



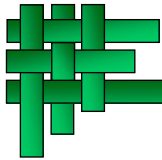
Trattamento di reflui tessili con biomasse fungine

Giovanna Cristina Varese

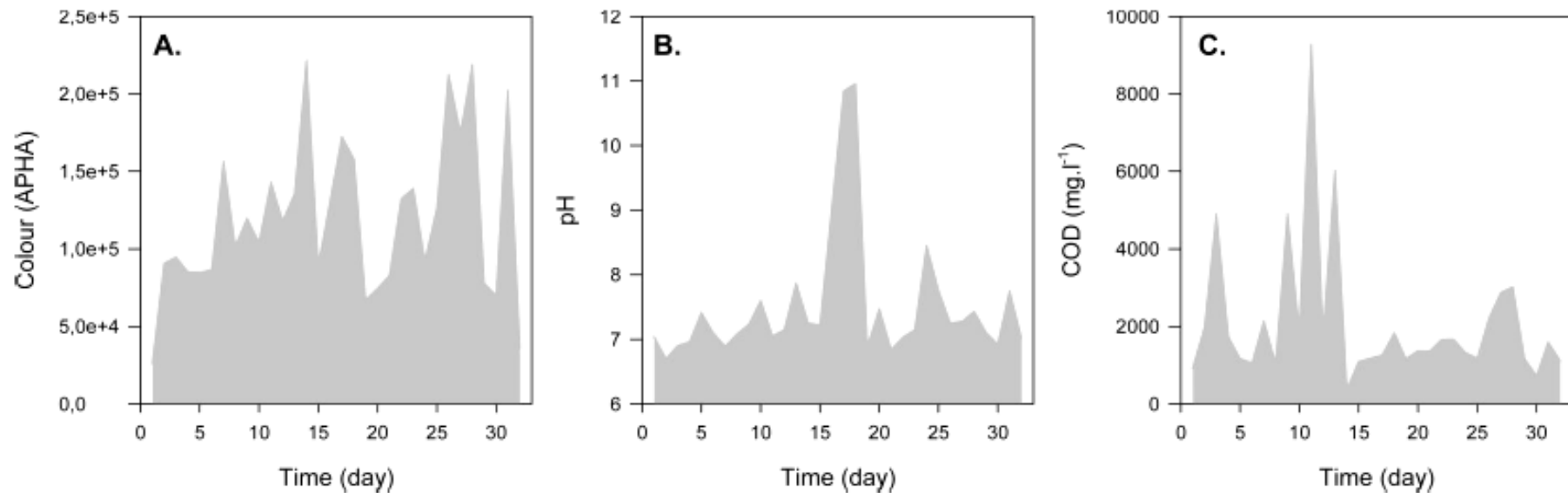
Università degli Studi di Torino



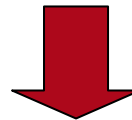
Bergamo, 12 febbraio 2010



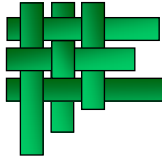
I reflui dell'industria tessile rappresentano un'importante problematica economica ed ambientale.



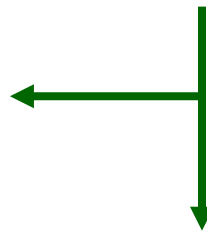
Ampie fluttuazioni di composizione, pH e temperatura.



Difficoltà nell'ottenere un'efficace depurazione.



**10-15% dei coloranti
impiegati in ambito
industriale viene
rilasciato
nell'ambiente
insieme a loro
derivati, sali, metalli,
etc.**



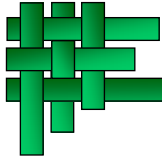
I coloranti riducono la trasparenza dell'acqua e la solubilità dell'ossigeno e sono molecole spesso tossiche, cancerogene o mutagene per diversi organismi e l'uomo.

Limiti di legge imposti in Italia

(D.lgs 152/06):

- **colore** non visibile a diluizioni di 1:20
- **COD** < 160 mg l⁻¹
- **pH** compreso tra 5.5 e 9.5
- **sali** SO₄²⁻ 1000 mg l⁻¹, Cl⁻ 1200 mg l⁻¹
- **tossicità** (test obbligatorio!) <EC50

Notevole attenzione è oggi rivolta allo sviluppo di metodi innovativi che risultino efficaci, economici e di basso impatto ambientale.



L'applicazione di un singolo trattamento sembra poco realistica.
Si cerca, nel **sinergismo tra diversi processi**, un'opzione attuabile dal punto di vista **tecnico ed economico**.

