



APPLICAZIONE DEGLI ENZIMI NELLA TINTURA DELLA LANA

R. Mossotti, R. Innocenti

CNR-ISMAL, Sede di Biella

F. Ferrero, M. Periolatto, M. Zerbola

Politecnico di Torino

“Finissaggi su capi in maglia per migliorare le prestazioni estetiche e funzionali” Carpi (Mo), 12 marzo 2007

OBIETTIVI DELLO STUDIO

- *Riduzione della temperatura necessaria a sviluppare la tintura, limitando il calo delle prestazioni meccaniche del filato*
- *Risparmio energetico durante il processo di tintura*
- *Riduzione dell'utilizzo di coloranti ed ausiliari di tintura*

Investigati:

- *Studio dell'esaurimento del colorante nel bagno di tintura a diverse temperature*
- *Valutazione della variazione delle proprietà meccaniche del filato tinto a diverse temperature*
- *Messa a punto del processo su scala di laboratorio*

PROBLEMI NELLA TINTURA DELLA LANA

CUTICOLA

- *Effetto barriera alla diffusione di molecole di colorante*

- *Deviazione dalla legge di Fick*

BUONA TINTURA

- *Elevato esaurimento del colorante nel bagno di tintura*

- *Adeguata penetrazione del colorante all'interno della fibra*

- *Buona solidità e resa colore uniforme*

Risolvibili

Soluzione classica

- *Temperature prossime a 100°C in ambiente acido per tempi prolungati*



Danneggiamento della struttura della fibra per idrolisi dei legami peptidici

Soluzione innovativa

- *Pretrattamento enzimatico della lana con proteasi*



Temperature di tintura minori per tempi più brevi

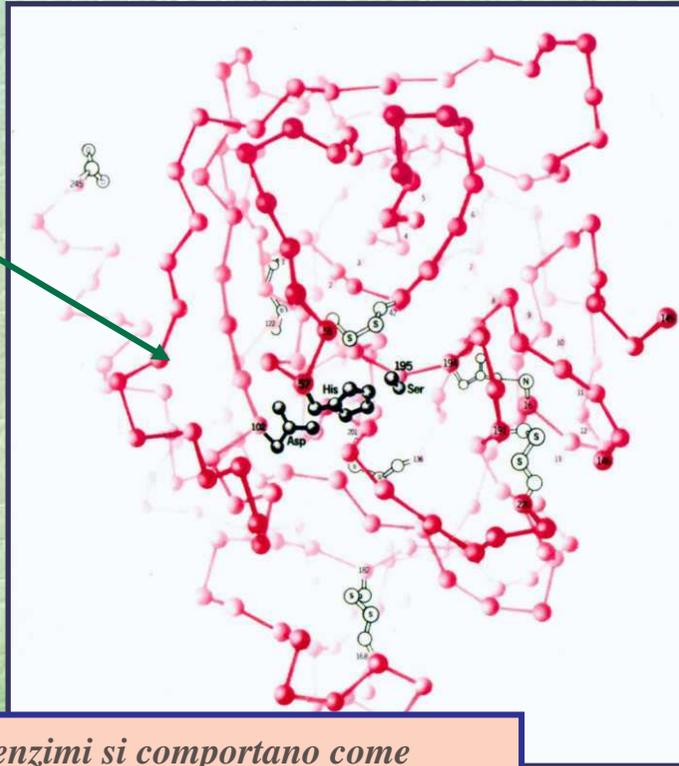


- Risparmio energetico
- Minor danneggiamento fibra

ENZIMI

→ *molecole di proteine globulari le cui proprietà risiedono nella struttura tridimensionale delle loro catene polipeptidiche*

Sito catalitico



Sono presenti in tutte le cellule viventi, dove svolgono funzioni vitali, come nei processi metabolici di catabolismo, anabolismo, crescita e riproduzione cellulare, trasformazione e conservazione di energia

