha tuttavia evidenziato che allo stato attuale di sviluppo e per il quantitativo di materiale da trattare in gioco, l'impianto non è molto redditizio e si rende quindi necessario integrare lo scarto tessile con un altro feedstock.

Progetto BIOCHAR e valorizzazione di scarti tramite pirolisi

Partendo da queste basi si è pensato di sviluppare una soluzione che rendesse sostenibile l'impianto di gassificazione ampliando il mercato di riferimento a quello agroalimentare, valorizzando anche il char; da qui nasce e il progetto "BIOCHAR" [3].

Il char è un "carbone attivo", un materiale contenente principalmente carbonio amorfo e avente una struttura altamente porosa ed elevata area specifica, e, pertanto, è in grado di trattenere al suo interno molecole di altre sostanze grazie al suo potere adsorbente [10].



Fig. 3 - Interno, rappresentazione CAD e reattore sperimentale BIOCHAR

Il biochar già oggi trova impiego per scopi agricoli (ammendante per terreno e fertilizzante), per scopi industriali (mezzo adsorbente per trattamento di reflui tintoriali) oppure termici in combustione o gassificazione.

Nell'ambito del progetto è stato progettato e realizzato un reattore di potenzialità dieci volte superiori rispetto alla prima versione, in grado di produrre syngas e biochar partendo da rifiuti tessili e rifiuti di biomassa agricola; la nuova unità è stata dimensionata per una potenzialità termica di 450-500 kW.

Studi di letteratura [9] suggeriscono che lo "scale-up" di letti a getto può essere condotto attraverso un limitato aumento della sezione dell'unità, onde evitare il raggiungimento di condizioni di instabilità di fluidizzazione. Per questi motivi, si è deciso di sperimentare un reattore innovativo che prevede quattro moduli adiacenti a doppio stadio, operanti in serie per quanto riguarda la movimentazione del solido da pirolizzare e in parallelo per quanto riguarda il gas di fluidizzazione [11].

Il doppio stadio di ciascun modulo permette di separare nettamente lo stadio ossidativo esotermico (combustione o gassificazione) da quello riducente endotermico (pirolisi) (Fig. 3).

La configurazione dell'impianto a quattro moduli consente al solido di attraversare le singole unità, minimizzando ogni rischio di by-pass ed uscire come char. Dal punto di vista del gas di fluidizzazione, i moduli sono reciprocamente indipendenti, per ottimizzare la successione di reazioni fisiche e chimiche (essiccamento, carbonizzazione e infine pirolisi). La sperimentazione si è svolta con pellet di legna e granuli di scarti agricoli facilmente dosabili e alimentati nella parte bassa del reattore per combustione e/o gassificazione degli stessi. È stato verificato il raggiungimento del regime termico di 950 °C, con una potenza termica superiore ai 300 kW; è stata anche raggiunta una temperatura superiore ai 350 °C nella zona superiore di pirolisi; tuttavia, la conclusione del progetto ha dato solo risultati parziali in quanto non è stato possibile completare tutte le prove pianificate, specialmente di pirolisi, ma si prevede una ripresa delle attività al più presto.

Il biochar è considerato un materiale fertilizzante naturale perché immagazzina la CO₂ e arricchisce il terreno di carbone; inoltre favorisce l'assorbimento dell'acqua da parte delle piante. Il materiale

può essere distribuito in pieno campo e nelle serre, sia in colture estensive che intensive, in orticoltura, floricoltura, frutticoltura.

In base ai risulti tecnici raggiunti e alle soluzioni individuate come tecnicamente percorribili, sarà necessario valutare i costi per la loro industrializzazione e il loro possibile successivo sfruttamento industriale e commerciale.

Tali bio-carboni potranno successivamente essere utilizzati in diversi settori, tra i quali:

- agricolo: apporto di nutrienti, molecole curative e microrganismi, idroassorbente per il miglioramento della ritenzione idrica dei terreni;
- industriale: isolante, fonoassorbente, incorporazione di additivi e principi attivi, trattamento acque;
- farmaceutico: *carrier* di principi attivi e di molecole ad alto valore aggiunto;
- veterinario: veicolazione dei principi curativi, adsorbitori.

Nell'ottica dell'economia circolare si è voluto pertanto creare un circolo virtuoso tra industria tessile e agricola: ciò che è uno scarto per l'una, può essere trasformato in una risorsa per l'altra, senza dimenticare le ricadute positive per l'ambiente.

Conclusioni

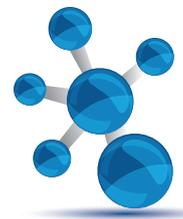
Nell'ottica dell'economia circolare si è voluto creare un circolo virtuoso tra industria tessile e agricola valorizzando sottoprodotti che, ad oggi, non trovano altra destinazione se non lo smaltimento in discarica o pura combustione ove possibile. La filosofia perseguita in questi progetti di ricerca e le attività programmate per il futuro è quella di valorizzare uno scarto in una risorsa preziosa, a vantaggio delle realtà industriali coinvolte e dell'ambiente.

Ringraziamenti

Si ringraziano i partner dei progetti di ricerca coinvolti: Filidea Srl, Tecnomeccanica Biellese Srl, Agrindustria Tecco Srl, Etg Risorse e Tecnologia Srl, Politecnico di Torino (DISAT), Università di Genova (DICCA) e il prezioso contributo del Prof. Giorgio Rovero.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Progetto VALENTEX, Bando Poli di Innovazione Regione Piemonte F.E.S.R. 2007/2013.



- [2] Progetto VALENTEX2, Bando Poli di Innovazione Regione Piemonte F.E.S.R. 2007/2013.
- [3] Progetto BIOCHAR, Bando Poli di Innovazione Regione Piemonte F.E.S.R. 2014/2020.
- [4] M. Curti, Solids and gas hydrodynamic characteristics in square-based spouted beds for thermal applications, Tesi di Dottorato, Politecnico di Torino, 2010.
- [5] N. Epstein, J. Grace, Spouted and spout-fluid beds, Cambridge Univ. Press, ISBN 978-0-521-51797-3, New York, 2011.
- [6] D. Kunii, O. Levenspiel, Fluidization Engineering, Butterworth-Heinemann (USA), 1991.
- [7] T. Mamuro, H. Hattori, *J. Chem. Eng. Jap.*, 1968, **1**(1), 1.
- [8] K.B. Mathur, N. Epstein, Spouted Beds, Academic Press, New York, 1974.
- [9] G. Rovero, M. Curti, G. Cavaglià, Optimization of Spouted Bed Scale-Up by Squared-Based Multiple Unit Design, Advances in Chemical Engineering, Z. Nawz, S. Naveeds (Eds.), 2012, chap. 16, 405-434, ISBN 978-953-51-0392-9.
- [10] M. Valagussa, A. Pozzi, Il Biochar “Black revolution”, 2011.
- [11] G. Rovero, P. Watkinson, *Fuel Proc. Technol.*, 1990, **26**, 221.

Valorisation of Textile Industrial Waste by Gasification and Pyrolysis

Several firms, in the Biella area and beyond, together with research institutes, have undertaken a series of research projects to evaluate a possible way of energy valorization of textile by-products, for which recycling and reuse is not possible, by gasification and pyrolysis. Two pilot prototype units of different sizes were designed and built-in order to evaluate the feasibility of syngas and char production process.

OZONE TECHNOLOGIES

Chemical Industries

Tecnologia ad Ozono
Affidabilità
Innovazione
Personalizzazione
Post vendita in tutto il mondo

AERAQUE S.r.l.
Via F. Barbieri, 24/B - 27040 Pinarolo Po (PV) - ITALY
Tel: +39 0383 197 5439 - web: www.aeraque.com



OZACQUA 5F UV
150m³/h

**AERAQUE**





LA DIDATTICA DELLA CHIMICA NEI CORSI DI SISTEMA MODA

L'indirizzo "Tecnico di Sistema Moda", introdotto dalla riforma a supporto del comparto tessile, vede la Chimica Applicata tra le discipline caratterizzanti. Dopo dieci anni di esperienze vengono proposti temi e indicazioni per la didattica, anche nella chiave della sostenibilità.



TAM, Sezione Disegno: stampa inkjet

La riforma della scuola superiore del 2010-2012, tra i molti altri cambiamenti, aveva cancellato i percorsi specialistici degli istituti tecnici a indirizzo chimico, accorpatisi in "Chimica e materiali". In tutta la nostra scuola il solo altro indirizzo che prevede la Chimica applicata tra le discipline caratterizzanti, o "d'esame" come si usa dire, e forse un po' imprevedibilmente, è *Sistema Moda*, nato con la riforma e diviso in due articolazioni principali, tessile e conciaria [1]. Svolgere una didattica efficace per questi "quasi chimici", dando loro uno spessore sia culturale sia pratico, è un'interessante sfida intellettuale per l'impostazione di un curriculum, o di un *canone*, che possa servire a sviluppare la cultura chimica anche in altri percorsi formativi.

La figura in uscita da *Sistema Moda - Tessile, Abbigliamento e Moda* (da qui in poi, per brevità, TAM) interseca e sviluppa i percorsi dei vecchi "periti" Tessili e Chimici Tintori, che le varie riforme rimaste a metà del guado avevano progressivamente obliterato.

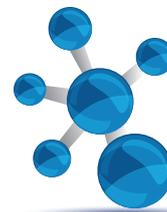
La consapevolezza che da TAM esca una figura nuova, aperta al presente ed al futuro di un Paese come il nostro, è maturata gradualmente [2], ma ora

sembra piuttosto condivisa, grazie anche alla nascita della "Rete TAM", che cerca di collegare e coordinare tutte le esperienze locali.

Il nuovo tecnico, nelle intenzioni, deve saper gestire tutte le fasi che portano alla produzione di un supporto tessile finito (tessuto ortogonale o a maglia, non tessuto...) con cui realizzare articoli, dal capo di abbigliamento ai componenti di arredo. Senza dimenticare lo sconfinato settore dei tessuti tecnici, che trovano impiego dall'agricoltura all'edilizia, all'aerospaziale, oltre ai materiali per uso protettivo-sanitario con cui, nell'ultimo biennio, ci siamo tutti confrontati. La parte ideativo-creativa, l'allestimento del supporto tessile, la scelta delle fibre, le varie fasi di nobilitazione (tintura, stampa, finissaggio...) hanno ovviamente pesi relativi diversi a seconda dell'articolo da produrre, ma le componenti "chimiche" sono più o meno il fattore comune.

La denominazione "Sistema Moda" è purtroppo fuorviante, per gli studenti che devono scegliere il percorso di scuola superiore e per le relative famiglie. Per rilevante che sia il settore "moda", il tessile italiano ha pure ben altri aspetti *hi-tech* e grandi capacità innovative, come mostra [questo video](#) realizzato dalla AICTC - Associazione Italiana di Chimica Tessile e Coloristica. Tuttavia il numero di iscritti è sproporzionatamente basso rispetto alle esigenze, tenendo conto che (fortunatamente) non sono pochi gli studenti che proseguono verso una formazione terziaria, universitaria o ITS, e quindi spostano più in là il proprio inserimento occupazionale.

Ciò pone una pesante incognita sul futuro di un settore tra i più vitali della nostra manifattura.



D'altro canto, venendo al nostro specifico, un altro dubbio da fugare è che la "Chimica Tessile" copra solo una ristretta nicchia di competenze. Come abbiamo cercato di mostrare altrove [3], lo studio delle tematiche di interesse tessile richiede concetti e modi di pensare che affrontano tutte le branche delle discipline chimiche: inorganica, organica, analitica, macromolecolare, delle interfasi, dei processi tecnologici, ambientale, sanitaria... I modelli rappresentativi che studiano le interazioni microscopiche tra fibre, coloranti, tensioattivi, resine e così via, da cui derivano le proprietà fisiche, meccaniche, tintoriali dei tessuti e le conseguenti ricadute tecnologiche ed ecotossicologiche, avevano peraltro anticipato di molto l'approccio a sistemi interagenti su diversa scala che, oggi, possiamo considerare "supramolecolari".

La necessità di usare forme didattiche non convenzionali è legata anche alla mancanza di un *corpus* di libri di testo standard. Mentre in lingua inglese vi sono opere didattiche ad ogni livello, l'editoria italiana non ha mai offerto un significativo supporto [4]; oggi non esiste praticamente nulla nella fascia fra il trattato di Corbani, che nella nuova edizione consta di oltre 2.000 pagine [5], ed esili volumetti a volte volenterosi, ma anche imprecisi o non aggiornati, ben lontani dall'esaurire tutti gli aspetti di una disciplina in costante divenire.

Sono però disponibili, anche gratuitamente, testi e risorse web "reali", a volte di tipo primario, a volte riassunte nelle pubblicazioni fatte da aziende o associazioni di categoria, senza contare quelli in altre lingue (fra l'altro, agevolando la possibilità di sviluppare una didattica CLIL, Content and Language Integrated Learning, come richiesto per il 5° anno degli Istituti tecnici). In supporto a docenti non sempre specializzati, come è inevitabile dati i meccanismi di reclutamento, sono poi molto interessanti le iniziative di formazione, per esempio di AICTC o di Rete TAM.