II BIOASSORBIMENTO SEMBRA ESSERE UNA VALIDA TECNOLOGIA DI SUPPORTO

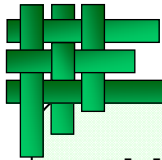
QuickTime® e un
decompressore TIFF (Non compresso)
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

QuickTime® e un
decompressore TIFF (Non compresso)
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

QuickTime® e un
decompressore TIFF (Non compresso)
sono necessari per visualizzare quest'immagine.

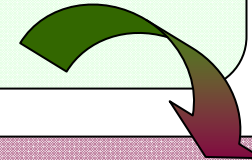
PORCINI NEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE?





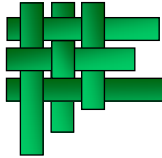
Il bioassorbimento presenta numerosi vantaggi:

- elevata efficienza
- costi contenuti
- buone rese di rimozione anche da grandi volumi di refluo
- possibilità di recuperare gli ioni metallici e coloranti assorbiti
- possibilità di impiegare **biomasse inattivate**



L'utilizzo di biomasse inattivate nel trattamento di reflui industriali è particolarmente **vantaggioso** perché:

- non risentono della tossicità del refluo;
- non è necessario fornire nutrienti;
- indifferenti alle condizioni operative;
- possono essere rigenerate e quindi riutilizzate per vari cicli;
- possono essere conservate a temperatura ambiente per lunghi periodi;
- non vi è il rischio che rilascino nell'ambiente tossine o propaguli riproduttivi.

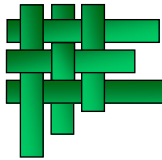


Gli studi condotti sino ad oggi hanno riguardato la caratterizzazione del processo con soluzioni semplici (singolo colorante) a basse concentrazioni.



Condizione non predittiva dell'applicazione alla realtà industriale.

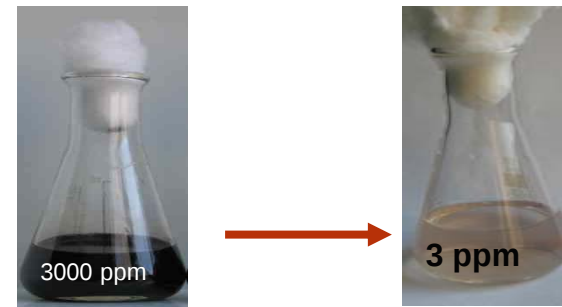
Progetto BIOTEX fondamentale per valutare la reale efficacia e applicabilità del bioassorbimento per il trattamento dei reflui industriali.



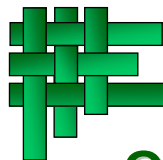
Negli ultimi anni, presso la *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT), è stato selezionato e brevettato il fungo per la sua efficacia nel bioassorbimento di coloranti tessili e metalli pesanti.



Cunninghamella elegans



Nell'ambito del **progetto BIOTEX** si è cercato di ottimizzare il processo di bioassorbimento in termini di **costi** e **rese**, valutando percentuale di **decolorazione**, diminuzione di **sali**, **tensioattivi**, **COD** e **tossicità** di bagni di tintura esausti e reflui reali.



Ottimizzazione della biomassa

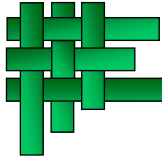
1. *Cunninghamella elegans* è stato coltivata su 10 terreni colturali diversi.



2. La biomassa è stata raccolta, sciacquata, frullata ed inattivata.



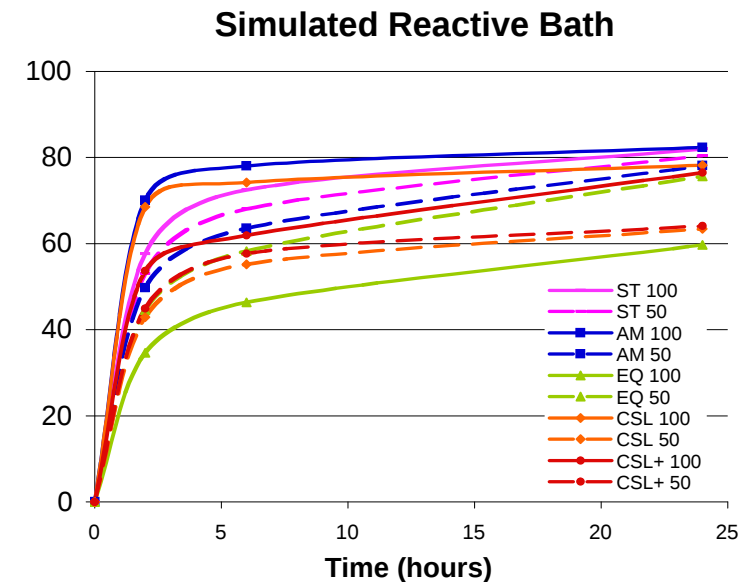
3. La biomassa è stata sottoposta a pretrattamenti chimici (NaOH e HCl) e fisici (essiccamento e liofilizzazione).



