

DEVELOPMENT AND USE OF INNOVATIVE DYEING PROCESS FOR METAL-FREE LEATHER

UN INNOVATIVO PROCESSO DI TINTURA PER PELLI METAL-FREE

by F. Nuti and M. Rinaldi of FGL International, G. Valentini of Pisa University, F. Braca, A. Cecchi and M. Franceschi of Laboratori Archa

The study has allowed to develop the production of a new line of leather products, more environmentally sustainable, through a new dyeing process for the treatment of metal-free leather tanned, making use of natural dyes and non-toxic process auxiliaries with reduced environmental impact

Lo studio condotto ha permesso di mettere a punto una linea di prodotti in pelle ecologicamente sostenibili attraverso un nuovo processo di tintura per il trattamento di pelli conciate metal-free, facente uso di coloranti naturali ed ausiliari di processo atossici e a ridotto impatto ambientale

ABSTRACT

Looking to sustainability, environmentally friendly as practical need of our time, FGL international has in the last time developed a new metal-free process by Releasys® system and innovative retanning products completely free from phenol and formaldehyde. The recent idea is to research new type dyeing process to obtain metal-free leather using natural dyes.

Natural dyes have restrictions for the low yield and the non-uniformity in the application and they need salts of heavy metals for fixing; the use of this kind of molecules destroys the ecological advantages of metal-free process.

The study – on laboratory and pilot scale - has allowed to develop the production of a new line of leather products, more environmentally sustainable, through a new dyeing process for the treatment of metal-free leather tanned, making use of natural dyes and non-toxic process auxiliaries with reduced environmental impact.

For each type of natural dye and treated leather, the study has found the best operating conditions for the stages of dyeing and grafting, in order to get the highest up-take of dyes, accompanied by the exhaustion of the bath, with a reduction of the pollutant load of the wastewater.

SOMMARIO

L'impiego di coloranti naturali per la tintura del pellame presenta numerose problematiche applicative dovute al chimismo di fissazione, che è molto differente rispetto a quello dei coloranti sintetici. Alcuni coloranti di origine vegetale mostrano forti limiti al loro impiego per la scarsa resa e la disuniformità in applicazione; inoltre, questi richiedono di essere fissati con mordenti a base di sali di metalli pesanti, il cui impiego vanifica i pregi ecologici dei coloranti. I metalli pesanti sono infatti generalmente nocivi per la salute ed ambientalmente impattanti.

Lo studio condotto – su scala di laboratorio e pilota - ha permesso di mettere a punto la produzione di una nuova linea di prodotti in pelle più ecologicamente sostenibili attraverso un nuovo processo di tintura per il trattamento di pelli conciate metal-free, facente uso di coloranti naturali ed ausiliari di processo atossici e a ridotto impatto ambientale.

Per ogni tipologia di colorante naturale e di pelle da trattare, sono state studiate le migliori condizioni operative per le fasi di tintura e fissaggio, al fine di avere il massimo up-take di colorante e ridurre di conseguenza anche il carico inquinante nei reflui di processo.

The most innovative aspect of the study deals with the use of grafting molecules never used before in the tanning industry, belonging to the family of functionalized alkoxy silanes. These compounds are typically soluble or easily dispersible in water without the aid of any surfactant, and they are suitable for dyeing process after activation under different pH conditions, both in acid as well as in alkaline media.

The reaction of grafting gives good results in terms of color up-take, using low amounts of silanes, typically less than 5% by weight of the dry skin. This concentration is technically and economically feasible, without any environmental as well as health & safety concern.

1. INTRODUCTION

The tanning process, as it is known, transforms a raw leather in a finished article suitable for different uses through several steps to ensure, in the first instance the non-putrescibility of the product and then to bestow the best physical-mechanical characteristics, in terms of flexibility, firmness, softness and beauty. Among these features, the dyeing step has been the subject of the study reported in this article.

The continuous change of regulations imposes on the world market the development of products and processes with a high attention both to the environmental health and to the safety of workers.

In the last twenty years, a strong ecological sensibility to make products that are eco-friendly and more biodegradable is spreading even in the tanning industry.