→ *Gli enzimi si comportano come catalizzatori, abbassando la quantità di energia richiesta per far sì che una determinata reazione avvenga.*

imotripsina

CLASSI DI ENZIMI

Gruppo	Classe di enzima	Funzione	Esempi
1	Ossidoreduttasi	Catalizzano il trasferimento di atomi di ossigeno o di elettroni tra substrati	Alcol-deidrogenasi, Ossidasi, Laccasi
2	Transferasi	Catal. il trasferimento di gruppi chimici tra substrati	Transferasi (chinasi)
3	Idrolasi	Catal. reazioni di idrolisi	Cellulasi, Peptidasi , Lipasifosfatasi
4	Liasi	Catal. la rottura della molecola di substrato per meccanismi diversi dall'idrolisi	Deidratasi, Desulfidasi
5	Isomerasi	Catal. le reazioni di isomerizzazione	Glucosiofosfatoisomerasi
6	Ligasi	Catal. la formazione di un legame covalente e la rottura di un nucleoside trifosfato	Amino-acid-tRNA-ligasi ⁸

GLI ENZIMI NELL'INDUSTRIA TESSILE

ENZIMI	FIBRE	APPLICAZIONI
Amilasi Cellulasi Pectinasi	Cotone Lino Rayon Tencell	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sbozzimatura ✓ Purga cotone grezzo ✓ Finissaggio (ammorbidente, bruciapelo) ✓ Stone-washing capi Denim
Lipasi	Cotone Fibre sintetiche (PET)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Supporto a sbozzimatura e purga ✓ Trattamento superficiale PET
Proteasi	Lana Seta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sgommatatura seta ✓ Antifeltrante lana ✓ Detergenza
Catalasi Laccasi Perossidasi Fenolossidasi	Varie	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Decomposizione H₂O₂ (sbianca) ✓ Ossidazione indigo, coloranti reattivi ✓ Funzionalizzazione superficiale ✓ Trattamento reflui (decolorazione)
Transglutaminasi	Lana	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cross-linking

ASPETTI POSITIVI

- **Gli enzimi agiscono in condizioni blande di pH, temperatura, e a pressione atmosferica**
- **Agiscono sul substrato in modo specifico e selettivo**
- **Migliorano le caratteristiche e le prestazioni dei tessuti**
- **Gli enzimi sono biodegradabili**
- **Gli enzimi possono sostituire sostanze chimiche pericolose per la salute e per l'ambiente**
- **Gli enzimi consentono di ridurre i costi per sostanze chimiche, energia, acqua (possibilità di recupero e riciclo) , trattamento dei reflui**
- **I processi enzimatici sono ecocompatibili (Best Available Technologies)**
- **Non richiedono investimenti in nuovi impianti**

AZIONE DELL'ENZIMA

Caratteristiche della reazione dell'Enzima con un Substrato Tessile



- **Sistema bifasico**: il substrato, il catalizzatore e il prodotto sono presenti in **fasi diverse**
- il **S tessile** è **eterogeneo** e presente in eccesso
- **il contatto fisico tra E e S** per formare il complesso E-S è favorito dalla soluzione "bagnante-tampone" che non deve denaturare ed inattivare l'enzima
- Le condizioni chimico-fisiche di **pH** e **T** sono spesso dettate dal processo
- **gli enzimi** usati sono caratterizzati da due fattori:
- **la natura della reazione catalizzata**
- **l'attività catalitica dell'enzima**

PROCESSO DI TINTURA

Pretrattamento lana

con soluzione 1g/l tensioattivo, 10ml/l NH_3 , a T_{amb} , per 10min, seguito da sciacqui ripetuti

Tintura

- enzima: 0÷2.5g/l (concentrazione ottimale 1g/l)
- pH: 6.5 per l'azione dell'enzima, 4 per la tintura
- colorante: 1% o.f.w.
- Rapporto Bagno: 1:50 ÷ 1:80
- Temperature di tintura indagate: 98°C, 85°C, 75°C, 65°C



