

Estrazione di cromofori da piante tintorie e colorazione di tessuti cellulose

Classi I e II BTM¹, Chiaffitelli A.M.¹, Severino V.¹

¹ Istituto Tecnico Sistema Moda “Caterina da Siena”, viale Lombardia 89, 20131 Milano
annamaria.chiaffitelli@iiscaterinadasiena.gov.it
valeria.severino@iiscaterinadasiena.gov.it



The slide features a large, stylized title "Le piante tintorie" in a reddish-orange serif font, centered on a light gray background with a faint, repeating pattern of botanical sketches. Below the title, there are three logos: on the left, the logo for "Orto Botanico di Brera" which includes a green leaf icon; in the center, the circular seal of the "UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO"; and on the right, the logo for "IIS CATERINA DA SIENA" which includes a red circular emblem with a white dot inside.

Sommario.

La tintura naturale è un'arte antichissima, recentemente rivalorizzata perché sostenibile ed ecologica. I coloranti artificiali, infatti spesso rientrano in filiere particolarmente inquinanti, e di certo poco sostenibili. Nel corso della storia, le piante coloranti hanno avuto una enorme importanza nella storia economica e politica, negli scambi culturali, nelle arti e nello sviluppo delle scienze e delle tecniche. In questo lavoro abbiamo estratto differenti coloranti naturali da varie fonti, in particolare dalle diverse varietà di noci *Juglans nigra* e *Juglans sp.*, e da foglie di *Amaranthus cruentus*. Abbiamo osservato che i diversi cromofori, tra cui tannini e juglone per le noci, e amarantina e clorofille per l'amaranto, presentano affinità diverse per i solventi polari acqua ed etanolo. Siamo riusciti infatti a separare questi coloranti naturali, testandoli poi per verificare le loro capacità tintorie su tessuti cellulosici mediante colorazioni per cromofori diretti sostantivi. Questo lavoro rientra in un più ampio progetto di valorizzazione dei coloranti naturali a km 0, avendo promosso nel nostro Istituto la realizzazione di un "Orto del Tintore". Inoltre, questo lavoro ha permesso di ottenere informazioni sulla varietà *Juglans sp.* che non è stata ancora classificata.

Parole chiave. Coloranti naturali, cromofori, piante tintorie, *Juglans*, *Amaranthus*, estrazione, colorazione.

Abbreviazioni. *J. nigra* (*Juglans nigra*); *J. sp* (*Juglans sp*); *A. cruentus* (*Amaranthus cruentus*);

1. Introduzione.

La tintura naturale è un'arte antichissima, diffusa in tutto il mondo fin dai tempi più remoti. Le prime tracce di tintura naturale risalgono al Neolitico, in villaggi presenti anche in Italia, in Trentino, dove si utilizzavano soprattutto guado e robbia. Ma anche gli Egizi ci hanno tramandato testimonianze di tinture di lino realizzate con curcuma, hennè, zafferano. In realtà la storia della tintura dei tessuti affonda le sue radici anche nei Fenici, nelle antiche arti dei maestri tintori giapponesi, cinesi, indiani e delle civiltà precolombiane. (Salice, 1979) (Ball, 2001).

Nonostante i coloranti naturali abbiano una storia affascinante e una lunga tradizione, la richiesta di mercato ha determinato l'ampia diffusione dei coloranti sintetici, che rappresentano una scelta più economica per le industrie, e che spesso presentano prestazioni superiori rispetto ai coloranti naturali. Purtroppo la produzione dei coloranti sintetici ha ancora un impatto ambientale decisamente rilevante, e pertanto la ricerca dovrebbe impegnarsi per trovare processi alternativi eco-compatibili. L'industria tessile, in particolare, dovrebbe valorizzare i metodi di colorazione naturali alternativi rispetto a quelli consolidati. Inoltre, un aspetto importante nell'utilizzo di coloranti naturali è quello relativo alla possibilità di usare prodotti a km 0, in modo da ridurre l'impatto ambientale e i costi. Infine, l'ottimizzazione dei processi di tintura naturale per rendere più efficienti tali processi resta un obiettivo di primaria importanza.