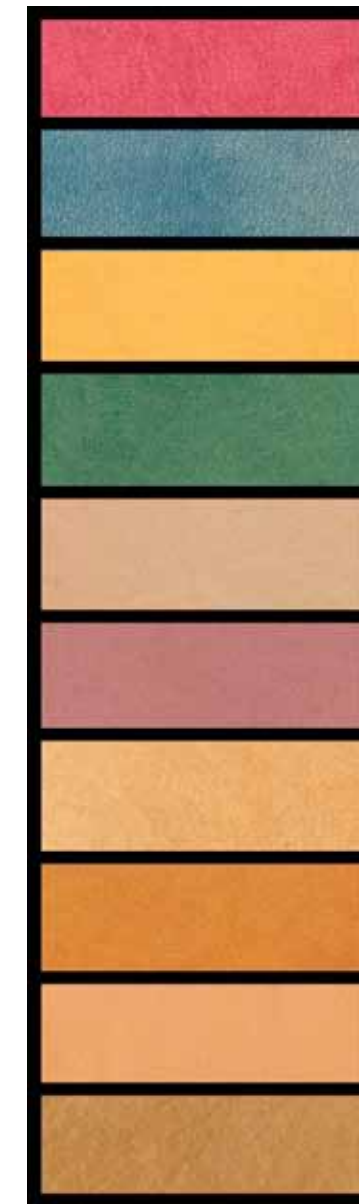
The attention is also directed to users in order to meet the requirements of the numerous “volunteers” marks.

In this regard, FGL International already has a high experience in the metal-free tanning process, Releasys®, which warrants an excellent quality of the produced leather, in accordance with the required technical regulations, and improves the environmental performance thanks to less quantity of waste which allows less pollution compared to traditional wet-white or wet-blue tanning processes.

This study examined the chance of realizing a whole tanning process that was completely free from the use of metals, even in the dyeing step, putting the attention on the use of natural dyes and grafting metal-free molecules.

2. NATURAL DYES AND GRAFTING MOLECULES

Nowadays the most used dyes are synthetic organic compounds which, thanks to their molecular structure, are



L'aspetto maggiormente innovativo del processo tintoriale riguarda l'impiego di aggraffanti aventi un ridotto grado di pericolosità e di impatto ambientale, finora mai utilizzati nel settore conciario, appartenenti alla famiglia degli alcossisilani funzionalizzati. Questi composti sono tipicamente solubili o facilmente disperdibili in acqua senza l'aiuto di alcun tensioattivo, e sono indicati per il processo di tintura a bagno, dopo attivazione in condizioni di pH sia acido, che basico.

La reazione di grafting viene condotta impiegando quantità modeste di silani (tipicamente inferiori al 5% rispetto al peso della pelle), che pertanto non rappresentano un aggravio per il processo né dal punto di vista economico, né per la salute dei lavoratori. L'impiego di tali composti nella fase di tintura delle pelli ha permesso di ottenere prodotti che coniugano in modo ottimale le prestazioni ambientali e sanitarie con le caratteristiche estetiche e funzionali delle pelli trattate.

1. INTRODUZIONE

Il processo conciario, come è noto, prevede la trasformazione di una pelle grezza in un articolo finito merceologico adatto a differenti usi attraverso numerose fasi per garantire, in prima battuta la non putrescibilità del prodotto e successivamente per impartire le migliori caratteristiche fisico-meccaniche in termini di flessibilità, fermezza, morbidezza ed estetiche. Tra queste ultime la fase di tintura è stato oggetto dello studio qui riportato.

La continua evoluzione dello scenario normativo impone al mercato mondiale la messa a punto di prodotti e processi con una elevata attenzione rivolta sia alla salvaguardia ambientale che alla salute e sicurezza dei lavoratori¹.

Nell'ultimo ventennio, anche nel settore conciario si sta diffondendo una forte sensibilità ecologica per realizzare prodotti ecocompatibili e maggiormente biodegradabili.

L'attenzione è rivolta anche agli utilizzatori per rispondere ai requisiti dei numerosi marchi “volontari”.

A tal proposito, FGL International ha già un'elevata esperienza maturata nel processo di concia metal-free, RELEASYS®², che garantisce un'ottima qualità delle pelli prodotte, conformi alle norme tecniche richieste, nonché migliori prestazioni ambientali grazie a minori quantità di rifiuti e reflui prodotti, con conseguente minor inquinamento, rispetto ai classici processi di concia wet-white o wet-blue.

