



*Mycotheca Universitatis  
Taurinensis*



**CEBIOVEM**

Centro di Eccellenza per la  
BIOsensoristica VEgetale  
e Microbica



# Trattamenti per la rimozione di coloranti da reflui industriali

Sara Elisabetta Legler

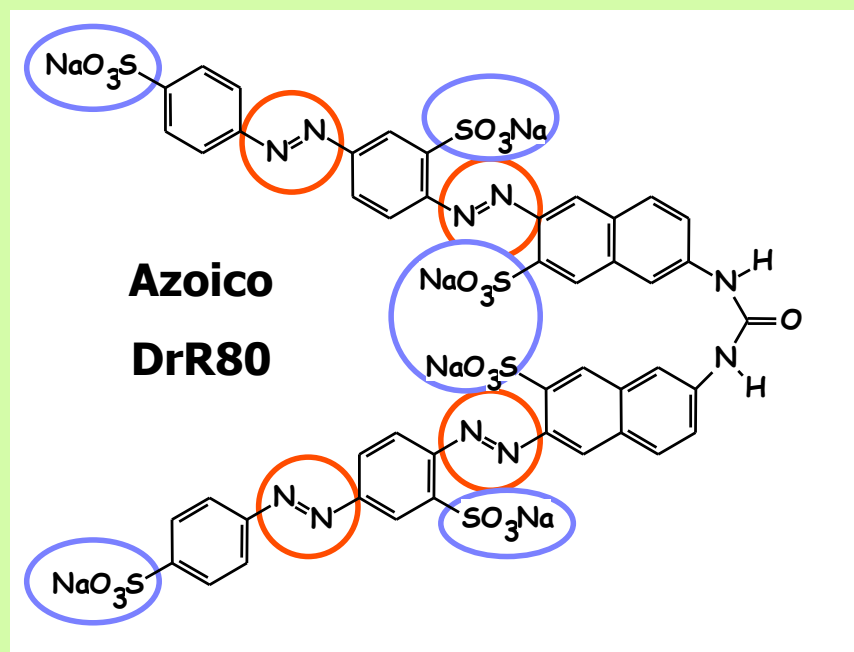
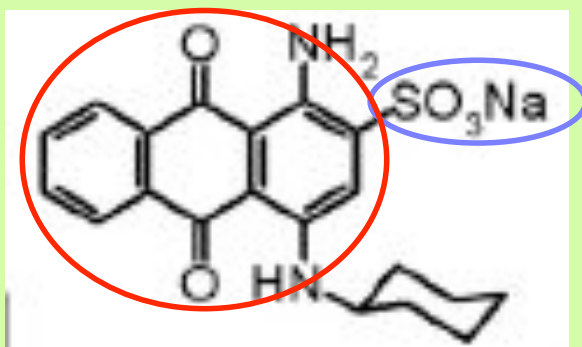
I coloranti sono complesse molecole poliaromatiche:

**Cromoforo** – gruppo che conferisce il colore

**Auxocromo** – gruppo che lega la molecola di colorante al substrato da tingere

**Antrachinonico**

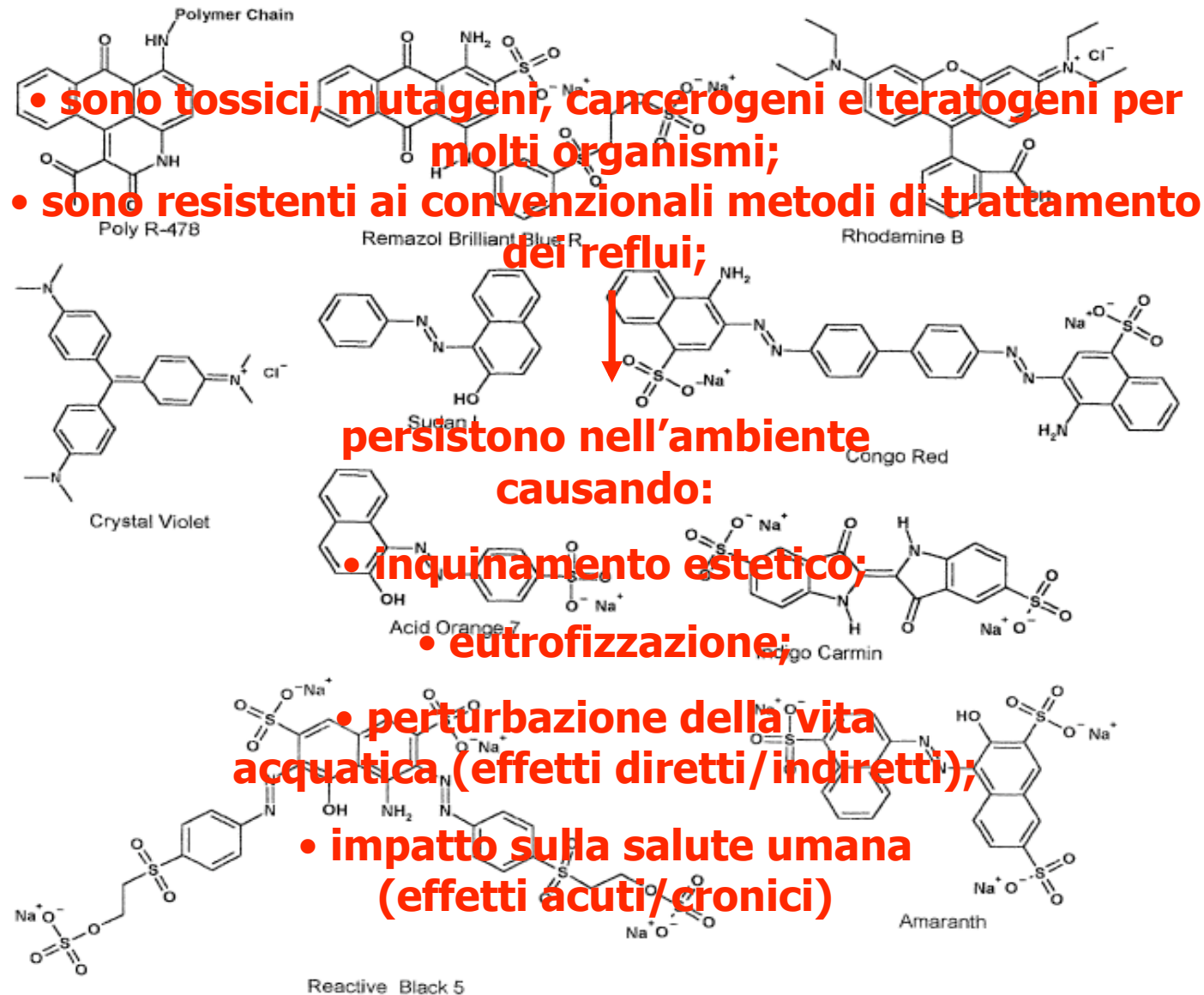
**ABu62**



I coloranti possono essere classificati:

- in base al sistema di applicazione del colorante (**classificazione tecnica**; acidi, basici, reattivi, diretti);
- da un punto di vista chimico-strutturale (**classificazione chimica**) che fa riferimento al tipo di cromoforo presente nella molecola (azoici, antrachinonici, indigoidi, nitrocoloranti);
- in base alla carica della molecola (anionici, cationici, non-ionici).

