



CTSS
Centro Tessile Serico
Sostenibile



Sostenibilità ambientale e dell'industria tessile

I COLORANTI NATURALI E L'INDUSTRIA TESSILE

Evento finale - Webinar 3 giugno 2021

Filippo Brusa

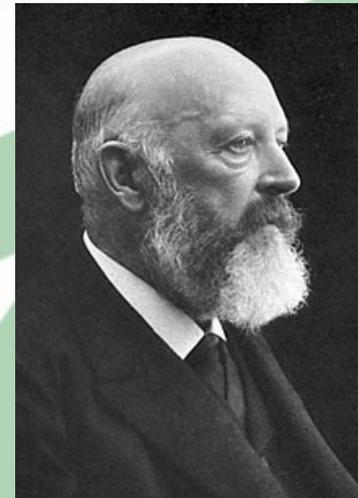
UN POCO DI STORIA – Sviluppo e declino

Fin dall'antichità l'uomo ha utilizzato per diversi scopi pigmenti e coloranti che poteva reperire in natura

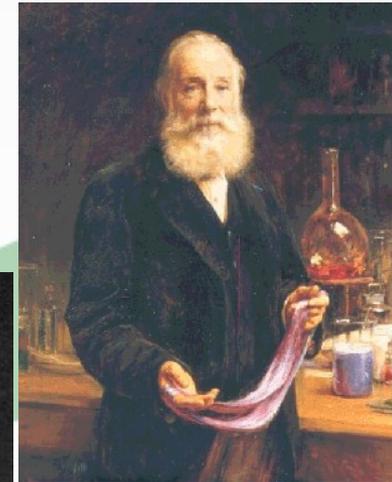
Il **medioevo** fu il periodo d'oro per lo sviluppo della **tintura naturale**. Dalla metà dell'ottocento i coloranti naturali furono però sostituiti da prodotti artificiali, meno costosi e che potevano essere prodotti in maggiori quantità.

Tra il 1856 (Perkin, **Malveina**) e i primi del '900 vennero gettate le basi della chimica dei coloranti, segnando la pressoché totale scomparsa dei coloranti naturali dalla pratica industriale.

- Fucsina o rosso magenta (F. E. Verguin, 1859)
- Pararosanilina (1859)
- Nero di anilina (Lightfoot, 1861)
- Alizarina (Graebe e Liebermann, 1869)
- Coloranti allo zolfo (Croissant e Bretonière, 1873)
- Blu di metilene (1876)
- Coloranti azoici (Bottinger, 1884)
- Indaco (von Baeyer, 1880)
- Ftalocianine (von Braun, 1907)