Il terreno colturale influenza la composizione della parete cellulare e, quindi, le rese di decolorazione.

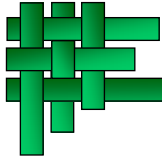


I terreni colturali più economici hanno mostrato le rese di decolorazione maggiori.



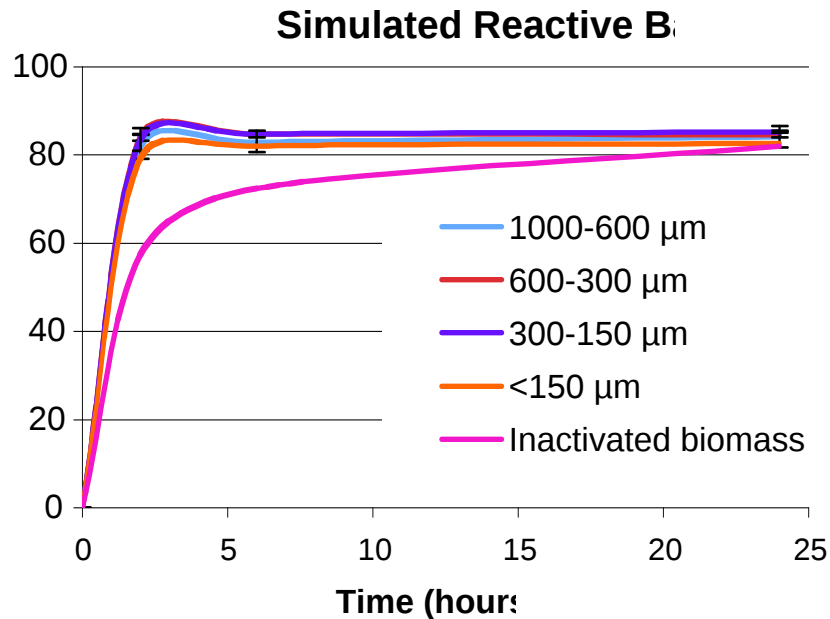
I pre-trattamenti chimici modificano l'affinità della biomassa per differenti coloranti, influenzando la rapidità del processo di bioassorbimento.

Tuttavia questo miglioramento non giustifica l'uso di reagenti chimici con il conseguente aumento di prezzi e impatto ambientale.

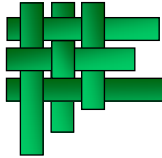


La liofilizzazione rende la **biomassa** più **stabile**, **robusta** e **facile da conservare...**

...rende il processo di **assorbimento** più **rapido**, indipendentemente dalle dimensioni delle particelle di biomassa.



**Biomassa ottimale:
pre-coltivata su amido,
inattivata e liofilizzata.**



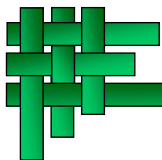
Prove di bioassorbimento

Biomassa pre-coltivata su amido, inattivata e liofilizzata di *C. elegans* a contatto con 500 ml refluo; incubazione a 30 °C at 130 rpm.

- percentuale di decolorazione (DP);
- riduzione dei sali (SO_4^{2-} , Na^+ , Cl^-);
- riduzione del COD;
- riduzione dei tensioattivi ionici e non ionici;
- riduzione della tossicità (**ARPA PIEMONTE**).

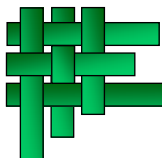


CENTRO COT



Trattamento di reflui tessili con biomasse fungine

Reflui	Acronimo	Coloranti	Concentrazione stimata	Sali	pH	Ausiliari
Bagno esausto reale acido per poliammide	RAP	Mix di 3 coloranti	433 mg l ⁻¹	-	6,5	Tensioattivi, acido debole, fissatori
Bagno esausto reale disperso per poliestere	RDP	1 colorante	658 mg l ⁻¹	-	9,2	Disperdenti, acido debole, base forte
Bagno esausto reale al tino per cotone	RTC	Mix di 2 coloranti	1424 mg l ⁻¹	-	13,0	Base forte, acido debole, glucosio
Bagno esausto reale reattivo per cotone	RRC1	Mix di 3 coloranti	542 mg l ⁻¹	77 g l ⁻¹	11,8	Acido debole, base forte
Bagno esausto reale reattivo per cotone	RRC2	1 colorante	343 mg l ⁻¹	90 g l ⁻¹	11,9	Sequestrante Ca e Mg, lubrificante, base forte, acido debole
Bagno esausto reale reattivo per cotone (Vasca di tintura)	RRC3	Mix di 3 coloranti	43 mg l ⁻¹	200 g l ⁻¹	10,3	Carbonato di sodio
Bagno esausto reale reattivo per cotone (Lavaggio con acqua fredda)	RRC4	Mix di 3 coloranti	34 mg l ⁻¹	200 g l ⁻¹	10,0	-
Bagno esausto reale reattivo per cotone (Neutralizzazione e lavaggio a 40°C)	RRC5	Mix di 3 coloranti	98 mg l ⁻¹	200 g l ⁻¹	5,9	Acido acetico
Bagno esausto reale reattivo per cotone (Saponatura bollente)	RRC6	Mix di 3 coloranti	60 mg l ⁻¹	200 g l ⁻¹	7,8	Tensioattivi