**I coloranti attualmente impiegati sono molecole di origine sintetica con complesse strutture aromatiche appositamente studiate per conferire loro elevata stabilità alla luce, all'acqua e agli agenti ossidanti:**



Vaste quantità di coloranti sono impiegate in numerosi settori industriali:  
Alimentare, Farmaceutico, Cosmetico, Conciario, Tessile

La produzione annua è stimata maggiore di 1 milione di tonnellate



60% consumato dall'industria tessile e di questo il **10% viene perso durante la lavorazione** delle fibre e si ritrova nei reflui



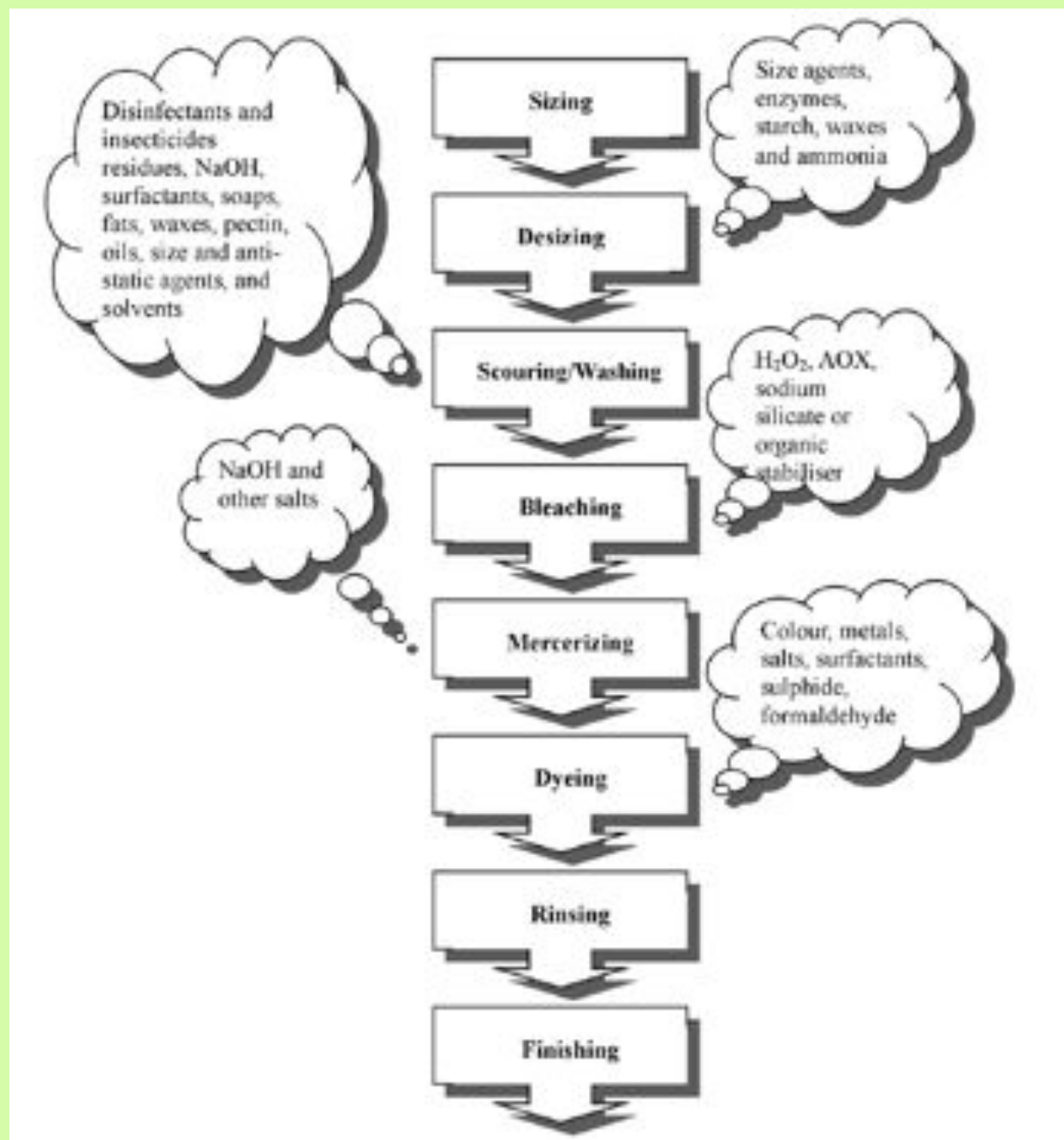
**Industria  
tessile**

**Enorme consumo acqua  
(150 l per ogni kg di cotone)**

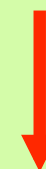
**Grandi quantità di reflui  
contenenti elevate  
concentrazioni di coloranti, sali  
e metalli pesanti e considerati i  
più inquinanti tra tutti i settori  
industriali**