Adolf von Baeyer

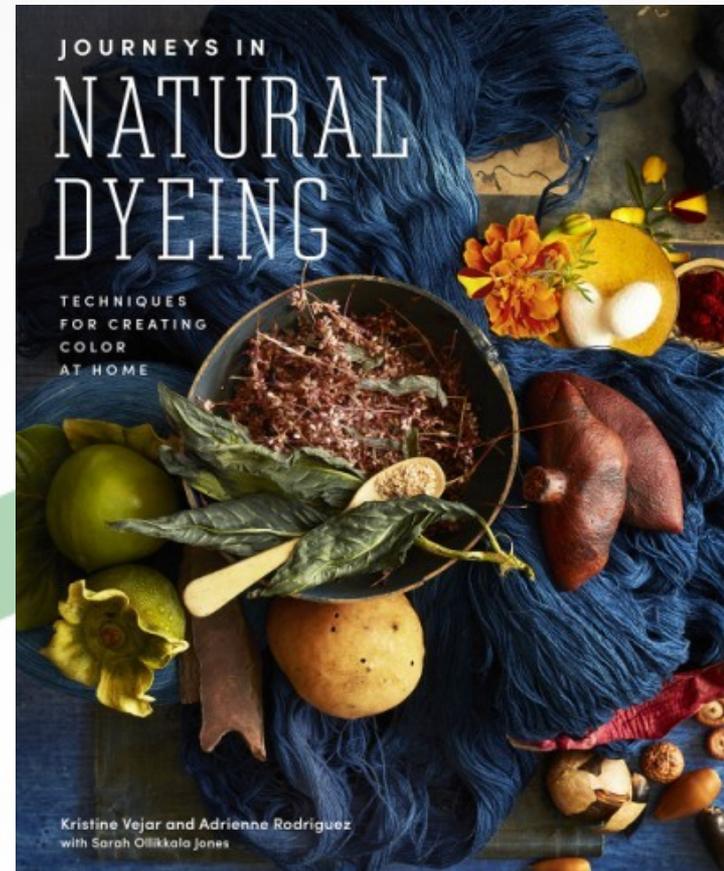
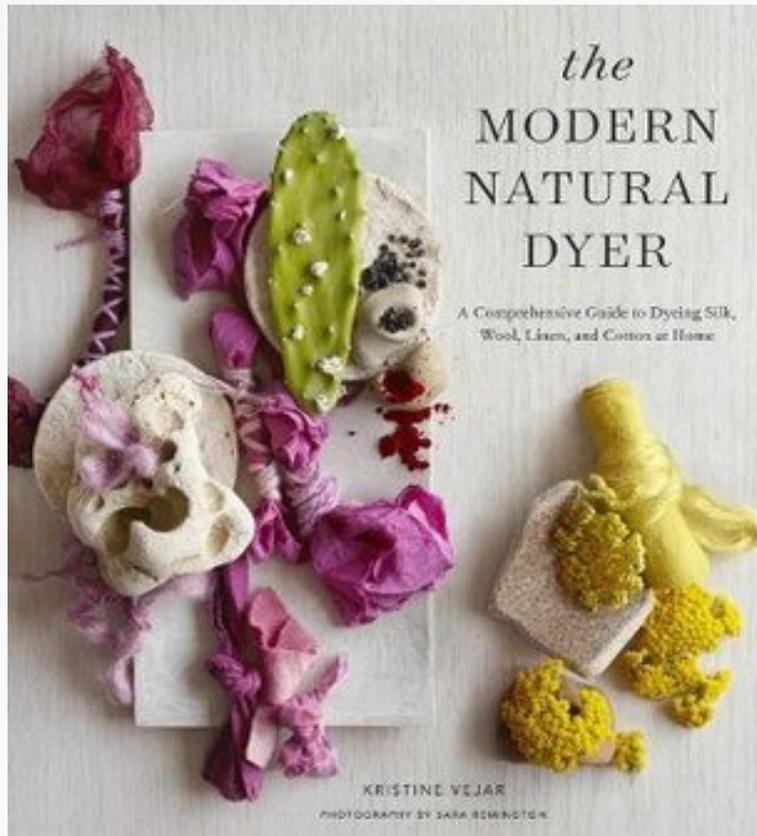


Sir William H. Perkin

OGGI

La tintura naturale è oggetto di una ricca produzione letteraria, argomento discusso in numerosi blog e seguito da un nutrito numero di appassionati in tutto il mondo

Attualmente i coloranti naturali corrispondono a circa l'1% dell'ammontare totale di coloranti usati a livello mondiale



DA DOVE VENGONO

Inversione di tendenza: sono visti come possibili sostituti dei coloranti sintetici, la cui produzione si basa su fonti non illimitate e genera inquinamento.

Trovano impiego più o meno diffuso in ambito tessile, alimentare, cosmetico, medicinale, della carta, inchiostri.

Possono avere origine diversa:

- ❖ **Vegetale** - potenzialmente da ogni pianta può essere estratto del colorante, quelle utilizzate sono circa 500.
- ❖ **Minerale** - ottenuti per purificazione di composti inorganici naturali, contengono almeno un metallo (es Blu di prussia $KFe(II)[Fe(III)(CN)_6]$). Sono pigmenti.
- ❖ **Animale** - principalmente insetti o molluschi (cocciniglia, murici).