Le interazioni dirette con le aziende sono indispensabili per il confronto con le nuove tecnologie o le problematiche della sostenibilità. Dato che si deve interagire con persone che, inevitabilmente, sono legate a modelli formativi di tempi passati, sembra utile tenere un rapporto di rispetto reciproco, in cui l'azienda porti l'esperienza pratica ma sia la scuola a governare consapevolmente i modi dell'innovazione didattica.



Tinture nei laboratori del Setifici

Se vogliamo/dobbiamo uscire da forme didattiche tradizionali, l'ambito TAM ci richiede da un lato di puntare all'essenziale per la formazione di un giovane tecnico che non è in via esclusiva uno specialista chimico e, d'altro canto, ci stimola a riaggregare le diverse aree disciplinari.

Guardando alle linee guida nazionali del 2012, vediamo che i temi suggeriti (suggeriti, non strettamente imposti come nei vecchi "programmi ministeriali"!) spaziano su molti campi. Proviamo a riordinarli in uno schema:

- Le fibre tessili: composizione e proprietà
 - Coloranti e meccanismi tintoriali
 - Il colore: origini, tecniche, misurazione
 - Tensioattivi ed altri ausiliari
 - L'acqua: proprietà, uso, tutela
 - Apparecchi di nobilitazione, continui e discontinui
 - Tecniche di stampa con e senza contatto
 - Tecniche di finissaggio fisico-meccanico
 - Agenti e trattamenti di finissaggio chimico
 - La manutenzione e il ciclo di vita del manufatto tessile.
- Nella pratica d'aula e di laboratorio, ci sono poi dei temi trasversali che possono utilmente servire da collegamento, come ad esempio:
- Normative a tutela del lavoratore, dell'utilizzatore e dell'ambiente, Reg. UE 1007/2011, REACH, CLP, disposizioni su emissioni e rifiuti
 - Specifiche tecniche dei prodotti: prestazioni e solidità, nel quadro della qualità
 - LCA e certificazioni volontarie di prodotto e di processo: Öko-Tex, ZDHC etc.

È appena il caso di dire che, in buona parte di questi settori, il mondo produttivo italiano ha un ruolo di primo piano: o a livello di leader globale, o quanto meno per l'uso e la trasformazione di materie prime

e semilavorati. Nel settore più strettamente chimico, si tratta di quelle tecnologie delle formulazioni su cui tanto insisteva Giorgio Squinzi, chiedendo un rinnovamento *ad hoc* della didattica scolastica ed universitaria.

Una trattazione aggiornata ed esauriente di tutto sarebbe ovviamente improponibile, forse persino nei vecchi corsi per Chimici Tintori (o in un ITS?). L'esperienza mostra che è però possibile introdurre almeno ad un livello tale da permettere ad ogni diplomato di potersi inserire in una fase di un ciclo produttivo, avendo la consapevolezza di quali temi ed argomenti potrà o dovrà poi approfondire. Un indicatore come il PCTO, che durante i tre anni introduce a rotazione i singoli studenti in tinto-stamperia, tessiture, laboratori di controllo ecc., mostra che i risultati sulle competenze di base possono essere sufficientemente solidi.

Rinviando ai riferimenti sopra citati per alcuni esempi metodologici e sui contenuti, ci sembrano emergere degli spunti di collegamento con le specificità industriali italiane e le conseguenti problematiche.

Ad esempio, il tema delle *fibres*, e la contrapposizione tra "naturali" e tecnofibre, è spesso ricorrente nei dibattiti sulla *sostenibilità* nell'uso delle risorse e delle materie prime, nonché per le possibilità di riciclo meccanico o chimico. Partendo da una consapevolezza sul mondo delle fibre realmente presenti nella vita quotidiana del singolo allievo, dall'abbigliamento ai tappeti ai peluche, si può comprendere il valore sociale ed ambientale di ciò

che la chimica delle macromolecole ha permesso [6], nell'affrancarsi da risorse biologiche limitate e troppo sfruttate; bilanciando l'uso consapevole dei diversi materiali, anziché rincorrere tanti luoghi comuni lontani dalla realtà, si può accedere ad uno stile di vita realmente più sostenibile.

D'altro canto, le stesse denominazioni legali delle fibre "sintetiche", che figurano nella normativa a tutela del consumatore, fanno riferimento proprio ai gruppi funzionali presenti in catena (esteri, ammidi, uretani, nitrili...) e ciò paradossalmente permette di introdurre in modo naturale la chimica organica applicata, che spesso appare vagamente esoterica e staccata dal reale.

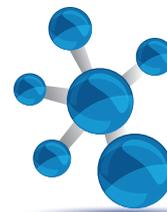
Coloranti ed ausiliari (dai tensioattivi agli agenti di finissaggio) hanno storicamente generato seri problemi ecotossicologici, lontani dall'essere risolti in vaste aree del mondo, fuori dal nostro contesto privilegiato dell'UE. Anche qui la didattica può connettersi direttamente alla realtà: se per esempio si usano come guida le banche dati REACH o la MRSL dello ZDHC, parallelamente alla presentazione delle famiglie di sostanze impiegate, si mostra come varie classi di composti industriali si siano evolute per rispondere a necessità oggettive, mentre il progressivo affinamento delle conoscenze porta via via ad escludere quelle dannose o nocive. In altri termini, si può affrontare la tecnica delle formulazioni mostrando come la chimica industriale (dall'invenzione del "sapone naturale" in poi) ha cercato di portare miglioramenti allo stile di vita di tutti, con una dialettica tra aspetti positivi e negativi da cui deriva il progresso tecnologico e sociale.

Non meno importante, e strettamente legata all'impiantistica per le fasi di nobilitazione, è la tematica dell'*acqua*: come materia prima, come solvente/veicolo, in tutto ciò che implica l'assorbimento e il rilascio del vapore e i relativi trasferimenti termici pesantemente energivori, ma anche per le caratteristiche che devono avere le acque di approvvigionamento e la qualità e la quantità di acque reflue.

La costante del mondo tessile è il *colore*: non dimentichiamo che TAM è l'unico percorso di studi della scuola italiana in cui la scienza della colorimetria sia esplicitamente prevista. Le competenze acquisite possono essere quindi spendibili in molti altri contesti produttivi o di ricerca.



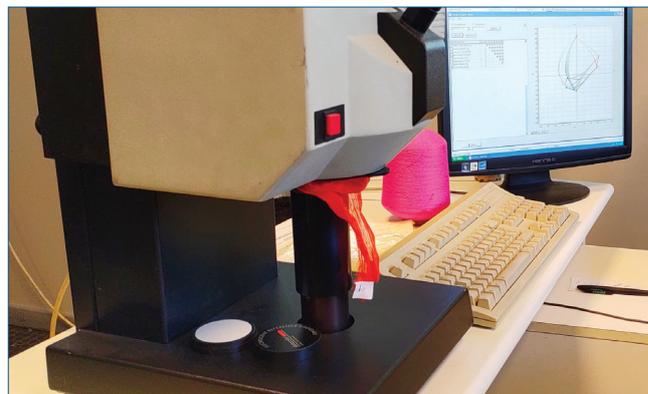
Striscioni ucraini tinti dalle classi



Senza escludere che un'altra disciplina di indirizzo per TAM è *economia e marketing*, con cui è naturale l'interazione per ciò che riguarda le normative cogenti e quelle volontarie, oltre a tutte le dinamiche delle *supply chain* articolate su scala globale, dai segmenti cosiddetti "del lusso" a quelli per le produzioni di massa, nei settori abbigliamento e arredamento e poi alla galassia del tessile tecnico. Una chiave pratica per sviluppare lo schema qui individuato consiste nell'aggiungere concetti e livelli di approfondimento man mano che questi si rendono necessari alla comprensione, nella dinamica della singola classe [7], seguendo non un classico svolgimento lineare, consecutivo, ma una didattica ricorsiva che cresce attraverso volute progressive. Le operazioni di laboratorio trovano limiti nei tempi necessariamente lunghi delle sperimentazioni: coordinando le attività tra classi diverse, parallele o consecutive, si può abituare al lavoro in *team*, dove ciascuno è responsabilizzato nello svolgere la propria parte sapendo che da essa dipende la riuscita del lavoro altrui. Il che sembra naturale in un comparto produttivo che si basa sul concetto di "filiera", dove ognuno è cliente di chi sta a monte e fornitore di chi sta a valle, e la tracciabilità delle lavorazioni è una necessità ormai acquisita. Su come tutto questo possa essere messo in pratica, nel metodo e nei contenuti, alcune idee si possono trovare nei riferimenti citati. Ripensando ai dieci anni che sono passati dall'avvio della riforma, ed anche ai due anni di forzata paralisi che abbiamo attraversato, sembra il momento per un rilancio nel fare squadra e nell'affiancare le competenze in un sistema di rete, ed è quasi ovvio che la chimica, "scienza centrale", si presti a fare da cardine per aiutare un settore che da sempre coniuga la bellezza e l'utilità, la tradizione e l'innovazione.

Ringraziamenti

Un ringraziamento va ai tecnici e agli insegnanti, su un arco di tre generazioni, con cui mi sono potuto confrontare anche per alcune idee che stanno dietro queste pagine. Dai miei maestri Mario Frigerio e Gabriella Fusi Alberti, a un sicuro riferimento come Franco Corbani, a chi opera nel settore accademico e associativo come Stefano Cavestro, Giuseppe Rosace e tutta l'AICTC, ai tanti amici del mondo



Spettrofotometria su tessuti

produttivo comasco che fanno capo all'Associazione Ex-Allievi del Setificio, al preside Roberto Peverelli e a tutti i colleghi, tra cui molti meritano un apprezzamento speciale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Gazzetta Ufficiale, s.o. n. 60, 30.3.2012, 230-245.
- [2] S. Palazzi, La chimica è sempre più di moda, negli istituti tecnici, **Blog La Chimica e la Società, 1ª parte e 2ª parte**.
- [3] S. Palazzi: The colours of chemistry: There's a new scent in the air, or old perchance?, ICCE-ECRICE 2012, **CnS - La Chimica nella Scuola, 2012, XXXIV(3), 284**.
- [4] S. Palazzi, Anilina in dispensa, **XI Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica**, 2005, ISSN 0392-4130, 483.
- [5] F. Corbani, Nobilitazione dei tessili, vol. 1-4, Prodiggi Edizioni, Gallarate, 2017-2019.
- [6] V. p. es.: L. Cerruti, *Bella e potente*, 2003, Editori Riuniti, Roma, 205.
- [7] V. p. es.: L. Cardellini, La passione per l'insegnamento: un dialogo con Brian P. Coppola, **CnS - La Chimica nella Scuola, 2016, XXXVII(5), 35**.

Teaching Chemistry in the Fashion System Courses

High school courses for "Fashion System Engineer" have Applied Chemistry as a main subject. After ten years from their introduction, some experiences and teaching hints are given, also about sustainability issues.



AICTC: UNA STORIA LUNGA UN SECOLO



Associazione Italiana di
Chimica Tessile e Coloristica

Sin dalla fondazione, quasi un secolo fa, l'Associazione, costituitasi come no profit e oggi diventata ente del terzo settore, focalizza la propria azione sulla divulgazione tecnico-scientifica in ambito tessile, coloristico e chimico, indirizzando i propri sforzi verso i tecnici dell'industria, gli studenti, i formatori, mantenendo così viva la lunga tradizione e la cultura tessile italiana.

La storia dell'Associazione Italiana di Chimica Tessile e Coloristica appare, oggi, lontana nel tempo. Gli inizi dell'Associazione risalgono ai primi anni del XX secolo, più precisamente al 1908 ed è riconducibile all'avvio ufficiale della Verein der Chemiker Coloristen - Associazione dei chimici coloristi - a Koniginhof (CZ), all'epoca un importante centro di produzione tessile soprattutto legato alla stampa. A questa prima iniziativa ne seguirono, ben presto, altre per la fondazione di sezioni in Germania, Austria, Italia e Polonia.

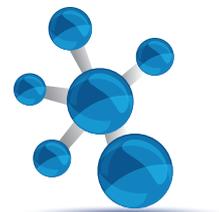
Siamo nel 1911 quando ai chimici e coloristi italiani, che in quel periodo facevano ancora parte della Società Italiana di Chimica Industriale, venne affidato l'incarico di organizzare la III Assemblea Generale. All'epoca venne scelta la città di Torino in concomitanza con l'Esposizione Universale. L'Assemblea si svolse il 25 maggio nei locali del Circolo degli Artisti. Tra le relazioni di maggior spicco quella del Prof. Icilio Guareschi, ordinario del Regio Istituto Universitario di Chimica di Torino, con un intervento sull'importanza del colore nel tempo. Purtroppo, la Grande Guerra sconvolse la vita civile e la società bloccando, per ovvie ragioni, le iniziative in corso che riprenderanno nel 1921.