Il genere *Juglans*, appartenente alla famiglia delle *Juglandaceae*, è rappresentato da piante angiosperme dicotiledoni, comunemente note con il nome generico di noci. Utilizzato per le sue proprietà tintorie da molto tempo, è un genere piuttosto comune, e alcune specie sono presenti presso l'Orto Botanico di Brera, presso l'Università di Milano, dove abbiamo recuperato i campioni analizzati. La specie *Juglans nigra* è un noce la cui altezza può arrivare ai 30 m, con tronco eretto e corteccia rugosa. Il mallo esterno è caratterizzato da una superficie rugosa e contiene una noce di forma rotonda, molto legnosa, dura e rugosa che contiene un gheriglio

nutrizionalmente importante. Il suo legno è molto utilizzato per mobili e impiallaccature. Invece, la specie *Juglans sp* non ha ancora delle caratteristiche ben definite, e non è stato ancora catalogato dai ricercatori dell'Orto Botanico, che ne stanno appunto studiando le proprietà. Da un punto di vista relativo alle colorazioni, il mallo essiccato della noce può essere utilizzato per tingere tessuti, legno ma anche i capelli. Il mallo, infatti, contiene un pigmento giallo noto come juglone, e una serie numerosa di tannini: nel complesso la tintura ottenuta dai mali di noce dà dei caratteristici toni beige-marroni (Strugstad Maryon, 2012).

L'amaranto è una pianta appartenente alla famiglia delle *Amaranthaceae*. Il suo nome deriva dal termine greco *amàrantos* che vuol dire "che non appassisce", tale nome è dovuto alla durata delle inflorescenze che si protraggono dal mese di luglio sino al mese di ottobre. I fiori hanno dei colori molto variegati e intensi, e possono essere: rosa, gialli, bianchi, o porpora di una tonalità tanto particolare da dare addirittura il nome ad un colore chiamato proprio rosso amaranto. L'*Amaranthus cruentus*, o amaranto rosso, è originaria del centro America, ma come altre specie di amaranto, è ormai diffusa anche nei nostri territori. Nelle pratiche tintorie, il colore ottenuto, che include tonalità di rosso e viola, si estrae principalmente dalle foglie e in parte anche dal fusto, ed è legata principalmente alla presenza del cromoforo amarantina (Piattelli M., 1966).

Il nostro lavoro rientra in un più ampio progetto di valorizzazione delle piante tintorie e delle tinture naturali che prevede la realizzazione nei cortili scolastici di un orto didattico costituito da piante tintorie, detto l'Orto del Tintore. La realizzazione dell'orto, che rientra negli "Orti di Lombardia", è iniziata e proseguirà nei mesi di aprile-maggio. Inoltre, abbiamo allestito una serra automatizzata con Arduino per coltivare le plantule originate dai semi di piante tintorie che ci sono stati forniti dall'Orto Botanico di Brera (*Isatis tinctoria*, *Amaranthus cruentus*, *Althea rosaea*). L'obiettivo è quello di avere a disposizione del nostro Istituto materiale autoprodotta per studiare, caratterizzare e realizzare tinture naturali di tessuti.

In quest'ottica, l'obiettivo del nostro lavoro è stato quello di caratterizzare i cromofori contenuti in due varietà di noce, *J. nigra* e *J. sp*, al fine di valutare eventuali differenze nel contenuto dei coloranti. Inoltre, abbiamo estratto i coloranti presenti in foglie essiccate di *A. cruentus*, cercando di separare l'amarantina dalle clorofille presenti nelle foglie. Abbiamo quindi valutato la capacità tintoria degli estratti su tessuti cellulosici, utilizzando anche curcuma, zafferano e robbia.

2. Materiali e metodi.

2.1 Materiali. Le noci delle varietà *J. nigra* e *J. sp* e le foglie di *A. cruentus* sono state gentilmente fornite dall'Orto Botanico di Brera, nell'ambito di un progetto di realizzazione presso il nostro Istituto dell'Orto del Tintore, come riportato precedentemente nell'Introduzione.