Il presente studio ha preso in esame la possibilità di realizzare un intero processo conciario che fosse

able to link themselves to the leather collagen through ionic bonds, thus providing excellent results in terms of colour up-take, fastness and resistance to wet and dry abrasion. Natural dyes had a marginal use, only for the realization of particular types of articles.

Natural dyes, both animal and vegetable, are organic compounds, identifiable in different chemical categories like Indigo, Polyphenols, Quinones, Carotenoids.

Differently from acid and basic synthetic dyes, natural ones have bad ability to seep into the leather and fix themselves permanently. Therefore, it is often used the aid of substances, "the mordants", generally salts of heavy metals that, dissolved in water, are absorbed by the fibers, remaining permanently and deeply related to them through very strong chemical bonds. The dye, during the dyeing step, seeps into the fibre chemically linking to the metal salt, that is fixed to the macromolecules (proteins) which set up the leather.

Colour resistance to physical and chemical agents (fastness), offered by a coloured material, is a feature that depends on the interactions between dye and substrate.

In the dyeing step, in addition to dye, acid and basic compounds are used in order to improve the fixation of the dye and others auxiliary compounds, which optimize the performance of treatment in terms of uniformity, exhaustion of the bath and colour fastness.

Overall, all the types of dyes have molecular structure in which there are functional groups able to fix themselves to active sites of leather.

3. THE INNOVATIVE IDEA

The study was based on the development of the following elements:

1. Selection and use of natural dyes in dyeing process
2. Selection and use of grafting molecules for natural dyes
3. Development of the dyeing process that uses these products

Natural dyes have been chosen, among those commercially available, on the basis of physico-chemical characteristics of chromophores, the use conditions and the type of substrate that have to be treated.

As regards to the detection of reactive molecules that showed a grafting function, the choice has fallen on the category of foreign functionalized alkoxy silanes, so far not applied as adjuvants for the fixing of the color.

Typically, functionalized alkoxy silanes have three foreign functions and a fourth one that can be selected among the following functions of commercially available products: amino groups (primary, secondary or tertiary), hydrosulfuric, carboxylic, oxyhydrogen and epoxy acids.

These additives are commonly used, for example, in the field of polymeric and compound materials and paints in order to change the chemical properties of the surface of compounds typically very polar (such as mineral charges and synthetic fibres), in order to reduce their polarity and to modify the wetting properties by the polymeric matrix. Moreover, thanks to the fourth feature of alkoxy silanes it is possible not only increase the affinity between polymer and charge/fiber, but also favor the formation of covalent bonds with them.

completamente esente dall'impiego di metalli, anche nella fase di tintura, concentrando quindi l'attenzione sull'impiego di coloranti naturali e molecole aggraffanti esenti da metalli.

2. I COLORANTI NATURALI E LE MOLECOLE AGGRAFFANTI

I coloranti³ ad oggi maggiormente utilizzati nella tintura sono composti organici di sintesi che, grazie alla propria struttura molecolare, sono in grado di ancorarsi al collagene della pelle mediante legami ionici, fornendo così ottimi risultati in termini di up-take del colore e di solidità e resistenza allo sfregamento a secco ed a umido.

I coloranti naturali hanno avuto un impiego marginale, solo per la realizzazione di particolari tipi di articoli.

I coloranti naturali, sia di origine animale che vegetale⁴, sono composti organici, identificabili in varie categorie chimiche quali ad esempio Indigoidi, Polifenoli, Chinoni, Carotenoidi.

A differenza dei coloranti sintetici acidi e basici, quelli naturali hanno scarsa capacità di penetrare all'interno della pelle e di fissarsi in maniera stabile ad essa. Pertanto spesso si ricorre all'ausilio di sostanze, i "mordenti", generalmente sali di metalli pesanti che, disciolti in acqua, sono adsorbiti dalle fibre restando permanentemente e profondamente legati alle stesse mediante legami chimici molto forti. Il colorante a sua volta durante la fase di tintura penetra nella fibra legandosi chimicamente al sale metallico ancorato alle macromolecole (proteine) costituenti la pelle. La resistenza del colore agli agenti fisici e chimici (solidità) offerta da un materiale colorato è una caratteristica che dipende dalle interazioni del binomio colorante-substrato⁵.