Parte della pianta	Esempi
radici	Curcuma, Robbia, Cipolla, Barbabietola, Carota
corteccia	Sequoia indiana, Quercia, Sandalo, Campeggio
foglie	Indaco, Henna, Eucalipto, Tè, Cardamomo, Citronella, Ortica
fiore	Calendula, Dalia, Rosa, Zafferano, Tarassaco
frutto/semi	Melograno, Mirtillo, Uva

LA CLASSIFICAZIONE - Colore

In base al colore, possiamo suddividerli in:

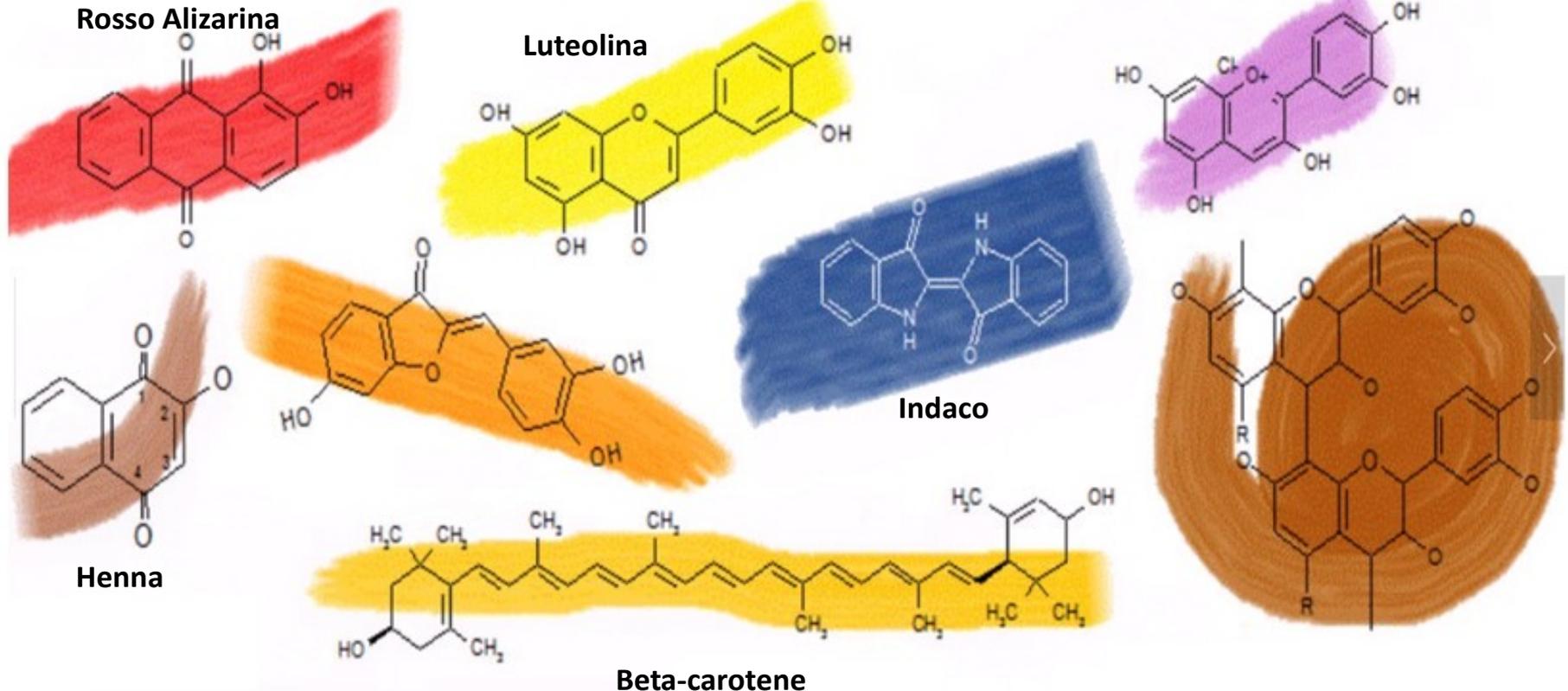
- ❖ Nero: derivano da piante ricche di tannini, possono contenere ioni metallici legati e anche per questo danno buone solidità.
- ❖ Marrone: virtualmente avremmo infinite fonti di questo colore. Vengono in genere utilizzati estratti di corteccia di varie piante.
- ❖ Verde: sono rare le piante da cui sia estraibile il colore verde (clorofille). Spesso è ottenuto per miscelazione di coloranti, o per trattamento di coloranti gialli con mordente (a base Fe).
- ❖ Arancione: dalle fonti di giallo e rosso, possono essere estratte anche sfumature di arancione (es peperoncino, bacche di crespino, annatto).