Tutto il materiale e la vetreria utilizzata (becher, piastra riscaldante, bilancia analitica, bacchetta di vetro, provette graduate, pipette di plastica, carta da filtro) rientrano nella dotazione dell'Aula di Scienze. L'etanolo è Carlo Erba. Il microscopio ottico utilizzato è Leica dm4p, mentre il microscopio digitale per le foto delle foglie di amaranto è Azokon 2MP.

2.2 Metodi. La procedura generale utilizzata è schematizzata nella Figura 1. Brevemente, i campioni da cui estrarre i coloranti sono stati frammentati, pesati ed estratti in uguali volumi di acqua ed etanolo. Sono stati testati diversi tempi di estrazione. Ciascun estratto è stato quindi filtrato e testato per la colorazione di campioni di cotone.

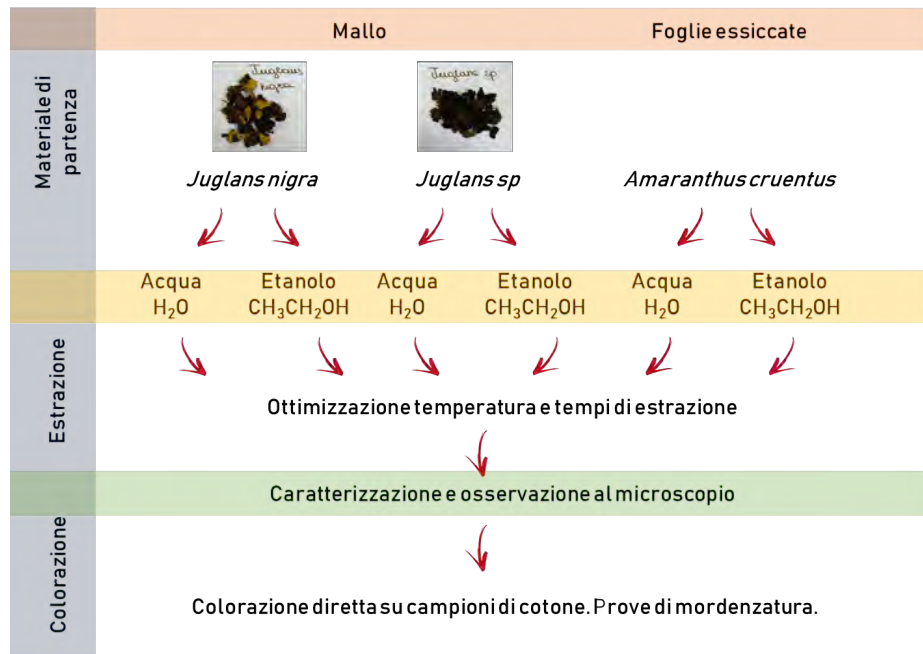


Figura 1. Schema riassuntivo del protocollo utilizzato per l'estrazione e lo studio dei coloranti naturali da *J. nigra*, *J. sp* e *A. cruentus*.

2.2.1 Estrazione da mallo di noce

In particolare, il protocollo seguito per il mallo di noce è stato il seguente:

1. Frammentare separatamente il mallo di noce;
2. Tarare la bilancia e pesare 1,6 g di mallo frammentato;
3. Versare il campione in un becher;
4. Ripetere il punto 2 e versare altri 1,6 g di mallo di noce in un altro becher;
5. Aggiungere in un becher 16 mL di H₂O;
6. Aggiungere nell'altro becher 16 mL di CH₃CH₂OH;
7. Mescolare con una bacchetta di vetro;

8. Proseguire l'estrazione su piastra a circa 60-70°C;
9. Osservare l'estrazione dei cromofori, appuntando sul quaderno di laboratorio le differenze tra i due estratti in acqua ed etanolo;
10. Dopo 1 h, filtrare gli estratti per eliminare i frammenti e il materiale solido;
11. Lasciar raffreddare gli estratti e conservarli a 4°C.