Nella fase di tintura, oltre ai coloranti sono utilizzati anche composti acidi o basici per ottimizzare la fissazione del colorante alla pelle e altri composti ausiliari⁶, che servono a migliorare le performance del trattamento in termini di uniformità, esaurimento del bagno e solidità del colore.

In linea generale, tutte le tipologie di coloranti hanno strutture molecolari in cui sono presenti gruppi funzionali capaci di fissarsi ai siti attivi della pelle.

3. L'IDEA INNOVATIVA

Lo studio condotto si è basato sullo sviluppo dei seguenti elementi:

- Selezione e impiego in fase di tintura di coloranti naturali
- Selezione e impiego di molecole aggraffanti per i coloranti naturali
- Messa a punto del processo tintoriale che utilizza i prodotti selezionati

Per quanto concerne i coloranti naturali, essi sono stati scelti, tra quelli disponibili in commercio, sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche dei cromofori e delle condizioni di impiego nonché del tipo di substrato da trattare.

Per quanto riguarda l'individuazione di molecole reattive che mostrassero una funzione aggraffante, la scelta è ricaduta sulla categoria degli esteri alcossisilani funzionalizzati^{7,8}, finora non applicati come coadiuvanti per l'ancoraggio del colore.

Functionalized alkoxy silanes are typically soluble or easily dispersible in water without the aid of any surfactant; therefore, they are suitable for the process of dyeing-bath, during which they can be activated under mild conditions of acid or basic pH (between 5.5 and 8).

After the first stages of selection of dyes and grafting compounds, test conditions for the simulation of the dyeing process on a small scale, in laboratory, have been optimized in order to be able to study chemistry and to improve the yields of color up-take. Finally, the dyeing process has been reproduced on a pilot scale.

4. EXPERIMENTAL ACTIVITY

According to the previous considerations, natural dyes reported in Table 1 have been selected and tested among those commercially available. At the same time, dyeing tests were carried out using a synthetic organic dye as reference.

Dye	Classification
Dark brown	Natural
Light brown	Natural
Blue	Natural
Mustard	Natural
Brown	Synthetic

Table 1

Tested dyes
Coloranti testati

After the choice of dyes, the most suitable grafting systems, or rather types of alkoxy silanes with different functions that can be used both in acid as well as in basic media, have been selected in order to be able to perform their grafting action on leather with the presence of positive charge (acid media) or with the negative charge (basic media).

During the test on a laboratory scale, the study of grafting reactions among the grafting system, leather and dyes has been carried out: in particular, the variables that govern the grafting reactions have been identified and, consequently, those dyes and grafting systems, that have shown the best results, have been selected.

Finally, thanks to the obtaining of the improved recipe on a laboratory scale, test were carried out using more portions of leather treated within testing drums.

4.1 LABORATORY TESTS

Dyeing tests carried out on a laboratory scale had as a first goal to indicate the technical feasibility of the process: the results of tests were evaluated from a viewpoint of dyeing yield and through physical examinations such as fastness of dry and wet color.

Tipicamente gli alcossisilani funzionalizzati hanno tre funzionalità estere ed una quarta funzionalità che può essere selezionata, tra i prodotti commercialmente disponibili, tra le seguenti: gruppi amminici (primari, secondari o terziari), solfidrici, carbossilici, ossidrilici, epossidici⁹.

Tali additivi sono comunemente impiegati, ad esempio, nel campo dei materiali polimerici², compositi³ e delle vernici, per la funzionalizzazione superficiale di composti tipicamente molto polari (quali ad esempio cariche minerali e fibre sintetiche), al fine di ridurre la polarità e favorirne la bagnabilità da parte della matrice polimerica. Inoltre, grazie alla quarta funzionalità degli alcossisilani è possibile non solo aumentare l'affinità tra polimero e carica/fibra, ma favorire la formazione di veri e propri legami covalenti con esse.