CI Natural	No. of Dyes	Percent
Yellow	28	30.4
Orange	6	6.5
Red	32	34.8
Blue	3	3.3
Green	5	5.5
Brown	12	13
Black	6	6.5

Numero di coloranti per ciascuna tinta secondo il Colour Index

LA CLASSIFICAZIONE – Struttura chimica

Legata alla **struttura chimica**, i toni disponibili coprono una buona varietà cromatica



Carotenoidi, contenenti unità isopreniche; **Antrachinonici**, con buone solidità a luce e lavaggio; **Indolici**, si comportano come coloranti a riduzione (indigoidi); **Flavonoidi**, principali responsabili del giallo, adatti per proteiche; **Antocianine**, con struttura simile ma colorazione sul rosso-viola-blu; e molte altre ancora.

LA CLASSIFICAZIONE - Affinità tintoriale

I coloranti naturali coprono buona parte delle classi tintoriali:

Coloranti al tino: hanno affinità per le fibre naturali in forma ridotta (leucosale), la riossidazione porta buone solidità (per il colorante diffuso nella fibra).

Coloranti diretti: hanno affinità per le fibre cellulosiche, ma le solidità sono scarse (necessità di un mordente). Molti coloranti naturali appartengono a questa classe.

Coloranti dispersi: alcuni coloranti naturali sono strutturalmente simili ai coloranti dispersi: bassi PM, bassa solubilità. Richiedono in genere post-mordenzatura.

Coloranti acidi: adatti per la tintura di fibre proteiche in ambiente acido. Post trattamenti di mordenzatura possono aumentare le solidità.

Coloranti basici: hanno carica positiva, e sono applicati a pH neutro. Generalmente mostrano scarsa solidità alla luce.

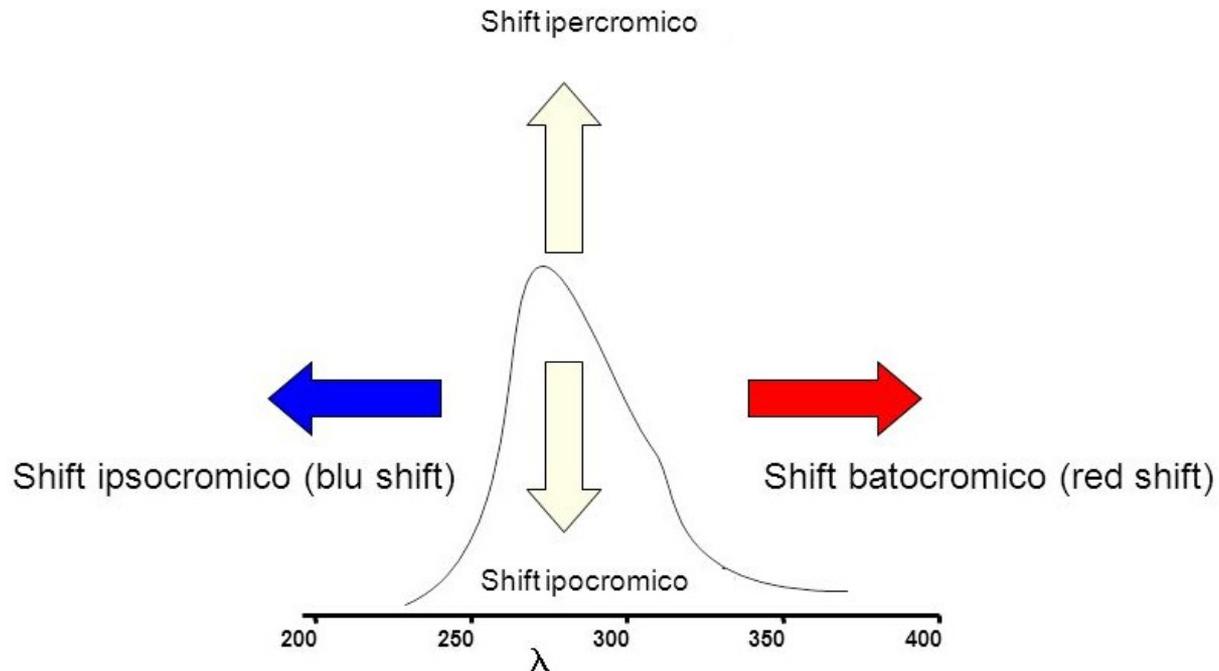
Pigmenti: diversi coloranti naturali (inorganici ma anche organici) sono insolubili in acqua, e possono essere utilizzati come pigmenti per stampa