Lo stesso protocollo è stato utilizzato per entrambe le varietà di noce.

Una minima quantità degli estratti è stata inoltre applicata su carta per provare a separare le componenti presenti mediante cromatografia su carta, ma la separazione è stata parziale perché gli estratti erano troppo liquidi (dati non mostrati).

2.2.2 Estrazione da foglie di *A. cruentus*

Un protocollo simile a quello utilizzato per il mallo di noce è stato utilizzato anche per le foglie essiccate di amaranto, le quali sono state dapprima frammentate e poi estratte in acqua ed etanolo. In questo caso, è stata effettuata un'estrazione anche a 24h.

2.2.3 Colorazione di tessuti cellulosici

Gli estratti in acqua ed etanolo ottenuti da *J. nigra*, *J. sp* e *A. cruentus*, insieme ad estratti acquosi ottenuti da robbia, zafferano, curcuma e melograno, sono stati utilizzati per tingere campioni di tessuto cellulosico. La procedura utilizzata è stata una metodica diretta per cromofori sostantivi, costituita da un bagno a 40°C per 24h e 56h. Le prove di colorazione sono state effettuate su tessuti con e senza trattamento mordenzante effettuato con allume di rocca al 20% rispetto al peso del tessuto e carbonato di calcio al 6% rispetto al peso del tessuto.

2.2.4 Osservazione di campioni al microscopio ottico

Campioni di foglie di amaranto sottoposti ad estrazione in acqua ed etanolo sono stati osservati al microscopio ottico al fine di monitorare il processo di

estrazione. Come controllo, sono stati utilizzati anche campioni di foglie essiccate non trattati. Per l'osservazione, i singoli campioni sono stati prelevati, depositati su un vetrino portaoggetti e quindi osservati a diversi ingrandimenti.

3. Risultati e discussione.

Le proprietà tintorie del mallo di noce sono note da molto tempo, ed infatti veniva usato per tingere non solo tessuti, ma anche legni e capelli. In questo lavoro abbiamo confrontato due varietà diverse del genere *Juglans*, una delle quali non ancora classificata. L'obiettivo era vedere se queste due varietà presentavano diverse quantità di cromofori, in particolare di tannini e di juglone. Abbiamo quindi effettuato due estrazioni separate in acqua ed etanolo: i tannini infatti sono solubili in acqua, e abbiamo ipotizzato che il juglone potesse avere diverse proprietà chimiche che davano una diversa solubilità in solventi sempre polari, ma differenti. In Fig. 2 sono riportate le strutture chimiche dei principali cromofori presenti nel mallo di noce.

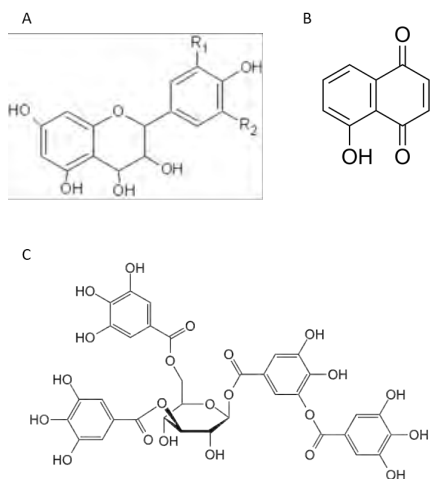


Figura 2. Struttura generale dei tannini (A), struttura del juglone (B) e dell'acido tannico (C).

Durante il processo di estrazione, è stato subito visibile che gli estratti in acqua ed etanolo presentavano un aspetto diverso. Inoltre, tra le due varietà c'erano notevoli differenze. Dopo 15', l'estratto in acqua di *J. sp* risultava essere molto più scuro rispetto a quello da *J. nigra* (Fig. 3E). Inoltre, anche gli estratti in etanolo si presentavano diversamente: sempre a 15', quello da *J. sp* era trasparente, mentre l'estratto in etanolo da *J. nigra* era giallo (Fig. 3E).