## Complessità dei reflui industriali tessili

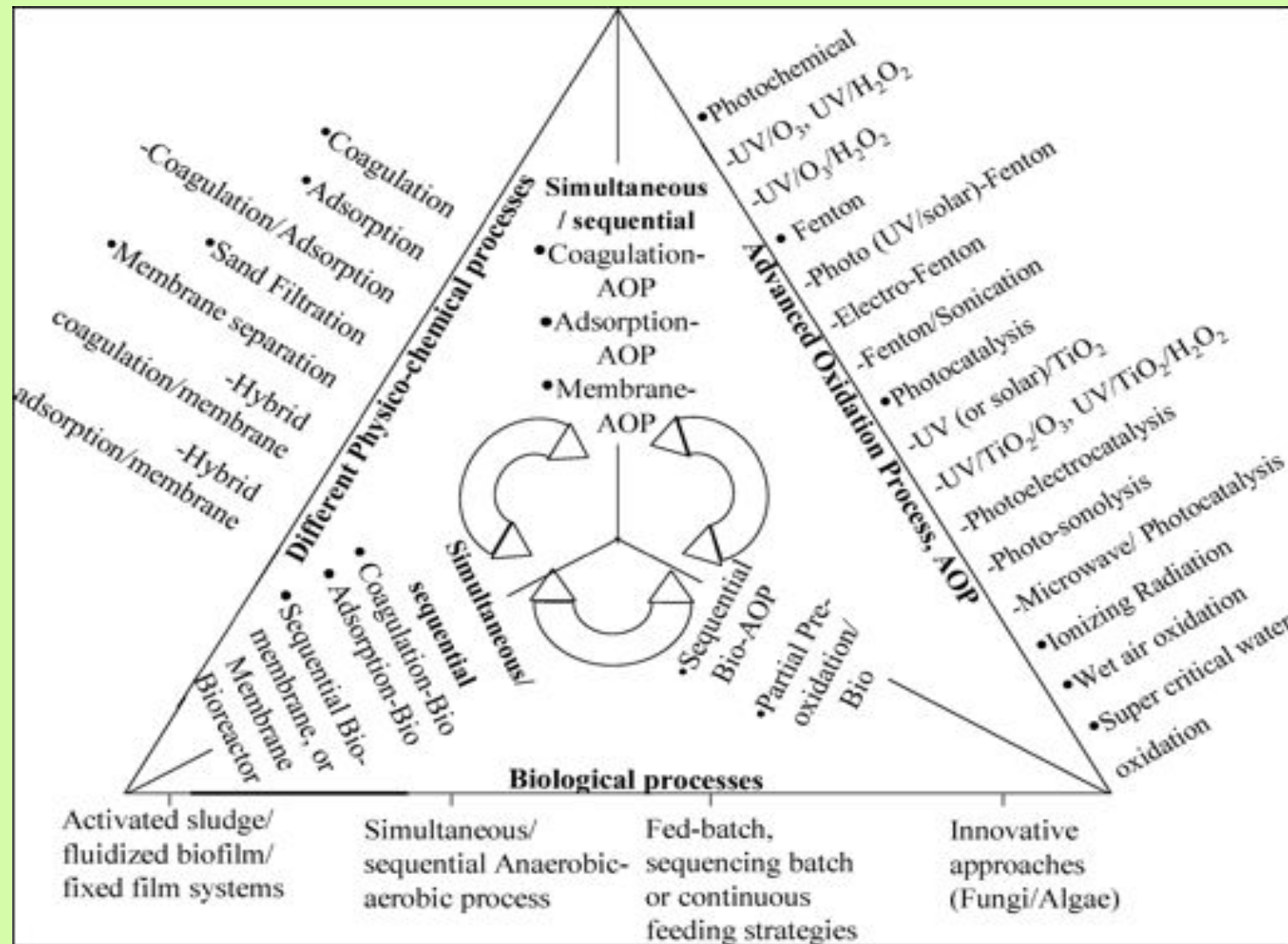


La composizione e di conseguenza la tossicità del refluo dipende dai differenti composti organici, chimici e coloranti utilizzati nei processi di lavorazione industriale dei tessuti.