LA MORDENZATURA

I coloranti naturali sono principalmente non sostantivi, e devono essere applicati con l'ausilio di **mordenti** (solitamente sali metallici). Il mordente è una sostanza che ha affinità sia con la fibra che con il colorante, fungendo da “ponte” e formando in genere un precipitato insolubile detto **lake**, che permette di migliorare le solidità al lavaggio, e a volte anche quelle alla luce.

Possibile **pre-mordenzatura, mordenzatura e tintura o post mordenzatura**

Attenzione: coordinandosi al mordente, potrebbe verificarsi uno shift cromatico del colorante.



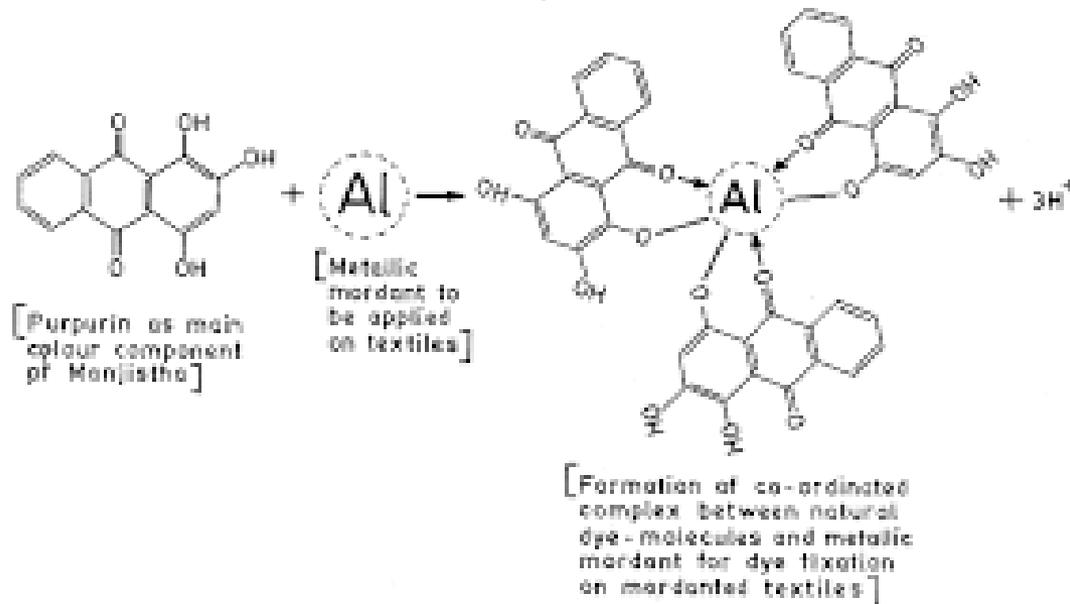
LA MORDENZATURA

I mordenti più efficaci sono in genere **sali metallici**, spesso in concentrazioni fino a 15g/l. Tra i più noti abbiamo **Allume** ($KAl(SO_4)_2 \times 12H_2O$), il cui uso come mordente per la lana era già descritto da Plinio il vecchio. È **adatto sia per fibre proteiche che cellulosiche**. In genere permette di migliorare le solidità sia ad umido che alla luce.

Alluminio acetato viene preferito all'allume su fibre cellulosiche (migliori interazioni), a volte porta a ottenere su queste una intensificazione della tinta.

$CuSO_4 \times 5H_2O$ buon mordente ma i sali di rame sono noti per la tossicità acquatica oltre che per l'uomo.

Tannini: possono essere usati da soli o congiuntamente a sali metallici, principalmente per la tintura di fibre cellulosiche.



Effetti della mordenzatura: si può avere aumento di $\frac{1}{2}$ o 1 punto della solidità alla luce. Rame o ferro portano a migliori risultati come post-mordenti, mentre stagno e alluminio agiscono meglio come pre-mordenti.