WW	Decolourisation percentage (avarange $\pm$ st. dev.)			
	1 hour	2 hours	6 hours	24 hours
RAP	82.6 $\pm$ 0.4	84.4 $\pm$ 0.2	85.4 $\pm$ 0.3	88.7 $\pm$ 0.1*
RDP	30.2 $\pm$ 6.3	30.1 $\pm$ 3.8	24.8 $\pm$ 1.1	26.7 $\pm$ 2.0
RTC	27.5 $\pm$ 2.1	29.6 $\pm$ 2.5	20.0 $\pm$ 5.1	23.2 $\pm$ 0.4*
RRC1	48.0 $\pm$ 2.4	54.4 $\pm$ 1.3	60.4 $\pm$ 8.5	66.0 $\pm$ 0.6*
RRC2	42.3 $\pm$ 1.7	44.3 $\pm$ 1.6	45.4 $\pm$ 2.1	28.3 $\pm$ 1.7*
RRC3	75.8 $\pm$ 2.1	79.2 $\pm$ 0.6	78.2 $\pm$ 2.3	88.0 $\pm$ 0.7*
RRC4	76.4 $\pm$ 4.3	80.2 $\pm$ 6.6	84.6 $\pm$ 2.5	90.7 $\pm$ 2.4*
RRC5	94.1 $\pm$ 0.4	94.6 $\pm$ 0.5	94.5 $\pm$ 0.2	98.0 $\pm$ 0.3*
RRC6	93.2 $\pm$ 0.6	92.3 $\pm$ 1.9	94.7 $\pm$ 0.2	95.5 $\pm$ 0.8*

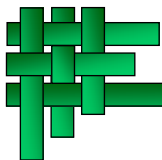


prima

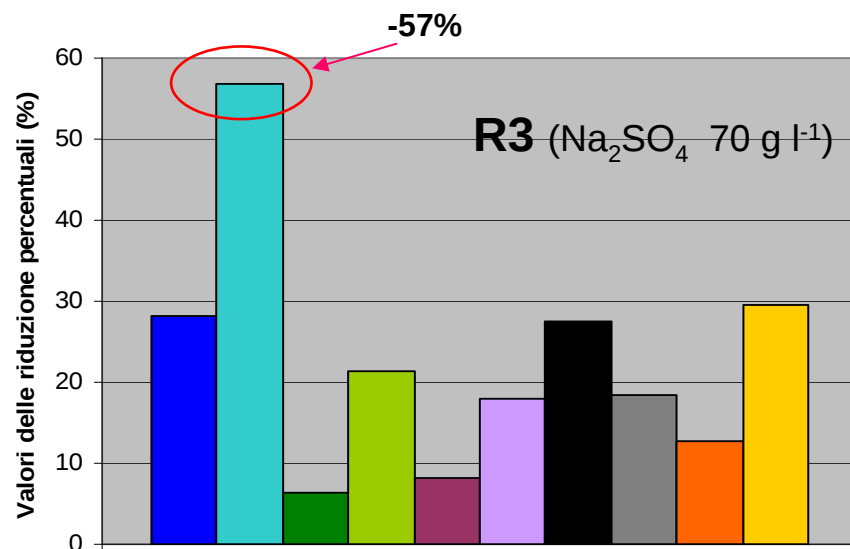
dopo

Trattamento molto efficace, tranne che per i coloranti dispersi e al tino.

La maggior parte della decolorazione è stata ottenuta entro 1 ora.