**Necessità di trattare adeguatamente i reflui delle industrie tessili**

Numerosi trattamenti chimico-fisici e biologici sono stati esplorati  
tuttavia  
ognuna delle alternative presenta alcuni svantaggi che ne limitano l'applicabilità a  
livello industriale



## Trattamenti chimici:

- Ozonazione  **Effluente incolore, basso COD.  
MA breve emivita, costo elevato, scarsa  
efficacia quando presenti coloranti diversi**
- Ipoclorito di sodio  **Efficace, economico.  
MA produzione di composti organici  
clorurati molto tossici**
- Metodo fotochimico  **Degradazione coloranti a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, no  
produzione fanghi e riduzione odori  
sgradevoli.  
MA applicabile solo a reflui poco colorati**

In generale, quindi, i trattamenti chimici più tradizionali sono costosi e, benché i coloranti siano rimossi, l'accumulo di fanghi concentrati crea problemi di stoccaggio. Non trascurabile è poi la possibilità che si manifesti un inquinamento secondario a causa dell'eccessivo utilizzo di composti chimici.

## Trattamenti fisici:

- Filtrazione con membrana



**Concentrazione e separazione dei coloranti.  
MA applicabile a reflui poco concentrati a  
causa dell'ostruzione della membrana.**

- Scambio ionico



**Rimozione dei coloranti solubili e  
recupero del solvente.  
MA costo elevato, non efficace per  
coloranti dispersi.**

## Nuovi approcci:

Materiali assorbenti "low-cost"



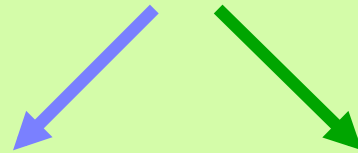
- è abbondante in natura
- è un sottoprodotto o scarto di un processo industriale
- necessita di pochi pretrattamenti prima del suo impiego

Tra questi materiali si distinguono **materiali argillosi** (bentonite, caolinite), **materiali silicei**, **zeoliti**, **materiali di scarto agricoli ed industriali** e **bioassorbenti** come chitosani, torba e biomasse di vario tipo.

Tuttavia non è possibile stabilire quale sia il migliore, in quanto ciascuno di essi presenta caratteristiche chimico-fisiche diverse e svantaggi e vantaggi nel trattamento dei reflui.



Il **trattamento biologico**, il "biorisanamento", dei reflui industriali colorati può avvenire tramite due diversi processi:



## **LA BIODEGRADAZIONE**

Rottura dei legami molecolari da parte di organismi vivi, oppure mediante enzimi purificati

Economicamente competitivi; generalmente poco efficaci; richiedono tempi lunghi e condizioni controllate; possono determinare un aumento della tossicità

## **IL BIOASSORBIMENTO**

Rimozione di composti tossici da parte di biomasse vive o inattivate

*Poco chiari i meccanismi che ne stanno alla base: attivi o passivi e/o di interiorizzazione o interazione con la parete*

Valida alternativa, a basso costo e a basso impatto ambientale, ai trattamenti più tradizionali

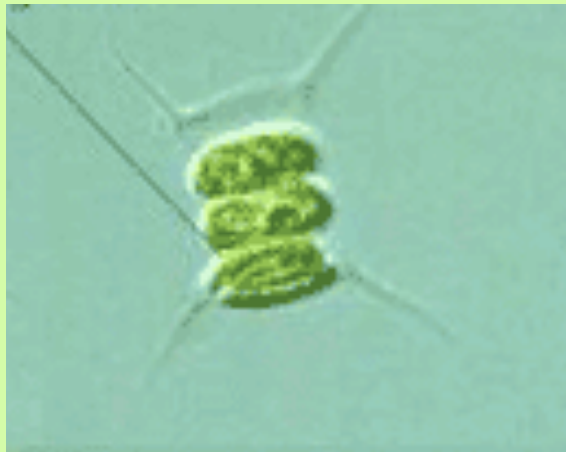
## Il bioassorbimento presenta molti vantaggi:

- alta selettività ed efficienza,
- economico,
- efficace su grandi volumi,
- possibile recupero del colorante rimosso,
- possibile uso di **biomassa inattivata**.