COME SI OTTENGONO

Fonti di coloranti
Piante
Animali
Minerali
Microorganismi



Estrazione



Metodi classici

Metodi moderni



Metodo per immersione
Metodo Soxhlet
Metodo a riflusso
Metodo in solvente
Metodo a ebollizione

Estrazione supercritica
Metodo enzimatico
Metodi radianti
(ultrasuoni o microonde)

COME SI OTTENGONO

Tutte le fonti naturali contengono solo una piccola quantità di colorante, oltre a un gran numero di sostanze biologiche, idrosolubili o meno.

Estrazione in acqua

Il metodo “tradizionale”. La fonte naturale viene fatta in pezzetti, lasciati in acqua per lunghi periodi oppure bolliti. La soluzione acquosa recuperata per filtrazione può essere usata tal quale oppure essiccata per dare il colorante in polvere.

Problematiche:

- Bassa resa di estrazione (solo componenti idrosolubili)
- Estrazione di altre sostanze idrosolubili (es zuccheri)
- Tempi lunghi
- Elevato consumo di acqua



COME SI OTTENGONO

Fermentazione o estrazione enzimatica

L'estrazione del colorante dalla fonte naturale è data dalla presenza di microrganismi o enzimi.

L'indaco può essere estratto dalle foglie per fermentazione con lieviti, in 10-15 ore

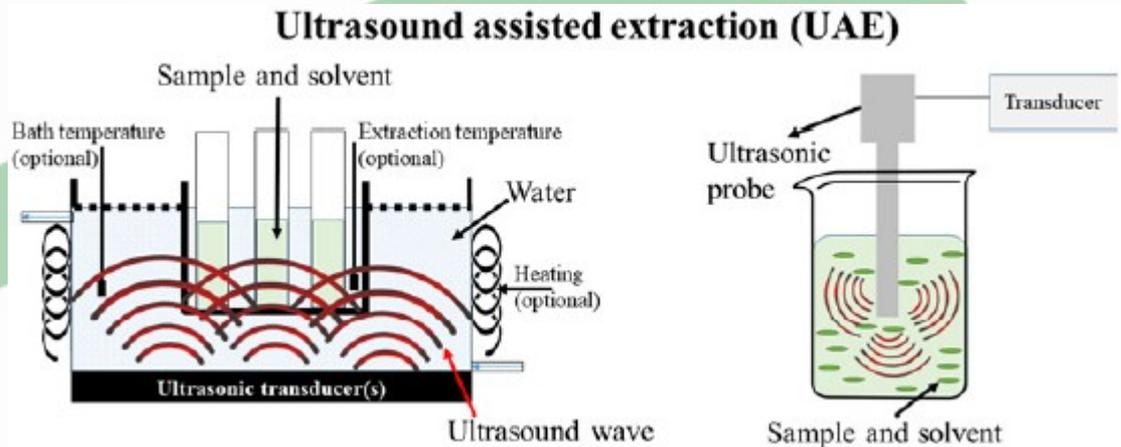
Enzimi come cellulasi, amilasi, pectinasi sono adatti per estrarre coloranti dalle piante

➤ Entrambi i metodi richiedono temperature non sopra i 35-40°C e tempi lunghi.

Estrazione in ultrasuoni o microonde

Permettono di migliorare l'efficienza di estrazione, in solvente acquoso o organico. La quantità di solvente necessario è in genere inferiore rispetto ai metodi tradizionali.

- ❖ Gli ultrasuoni permettono di operare a temperature più basse (adatto per molecole termosensibili)
- ❖ Le microonde agiscono da catalizzatore riducendo i tempi di estrazione e aumentando le rese



COME SI OTTENGONO - Alghe

Le alghe sono una fonte **sostenibile** e **rinnovabile**. Come altre piante, possono essere usate come fonte da cui estrarre coloranti, principalmente della classe delle **clorofille** (e xantofille), **ficobiline** (a loro volta divise in ficocianine e ficoeritrine/ficoeritrobiline) e **carotenoidi**.