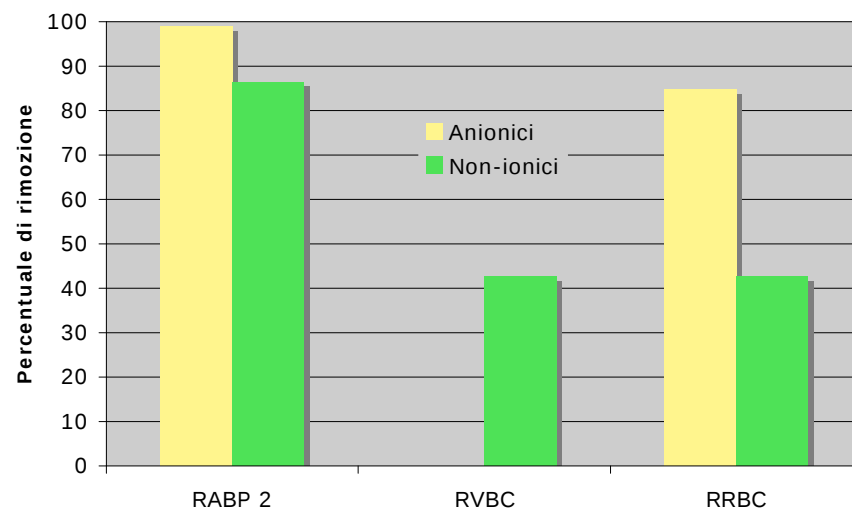
Decrementi percentuali di SO_4^{2-} nel refluo R3

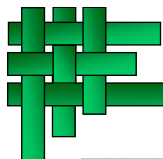


Tensioattivi: il trattamento con la biomassa ha determinato un **significativa riduzione sia dei non ionici sia degli anionici.**

Sali: il trattamento con la biomassa ha determinato un **significativa riduzione di Cl^- e SO_4^{2-}**