**Gli organismi morti** non sono influenzati dalla tossicità degli scarichi;  
non contaminano l'ambiente con tossine e/o propaguli;  
non richiedono nutrienti;  
possono essere recuperati e riutilizzati per più cicli;  
possono essere sottoposti a **pretrattamenti** chimico-fisici.

Differenti tipi di organismi (piante, alghe, batteri, lieviti e funghi) sono stati testati per il bioassorbimento di coloranti. Essi hanno dimostrato differenti capacità di assorbimento, secondo le loro caratteristiche chimico-fisiche.



Cellulose, emicellulose,  
pectine



Peptidoglicani,  
lipopolisaccaridi



Chitina, chitosani, glucani

**La composizione della parete cellulare determina grandi differenze nel bioassorbimento.**

A microscopic image showing several clusters of fungal hyphae and spores. The hyphae are long, thin, and branching, while the spores are small, round, and clustered at the ends of the hyphae. The background is a light purple color.

## **Tra gli organismi testati nel bioassorbimento i funghi sono i più promettenti:**

Mostrano una varietà di proprietà chimico-fisiche che potrebbero essere sfruttate per legare i coloranti.

Crescono facilmente e producono grandi quantità di biomassa su diverse fonti di nutrienti.

Molti sono ampiamente utilizzati su scala industriale nei processi fermentativi, costituendo potenzialmente una fonte economica di materiale assorbente.

## Scopo del lavoro

1. Verificare l'applicabilità industriale di 3 Zigomiceti recentemente brevettati presso la *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT, Università di Torino, Dipartimento di Biologia Vegetale):