Gli alcossisilani funzionalizzati sono composti tipicamente solubili, o facilmente disperdibili in acqua senza l'aiuto di alcun tensioattivo; pertanto, sono indicati per il processo di tintura a bagno, dove possono essere attivati in condizioni blande di pH sia acido, che basico (tra 5.5 e 8).

Dopo le prime fasi di selezione di coloranti e composti aggraffanti, sono state ottimizzate le condizioni di prova per simulare il processo di tintura su piccola scala, in laboratorio, al fine di poter studiare il chimismo e ottimizzare le rese relative all'up-take del colore. Infine il processo di tintura sperimentato è stata riprodotto su scala pilota.

4. ATTIVITA' SPERIMENTALE

Tra i coloranti naturali disponibili in commercio sono stati scelti e testati quelli riportati in Tabella 1 secondo le considerazioni sopra riportate. Parallelamente, sono state condotte prove di tintura impiegando un colorante organico sintetico come riferimento.

In seguito alla scelta dei coloranti, sono stati selezionati i sistemi aggraffanti più idonei, ovvero delle tipologie di alcossisilani con diverse funzionalizzazioni, che possono essere impiegati sia in ambiente acido che basico, in modo tale da poter effettuare la loro azione di aggraffaggio sulla pelle sia con la presenza della carica positiva (ambiente acido) che con la carica negativa (ambiente basico).

Durante la sperimentazione su scala di laboratorio, è stato condotto lo studio delle reazioni di grafting tra il sistema aggraffante, la pelle ed i coloranti: in particolare, sono state individuate e studiate le variabili che regolano le reazioni di aggraffaggio e conseguentemente selezionati quei coloranti e sistemi aggraffanti che hanno mostrato i migliori risultati. Infine, grazie all'ottenimento della ricetta ottimizzata su scala di laboratorio sono state condotte prove su scala pilota, impiegando porzioni maggiori di pelle, trattate all'interno di bottalini prova.

4.1 PROVE DI LABORATORIO

Le prove di tintura svolte su scala di laboratorio hanno avuto come primo obiettivo quello di indicare la fattibilità tecnica del processo: i risultati delle prove condotte sono stati valutati sia da un punto di vista di resa tintoriale sia tramite i test fisici quali solidità del colore a secco e ad umido.

Variable	Studied conditions	Result
Type of leather	From wet-blue	+
	From wet-white	++
	From metal-free Releasys	++
	From vegetable	Developing
Type of dye	Dark brown	+
	Light brown	+
	Blue	+++
	Mustard	+
	Brown (synthetic)	++
Type of grafting	Acid silane	+++
	Basic silane	+
Duration of dyeing stage	1 hour	+
	2 hours	+++
Bath temperature for dyeing stage	20°C	+
	30°C	++
	45°C	+++
Weight ratio bath/leather	Long (5 g / 100 ml)	++
	Medium (5 g / 50 ml)	++
	Short (5 g / 10 ml)	+++
Weight ratio color/leather	10%	++
	5%	++
	3%	+
Weight ratio silane/leather	10%	++
	5%	++
	1%	+
Chronology of the treatment stages	1. Silane grafting 2. Color	+
	3. Color 4. Silane grafting	+++
Maintenance of baths	Color	+++
Temperature of fixing stage	20°C	+++
	40°C	+
Type of fixing	Water	++
	stage Formic acid 72%	++

Table 2

Variables studied for the improvement of conditions for the test conducted on a laboratory scale
Variabili studiate per l'ottimizzazione delle condizioni per le prove condotte su scala di laboratorio.

Table 2 shows variables which have been studied through 50 trials conducted using a testing that is highly articulated because of the variability of responses achievable from different experimental conditions. In table 2, the judgements on the results of the tests are expressed in the conventional way: +++ (very good), ++ (good), + (acceptable), - (not acceptable).

Nella Tabella 2 sono riportate le variabili studiate attraverso le circa 50 prove di laboratorio condotte tramite una sperimentazione assai articolata, proprio per la variabilità dei risposte ottenibili a partire da condizioni sperimentali diverse. Nella Tabella 2, i giudizi sull'esito delle prove sono espressi in modo convenzionale: +++ (ottimo), ++ (buono), + (accettabile), - (non accettabile).