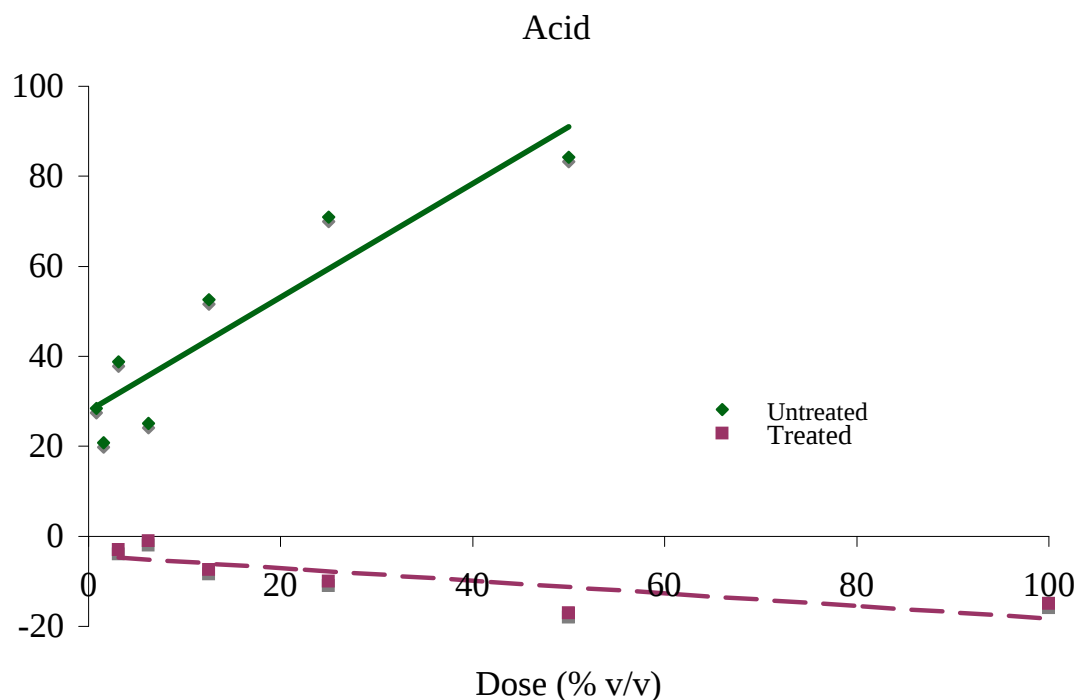
Tensioattivi

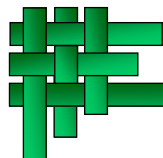




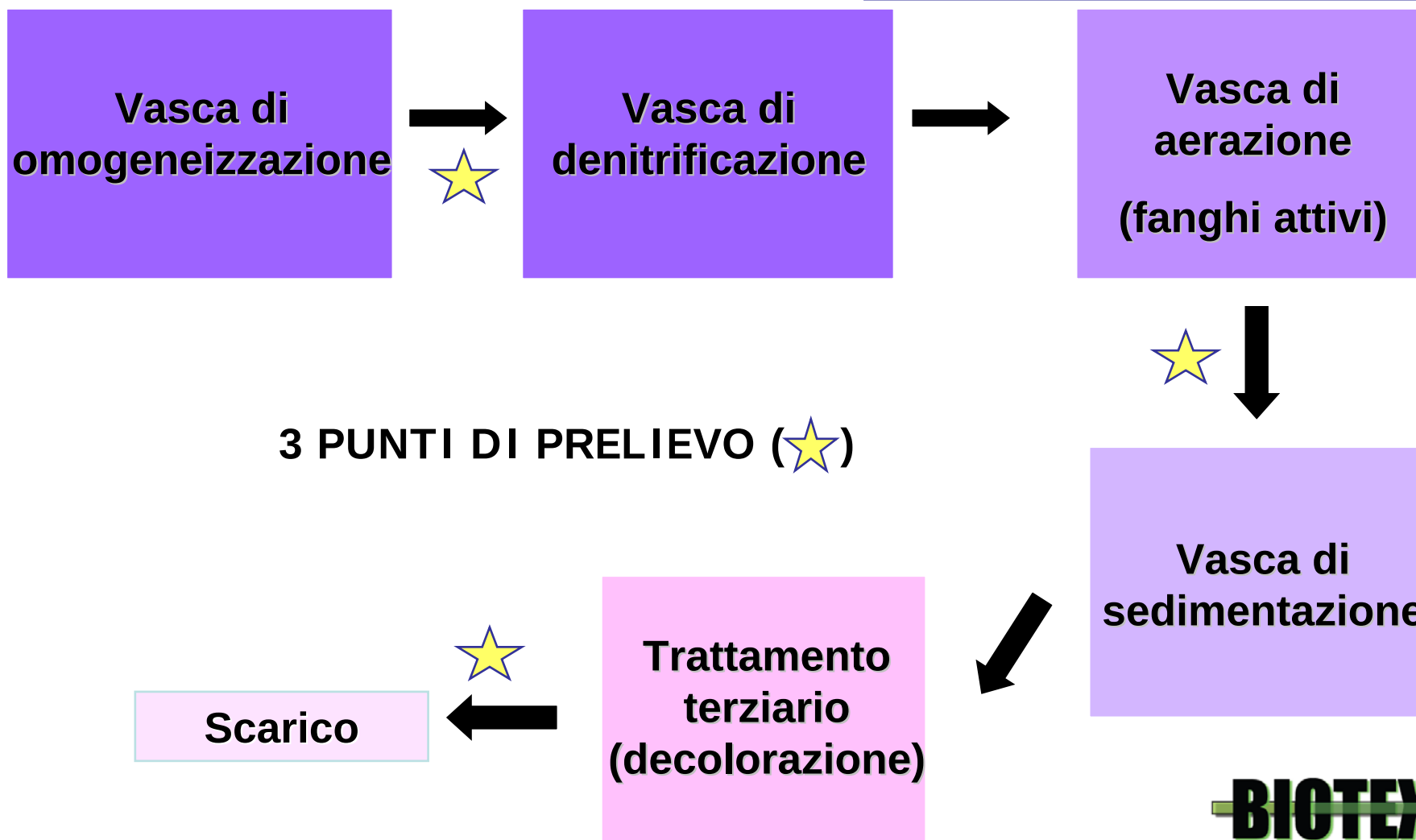
ECOTOSSICITA': *Pseudokirchneriella subcapitata* si è dimostrata **l'organismo più sensibile** ai bagni di tintura simulati ed è stata utilizzata per **valutare la variazione di tossicità dopo il trattamento di bioassorbimento**.

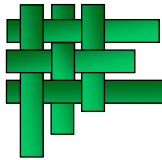
Si è sempre osservata una **diminuzione della tossicità**, spesso si sono ottenuti valori **al di sotto dei limiti di legge (EC50)**.