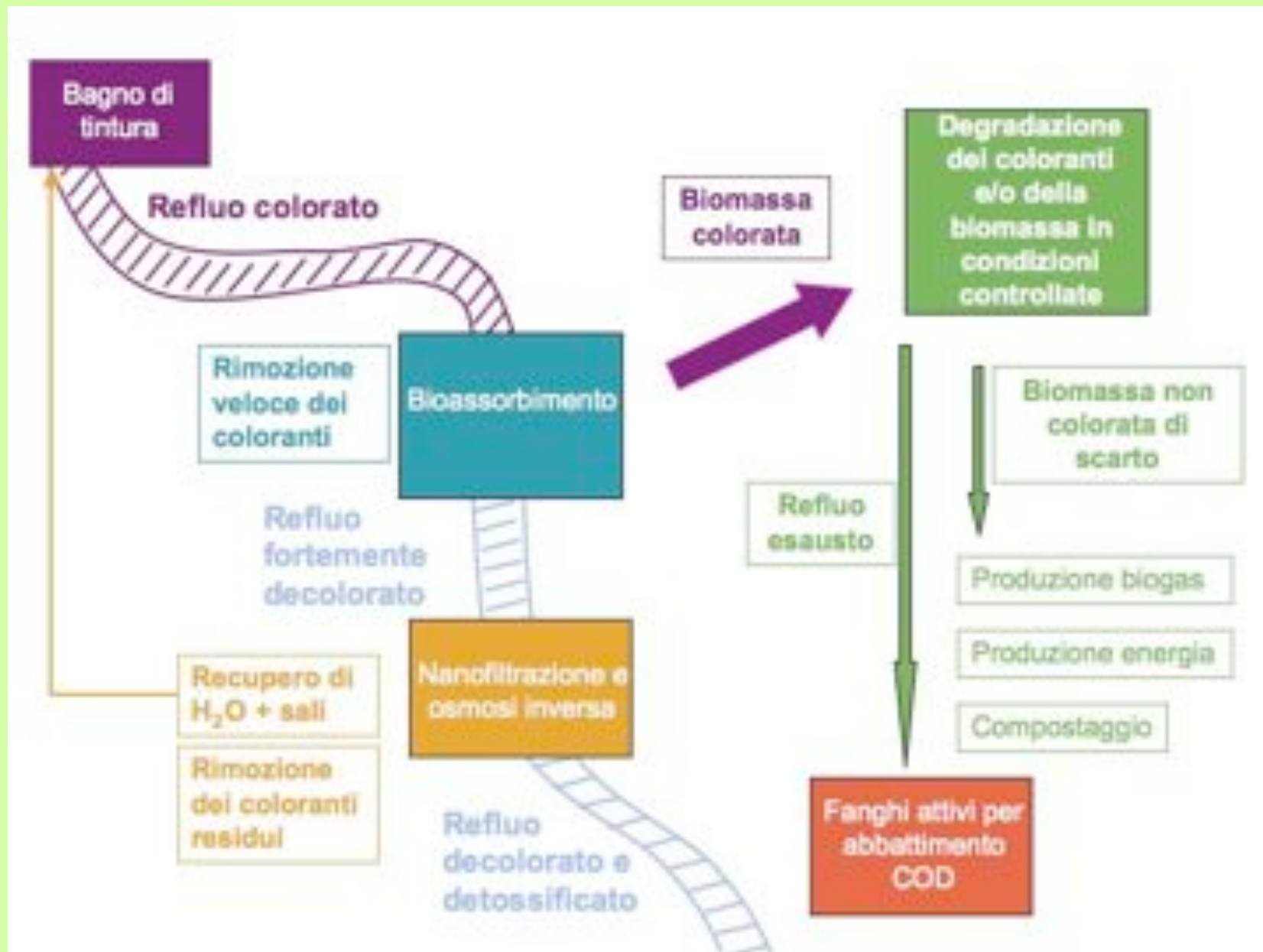
2. Caratterizzare tre reflui modello, simulanti effluenti reali prodotti durante la tintura di cotone e lana, mediante misura del COD e saggi ecotossicologici;
3. Verificare la decolorazione e la riduzione di COD e della tossicità dei reflui modello dopo il trattamento con biomasse fungine;
4. Valutare l'efficacia di pretrattamenti fisici della biomassa fungina;



## Conclusioni

- **Le biomasse dei 3 Zigomiceti brevettati sono efficaci nella rimozione di coloranti di natura differente indipendentemente dalle caratteristiche dei reflui.**
- **Alla decolorazione del refluo corrisponde una reale detossificazione.**
- **Adeguati pretrattamenti possono aumentare le rese delle biomasse fungine.**
- **Il bioassorbimento consiste in un trasferimento di inquinante e quindi dovrebbe essere combinato ad altri trattamenti chimico-fisici o biologici.**

# Conclusioni



# Ringraziamenti

EC FP6 - Integrated Project IP-SME "SOPHIED" "SUSTAINABLE BIOPROCESSED FOR THE EUROPEAN COLOUR INDUSTRIES" (NMP2-CT-2004-505899)

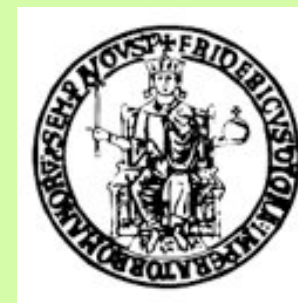


Marcopolo Engineering S.p.a.  
Borgo S. Dalmazzo (CN) Italy



Laboratorio di Grugliasco – ARPA  
Piemonte

Dipartimento di Chimica Organica e Biochimica  
della'Università di Napoli Federico II



*Mycotheca Universitatis  
Taurinensis*

A tutte le persone della MUT

**Grazie per la vostra attenzione!**