SUBSTRATI ED ENZIMI INDAGATI

- **Filato** in pura lana, finezza media 21.06 μ , titolo 48tex, greggio
- **Tessuto** in pura lana, a maglia, di peso 1g/cm²

Proteasi	Origine	pH	Temp [°C]	Attività
EP1001	Bacillus Subtilis	8-8.5	50-55	n.d
Alcalase 2.5 DX L	Bacillus Licheniformis	6-12	50-60	2.5AU/g
Alcalase 3T	Subtilisina	6-12	50-60	3AU/g
P3111	Bacillus	8-8.5	40-50	16U/g
Multifect Neutral	Bacillus Amyoliquefaciens	6-8	40-60	1600 AU/g

COLORANTI UTILIZZATI

**BLU TELON ACIDO 80
100%**



*Troppo affine alla lana,
non evidenzia l'azione
dell'enzima*

Colorante acido monosolfonato

Picco di assorbimento max UV-Vis 610 nm

TURCHESE TELON 85%



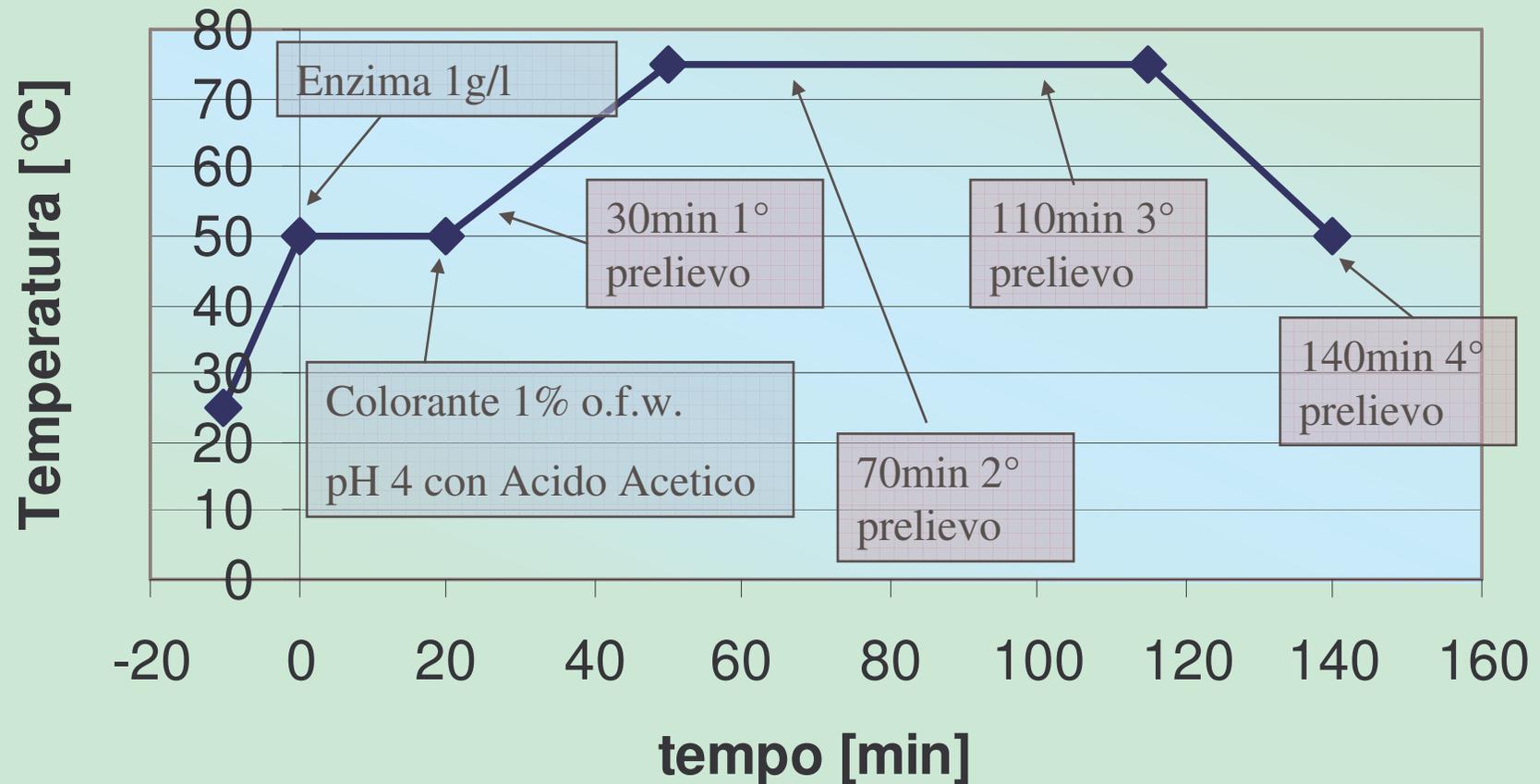
*Poco affine alla lana, dà
bassi valori di solidità ma
evidenzia bene l'azione
dell'enzima*