Ma è solo nel 1924 che, su iniziativa di Tullio Buzzi (già direttore del Regio Istituto Nazionale di Chimica Tintoria e Tessitura) (Fig. 1), Osiris Bizioli, Ercole Masera e Vittorio Ravizza, coadiuvati da esponenti del settore della nobilitazione tessile e della scuola, si arrivò alla costituzione, presso la sede della Società Italiana di Chimica Industriale in via San Paolo a Milano, dell'Associazione Italiana di Chimica Tessile e Coloristica. L'associazione venne costituita, di fatto, il 18 gennaio 1925 con l'adesione di una trentina di soci. Per la prima assemblea nazionale fu necessario attendere



Fig. 1 - Il prof. Tullio Buzzi

il 29 marzo 1925. Nel corso di essa venne eletto primo Presidente Nazionale Ercole Masera e, nella stessa occasione, furono definiti i differenti comitati che avrebbero indirizzato le attività dell'Associazione. Analogamente, fu costituito anche il comitato di redazione del bollettino associativo che fu chiamato "A Campione". Il nome venne scelto con riferimento al fatto che, al termine del processo tintoriale, il risultato della riproduzione del colore doveva essere in linea con il riferimento imitato, ovvero la tintura è a campione. Sin dagli esordi l'Associazione



allacciò rapporti e collaborazioni con istituzioni analoghe attive in altri Paesi partecipando attivamente alla vita della Federazione Internazionale delle Associazioni di Chimica Tessile e Coloristica - IFATCC.

Ciò che caratterizzò AICTC, sin dal suo esordio, fu la cura prestata al mondo dell'istruzione, da sempre considerato come il campo di attività di alto interesse dell'Associazione. Significativa a questo proposito fu la relazione di apertura svolta in occasione del II Congresso della Federazione Internazionale a Stoccarda nel 1936 dedicata al problema dell'istruzione industriale dei giovani del tempo. L'intervento impegnò in prima persona Luigi Sessa (Fig. 2), lo stesso cui oggi è intitolato il Premio conferito da AICTC a quanti, siano persone o istituzioni, si distinguono particolarmente nel campo dell'istruzione e della divulgazione tecnico-scientifica in ambito chimico-tessile.

La tempesta del Secondo conflitto Mondiale si abbatté anche sull'Associazione che interruppe qualsiasi attività. Questa riprese, alla fine della Guerra, quando Luigi Sessa prese su di sé l'incombenza della rinascita dell'organizzazione. In tale attività venne supportato da Luca Meotti, Germano Gentola, Dario Morelli e Angelo Coppadoro. Si procedette all'aggiornamento dello statuto e quale nuova sede provvisoria venne scelta quella di Aschimici. Sulla spinta del dopoguerra, nel 1956 AICTC organizzò a Firenze il IV Congresso della Federazione Internazionale delle Associazioni di Chimica Tessile e Coloristica. In riconoscimento dell'attività svolta, Luigi Sessa venne nominato Presidente della Federazione.

Nel corso degli anni successivi, per far crescere le competenze nel settore, molte altre personalità, legate al mondo della chimica, misero a disposizione dell'Associazione la propria passione, le proprie competenze ed il proprio tempo. Nel periodo compreso tra il 1950 ed il 1960 l'organizzazione si allargherà e verranno costituite le



Fig. 2 - Il Dott. Luigi Sessa

varie sezioni locali che ancora oggi rappresentano la struttura più vicina al territorio di AICTC. La città di Trieste ospitò, nel 1971, il I Congresso Nazionale di AICTC. Questo costituì l'avvio delle attività di convegno che proseguono ancora oggi. Nel 1976, il II secondo congresso nazionale, questa volta a Stresa, vide la partecipazione del CNR, di esponenti di istituti universitari, nonché di Federtessile e Assolombarda. Nel 1978 venne istituita un'apposita commissione, voluta dall'allora Presidente della IFATCC, Gaetano Di Modica, che elaborò un raffronto sull'equiparazione dei titoli di studio professionalizzanti in seno ai Paesi aderenti

alla Federazione. Nello stesso anno venne organizzato a Venezia l'XI Congresso IFATCC evento che ritornerà in Italia nel 1982 a Stresa.

Agli inizi degli anni Novanta venne trasmesso all'allora Ministero della Pubblica Istruzione - oggi MIUR - il resoconto di un *Questionario per gli industriali del settore tessile-tintorio*, curato dall'Associazione, per conoscerne il parere in merito alla figura del tecnico ideale. Nel 1996, l'Associazione avviò una collaborazione con l'Organismo Bilaterale Nazionale per la Formazione costituito a Roma. Obiettivi conoscitivi di questa collaborazione furono duplici e concomitanti: migliorare la competitività delle imprese e l'impiegabilità delle risorse umane; avviare con il sistema scolastico un dialogo utile a rinnovare l'offerta sia in termini di qualità formativa che di contenuti.

E oggi?

Nel corso della propria attività AICTC ed i propri associati, sempre con spirito di volontariato, promuovono la missione che caratterizza l'Associazione. Questa è data dall'approfondimento degli aspetti tecnico-scientifici del mondo tessile, della chimica, del meccanotessile, dell'elettronica in collaborazione con altri Enti ed Istituti e quale ponte tra l'attività industriale e la scuola.

Attualmente, per effetto dei vari stravolgimenti di programmi che hanno caratterizzato la scuola italiana ed europea, l'indirizzo di chimica tintoria dei vecchi ITIS è scomparso. Si è così creata una grande lacuna nel mondo della formazione a carattere tessile. Prevale l'indirizzo 'Moda' che racchiude in sé molte competenze legate al mondo tessile, ma nessuna così specifica e legata alla nobilitazione dei tessuti.

L'azione di divulgazione dell'Associazione si è adeguata ai tempi e l'organizzazione, nonostante le mille difficoltà proprie dell'associazionismo attuale, prosegue nella sua opera. Oltre all'immane sito web www.aictc.org, l'attività di divulgazione è sviluppata attraverso la pubblicazione di post a carattere generalista sui principali canali social. Per venire incontro alle richieste che arrivano dal mondo scolastico, *in primis* dai formatori, è stata istituita un'apposita sezione dell'Associazione dedicata al mondo scolastico ed ai "curiosi" del mondo tessile chiamata 'AICTC Academy'.

Nonostante "l'anzianità di servizio" non viene trascurata la pubblicazione della rivista "A Campione", giunta all'ottava serie ed oggi principalmente resa in formato digitale; analogamente al volume monotematico annuale "Quaderni", sempre editi fin dal 1987 e ora anch'esso in formato digitale. Di rilievo, infine, il supporto offerto negli ultimissimi anni agli autori che desiderano vedere pubblicate le proprie opere scientifiche, tecniche e di divulgazione.

Come da tradizione, tutta l'attività dell'Associazione dedicata alle scuole è resa in maniera gratuita ed aperta sostenendo le attività scolastiche tramite corsi, webinar e seminari pensati per gli studenti.

AICTC: A Century-Long History

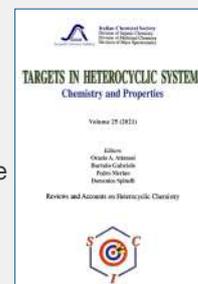
Since its foundation almost a century ago, the Association, established as a non-profit association and now a third sector organisation, has focused its action on technical and scientific dissemination in the textile, dyeing and chemical fields, directing its efforts towards industry technicians, students and trainers, thus keeping alive the long tradition and culture of Italian textiles.

LIBRI E RIVISTE SCI

Targets in Heterocyclic Systems Vol. 25

È disponibile il 25° volume della serie "Targets in Heterocyclic Systems", a cura di Orazio A. Attanasi, Bortolo Gabriele, Pedro Merino e Domenico Spinelli

http://www.soc.chim.it/it/libri_collane/th/vol_25_2021



Sono disponibili anche i volumi 1-24 della serie.

I seguenti volumi sono a disposizione dei Soci gratuitamente, è richiesto soltanto un contributo spese di € 10:

- G. Scorrano "La Storia della SCI", Edises, Napoli, 2009 (pp. 195)
- G. Scorrano "Chimica un racconto dai manifesti", Canova Edizioni, Treviso, 2009 (pp. 180)
- AA.VV. CnS "La Storia della Chimica" numero speciale, Edizioni SCI, Roma 2007 (pp. 151)
- AA.VV. "Innovazione chimica per l'applicazione del REACH" Edizioni SCI, Milano, 2009 (pp. 64)

Oltre "La Chimica e l'Industria", organo ufficiale della Società Chimica Italiana, e "CnS - La Chimica nella Scuola", organo ufficiale della Divisione di Didattica della SCI (www.soc.chim.it/riviste/cns/catalogo), rilevante è la pubblicazione, congiuntamente ad altre Società Chimiche Europee, di riviste scientifiche di alto livello internazionale:

- ChemPubSoc Europe Journal
- Chemistry A European Journal
- EURJOC
- EURJIC
- ChemBioChem
- ChemMedChem
- ChemSusChem
- Chemistry Open

- ChemPubSoc Europe Sister Journals
- Chemistry An Asian Journal
- Asian Journal of Organic Chemistry
- Angewandte Chemie
- Analytical & Bioanalytical Chemistry
- PCCP, Physical Chemistry Chemical Physics

Per informazioni e ordini telefonare in sede, 06 8549691/8553968, o inviare un messaggio a segreteria@soc.chim.it



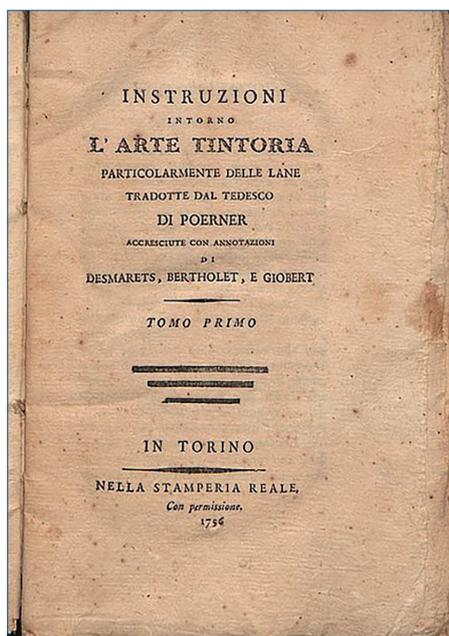
Marco Taddia

Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica
marco.taddia@unibo.it

MANUALISTICA D'INTERESSE STORICO PER LA TINTORIA E LA CONCIA DELLE PELLI

Così come la televisione, a partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, ha contribuito alla diffusione della lingua nazionale, la manualistica tecnico-scientifica Hoepli, nata nel 1875, ha favorito lo sviluppo industriale del Paese, mentre quella di area storico-umanistica ha contribuito alla diffusione della cultura in ampi strati della popolazione. Qui si parlerà soprattutto dei primi e, in particolare, di quelli per tintoria e concia.

È molto probabile che il primo manuale in lingua italiana dedicato alla cosiddetta 'arte tintoria' e scritto da un chimico sia quello di Karl Wilhelm Poerner (1732-1796), intitolato 'Istruzioni intorno all'arte tintoria particolarmente sulla tintura delle lane', pubblicato a Torino nel 1796 (V. immagine a lato) [1]. Era la versione di 'Anleitung zur farbekunst vorzuglich tuch und andre aus wolle gewebe', con annotazioni di Desmarests, Bertholet e Giobert, già tradotta in francese nel 1791. Può darsi che sia stato proprio il chimico piemontese Antonio Giobert (1761-1834), professore a Torino e membro dell'Accademia delle



L'Arte Tintoria di Poerner, Torino 1796

Scienze, a interessarsi alla traduzione italiana. Nel 1821 uscì la seconda edizione, sempre in due volumi, questa volta per i tipi dell'editore milanese Silvestri. Trascorse più di mezzo secolo per vedere comparire sugli scaffali, nello stesso anno (1875), il 'Manuale del tintore e del cavamacchie' di Gemello Gorini, uscito per Barbini (Milano) [2] (Fig. 1) e il più famoso 'Manuale del tintore' di Roberto Lepetit

edito da Hoepli [3] (Fig. 2). Il sottotitolo del primo spiegava che il libro riguardava 'l'arte di tingere colle antiche materie coloranti e coi nuovi colori d'anilina, di levare le macchie e ripristinare i colori desunto dai migliori e più recenti trattati italiani e stranieri'. Di Gorini, come traduttore e autore di manuali, si parlerà più avanti, essendo la sua una produzione talmente vasta da coprire i campi più disparati.