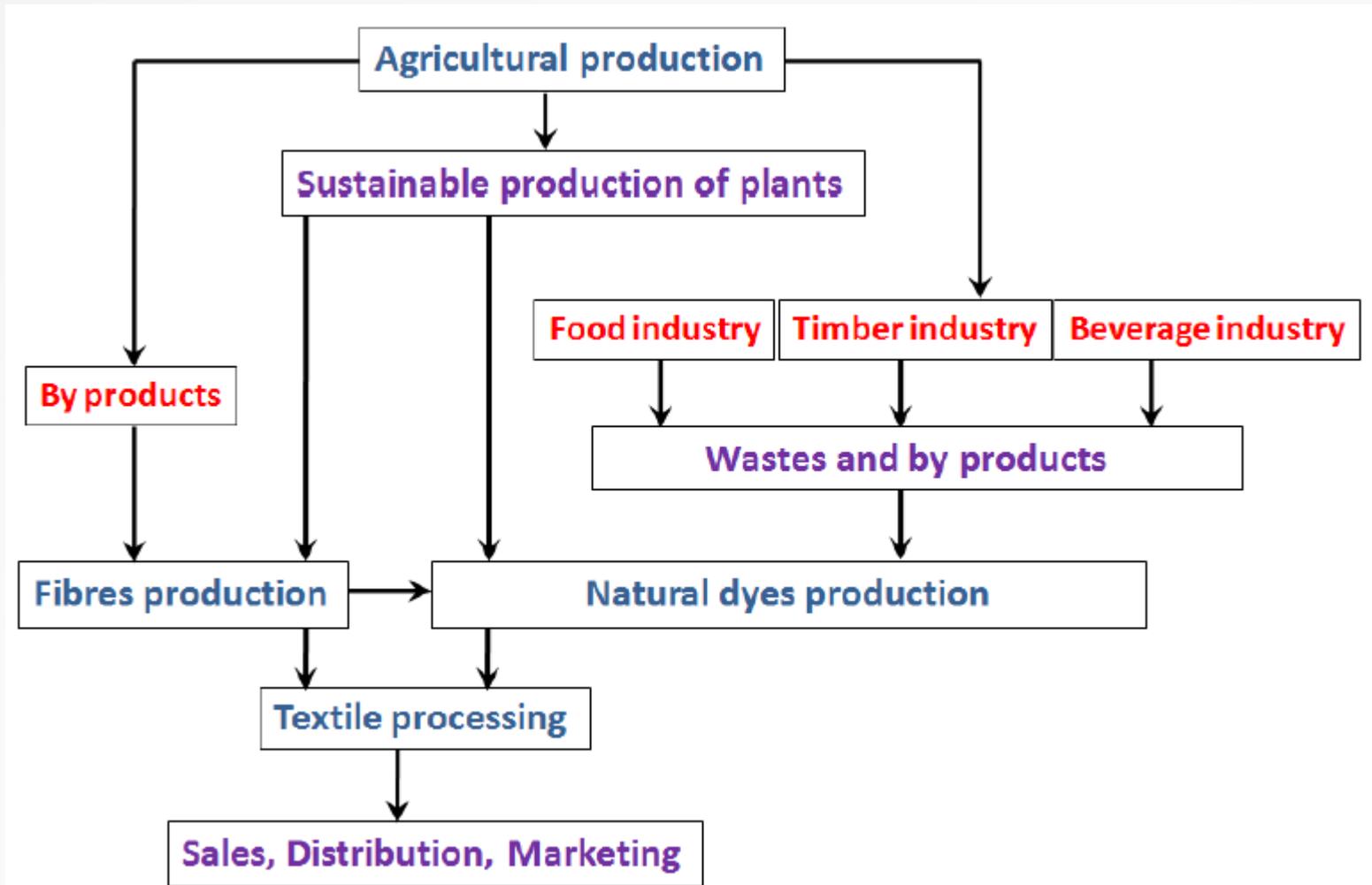
- Si tratta di **molecole fotosintetiche**
- spesso dotate anche di **elevato potere nutrizionale**
- **Ecocompatibili, biodegradabili, sicure**