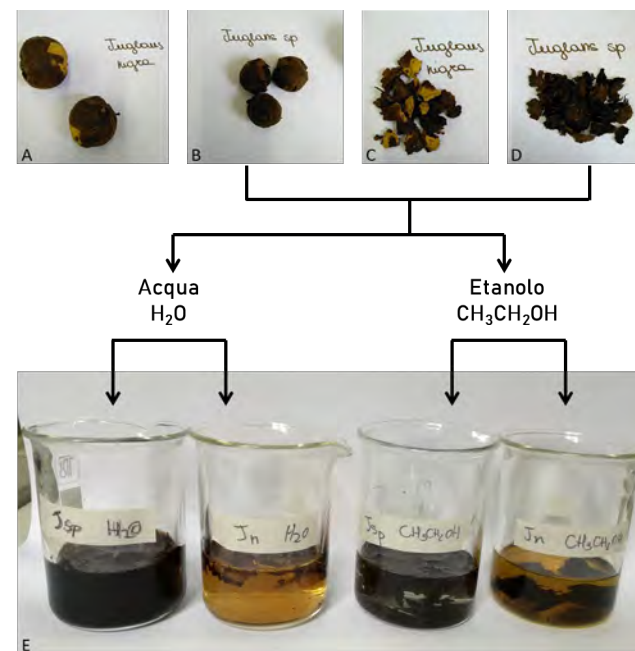


Figura 3. Estrazione di coloranti naturali da *J. nigra*, *J. sp*. Melli di noce della varietà *nigra* (A) e *sp* (B) sono stati ridotti in piccoli frammenti (C e D), pesati ed estratti in uguali volumi di H₂O e CH₃CH₂OH (E). Nell'immagine, gli estratti a 15'.

Il juglone è un cromoforo responsabile di colorazioni gialle, mentre i tannini sono associati a colorazioni nelle tonalità dei marroni (Strugstad Maryon, 2012). In base ai nostri risultati, possiamo ipotizzare di aver estratto separatamente il juglone e i tannini in etanolo ed acqua, rispettivamente. Inoltre, le due varietà di noce, a parità di peso iniziale, presentano quantità diverse di questi cromofori.

Le foglie e il fusto di amaranto contengono l'amarantina, un cromoforo capace di conferire colorazioni nelle tonalità di rosa-rosso-viola (Piattelli M., 1966). Le foglie contengono inoltre le clorofille, che sono solubili in etanolo. Abbiamo quindi ipotizzato di poter estrarre l'amarantina separatamente dalle clorofille mediante due differenti estrazioni in acqua ed etanolo.

Le clorofille, infatti sono solubili sia in acqua che in etanolo, mentre l'amarantina è solubile prevalentemente in acqua. Questa diversa affinità ci ha permesso di provare l'estrazione selettiva. Come riportato nella Fig. 4, è effettivamente possibile estrarre separatamente i diversi cromofori, ottenendo due estratti completamente differenti.

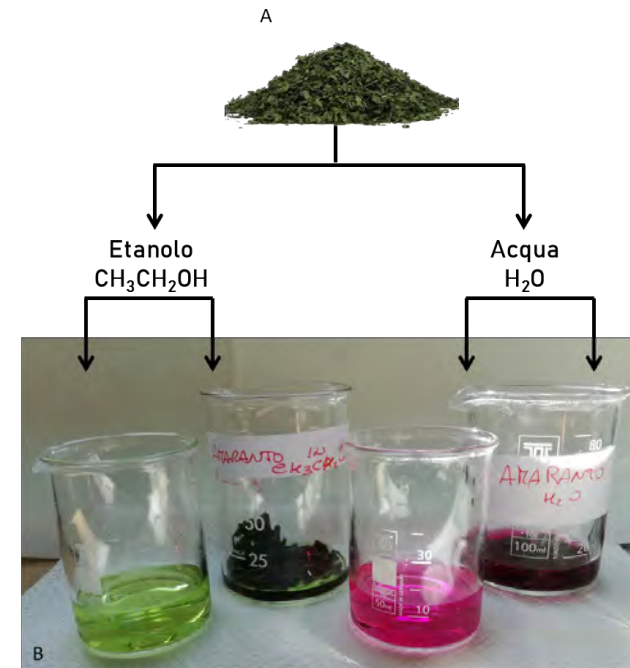


Figura 4. Estrazione di coloranti naturali da *A. cruentus*. Foglie essiccate (A) sono state ridotte in piccoli frammenti, pesate ed estratte in uguali volumi di H_2O e $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (B).