Merita subito, invece, una menzione speciale il manuale di Lepetit. Esso diede il via ad una vera e propria rivoluzione sul mercato librario dei manuali grazie all'editore Hoepli che decise di lanciare una vera e propria

collana, estesa praticamente a tutto lo scibile, con firme di prestigio, non solo italiane. La serie era ben caratterizzata graficamente e l'elenco dei titoli, iniziato nel 1875 con il solo 'Manuale del Tintore' crebbe rapidamente. Nel 1891, ad esempio, raggiunse la quarantina. Il formato era tascabile, la rilegatura robusta e curata, la copertina elegantemente decorata. Il mercato apprezzò, i tempi



Fig. 1 - Manuale del Tintore di G. Gorini, 1875

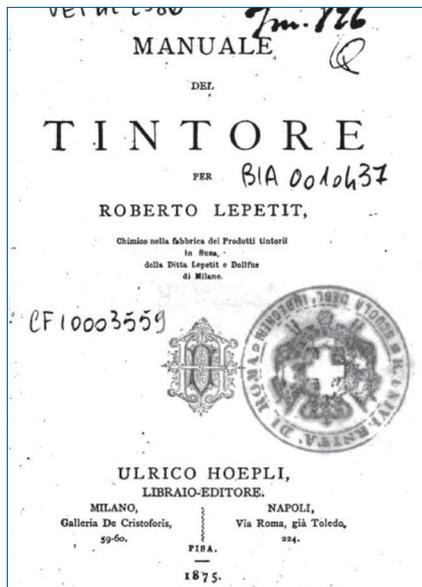


Fig. 2 - Manuale del Tintore di R.G. Lepetit, 1875

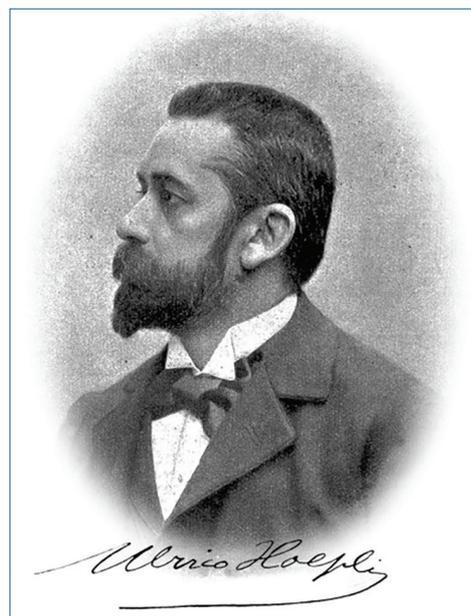


Fig. 3 - Ulrico Hoepli (1846-1935)

erano favorevoli e i 'Manuali Hoepli' raggiunsero una tale popolarità da indurre i sarti che dovevano cucire le tasche esterne delle giacche maschili a farle nella misura di undici per sedici centimetri per contenerli. L'artefice di questa impresa, un vero 'unicum' nell'editoria tecnica italiana fu lo svizzero Ulrico Hoepli (Tuttwil, 1846 - Milano, 1935) (Fig. 3), che era approdato a Milano nel 1870 dopo una serie di esperienze in Germania, a Trieste e al Cairo, sempre nel settore librario. A Milano, dove aveva acquisito una piccola libreria, avviò e sviluppò la sua attività editoriale portata avanti ininterrottamente fino alla morte (http://www.impresesanculturali.it/web/impresesanculturali/scheda-protagonista?p_p_id=56_INSTANCE_6uZ0&articleId=36749&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&groupId=18701&viewMode=normal). Il 'Manuale' di Roberto Lepetit aprì, come si è detto, la fortunata serie. Oggi è una rarità quasi introvabile ma, per fortuna, è scaricabile dal web la versione

pdf. Dopo più di un secolo da quella prima pubblicazione uscì un catalogo dei Manuali per mano di Alessandro Assirelli 'Un secolo di manuali Hoepli 1875-1971' [4] (Fig. 4), con la prefazione del senatore Giovanni Spadolini (1925-1944), più volte ministro e Presidente del Consiglio tra il giugno 1981 e il dicembre 1982. A tale prefazione seguivano un'introduzione di Tullio De Mauro e note metodologiche e statistiche di Giancarlo Lunghi.



Fig. 4 - Il catalogo Assirelli dei Manuali Hoepli (1992)

Bastino questi tre nomi a certificare la considerazione di cui godeva il catalogo Assirelli e, soprattutto, la serie dei Manuali. Spadolini riconosceva all'editore Hoepli una particolare sensibilità per le branche scientifiche e tecniche della cultura, 'concepite come qualcosa di complementare e di assolutamente inscindibile rispetto a quelle umanistiche'. Oltre a ciò, lo considerava fautore di un'editoria capace di far uscire l'intellettuale dalla sua *turris eburnea*, in grado di avvicinare l'alta cultura ad una cerchia di persone più vasta possibile. Che dire di più? La collana dei Manuali che in

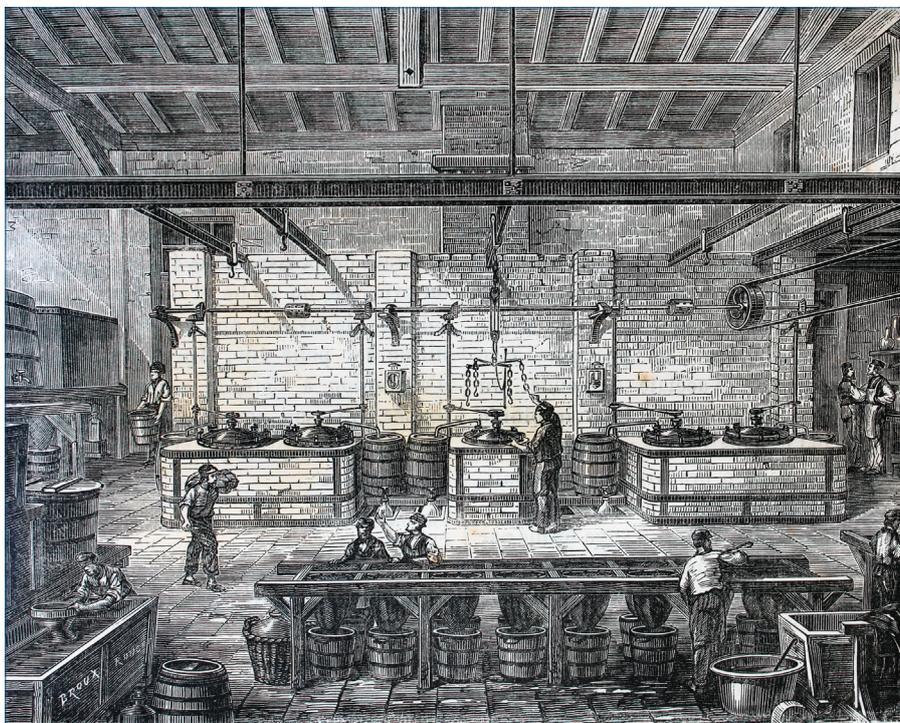


Fig. 5 - Officina per la produzione del blu di anilina
(Fichier: Les merveilles de l'industrie, 1873
"Atelier pour la fabrication du bleu d'aniline" Wikipédia)

quasi cento anni raggiunse i 1791 titoli ne è la prova tangibile [4].

Roberto Georges Lepetit (1842-1907), aveva poco più di trent'anni quando pubblicò il 'Manuale del Tintore'. Era stato allievo del celebre chimico Théophile-Jules Pelouze (1807-1867) e aveva avuto come colleghi Girard e De Laire che nel 1869 perfezionarono la sintesi di alcuni coloranti all'anilina, dovuta a Verguin (1859) [3]. Lepetit si occupò particolarmente delle apparecchiature industriali per la preparazione di tali coloranti (Fig. 5). Nel 1870, insieme al cognato Albert Dollfuss (1846-1909), aveva costituito la Società Lepetit & Dollfuss per il commercio dei prodotti chimici e la rappresentanza delle prime imprese tedesche e svizzere produttrici di coloranti artificiali per la tintura e la stampa dei tessuti. L'azienda si era successivamente ampliata con l'apertura del primo stabilimento a Susa, nel Torinese (1872) dove venivano estratti i coloranti del legno di castagno utilizzati per tingere le sete nere, allora di moda, che avevano nella vicina Lione il principale centro di produzione europeo

dopo aver conseguito il diploma di chimico lavorò come volontario in vari stabilimenti tintorieri esteri, passando poi nel laboratorio della Bayer ad Elberfeld e successivamente nell'azienda del padre. Egli ricoprì la carica di Presidente della Sezione di Milano della neonata Società Chimica Italiana per due mandati (1909-1910 e 1915-1916). Roberto Lepetit intraprese una vera e propria battaglia culturale a favore dell'industria chimica nazionale, piuttosto arretrata [8]. Nel 1916 pubblicò un lungo articolo sugli *Annali di Chimica Applicata* [9] in cui lamentava che tutti gli sforzi dei cultori della chimica, accademici ed industriali, diretti a suscitare qualche interesse verso il settore dei coloranti erano trascorsi "fra la indifferenza del Governo, dei legislatori e del pubblico". Egli criticava altresì le improvvise ed assurde disposizioni doganali che applicavano il dazio alle materie prime mentre esentavano i prodotti di maggior valore da esse derivati. Faceva poi la storia dei cosiddetti "Colori d'anilina" ed enumerava analiticamente le cause particolari dell'assenza totale, in Italia, di un'indu-

[5-7] (https://www.treccani.it/enciclopedia/lepetit_%28Dizionario-Biografico%29/).

È evidente, allora, che a Robert Georges non mancavano gli impegni e le preoccupazioni professionali eppure trovò il tempo di scrivere il Manuale. Il confronto della *forma mentis* del giovane imprenditore di origine francese con quella di tanti manager super-impegnati che oggi passano freneticamente da una riunione all'altra è, a ben pensarci, un po' impietoso. Lepetit aveva talmente a cuore la cultura tecnica al punto da dedicare parte del suo tempo alla compilazione di un manuale, operazione che oggi sarebbe considerata una perdita di tempo. Il figlio di Robert Georges, Roberto (Basilea 1865 - Milano 1928), seguì le orme paterne e

stria dei derivati del catrame. Nella sua reprimenda non risparmiava gli industriali e puntava il dito anche verso le loro deficienze di cultura scientifica e di spirito di organizzazione collettiva. Considerava un'utopia il voler creare una nuova industria senza il consiglio di persone esperte in materia che si potevano trovare all'estero. Roberto aveva un fratello, Emilio, nato a Milano nel 1869, laureato in Scienze Sociali a Firenze, che gestiva la rete commerciale. Dal matrimonio con Bianca Moretti costui ebbe tre figli, di cui uno, Roberto Enea (Roby), nato nel 1906 a Lezza d'Erba, affiancò lo zio Roberto nella conduzione dell'azienda. Roby fu un antifascista, aiutò i partigiani e, dopo l'arresto da parte delle SS, venne internato prima nel lager di Mauthausen poi trasportato nel campo di sterminio di Ebensee dove morì, a soli 39 anni, il 4 maggio 1945 [10].

Tornando al 'Manuale del Tintore', esso si apre con una breve nota, possiamo dire una dedica, indirizzata al 'carissimo amico' Prof. Angelo Pavesi in cui Lepetit si dichiara suo debitore per le conoscenze acquisite e, ponendo quelle note di tintura sotto i suoi auspici, si augura che siano di qualche utilità agli industriali. Afferma di aver voluto compilare un manuale pratico, capace di procurare al tintore 'un'idea chiara della preparazione, della provenienza e dell'applicazione dei prodotti chimici in questo libro accennati'. La risposta di Angelo Pavesi (1830-1896), un chimico illustre che si era formato a Heidelberg da Bunsen, attivo divulgatore del pensiero di Cannizzaro, professore di Chimica a Pavia dal 1858, di Chimica tecnologica al Politecnico di Milano dal 1867, infine di Chimica agraria e tecnologica, non si fece attendere e dimostrò pieno apprezzamento sia per l'opera che per l'autore. A questo proposito scrisse: "Se l'Italia vantasse molti industriali così intelligenti e così zelanti del progresso del paese come voi siete, non

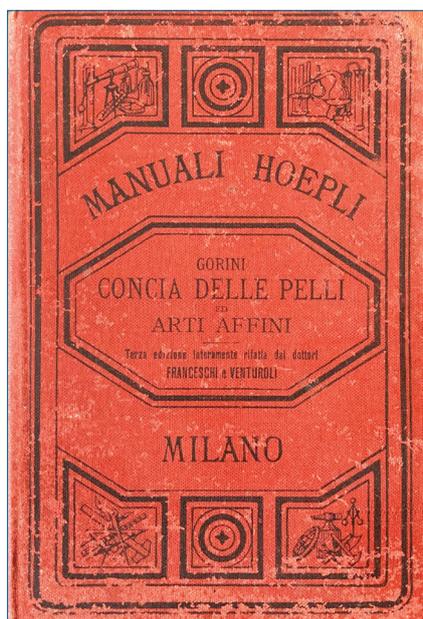


Fig. 6 - Concia delle pelli ed arti affini (Gorini rifatto da Franceschi e Venturoli, 1894)

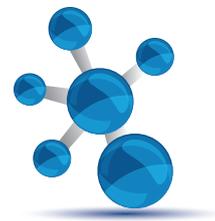
sarebbe lontano il giorno in cui i nostri prodotti potrebbero gareggiare con quelli delle nazioni più progredite".

Segue l'introduzione e, dopo di essa, si parla dei 'Principali composti chimici adoperati nelle operazioni di tintura' per una trentina di pagine. Alle 'Materie Coloranti' sono dedicate poco più di sessanta pagine, suddivise in materie coloranti minerali, vegetali, animali ed artificiali. Si parla dettagliatamente della loro applicazione in maniera chiara e scorrevole, mentre alla fine non manca l'elenco dei prodotti disponibili presso la Lepetit & Dollfus di via della Spiga, azienda premiata con la medaglia del progresso all'Esposizione di Vienna 1873, e si

ricorda la fabbrica di Susa.

Per quanto riguarda la concia delle pelli bisogna attendere ancora qualche anno dall'uscita del 'Tintore' per ritrovare, nel 1881, il manuale dedicato a 'Concia delle pelli ed arti affini' [11], il cui autore Gemello Gorini (Pavia, 1819? - ?) era particolarmente prolifico in materia di manualistica. Infatti, nel corso dello stesso anno, ne uscirono a sua firma ben cinque. Si va da 'Conservazione delle sostanze alimentari' a 'Metalli preziosi', da 'Olii vegetali, animali e minerali' a 'Piante industriali', concludendo con 'Pietre preziose'.