Division	Common Name	Major Accessory Pigment
Chlorophyta	Green algae	chlorophyll b
Euglenophyta	Euglenoids	chlorophyll b
Phaeophyta	Brown algae	Chlorophyll c1 + c2, fucoxanthin
Chrysophyta	Yellow-brown or golden-brown algae	chlorophyll c1 + c2, fucoxanthin
Pyrrhophyta	Dinoflagellates	chlorophyll c2, peridinin
Cryptophyta	Cryptomonads	chlorophyll c2, phycobilins
Rhodophyta	Red algae	phycoerythrin, phycocyanin
Cyanophyta	Blue-green algae	phycocyanin, phycoerythrin



COME SI OTTEGONO

È possibile pensare una filiera produttiva **interamente naturale**, sia per quanto riguarda i coloranti che le fibre tessili:



LE SOLIDITÀ

Table 7 Light, rub and wash fastness values of dyed wool samples

Dye	Mordant	Light fastness	Rubbing	
			Dry	Wet
Sandalwood		3	4-5	4-5
	Alum	3	4	4
	SnCl ₂	3	3	3-4
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4	4	4
	CuSO ₄	4	4	3-4
	ZnCl ₂	3	3	3
	FeCl ₃	3-4	1-2	3
	FeSO ₄	3-4	2	2-3
Cochineal		3-4	4-5	4-5
	Alum	4-5	1-2	1-2
	SnCl ₂	4-5	2	2-3
	K ₂ Cr ₂ O ₇	5	4	4
	CuSO ₄	>7	3-4	2
	ZnCl ₂	6	3-4	2-3
	FeCl ₃	>7	4	4-5
	FeSO ₄	>7	4	4
Brazilwood		3-4	4	4
	Alum	3-4	2	3
	SnCl ₂	4	2	3
	K ₂ Cr ₂ O ₇	4	2	2-3
	CuSO ₄	3-4	3	3-4
	ZnCl ₂	3-4	3-4	4
	FeCl ₃	3-4	3	3-4
	FeSO ₄	4	2-3	4

La mordenzatura migliora le **solidità al lavaggio** soprattutto per tessuti a solidità medio/bassa, con un miglioramento di 1, a volte 2 punti sulla scala dei grigi

I coloranti naturali mostrano in genere basse **solidità alla luce**, che può essere in una certa misura migliorata soprattutto con mordenti al ferro o rame

- Questi stessi mordenti causano però una marcata variazione del tono cromatico.

ALCUNI VANTAGGI ...

1. Derivano da fonti rinnovabili e sono biodegradabili (salvaguardia dell'ambiente e della salute del consumatore)
2. La loro produzione è lunga e laboriosa, creano quindi occupazione sull'intera filiera produttiva (anche legata a produzioni locali, territorialità)
3. Diminuendo la produzione di coloranti sintetici (derivati dal petrolio) è possibile ottenere Carbon credits
4. Dalle fonti naturali si può ottenere una gran varietà di colori (mix and match system). Variazioni nelle condizioni di tintura (pH, RB) o nel mordente utilizzato, possono portare a colorazioni molto diverse tra loro
5. I toni che si ottengono sono spesso morbidi e brillanti
6. Molte piante da cui si ricavano i coloranti naturali possono crescere anche su terreni aridi e semidesertici



... E ALCUNI SVANTAGGI

1. Difficile riprodurre il medesimo colore (stagionalità, luogo di coltivazione, periodo di raccolta)
2. Difficile standardizzare le ricette di tintura a livello industriale
3. La bassa resa tintoriale (circa 10-20%) implica l'uso di maggiori quantità di colorante, oltre all'uso dei mordenti
4. I tessuti tinti possono variare la tinta se esposti alla luce, all'aria, ai lavaggi
5. Quasi tutti i coloranti naturali richiedono l'uso di mordenti, che in buona parte rimangono poi nel bagno causando problematiche di depurazione e smaltimento
6. Se il mordente è metallico, si possono avere problemi legati alla presenza del metallo su tessuto
7. Anche con l'utilizzo dei mordenti, spesso le solidità sono inadeguate ai requisiti richiesti per i tessuti
8. Sono più costosi dei coloranti sintetici (sono presenti nelle piante in basse quantità)

Alcuni "svantaggi" possono essere considerati come pregi:
unicità del prodotto



Grazie per
l'attenzione!

Dott. Filippo Brusa

fbrusa@textilecomo.com

filippo.brusa@uninsubria.it



CTSS

Centro Tessile Serico
Sostenibile