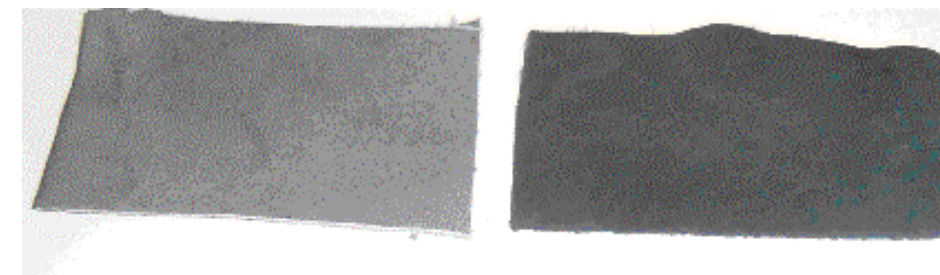


Figure 1. Comparison among specimens obtained in laboratory tests – without silane (on the left) and with silane (on the right).
Figura 1. Confronto provini ottenuti da prove laboratorio – senza silano (a sinistra) e con silano (a destra)

The results were evaluated by comparing dyed leather with and without the use of alkoxyane, maintaining constant all the other stages of the dyeing process (from soaking to the fixing). Figure 1 shows an example of the comparison between specimens obtained with and without silane (in this case “acid” type).

4.2 PILOT TESTS

The best recipes obtained through the study on a laboratory scale has been again improved and replicated on a larger scale, using testing-drums on metal-free leather (Releasys® process).

The development of the dyeing process on a prototype scale has covered dyes and the product “acid silane”, that resulted the most suitable grafting element from the study on a laboratory scale.

Three natural dyes were tested and compared with a synthetic dye carrying out tests with long dyeing baths and using acid silane: the excellent results of dyeing yield obtained are shown in figure 2.

The improvement of experimental conditions was carried out using blue dye (the results are shown in figure 3), by varying:

- ratio weight bath/leather
- chronology of the stages (color/silane)
- maintenance / renewal of the bath



Figure 2. Comparison among specimens achieved from pilot tests with silane – three natural and one synthetic dyes (dark brown on the right).
Figura 2. Confronto provini ottenuti da prove pilota con silano – tre coloranti naturali e uno sintetico (bruno scuro in basso a destra)

I risultati sono stati valutati grazie al confronto tra pelli tinte con e senza l'impiego dell'alcossilano, mantenendo costante tutte le altre fasi del processo di tintura (dal rinverimento al fissaggio). Nella figura 1 si riporta a titolo di esempio il confronto dei provini ottenuti con e senza silano (in questo caso la tipologia “acida”).

4.2 Prove pilota

Le migliori ricette ottenute attraverso lo studio su scala di laboratorio sono state replicate e ulteriormente ottimizzate su più ampia scala, impiegando i bottalini prova su pellame metal – free processo Releasys®.

Lo sviluppo su scala prototipale del processo di tintura ha riguardato quindi sia i coloranti, che il prodotto “silano acido”, risultato come aggraffante più idoneo dallo studio svolto su scala di laboratorio.

Sono stati testati tre coloranti naturali confrontandoli con uno di tipo sintetico effettuando le prove con bagni lunghi di tintura ed impiegando il silano acido : gli ottimi risultati ottenuti di resa tintoriale sono visualizzabili in figura 2.

L'ottimizzazione delle condizioni sperimentali è stata effettuata impiegando il colorante blu (in figura 3 i risultati ottenuti), variando:

- Rapporto ponderale bagno/pelle
- Cronologia delle fasi (colore/silano)
- Mantenimento/rinnovo del bagno



Figure 3. Comparison among specimens for the improvement of the conditions on a pilot scale (at the top – long bath, in the middle – silane before the dye, at the bottom – improved condition).
Figura 3. Confronto provini per l'ottimizzazione delle condizioni su scala pilota (in alto bagno lungo, al centro silano prima del colorante, in basso condizione ottimizzata)

The characteristic of leather were defined, from the performance point of view, through tests for fastness of dry and wet color, highlighting excellent values.

The validation of the development of the improved process has been carried out through the dyeing of leather on a real scale, on a substrate obtained thanks to the use of ecofriendly metal-free process, as: oxidative liming, Releasys® process and retanning completely free from phenol and formaldehyde (Zero line).