Il professor Gemello Gorini, il cui padre Giovanni (1785 -1825) era laureato in filosofia e in matematica ed era stato professore supplente di Matematica a Pavia dal 1815 al 1825, e il cui fratello Paolo (1813-1881) fu matematico e scienziato famoso, era un apprezzato divulgatore scientifico. Lo ritroviamo molto attivo nella seconda metà dell'Ottocento, con numerose pubblicazioni. Curò l'edizione di dizionari scientifici e di lingue, la traduzione di testi francesi e la stesura di manuali popolari di agricoltura, botanica, veterinaria, oltre ad un trattato sulla fabbricazione dei formaggi (1872). Allievo del Collegio Ghislieri di Pavia, vi era entrato nel



1837 come iscritto a medicina. Aveva esordito nel 1843 con i 'Pensieri sui fossili' [12], in pratica la dissertazione che aveva tenuto per laurearsi in medicina. Collaborò anche all'edizione del 'Nuovo vocabolario di arti e mestieri' di Giacinto Carena. Se ne intendeva anche di liquori, tant'è che nel 1876 aveva pubblicato con Barbini (Milano) il 'Nuovo Manuale del liquorista, confetturista e pasticciere'. Nel 1862 aveva fondato con Paolo Mantegazza (1831-1910) il periodico "Igea. Giornale d'igiene e medicina preventiva", giornale scientifico e di divulgazione, pubblicato fino al 1873, quando divenne "Il medico di casa" (<https://123dok.org/article/una-nota-sul-giovane-mantegazza-ilaria-gorin.nzw3w31y>).

Nel 1894 apparve la terza edizione della 'Concia delle pelli ed arti affini' (Fig. 6). Questa, pur recando la dicitura 'per Gemello Gorini', fu interamente rifatta dai dottori Giambattista Franceschi e Giuseppe Venturoli, assistenti alla cattedra di chimica farmaceutica e tossicologica dell'Università di Bologna. Nell'introduzione al manuale gli autori dichiarano fra l'altro di essersi recati personalmente presso alcune importanti concerie della provincia per verificare se i procedimenti da loro propugnati erano stati utili e riferiscono che ebbero la soddisfazione di vederli coronati da successo. Il manuale è diviso in due parti: la prima contiene dieci capitoli e la seconda quattro. Nel 1943 il manuale, giunto all'ottava edizione, uscì a firma del solo Venturoli che, nel frattempo era diventato anche docente presso l'Istituto Tecnico Aldini-Valeriani di Bologna. Tornando al Gorini rifatto nel 1894, nella prima parte tratta, nell'ordine, di: anatomia della pelle, materie concianti, teoria della concia, scelta delle pelli, operazioni preparatorie alla concia, concia ordinaria, processi diversi e concie di pelli diverse, cuoi e pelli di concia speciale e igiene del conciatore. Nella seconda parte, che inizia con 'del conciaio e dell'arte di lavorare le pelli conciate', si prosegue con i saggi del cuoio, la tintura delle pelli e si conclude con il pellicciaio.

Piace terminare questa nota citando gli AA. con una frase presa dall'igiene del conciatore: "Per quanto il conciatore sia attento e cauto, per quanto si attenga ai dettami della scienza, non potrà

mai far credere che l'operazione del conciatore sia innocua". Purtroppo aveva ragione... nonostante tutto c'è ancora tanto da fare.

BIBLIOGRAFIA

- [1] K.W. Poerner, Istruzioni intorno all'arte tintoria particolarmente sulla tintura delle lane, Stamperia Reale, Torino, 1796.
- [2] G. Gorini, Manuale del tintore e cavamacchie, Barbini, Milano, 1875.
- [3] R.G. Lepetit, Manuale del tintore, Hoepli, Milano, 1875, p. 68.
- [4] A. Assirelli, Un secolo di manuali Hoepli 1875-1971, Hoepli, Milano, 1992.
- [5] E. Merlo, Lepetit, in Dizionario Biografico degli Italiani, Vol. 64, 2005.
- [6] G. Trincheri, Industrie chimiche in Italia dalle origini al 2000, Arvan, Mira-Venezia, 2001, p. 234.
- [7] S. Sala Massari, Roberto Lepetit. Un industriale nella Resistenza, Archinto, Milano, 2015.
- [8] G. Gianoli, *L'industria*, 1914, **28**(47), 749.
- [9] R. Lepetit, *Ann. Chim. App.*, 1916, **5**(5-8), 195.
- [10] F.M. Chiancone, Un uomo da Milano a Ebensee, Laterza, Bari, 1992.
- [11] G. Gorini, *Concia delle pelli ed arti affini*, III Ed. interamente rifatta da G.B. Franceschi e G. Venturoli, Hoepli, Milano, 1894.
- [12] G. Gorini, *Pensieri sui fossili*, Pavia, 1843.

Historical Interest Handbooks for the Dyeing and Tanning of Leather

Just as television, starting from the Sixties, contributed to the spread of the Italian language, the Hoepli technical-scientific manuals, born in 1875, played a role in promoting the industrial development of the country, while those of the historical-humanistic area contributed to the spread of culture in large sections of the population. Here we will talk above all about the first ones and in particular those for dyeing and tanning.



MATERIALI LIGNOCELLULOSICI AVANZATI

Le biomasse lignocellulosiche sono una fonte rinnovabile di materiali ad alta prestazione. I nanocristalli di cellulosa sono biodegradabili e biocompatibili e presentano una serie di interessanti applicazioni che vanno dall’elettronica alla protezione del patrimonio culturale. La lignina solo ultimamente sta svelando il proprio potenziale nel campo dei materiali avanzati.

Introduzione

Molti biopolimeri naturali rappresentano risorse non esauribili e rinnovabili e spesso risultano biodegradabili e biocompatibili, pertanto innocui per l’ambiente e per la salute umana. Perciò, il loro impiego si candida per la risoluzione di importanti problemi ambientali, quali la sostituzione di plastiche di derivazione fossile nella fabbricazione di beni di consumo quotidiano. Le biomasse lignocellulosiche stanno attraendo una notevole attenzione per la loro disponibilità, per la sostenibilità dei prodotti da esse derivati e per la loro neutralità rispetto alle immissioni di CO₂ nell’atmosfera. Le biomasse lignocellulosiche, siano esse vergini o di

scarto, rappresentano di certo la materia prima organica più abbondante del pianeta. Esse contengono elevate quantità di polisaccaridi, cellulosa ed emicellulosa, e di un polimero random costituito da unità fenilpropanoidi (C₆C₃), la lignina. Le strutture chimiche di questi polimeri naturali sono rappresentate nella Fig. 1.

In questo contesto si inseriscono le attività di ricerca del gruppo ‘NanoLeaves’ dell’Università di Pisa, che sviluppa le proprie ricerche nell’ambito della Chimica Organica e dei materiali innovativi derivabili da materie prime di origine naturale, in particolare biomasse lignocellulosiche [1].

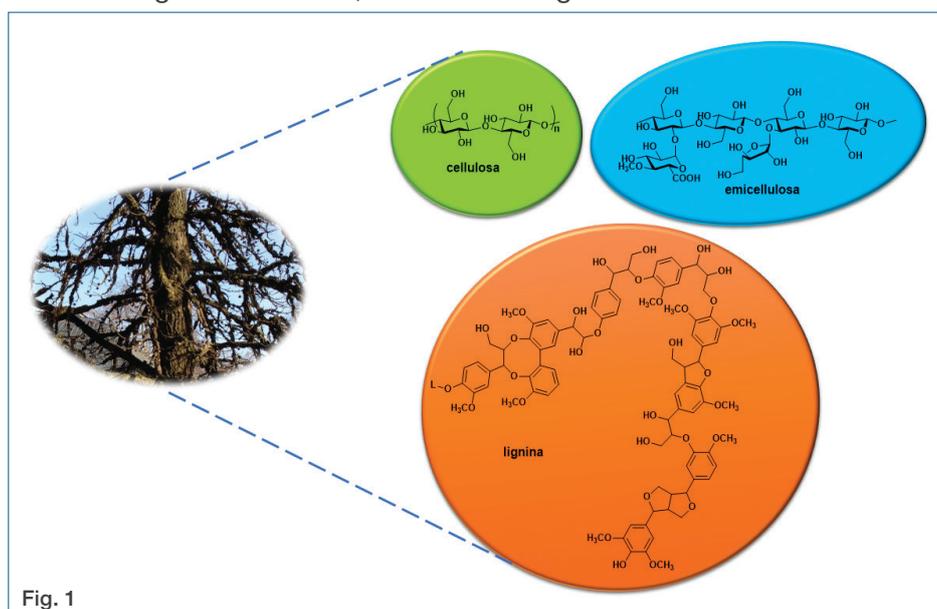


Fig. 1

I nanocristalli di cellulosa

La cellulosa non solo è il prodotto “nobile” delle industrie cartarie ma è stata utilizzata per produrre il primo polimero termoplastico di successo, la celluloido, e il rayon (seta artificiale). Ulteriori sfide sono legate alla ricerca industriale e accademica sulla conversione della cellulosa in rivestimenti, biocarburanti e prodotti di alto valore. La cellulosa è un polimero lineare costituito da unità di β-D-glucopiranosio collegate tra loro da ponti 1,4-O-glicosidici. La linearità conferisce

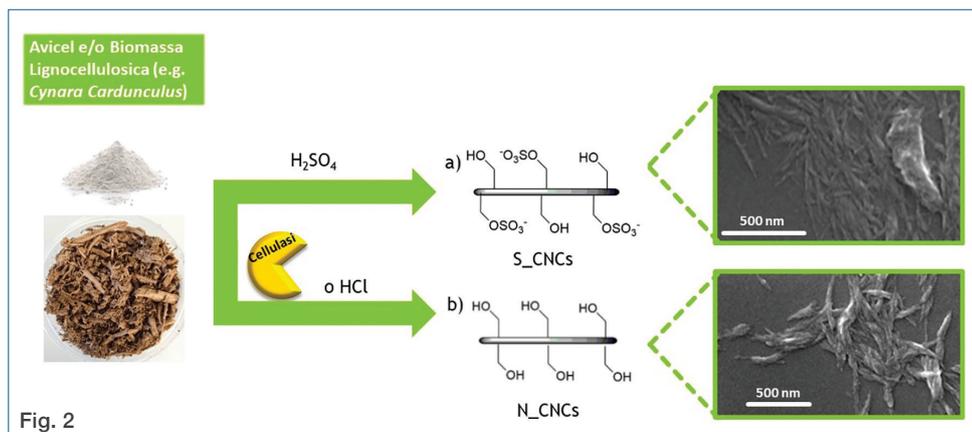
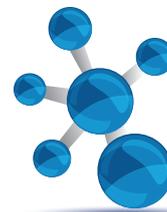


Fig. 2

un'elevata tendenza a stabilire legami idrogeno intermolecolari, responsabili dell'aggregazione naturale della cellulosa in fibre, caratterizzate da scarsa solubilità ed infusibilità. Le fibre di cellulosa prodotte da piante e batteri fanno parte di una struttura gerarchica ben organizzata, che possiede domini amorfi e cristallini. Tra le nanostrutture ricavabili dalla cellulosa nativa, il team 'NanoLeaves' studia soprattutto i nanocristalli di cellulosa (CNCs), *nanorods* con diametro di circa 10 nm e lunghezza 150 nm. Tali strutture corrispondono solitamente alle fibre elementari da cui è stata rimossa la parte amorfa e si presentano quindi come materiale ad elevata cristallinità [2]. I CNCs presentano diverse proprietà interessanti, come trasparenza, biocompatibilità, biodegradabilità e un'elevata resistenza meccanica. Inoltre, sono termicamente isolanti e stabili [3].

I CNCs possono essere isolati da biomasse già delignificate attraverso l'idrolisi acida condotta a temperature moderate in presenza di acidi forti: in presenza di acido solforico si isolano CNC solfati carichi negativamente, mentre con acido cloridrico CNC neutri (Fig. 2) [4]. Durante l'idrolisi, l'emicellulosa e le parti amorphe della cellulosa vengono degradate, permettendo di isolare le parti cristalline. Questa procedura presenta il vantaggio di fornire nanostrutture regolari e facilmente purificabili ed è la più utilizzata sia nei laboratori di ricerca che industrialmente per preparare i CNCs. Tuttavia, l'idrolisi acida presenta alcuni svantaggi, come il difficile smaltimento dei reflui e la necessità di utilizzare reattori resistenti alla corrosione acida.

L'idrolisi enzimatica ha un impatto ambientale ri-

dotto rispetto al metodo precedente, richiede condizioni di reazione nettamente più blande e risulta anche compatibile con lo scale-up. Questo metodo richiede l'uso di un enzima, la cellulasi, e finora è stato meno esplorato rispetto al metodo acido. Tra le tre tipologie di cellulasi, l'endoglucanasi scinde casualmente i legami

interni in siti amorfi e ciò crea nuove estremità di catena. Essa è quindi il biocatalizzatore ideale per scomporre una biomassa delignificata in CNCs. Il team 'NanoLeaves' sta attualmente studiando l'applicazione di questo metodo enzimatico alle biomasse, ottenendo CNCs che, al contrario di quelli prodotti con H_2SO_4 , non presentano alcun gruppo carico sulla superficie (Fig. 2).