Colorante acido disolfonato

Picco di assorbimento max UV-Vis 617 nm

PROCESSO DI TINTURA

PROGRAMMATA TEMP. 75 °C CON ENZIMA



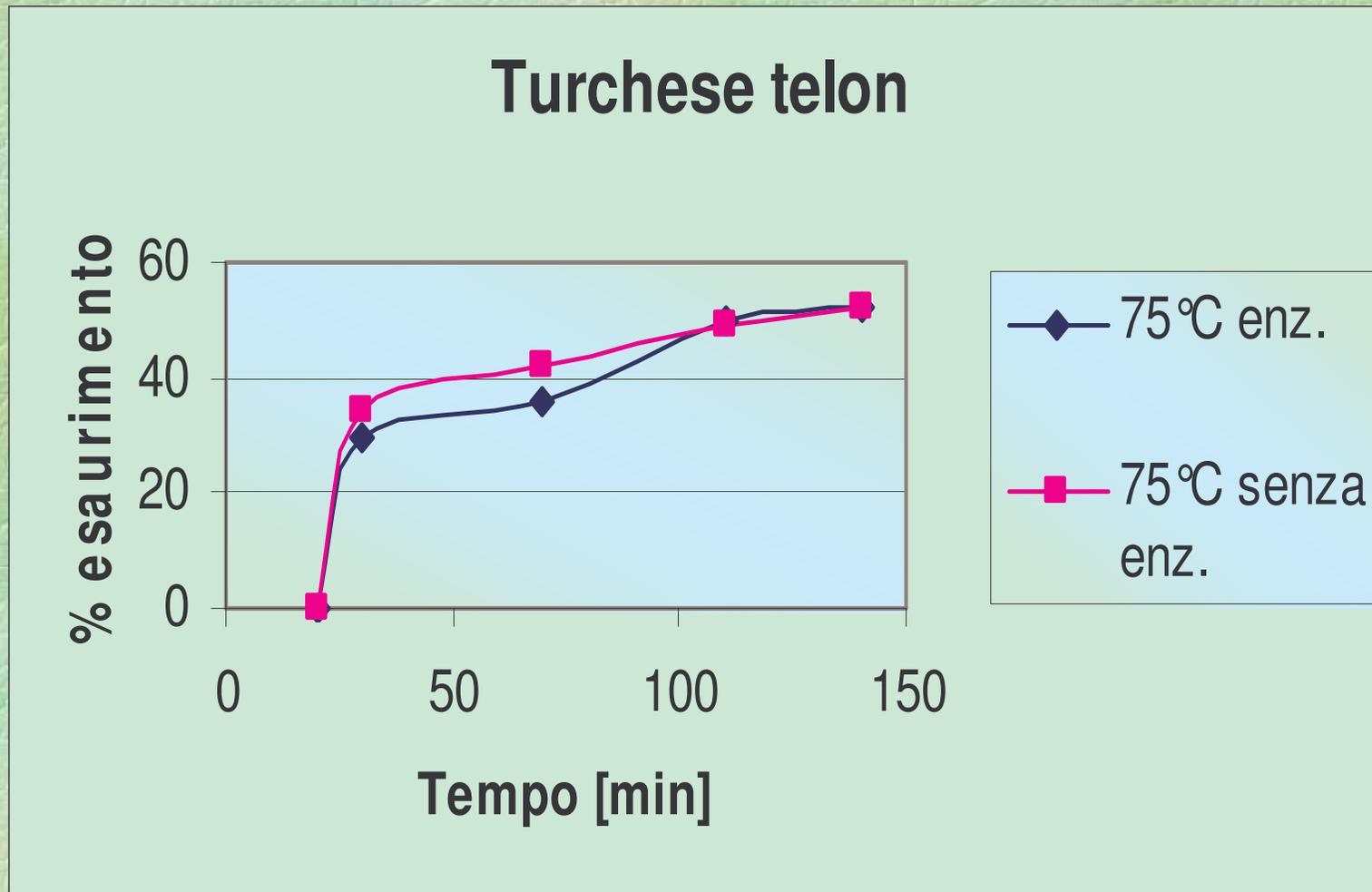
VALUTAZIONE ESAURIMENTO COLORANTE NEL BAGNO