L'estrazione è stata effettuata a tempi differenti, fino a 56h. Per valutare l'andamento del processo di estrazione, abbiamo osservato al microscopio i campioni di foglie a tempi differenti. In particolare, abbiamo scelto 40', e il tempo finale di 56h. I risultati sono mostrati in Fig. 5, dove è visibile anche un campione di foglie pre-estrazione. I risultati ottenuti mostrano chiaramente come il processo di estrazione in acqua ed etanolo sia selettivo per amarantina e clorofille. Infatti, nella foglia di *A. cruentus* pre-estrazione sono chiaramente visibili grosse venature rosse, e la parte centrale della foglia verde (Fig. 5A). Dopo 40' si può osservare che il

processo estrattivo è iniziato, ma non è ancora completato, essendo visibili ancora parti fogliarie verdi in acqua (Fig. 5B) e parti fogliarie rosse in etanolo (Fig. 5D). Dopo 56h invece è evidente come l'estrazione in acqua abbia lasciato nella foglia solo le clorofille (Fig. 5C) mentre l'estrazione in etanolo ha lasciato l'amarantina (Fig. 5E).

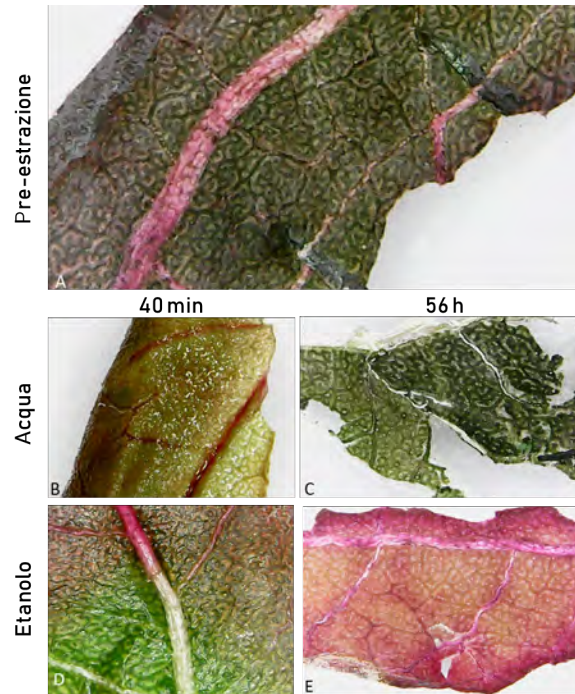


Figura 5. Osservazione al microscopio ottico di foglie di *A. cruentus* pre- e post-estrazione in H₂O e CH₃CH₂OH. Le foglie sono state osservate prima dell'estrazione (A), 40 minuti dopo estrazione in H₂O (B) e CH₃CH₂OH (D) e 56 ore dopo estrazione in H₂O (C) e CH₃CH₂OH (E).

Quindi, i diversi cromofori presentano una diversa solubilità nei due solventi polari acqua ed etanolo.

I coloranti estratti nelle diverse condizioni sono quindi stati testati mediante colorazione diretta su tessuti cellulose. In aggiunta ai precedenti estratti, sono stati testati anche cromofori ottenuti da zafferano, curcuma, robbia e buccia e semi di melograno. Per questi ultimi, è stata effettuata un'estrazione in acqua a temperatura controllata per 24h. L'estratto in etanolo da amaranto, contenente le clorofille, è stato fatto evaporare in buona parte e diluito quindi in acqua, al fine di poter effettuare la colorazione.