Funzionalizzazioni e applicazioni dei CNCs

Le nanocellulose possono essere funzionalizzate per *via topochemica*, ovvero attraverso reazioni chimiche che avvengono all'interfaccia tra la superficie del nanocristallo e il solvente. Questa tipologia di reazioni richiede tipicamente condizioni blande, che raggiungano gradi di sostituzione bassi: la sfida consiste quindi proprio nel governare la reattività al punto da riuscire a preservare cristallinità e morfologia dei CNCs.

Molteplici sono le applicazioni avanzate dei CNCs abilitate dalla loro funzionalizzazione superficiale. La più semplice è senza ombra di dubbio la solfatazione superficiale precedentemente descritta, che interessa i gruppi C_6-OH della cellulosa. I nanocristalli solfati con un grado di sostituzione $\sim 0,05$ (bastoncini verdi in Fig. 3) presentano una carica superficiale sufficiente ad ottenere dispersioni stabili [4]. Essa si rivela di fondamentale importanza per condurre processi di *self-assembly* elettrostatico. In collaborazione con l'Università del Salento e l'Università di Trieste, sono stati codepositati film sottili di fulleropirrolidina cationica, l'FP1, e CNCs solfati attraverso una tecnica *layer-by-layer* seguita da trasferimento orizzontale (Langmuir-Shae-

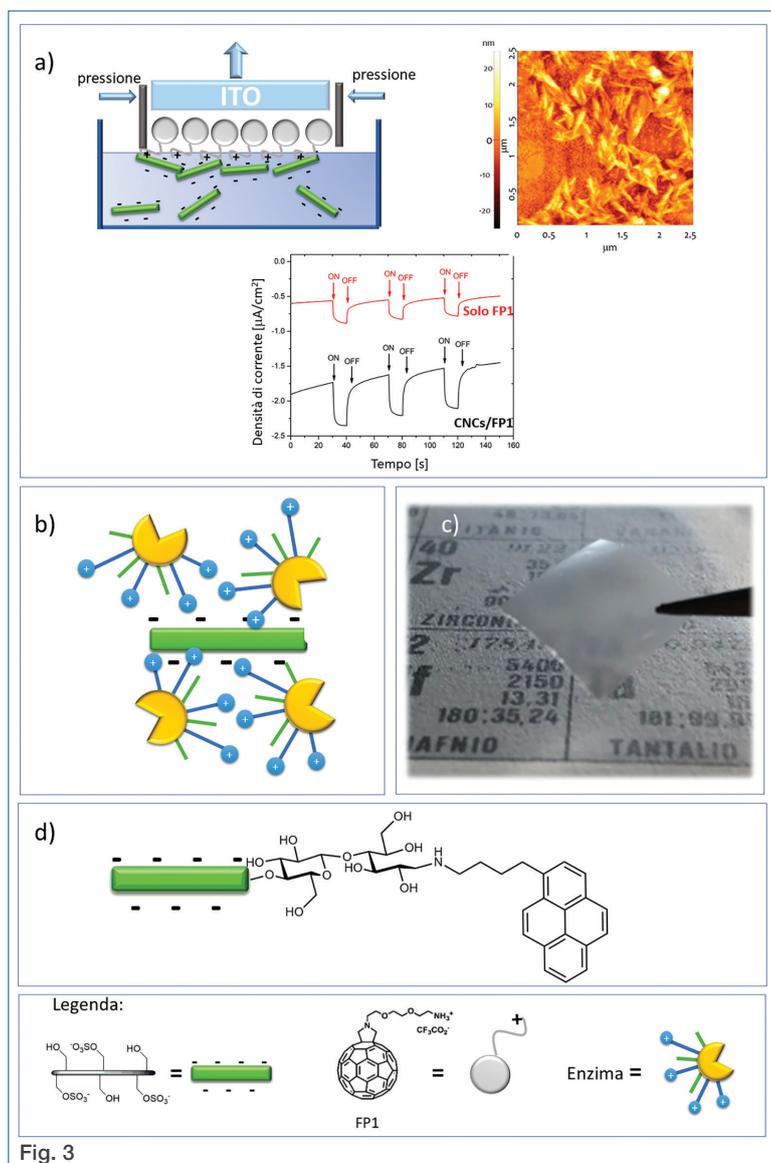


Fig. 3

fer) dei film su un elettrodo trasparente di ossido di indio e stagno (ITO) (Fig. 3a). Una soluzione di FP1 in cloroformio viene depositata sulla superficie di una subfase acquosa contenente i CNCs. A seguito dell'evaporazione del solvente organico, si forma un film fluttuante di FP1 all'interfaccia aria-acqua, che, data la natura anfifilica di FP1, orienta le gabbie carboniose verso l'aria e i pendagli cationici verso la soluzione. Uno scambio del controione in favore dei CNCs solfati permette quindi a un doppio strato FP1-CNCs di organizzarsi all'interfaccia aria-acqua. Quando il film viene compresso, il doppio strato aderisce all'ITO. I CNCs risulteran-

no organizzati bidimensionalmente, come rivela l'indagine svolta mediante microscopia a forza atomica. I film ibridi CNCs/FP1 hanno mostrato rimarchevoli proprietà elettrochimiche e fotoelettrochimiche. I loro profili cronoamperometrici (-400 mV vs Ag/AgCl) sotto illuminazione con luce visibile mostravano fotocorrenti tre volte più intense dei film di sola FP1 [5, 6]. I CNCs solfati sono usati dal team 'Nano-Leaves' anche per immobilizzare biocatalizzatori, sfruttando l'attrazione tra le loro cariche negative e le cariche positive dei residui lisinici protonati ad opportuni pH (Fig. 3b). Essi sono inoltre particolarmente promettenti per la fabbricazione di fogli di nanocarta trasparente per applicazioni nel campo dell'elettronica stampata (Fig. 3c) [7]. Infine, sui CNCs solfati e neutri sono state anche condotte reazioni di funzionalizzazione delle terminalità riducenti, come l'aminazione riduttiva, per ancorare molecole fotoluminescenti, ad esempio unità pireniche. Questi sistemi hanno mostrato la proprietà di interagire selettivamente con sali rameosi, a patto che i gruppi solfati non siano presenti sul nanocristallo. In presenza di essi, il sistema perde la sua selettività a causa di fenomeni di aggregazione attivati dall'interazione con cationi [8]. Tali materiali (Fig. 3d) risultano comunque promettenti per la fabbricazione di sistemi per la purificazione delle acque da cationi metallici.

La nanocellulosa nel Cultural Heritage

Le nanocellulose hanno ricevuto un notevole interesse nel campo della preservazione del patrimonio culturale: sospensioni di nanofibre o nanocristalli di cellulosa, oppure loro film, possono essere applicati sulle opere d'arte cartacee o sulle tele per il loro consolidamento senza bisogno di colle. In collaborazione con l'Università di Roma Tor Vergata, il centro ENEA SSPT-PROMAS-MATAS di Brindisi e l'Università di Roma La Sapienza, i CNCs ottenuti dal nostro team sono stati usati per consolidare opere d'arte cartacee [4]. Questi

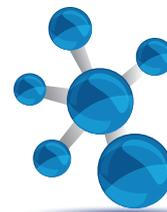


Fig. 4

interventi risultano vantaggiosi, in quanto i CNCs non sono tossici e possono essere applicati da acqua con un pennello, sono resistenti alla degradazione e trasparenti. La Fig. 4 mostra il confronto tra una pagina del *Breviarium romanum ad usum fratrum minorum*, opera del 1738, non trattata (a) oppure trattata con una sospensione di CNCs (b). La loro applicazione sulla carta di valore storico la preserva dall'invecchiamento, in quanto i CNCs possono rivestire le fibre di carta come mostrato in Fig. 4c. Questo studio ha rivelato l'importanza della funzionalizzazione superficiale: i nanocristalli solfati invecchiavano "male", determinando una variazione di pH della carta verso valori acidi nei campioni sottoposti a invecchiamento accelerato. Invece, i CNCs non solfati conferivano neutralità al pH della carta anche a seguito dell'invecchiamento accelerato. Ciò ha stimolato la necessità di dimostrare la reversibilità del trattamento della carta con i nanocristalli, per assicurare la rimovibilità del restauro in qualunque momento attraverso la pulizia della superficie cartacea con un idrogel di gellano.

La lignina nei dispositivi a film sottile organico

La lignina nei dispositivi a film sottile organico

La lignina possiede caratteristiche idrofobe e antibatteriche e protegge le piante dalla degradazione chimica e biologica. Essa è

generata dalla polimerizzazione radicalica degli alcoli *p*-cumarilico, coniferilico e sinapilico ad opera di una perossidasi. Pur possedendo centri asimmetrici, risulta otticamente inattiva e non può essere descritta da una formula bruta discreta per via della mancanza di una regolarità di sequenza e di legame intermonomero. Tutti i metodi per isolare la lignina ne causano una modifica strutturale, con la conseguente difficoltà di ottenere informazioni certe sulla sua struttura allo stato nativo. La ricerca scientifica punta all'isolamento di un'elevata quantità di lignina poco degradata e più simile a quella nativa, al fine di svilupparne applicazioni nel campo dei materiali avanzati abilitate da una migliore conoscenza della sua struttura e proprietà [9]. La lignina tecnica è invece un materiale di scarto derivante dalla delignificazione industriale della polpa

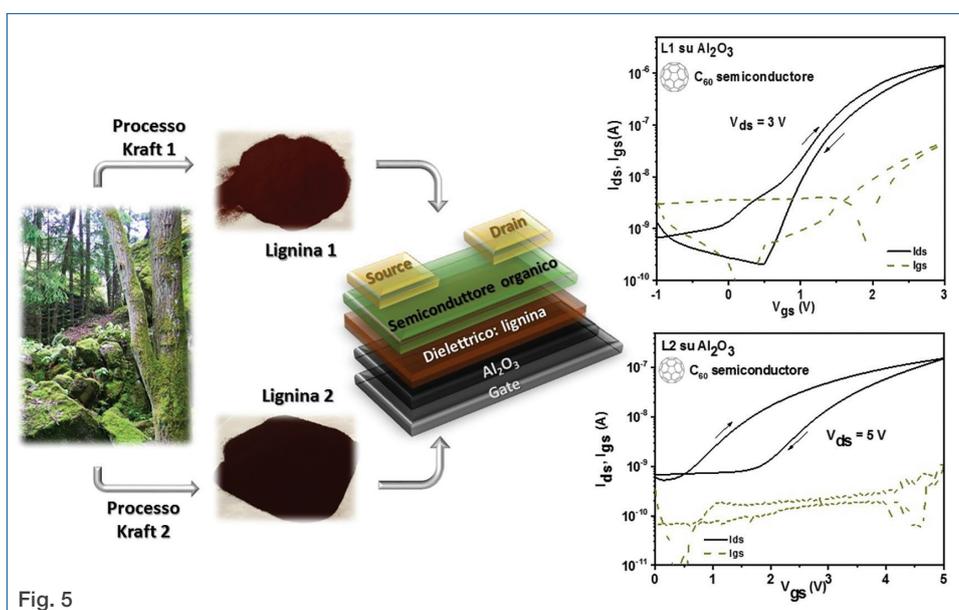


Fig. 5

di legno. I processi di dissoluzione quantitativa della lignina includono il processo soda, kraft e solfito. Questi sono i processi chimici maggiormente degradativi, che determinano depolimerizzazioni, ossidazioni dei gruppi ossidrilici, introduzione di gruppi epossidici o solforati. Un'altra classe di procedure di delignificazione emergenti usa solventi organici a temperature comprese tra 80 °C e 250 °C in presenza di catalizzatori acidi. L'estrazione *organosolv* presenta alcuni vantaggi, perché degrada meno la lignina, ma ha rese più basse (circa il 30% della lignina totale). La lignina è quindi un polimero random e amorfo, che spesso si presenta in forma molto degradata, caratterizzato da scarsa solubilità nei comuni solventi organici e da un'ampia distribuzione dei pesi molecolari.

Le informazioni circa l'uso della lignina come materiale attivo nei dispositivi elettronici organici sono ad oggi molto scarse. La maggior parte delle applicazioni sono ottenute mediante una sua modifica strutturale o in miscela con altri materiali attivi. Ritenendo che i gruppi polari e aromatici della lignina possano agevolare la mobilità dei portatori di carica dei transistor organici a effetto di campo (OFET), il nostro team ha intrapreso lo studio di due lignine kraft, L1 e L2, derivanti da legno di conifera, come dielettrico per questa tipologia di dispositivi in collaborazione con l'Università di Linz (Fig. 5) [10]. Lo studio strutturale delle due lignine ha richiesto l'applicazione combinata di diverse tecniche, comprese le tecniche NMR bidimensionali e di eteronuclei e la pirolisi analitica interfacciata alla spettrometria di massa [11]. Valutando le prestazioni delle due lignine come materiali dielettrici per OFET, si è rivelato come le differenze nel grado di degradazione influenzino negativamente le performance dei dispositivi. In particolare, L2, lignina maggiormente degradata, permette la preparazione di OFET contenenti fullerene come materiale attivo con performance peggiori rispetto a L1.