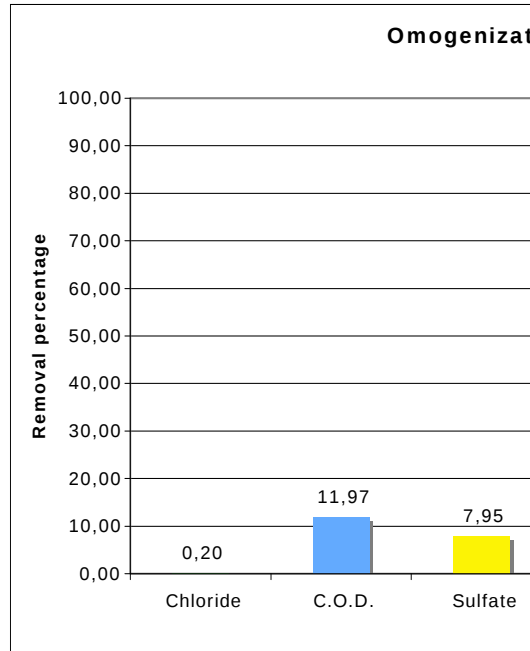
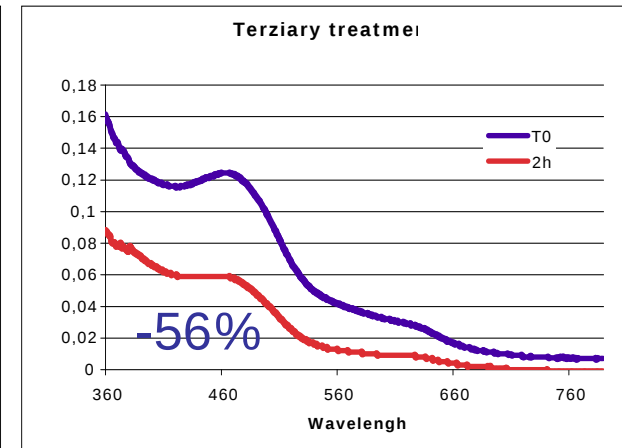
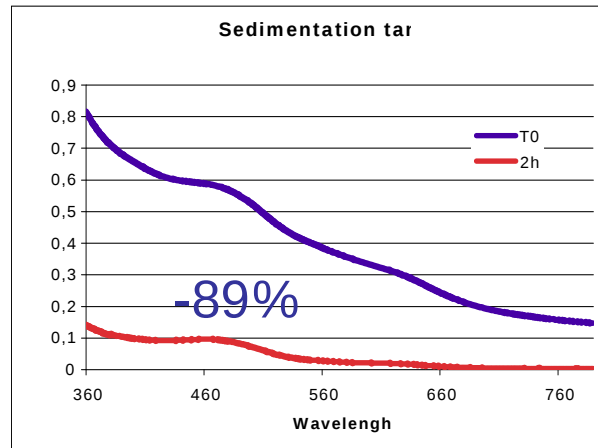
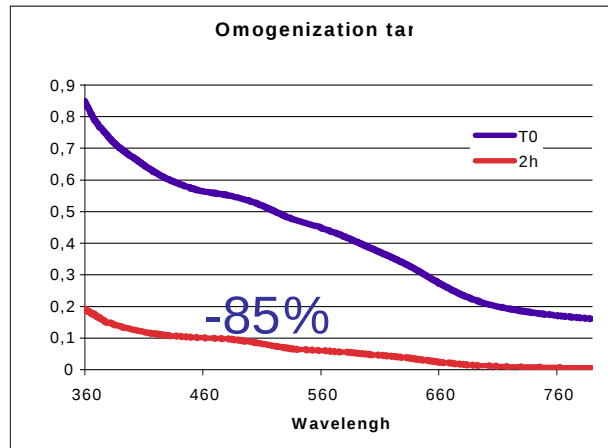


Reflui reali - Impianti di depurazione





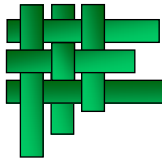
Elevata decolorazione dei reflui dopo 2 ore di trattamento



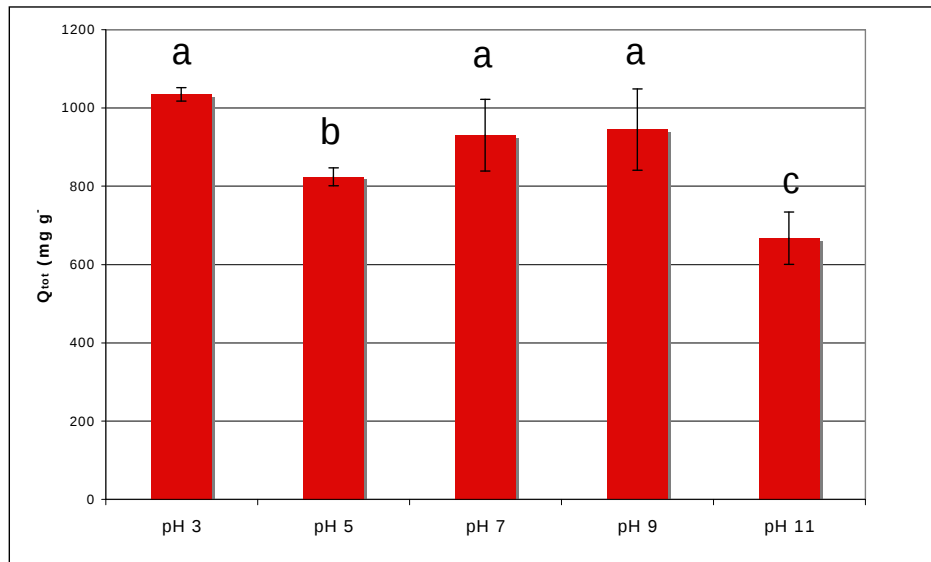
Prima

Dopo

Decremento di
importanti parametri
chimici



La biomassa di *C. elegans* è risultata molto versatile in un ampio intervallo di pH (3 - 11) e temperatura (25 - 60°C)