Tutti gli estratti ottenuti sono stati testati su campioni tessuti cellulose mediante metodica per cromofori diretti sostantivi per 24h (Fig. 6) e 56h (Fig. 7).



Figura 6. Colorazioni tessuti cellulosici con metodica per cromofori diretti sostantivi (bagno 24h). Associazione con il potenziale corrispondente colore Pantone.

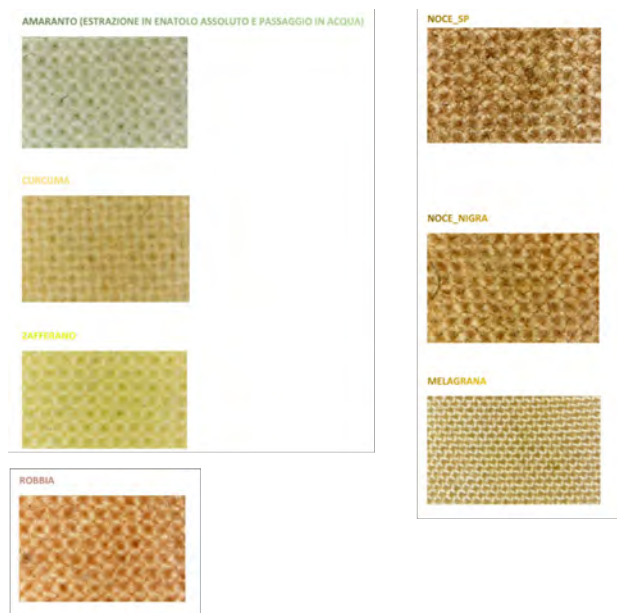


Figura 7. Colorazioni tessuti cellulosici con metodica per cromofori diretti sostantivi (bagno 56h).

Per le colorazioni ottenute a 24h sono state riportate le relative corrispondenze con le tonalità della palette Pantone. Alcune assegnazioni sono risultate più difficoltose, sia per la qualità della colorazione che per la tonalità stessa ottenuta.

4. Conclusioni.

Il lavoro presentato in questo articolo ci ha permesso di estrarre differenti coloranti naturali da varie fonti, in particolare dalle diverse varietà di noci *Juglans nigra* e *Juglans sp*, e da foglie di *Amaranthus cruentus*. Abbiamo osservato che i diversi cromofori, tra cui tannini e juglone per le noci, e amarantina e clorofille per l'amaranto, presentano affinità diverse per i solventi polari acqua ed etanolo. Siamo inoltre riusciti a separare questi coloranti naturali, testandoli poi per verificare le loro capacità tintorie su tessuti cellulosici. Future prove di stabilità delle colorazioni devono essere effettuate al fine di caratterizzare meglio le proprietà tintorie di questi coloranti a km 0 che abbiamo nel nostro "Orto del Tintore". Inoltre, questo lavoro ha permesso di ottenere informazioni sulla varietà *Juglans sp* che non è stata ancora classificata.

Ringraziamenti

Ringraziamo il nostro Istituto IIS Caterina da Siena di Milano, in particolare la DS Antonella MB Cutro e il tecnico di laboratorio Michele Failla. Le dott.sse Antonella Testa e Cristina Pluricelli dell'Orto Botanico di Brera, Università degli Studi di Milano. Il prof. Daniele Creazzo per la realizzazione della serra automatizzata.

Bibliografia

- Ball, P. (2001). *Colore*. Biblioteca Universale Rizzoli.
- Piattelli M., M. L. (1966). Struttura dell'amarantina e dell'isoamarantina. // *Ann. Chim.* 56, 1060-1064.
- Salice, M. E. (1979). *La tintura naturale*. Sonzogno.
- Strugstad Maryon, D. S. (2012). A Summary of Extraction, Synthesis, Properties, and Potential Uses of Juglone: A Literature Review. *Journal of Ecosystems and Management*.

Dispense Seminario PLS "La chimica dei coloranti naturali e di sintesi", a cura della prof.ssa Silvani dell'Università di Milano.

Giornale Green "Una storia a colori" a cura del prof. Citterio