5. RESULTS AND DISCUSSION

The study allowed to achieve, on different operative scales, excellent results about the possibility of using natural dyes in dyeing process of leather, facilitating their interaction with the leather surface and improving their fastness thanks to the use of grafting molecules made of functionalized alkoxysilanes.

Alkoxysilanes are stable and non-volatile compounds, so, from the environmental point of view and for the safety of workers, they do not represent a charge for the process.

The major advantages of the new process, as regards to the use of natural dyes and metal-free grafting molecules, are:

1. Providing an alternative process to the classical dyeing process using natural dyes with the same technological performances, but with better performances for the environmental, health and safety conditions.
2. Using natural dyes without metal salts, but with ecofriendly grafting molecules.
3. Having the chance of exploiting a technology that allows to realize metal-free articles.

6. CONCLUSION

For years FGL International has undertaken research activities in order to developing a new metal-free tanning with low environmental impact: through this study, the attention has been focused on the creation of a new leather dyeing process. The research has allowed to develop new and more ecofriendly products and processes.

In particular, the study of dyeing process used natural dyes, in place of the synthetic ones, that are supported by innovative grafting molecules for the tanning industry, in order to achieve the best technological performance through the use of functionalized alkoxysilanes.

The research, preliminarily conducted on a laboratory scale, has allowed to identify and study variables that govern grafting reactions and to offer, for the final validation on a pilot and real scale, the best operating dyeing process.

Carried out tests and achieved results allow to make assumptions of the possible future developments:

- dyes of other types of substrates like vegetable leather
- use of various types of grafting elements in contexts different from dye and in which it is possible to have reduced environmental impacts by improving the exhaustion of the baths and yields.

Research realized by the financial contribute MIUR (Industry University Research Ministry) and covered by patent.

I provini di pelle ottenuti sono stati caratterizzati dal punto di vista prestazionale, attraverso i test di solidità del colore a secco e ad umido evidenziando valori più che soddisfacenti.

La validazione della messa a punto del processo ottimizzato è stata effettuata mediante la tintura di una pelle su scala reale, su substrato ottenuto tramite l'impiego di processi metal-free ecocompatibili, opportunamente scelti quali: calcinaio ossidativo, processo Releasys®, riconcia esente da fenolo e formaldeide (linea Zero).

5. RISULTATI E DISCUSSIONI

Lo studio condotto ha permesso di ottenere, su differenti scale operative, risultati molto positivi circa la possibilità di impiegare coloranti naturali nei processi di tintura delle pelli, facilitandone l'interazione con la superficie della pelle e migliorandone la solidità grazie all'impiego di molecole aggraffanti costituite da alcossisilani funzionalizzati.

Gli alcossisilani sono composti stabili e non volatili, pertanto non rappresentano un aggravio per il processo, sia dal punto di vista ambientale, che per la sicurezza dei lavoratori.

I maggiori vantaggi del nuovo processo messo a punto, relativamente all'impiego di coloranti naturali e molecole aggraffanti metal-free sono:

Fornire un processo alternativo al processo di tintura classico utilizzando coloranti naturali con analoghe prestazioni tecnologiche ma, con migliori prestazioni per gli aspetti ambientali e di salute e sicurezza dei lavoratori
Usare coloranti naturali senza ricorrere all'uso di sali metallici ed utilizzando molecole aggraffanti ecocompatibili
Avere la possibilità di poter sfruttare una tecnologia che consenta di realizzare articoli completamente metal-free

6. CONCLUSIONI

FGL International da anni ha intrapreso attività di ricerca mirate a sviluppare una nuova tipologia di concia metal-free a basso impatto ambientale: con lo studio presentato l'attenzione, è stata concentrata verso la messa a punto di un nuovo processo di tintura delle pelli. La ricerca ha permesso di sviluppare nuovi prodotti e processi più ecologicamente sostenibili.

In particolare, lo studio del processo di tintura ha impiegato coloranti naturali, in sostituzione dei coloranti sintetici tipicamente impiegati, coadiuvati da molecole aggraffanti innovative per il settore conciario, al fine di ottenere la migliore prestazione tecnologica possibile tramite l'uso di silossani funzionalizzati.