- *Con Ahiba Turbocolor: prelievi di monitoraggio*
- *Prove con bagno agitato e termostato: 4 provette identiche trattate in parallelo ed estratte in corrispondenza dei tempi di monitoraggio*
- *Analisi spettrofotometrica dei liquidi di tintura recuperati*



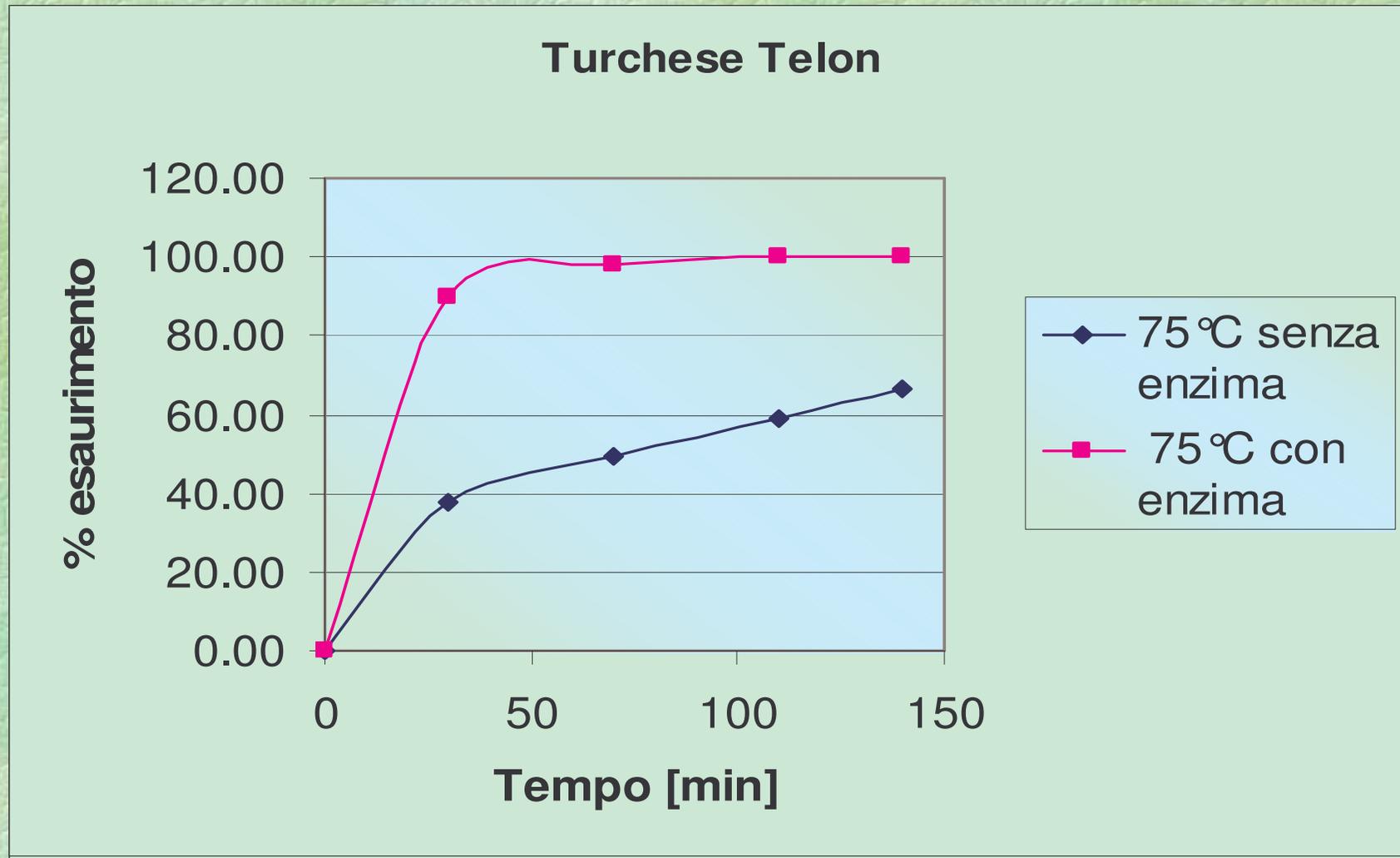
CURVE DI ESAURIMENTO

- Enzima ALCALASE 2.5 DX L (TESSUTO)