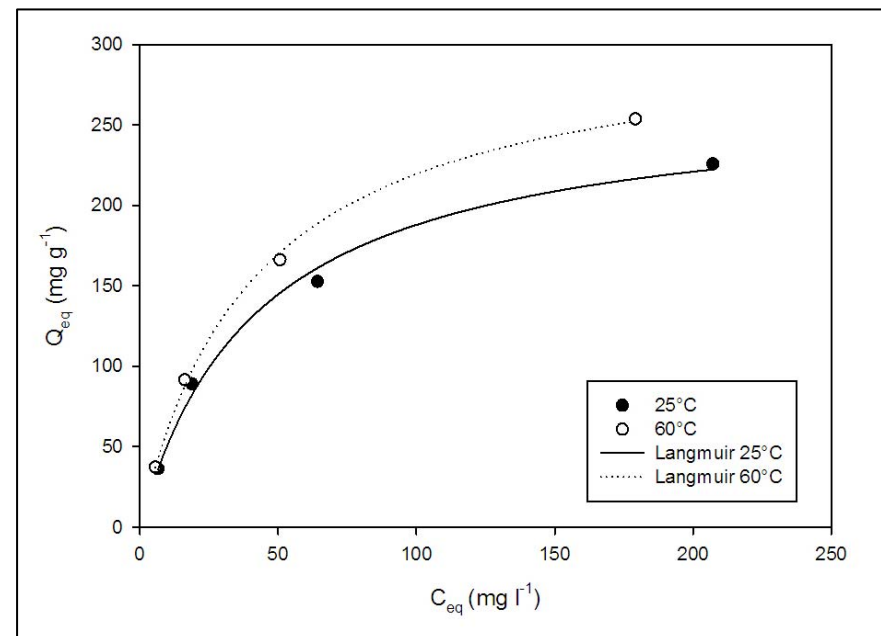


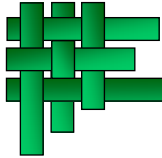
Capacità di assorbimento elevate (>600 mg g⁻¹) sono state ottenute tra pH3 e pH11



pH non è un fattore limitante per la biomassa di *C. elegans*

Migliori risultati sono stati ottenuti a 60°C che a 25°C nei confronti di un refluo acido reale





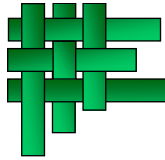
Conclusioni

La biomassa di *C. elegans* è risultata estremamente efficace nella rimozione di coloranti, sali e tensioattivi da differenti bagni di tintura e reflui reali, indipendentemente dalla loro composizione.

Il processo di bioassorbimento corrisponde ad una reale detossificazione e si accompagna ad una significativa diminuzione del COD.

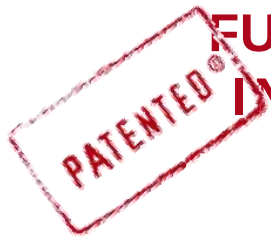
La grande versatilità rende la biomassa di *C. elegans* un promettente materiale bioassorbente innovativo per differenti applicazioni biotecnologiche.

Il bioassorbimento è un processo rapido che può essere abbinato ad altre tecniche chimico-fisiche e biologiche per ottenere la completa rimozione degli inquinanti ed il recupero dell'acqua.



L'elevato **potenziale applicativo** della biomassa di *C. elegans* ha portato:

1) al deposito in data 10 febbraio 2010 di un **BREVETTO EUROPEO**:



**FUNGAL BIOMASS PREPARATION FOR THE TREATMENT OF
INDUSTRIAL WASTEWATERS CONTAINING POLLUTANTS.
EP10153195.2**

Autori: Tigini V., Prigione V., Donelli I., Freddi G., Bertolotto A. and Varese G.C.
Titolare: PAN.ECO S.p.A. (Luxemburg)

2) a ottenere il **finanziamento di un impianto pilota** da parte della Regione Lombardia, nell'ambito del bando "Progetti e interventi innovativi sulle tematiche sicurezza sul lavoro ed energia e ambiente.