Conclusioni

Le attività di ricerca del team 'NanoLeaves' sono attinenti all'isolamento di singole componenti da biomasse lignocellulosiche con elevata purezza e controllo sulle proprietà strutturali. Gli ambiti di applicazione sono innovativi, riguardando soprattutto

il campo dei materiali avanzati, quali dispositivi organici, fotoelettrodi e catalizzatori ibridi ad alta efficienza ambientalmente innocui.

Ringraziamenti

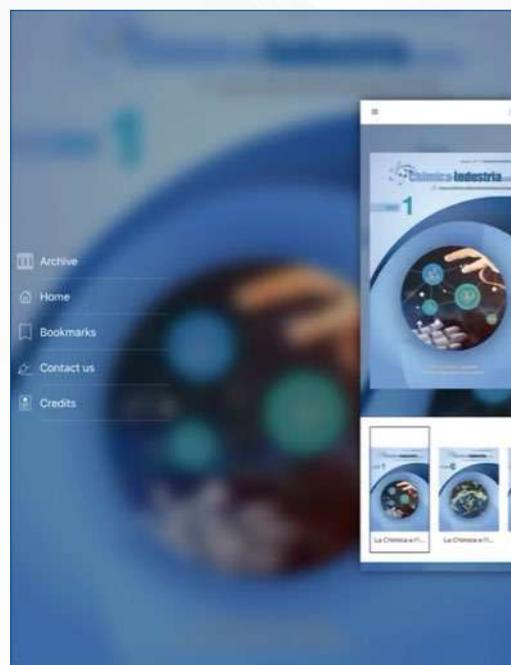
Queste ricerche sono finanziate dall'Università di Pisa attraverso i programmi BIHO-2021 Prot. N. 30634/2021 e BIHO 2022 Prot. N. 48740/2022. L. S. ringrazia il Ministero dell'Università e della Ricerca per la borsa di Dottorato PON 2014-2020 (D.M. 1061/2021) dal titolo "Conversion of lignocellulosic biomass into cellulose fibres, lignin and active biomolecules for the preparation of smart and sustainable coating for textiles of natural origin and similar flexible substrates".

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://nanocellulose.blog/>
- [2] A. Operamolla, *La Chimica e l'Industria*, 2017, **3**, 16.
- [3] Y. Habibi, L.A. Lucia, O.J. Rojas, *Chem. Rev.*, 2010, **110**(6), 3479.
- [4] A. Operamolla, C. Mazzuca *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interf.*, 2021, **13**, 44972.
- [5] S. Sawalha, F. Milano *et al.*, *Carbon*, 2020, **167**, 906.
- [6] F. Milano, M.R. Guascito *et al.*, *Polymers*, 2021, **13**, 243.
- [7] A. Operamolla, S. Casalini *et al.*, *Soft Matter*, 2018, **14**, 7390.
- [8] O. Hassan Omar, R. Giannelli *et al.*, *Molecules*, 2021, **26**, 5032.
- [9] A. Moreno, M.H. Sipponen, *Mater. Horiz.*, 2020, **7**, 2237.
- [10] R. D'Orsi, C. Vlad Irimia *et al.*, sottomesso.
- [11] R. D'Orsi, J.J. Lucejko *et al.*, *ACS Omega*, in press, **10.1021/acsomega.2c02170**.

Lignocellulosic Advanced Materials

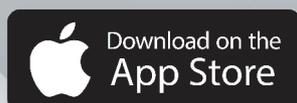
Lignocellulosic biomasses are a renewable source of high-performing materials. Cellulose nanocrystals are biocompatible and biodegradable and display a series of interesting applications ranging from electronics to Cultural Heritage safeguarding. Lately, lignin is slowly revealing its potential in the field of advanced materials.



SCARICA LA APP!!

Leggi la rivista
sul telefonino e sui tuoi dispositivi.

È gratuita!
Disponibile per sistemi Android e iOS.





a cura di Silvia Cauteruccio e Monica Civera

Dipartimento di Chimica
Università di Milano
silvia.cauteruccio@unimi.it
monica.civera@unimi.it

Peptidi: alcune applicazioni nel campo del drug discovery e recenti metodologie sintetiche

L'uso di peptidi a scopo terapeutico inizia nel 1922 con l'insulina, un ormone estratto dal pancreas di animali. Ci vorranno quarant'anni perché la sintesi di altri due ormoni, ossitocina e vasopressina, venga pubblicata dal gruppo di du Vigneaud [V. du Vigneaud *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 1954, **76**, 3115, *J. Biol. Chem.*, 1953, **205**, 949] e solo a partire dal 1963, grazie all'invenzione della sintesi in fase solida di peptidi del premio Nobel Merrifield [R.B. Merrifield, *J. Am. Chem. Soc.*, 1963, **85**, 2149], l'industria farmaceutica inizia ad investire in questo campo. Attualmente, ci sono circa 80 farmaci peptidici sul mercato globale e la ricerca di nuove terapie peptidiche continua a un ritmo costante, con più di 150 peptidi in fase di sviluppo clinico e altri 400-600 peptidi in studi preclinici [M. Muttenthaler *et al.*, *Nat Rev Drug Discov.*, 2021, **20**, 309].

L'utilizzo dei peptidi come farmaci è stato limitato non solo da costi e difficoltà sintetiche ma anche dalla scarsa stabilità metabolica. Sebbene molto selettivi e potenti, i peptidi sono rapidamente eli-

minati. Per migliorare le loro proprietà farmacocinetiche e farmacodinamiche, si possono modificare con vari approcci di chimica farmaceutica (Fig. 1). Ad esempio, l'uso di amminoacidi non naturali, l'acetilazione dell'estremità *N*-terminale, la *N*-metilazione o la ciclizzazione o la sostituzione di residui con opportuni *scaffold*. La strategia degli *stapled peptide* [L.D. Walensky *et al.*, *J. Med. Chem.*, 2014, **57**, 6275] utilizza la formazione di legami covalenti tra le catene laterali degli amminoacidi per stabilizzare la sequenza peptidica di riconoscimento. Di solito applicata per stabilizzare α -eliche, questa tecnica permette di aumentare la permeabilità cellulare e diminuire la degradazione proteolitica del peptide. Due *stapled peptides*, entrambi sviluppati da Aileron Therapeutics, sono entrati in studi clinici: ALRN-6924, per riattivare p53 nei tumori inibendo i suoi principali regolatori negativi, MDM2 e MDMX, è attualmente in studi clinici di fase II; ALRN-5281, per attivare il recettore GHRH sulla superficie cellulare e aumentare il rilascio dell'ormone della crescita nelle persone con rari disturbi endocrini, ha completato la fase I. Anche la coniugazione con proteine più grandi o catene di PEG

aumenta la stabilità metabolica dei peptidi.

La principale via di somministrazione dei peptidi è per iniezione, un fattore limitante per il loro impiego come farmaci. Come strategie non-invasive si stanno considerando diversi approcci, come un rilascio transdermico mediante l'uso di *skin-penetrating peptides* o *microneedle technologies*. Nel campo della somministrazione orale, frenata dalla digestione enzimatica dei peptidi nel tratto gastrointestinale e dalla loro limitata permeazio-

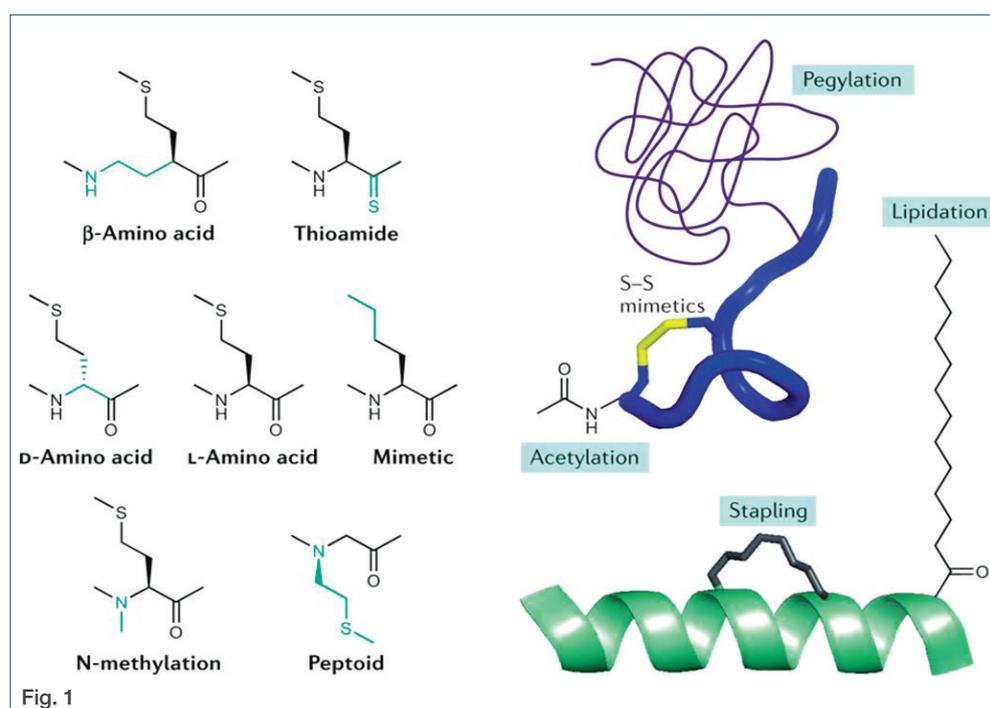
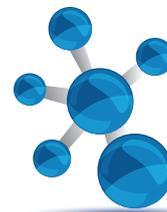
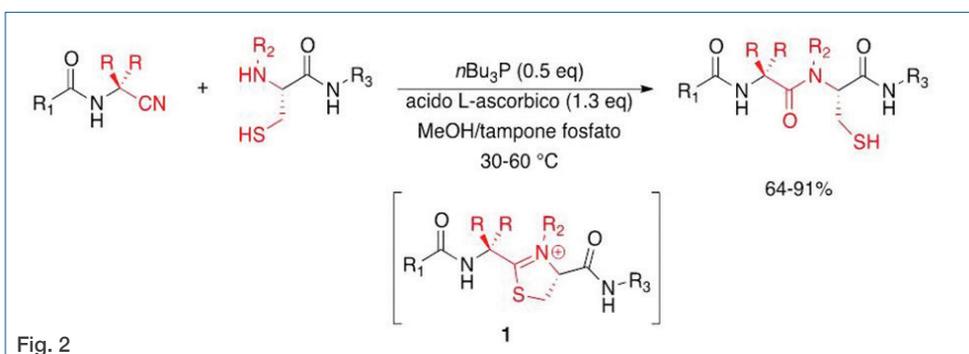


Fig. 1



ne dell'epitelio intestinale, alcuni successi sono stati ottenuti utilizzando degli agenti, come dei derivati degli acidi grassi, che aumentano la permeabilità. ORMD-0801, un candidato per la somministrazione orale dell'insulina, contiene un potenziatore della permeazione, un inibitore della tripsina e un chelante ed è attualmente in fase clinica II.

La necessità di ottenere peptidi con un buon profilo farmacologico ha portato allo sviluppo di diverse metodologie sintetiche sempre più efficienti e versatili finalizzate alla preparazione di peptidi modificati con amminoacidi stericamente ingombrati, i quali risultano particolarmente stabili chimicamente. L'introduzione di α -amminoacidi α,α -disostituiti e *N*-alchil α -amminoacidi nella catena principale, o *backbone* peptidico, permette di ottenere peptidi più resistenti a processi di degradazione enzimatica nonché caratterizzati da una maggiore permeabilità cellulare. Da un punto di vista sintetico, la formazione del legame ammidico tra queste due tipologie di amminoacidi risulta particolarmente difficoltosa a causa del significativo ingombro sterico e, a questo riguardo, il gruppo di Hayashi [Y. Hayashi, *J. Am. Chem. Soc.*, 2022, **144**, 10145] ha messo a punto una strategia efficiente per la sintesi di diversi peptidi (tetra, penta e decapeptidi) che prevede la formazione di legami ammidici utilizzando un frammento peptidico contenente un gruppo terminale α -ammido nitrile α,α -disostituito e un secondo frammento contenente una *N*-alchil cisteina terminale (Fig. 2). La reazione è condotta in presenza di $n\text{Bu}_3\text{P}$ e acido ascorbico per garantire un ambiente riducente in grado di preservare i gruppi tiolici del residuo cisteinico, ma non prevede l'impiego di agenti attivanti. La sostituzione del residuo *N*-alchil cisteinico con diversi *N*-alchil amminoacidi (serina o acido aspartico) non porta alla formazione del legame peptidico, ma al solo recupero dei reagenti di partenza. Questo risultato



sembra dimostrare come il gruppo -SH della cisteina sia essenziale per questa reazione, e supporta il meccanismo proposto dagli autori che prevede la formazione di un intermedio tiazolidinico, lo ione *N*-alchiltiazolio **1** (Fig. 2), dal quale per idrolisi è possibile ottenere il legame ammidico desiderato. Un altro aspetto molto importante nell'ambito della sintesi peptidica riguarda la possibilità di rendere tale metodologia sempre più sostenibile e vicina ai principi della *green chemistry*. Il gruppo di Albericio ha sviluppato una procedura di sintesi peptidica su fase solida che permette di condurre contemporaneamente i passaggi di deprotezione, ovvero di rimozione del gruppo protettivo Fmoc, e di condensazione per la formazione del legame ammidico (*coupling*), riducendo così il numero dei lavaggi necessari dopo i singoli passaggi, i quali sono così ridotti da una tipica sequenza *coupling*-lavaggio-deprotezione-lavaggio ad una sequenza più corta *coupling*-deprotezione-lavaggio [F. Albericio, *Green Chem.*, 2022, DOI: 10.1039/d2gc00963c].