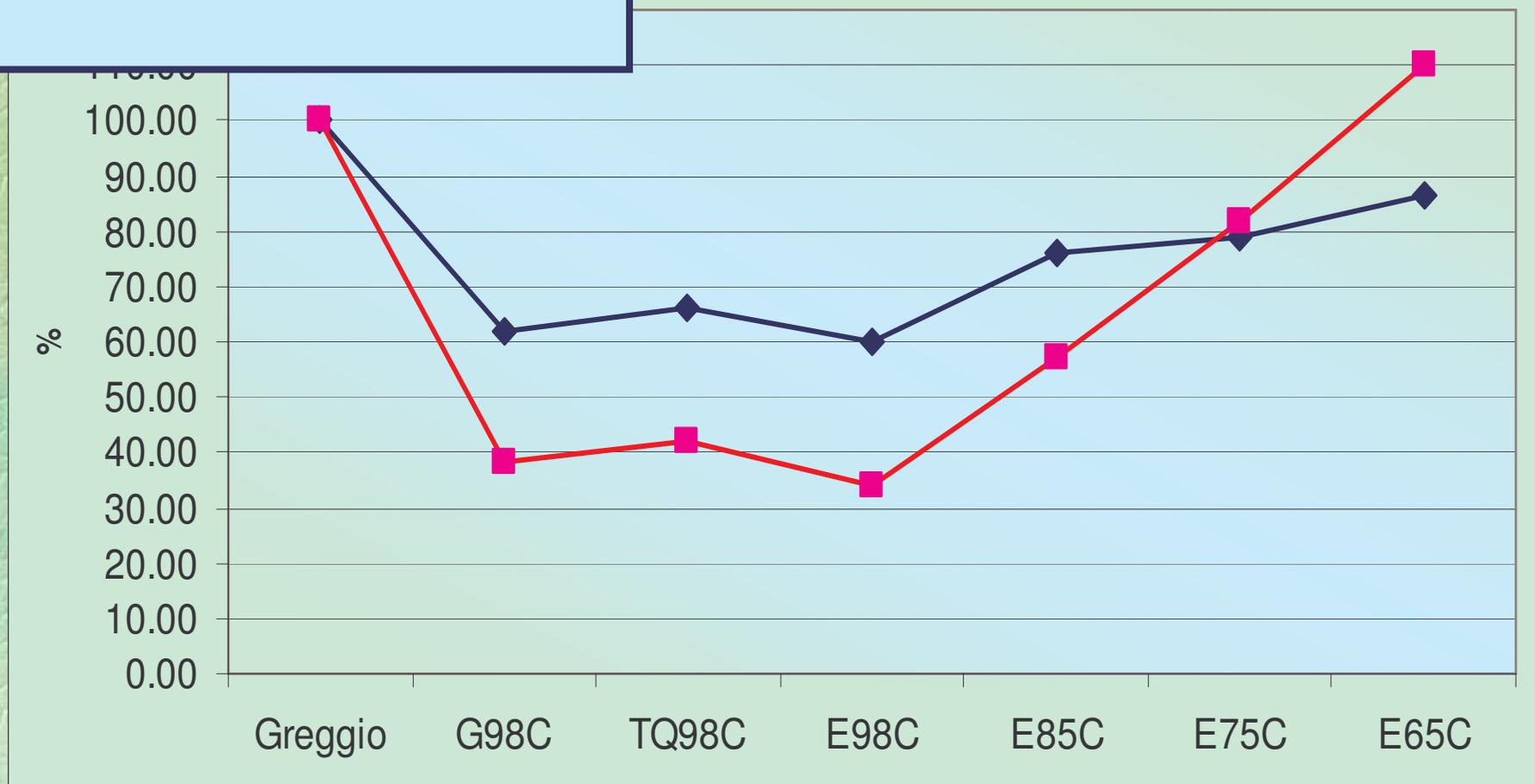
CURVE DI ESAURIMENTO

- Enzima MULTIFECT NEUTRAL (FILATO)