Lo studio, condotto preliminarmente su scala di laboratorio, ha permesso di individuare e studiare le variabili che regolano le reazioni di aggraffaggio e offrire, per la validazione finale su scala pilota e reale, la migliore procedura operativa di tintura.

Dalle prove effettuate e dai risultati ottenuti possono essere fatte varie ipotesi di possibili sviluppi futuri:

Tinture su altri tipi di substrati quali pellami al vegetale
Uso di vari tipologie di aggraffanti in contesti diversi dalla tintura ove si renda necessario avere ridotti impatti ambientali ottimizzando l'esaurimento dei bagni e le rese.

BIBLIOGRAPHY

Unione Nazionale Industria Conciaria - Rapporto Ambientale relativo al periodo 2002-2008.

2 Releasys® Marchio registrato FGL International S.p.A.

3 "Essay: dyes and dyeing" (Supplement to Experiment 8); online edition for students of Organic Chemistry Lab Courses at University of Colorado, Boulder, Dept. of Chem. and Biochem. (2002).

4 Ezio Martuscelli "I Coloranti Naturali nella Tintura della Lana" (CAMPEC, Collana di Trasferimento-PNRMIUR, Volume Secondo, Napoli 2003).

5 Gian Giacomo Guillizzoni COLORI E COLORANTI, Rivista: «Nuova Secondaria» 5/2001.

6 Ausiliari di tintura. Appunti di chimica conciaria del prof. Mauro Berto.

7 Tesi di laurea Alberto Cattani. "Modifica di polimeri in dispersione acquosa mediante l'utilizzo di epossilancosilani". AA 2010/11.

8 C. Fotea "The use of silane reagents as primers to enhance the adhesion of chromium tanned heavy-duty leather (Salz Leather)" "International Journal of adhesion and adhesives, 24 (2004) 1-7"

9 Ezio Martuscelli "La chimica macromolecolare applicata alla conservazione dei manufatti lapidei" (Paideia Firenze, Parte B).

10 S. Turri et al. "Silanizzazione e rivestimenti polimerici per l'immobilizzazione superficiale di biomacromolecole". XVIII Convegno italiano di Scienza e Tecnologia delle Macromolecole. Catania 16-20 Settembre 2007.

11 Tesi di dottorato Ing. Gabriella Callegaro "Preparazione e caratterizzazione di Silicati lamellari organomodificati e di loro nanocompositi a matrice poliestere termoplastica". Triennio 2005-7

Bibliografia

1 Unione Nazionale Industria Conciaria - Rapporto Ambientale relativo al periodo 2002-2008.

2 Releasys® Marchio registrato FGL International S.p.A.

3 "Essay: dyes and dyeing" (Supplement to Experiment 8); online edition for students of Organic Chemistry Lab Courses at University of Colorado, Boulder, Dept. of Chem. and Biochem. (2002).

4 Ezio Martuscelli "I Coloranti Naturali nella Tintura della Lana" (CAMPEC, Collana di Trasferimento-PNR-MIUR, Volume Secondo, Napoli 2003).

5 Gian Giacomo Guillizzoni COLORI E COLORANTI, Rivista: «Nuova Secondaria» 5/2001.

6 Ausiliari di tintura. Appunti di chimica conciaria del prof. Mauro Berto.

7 Tesi di laurea Alberto Cattani. "Modifica di polimeri in dispersione acquosa mediante l'utilizzo di epossilancosilani". AA 2010/11.

8 C. Fotea "The use of silane reagents as primers to enhance the adhesion of chromium tanned heavy-duty leather (Salz Leather)" "International Journal of adhesion and adhesives, 24 (2004) 1-7"

9 Ezio Martuscelli "La chimica macromolecolare applicata alla conservazione dei manufatti lapidei" (Paideia Firenze, Parte B).

10 S. Turri et al. "Silanizzazione e rivestimenti polimerici per l'immobilizzazione superficiale di biomacromolecole". XVIII Convegno italiano di Scienza e Tecnologia delle Macromolecole. Catania 16-20 Settembre 2007.

11 Tesi di dottorato Ing. Gabriella Callegaro "Preparazione e caratterizzazione di Silicati lamellari organomodificati e di loro nanocompositi a matrice poliestere termoplastica". Triennio 2005-7.