Questa strategia sembra avere dei requisiti di sostenibilità molto promettenti, in quanto permette un risparmio di solvente intorno al 75%. Inoltre, per la sintesi del peptide Leu-encefalina sono stati valutati i parametri di intensità di massa (*Process Mass Intensity*, PMI) e il fattore *E* (*Environmental Factor*, *E-factor*), confrontando i valori ottenuti con questa nuova strategia con il protocollo di sintesi classica. La strategia "*In situ Fmoc removal*" ha fornito dei valori di PMI e *E-factor* quattro volte più bassi rispetto alla procedura classica, senza compromettere purezza e resa finale del peptide.



Claudio Della Volpe
UNITN, SCI, ASPO-ITALIA
claudio.dellavolpe@unitn.it

I MODI DELLA MODA



Ad oggi oltre 80 marchi in tutto il mondo e che coprono circa il 15% della moda mondiale, in gran parte italiani, hanno messo in atto le direttive che cercavano di ridurre e se possibile eliminare l'uso di alcune classi di composti

Dal 1° gennaio 2022 è diventata obbligatoria la raccolta differenziata dei rifiuti tessili in tutti i comuni d'Italia.



Il decreto 116/2020, in piena pandemia, ha fatto una volta tanto una scelta coraggiosa, anticipando di ben tre anni la direttiva europea sul riciclo *Pacchetto di direttive sull'economia circolare*, adottato dall'Europa nel 2018, e che diventerà obbligatorio nel 2025; il problema è che non siamo pronti affatto. E non siamo pronti perché non esistono regole a riguardo; il MITE, diretto da Cingolani (che, ricordiamo, è un manager industriale in aspettativa), non ha ancora definito regole e obiettivi ed è ancora assente un sistema di responsabilità estesa del produttore che potrebbe indicare tutti gli obblighi sul ritiro e riciclo dei beni.

Senza questi paletti le cose non sono banali da realizzare. Quando il riciclo dei tessuti diventerà non un'attività di beneficenza, come lo è stata da sempre, casomai aiutata da parrocchie e parrochiani di buona volontà, ma legge dello Stato attiva ed effettivamente vincolante?



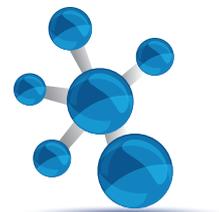
La campagna 'Detox', lanciata da Greenpeace ed Altroconsumo nel 2011, ormai più di 10 anni fa e di cui abbiamo **reso conto sul blog della SCI**, ha avuto certi effetti. È una campagna partita non dal Governo o dalla UE, ma dai consumatori e dagli attivisti ambientali e dimostra che le istituzioni sono indietro e non riescono nemmeno a recepire le istanze che la società civile produce e porta avanti.

che inquinano le acque: ftalati, alchilfenoli etossilati, PFC, ammine associate a coloranti azoici, metalli pesanti.

Come per tutto il resto la pandemia e la guerra hanno rallentato la transizione; direi meglio, la pandemia e la guerra sono quello che ci dobbiamo aspettare da un sistema produttivo ormai logoro che continua a tendere verso l'impossibile sogno della crescita infinita, del PIL *uber alles*; è un *warning* che molti anni fa era comparso sulle pagine di questa rivista in una stagione ben diversa e forse più carica di aspettative.

Uno degli autori de *"I limiti della crescita"*, Jorgen Randers, aveva pubblicato un suo articolo (tradotto e presentato da me) proprio su *La Chimica e l'Industria*; in quell'articolo dell'ottobre 2008, all'inizio della grande crisi economica, intitolato **"Collasso globale verità o leggenda"**, Randers scriveva: «È possibile che la lenta risposta collettiva alla crisi climatica emergente possa produrre un "collasso globale" - cioè, una situazione nella quale la società nel suo complesso prima supera la velocità sostenibile di emissione dei gas serra, e poi sperimenta un improvviso, indesiderato e inarrestabile declino nel benessere medio di centinaia di milioni dei suoi cittadini?» E concludeva che potremmo non accorgercene; perché la riduzione costante e continua del nostro livello di benessere per molti anni di seguito sarebbe mascherata dai singoli eventi, ciascuno intenso e messo sotto i rifletto-





ri separatamente, senza comprendere che sono tutti eventi legati; a cosa mi riferisco? La crisi economica, l'inquinamento, le epidemie, le guerre, la carenza di risorse basilari, come l'acqua. Fateci caso sembra che siamo perseguitati, tutte queste "disdette" una appresso all'altra: economia, pandemia, guerra, siccità!! Che sfortuna!!! Ma non è così, siamo stati noi a infrangere i limiti del nostro mondo, limiti fisici della biosfera in termini di risorse disponibili, la prima delle quali è l'aria che respiriamo e che abbiamo saturato di gas serra oltre ogni limite possibile. Il resto viene di conseguenza.

L'uso insostenibile dei tessuti prodotti con una logica di usa e getta ha portato ad una serie di conseguenze enormi: prima di tutto l'uso delle fibre tessili artificiali, certamente una delle più grandi invenzioni del XX secolo, ha comportato un enorme, inarrestabile e impossibile da risolvere inquinamento dell'ambiente con microfibre non degradabili: basta lavare un tessuto sintetico per disperdere in ambiente miliardi di miliardi di fibre non degradabili che poi rientreranno nel nostro corpo tramite la catena alimentare. E come si può risolvere una crisi del genere? Filtri in ogni lavatrice? Al momento non ce ne sono, ma può essere che li metteremo entro alcuni anni, quando sarà troppo tardi; certo dobbiamo ridurre prima di tutto l'uso delle fibre sintetiche a meno di non poterle rendere biodegradabili, anche questo un processo non banale e nemmeno tanto avanzato al momento.

Randers nel suo articolo metteva l'accento proprio su questo ritardo della risposta umana ai problemi come uno dei maggiori meccanismi di collasso: le risposte possono esistere, l'iniziativa Detox dimostra che è possibile usare correttamente fibre sintetiche naturali degradabili, ma i tempi dell'applicazione di questi processi di retroazione negativa ossia che riportano il sistema all'equilibrio, sono troppo lenti rispetto alla velocità del collasso e i meccanismi sociali attuali dominati dallo sviluppo infinito fanno la loro parte terribile.

I modi di una moda sostenibile esistono ed è necessario attuarli il prima possibile. Prendete i modi della moda come l'esempio di ciò che occorre fare al nostro mondo per riportarlo all'equilibrio, ma presto, subito, non c'è tempo da perdere. Non più.

VETRINA SCI

Polo SCI - Polo a manica corta, a tre bottoni, bianca ad effetto perlato, colletto da un lato in tinta, dall'altro lato a contrasto con colori bandiera (visibili solo se alzato), bordo manica dx con fine inserto colore bandiera in contrasto, bordo manica a costine, spacchetti laterali con colore bandiera, cuciture del collo coperte con nastro in jersey colori bandiera, nastro di rinforzo laterale. Logo SCI sul petto. Composizione: piquet 100% cotone; peso: 210 g/mq; misure: S-M-L-XL-XXL; modello: uomo/donna. Costo 25 € comprese spese di spedizione.



Distintivo SCI - Le spille in oro ed in argento con il logo della SCI sono ben note a tutti e sono spesso indossate in occasioni ufficiali ma sono molti i Soci che abitualmente portano con orgoglio questo distintivo.

La spilla in oro è disponibile, tramite il nostro distributore autorizzato, a € 40,00.

La spilla in argento, riservata esclusivamente ai Soci, è disponibile con un contributo spese di € 10,00.



Francobollo IYC 2011 - In occasione dell'Anno Internazionale della Chimica 2011 la SCI ha promosso l'emissione di un francobollo celebrativo emesso il giorno 11 settembre 2011 in occasione dell'apertura dei lavori del XXIV Congresso Nazionale della SCI di Lecce. Il Bollettino Informativo di Poste Italiane relativo a questa emissione è visibile al sito: www.soc.chim.it/sites/default/files/users/gadmin/vetrina/bollettino_illustrativo.pdf

Un kit completo, comprendente il francobollo, il bollettino informativo, una busta affrancata con annullo del primo giorno d'emissione, una cartolina dell'Anno Internazionale della Chimica affrancata con annullo speciale ed altro materiale filatelico ancora, è disponibile, esclusivamente per i Soci, con un contributo spese di 20 euro.



Foulard e Cravatta - Solo per i Soci SCI sono stati creati dal setificio Mantero di Como (www.mantero.com) due oggetti esclusivi in seta di grande qualità ed eleganza: un foulard (87x87cm) ed una cravatta. In oltre 100 anni di attività, Mantero seta ha scalato le vette dell'alta moda, producendo foulard e cravatte di altissima qualità, tanto che molte grandi case di moda italiana e straniera affidano a Mantero le proprie realizzazioni in seta. Sia sulla cravatta che sul foulard è presente un'etichetta che riporta "Mantero Seta per Società Chimica Italiana" a conferma dell'originalità ed esclusività dell'articolo. Foulard e cravatta sono disponibili al prezzo di 50 euro e 30 euro, rispettivamente, tramite il nostro distributore autorizzato.

Per informazioni e ordini telefonare in sede, 06 8549691/8553968, o inviare un messaggio8, simone.fanfoni@soc.chim.it



Società Chimica Italiana

La *Società Chimica Italiana*, fondata nel 1909 ed eretta in Ente Morale con R.D. n. 480/1926, è un'associazione scientifica che annovera quasi quattromila iscritti. I Soci svolgono la loro attività nelle università e negli enti di ricerca, nelle scuole, nelle industrie, nei laboratori pubblici e privati di ricerca e controllo, nella libera professione. Essi sono uniti, oltre che dall'interesse per la scienza chimica, dalla volontà di contribuire alla crescita culturale ed economica della comunità nazionale, al miglioramento della qualità della vita dell'uomo e alla tutela dell'ambiente.

La *Società Chimica Italiana* ha lo scopo di promuovere lo studio ed il progresso della Chimica e delle sue applicazioni. Per raggiungere questi scopi, e con esclusione del fine di lucro, la *Società Chimica Italiana* promuove, anche mediante i suoi Organi Periferici (Sezioni, Divisioni, Gruppi Interdivisionali), pubblicazioni, studi, indagini, manifestazioni. Le Sezioni perseguono a livello regionale gli scopi della Società. Le Divisioni riuniscono Soci che seguono un comune indirizzo scientifico e di ricerca. I Gruppi Interdivisionali raggruppano i Soci interessati a specifiche tematiche interdisciplinari.

La Società organizza numerosi convegni, corsi, scuole e seminari sia a livello nazionale che internazionale. Per divulgare i principi della scienza chimica nella scuola secondaria superiore organizza annualmente i *Giochi della Chimica*, una competizione che consente ai giovani di mettere alla prova le proprie conoscenze in questo campo e che seleziona la squadra nazionale per le *Olimpiadi Internazionali della Chimica*.

Rilevante è l'attività editoriale con la pubblicazione, congiuntamente ad altre Società Chimiche Europee, di riviste scientifiche di alto livello internazionale. Organo ufficiale della Società è la rivista *La Chimica e l'Industria*.

Nuova iscrizione

Per la prima iscrizione il Candidato Socio deve essere presentato, come da Regolamento, da due Soci che a loro volta devono essere in regola con l'iscrizione. I Soci Junior (nati nel 1987 o successivi) laureati con 110/110 e lode (Laurea magistrale e Magistrale a ciclo unico) hanno diritto all'iscrizione gratuita e possono aderire - senza quota addizionale - a due Gruppi Interdivisionali.

Contatti

Sede Centrale

Viale Liegi 48c - 00198 Roma (Italia)
Tel +39 06 8549691/8553968
Fax +39 06 8548734

Ufficio Soci Sig.ra Paola Fontanarosa

E-mail: ufficiosoci@soc.chim.it

Segreteria Generale Dott.ssa Barbara Spadoni

E-mail: segreteria@soc.chim.it

Amministrazione Rag. Simone Fanfoni

E-mail: simone.fanfoni@soc.chim.it

Supporto Utenti

Tutte le segnalazioni relative a malfunzionamenti del sito vanno indirizzate a webmaster@soc.chim.it

Se entro 24 ore la segnalazione non riceve risposta dal webmaster si prega di reindirizzare la segnalazione al coordinatore WEB giorgio.cevasco@unige.it

Redazione "*La Chimica e l'Industria*"

Organo ufficiale della Società Chimica Italiana

Anna Simonini

P.le R. Morandi, 2 - 20121 Milano

Tel. +39 345 0478088

E-mail: anna.simonini@soc.chim.it