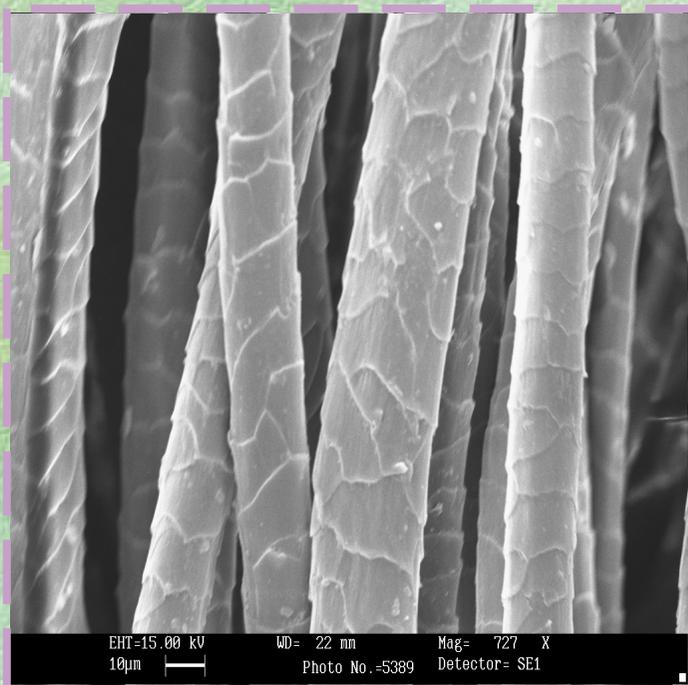


prestazioni meccaniche

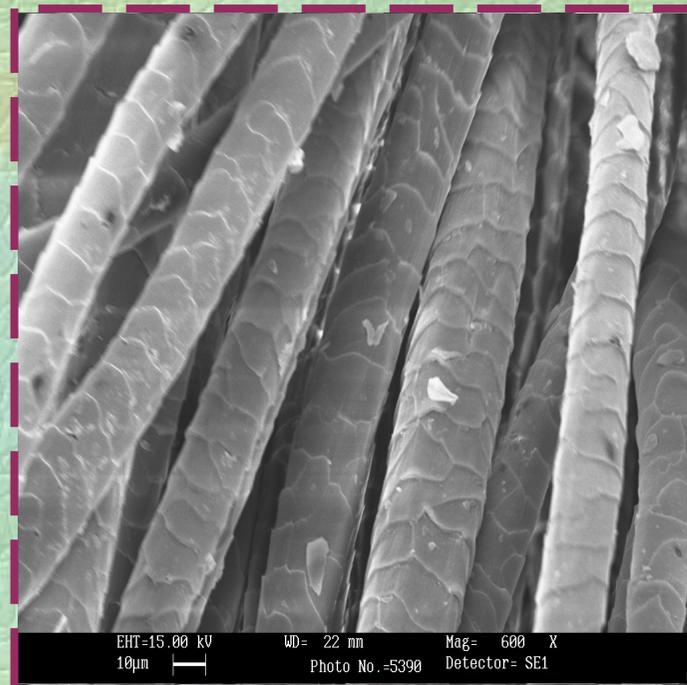
- G98C: greggio tinto a 98°C
- TQ98: prett. tinto a 98° senza enzima
- E98C:prett. tinto a 98° con enzima
- E85°C:prett. tinto a 85° con enzima
- E75C:prett. tinto a 75° con enzima
- E65C:prett. tinto a 75° con enzima



■ *Osservazione microscopio SEM*



98°C senza enzima



98°C con enzima

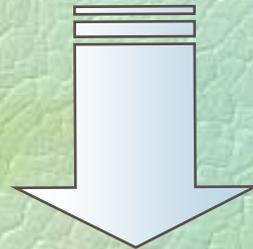
CONCLUSIONI

- Senza enzima a temperature inferiori a 98°C l'esaurimento del bagno non supera il 70%.
- Enzima più efficace: MULTIFECT NEUTRAL che permette di effettuare tinture a $T < 98^{\circ}\text{C}$ mantenendo gli stessi valori di esaurimento
- Le caratteristiche dinamomeccaniche del filato tinto a $T < 98^{\circ}\text{C}$ con enzima risultano superiori rispetto a quelle di un filato tinto a 98°C senza enzima

PROCESSO OTTIMALE:



Tintura a 75°C con fase di pretrattamento enzimatico
con Multifect Neutral 1g/l a 50°C



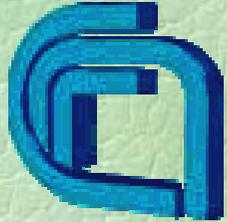
Esaurimento colorante nel bagno: 99.9%

Perdita di carico del filato: 20%

CONTATTI

CNR-ISMAC

C.so G. Pella, 16 - 13900 Biella (Italy)



Dr. INNOCENTI Riccardo (r.innocenti@bi.ismac.cnr.it)

Dr.ssa MOSSOTTI Raffaella (r.mossotti@bi.ismac.cnr.it)

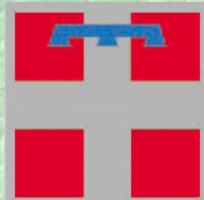
POLITECNICO DI TORINO

C.so Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 Torino (Italy)



Prof. FERRERO Franco (franco.ferrero@polito.it)

Ing. PERIOLATTO Monica (monica.periolatto@polito.it)



**REGIONE
PIEMONTE**

Ricerca Scientifica Applicata 2004, progetto C46

“Processi di tintura innovativi a basso impatto ambientale”