

## **La chimica sul filo di Lana**

La lezione descrive cos'è e com'è fatta la fibra di lana e come può essere utilizzata la proteina (cheratina) estratta dalle fibre animali per un riutilizzo delle lane di scarto in settori non convenzionali, ovvero in settori diversi da quello tessile/abbigliamento.

Gli esperimenti in laboratorio si focalizzano su tre aspetti principali: l'estrazione della cheratina dalla lana mediante NaOH; la flocculazione e precipitazione della cheratina in differenti tipi di soluzioni; l'assorbimento di metalli pesanti (solfato di rame) da parte della lana.

**Destinatari:** Scuola Secondaria I grado

**Esperienza di Laboratorio:** Estrazione della cheratina dalla lana; flocculazione e precipitazione della cheratina in differenti tipi di soluzioni; assorbimento di metalli pesanti (solfato di rame) da parte della lana valutato con strip test che cambiano colore.

**Discipline Scolastiche:** Biologia, Chimica

**Durata:** 8 h

**Documentazione:** Presentazione Powerpoint

**Materiali:** videoproiettore, cappa da laboratorio, agitatore magnetico, vetreria da laboratorio (becher, bacchette di vetro, provette), colino, striscette reattive (test strips).

## ESTRAZIONE DELLA CHERATINA DALLA LANA

(per l'insegnante)

**Obiettivo:** Estrarre la cheratina dalla lana

### Introduzione:

Il Biellese è storicamente conosciuto per i manufatti tessili tradizionali, in particolare l'abbigliamento di alta gamma prodotto con fibre animali quali lana e cashmere. La lana però che deriva dalla tosa di ovini allevati per l'industria casearia e della carne non è utilizzabile nell'industria tessile. Pertanto, la tosa annuale di tali ovini, necessaria per il benessere dell'animale, produce grandi volumi di lane di bassa qualità che rappresentano un problema ambientale, dal momento che bruciarle come combustibile non è efficace.

La cheratina è una proteina filamentosa ricca di zolfo, molto stabile e resistente. Ha una struttura quaternaria, composta da più strutture terziarie messe una in fila all'altra. La cheratina rappresenta il principale costituente di pelle, peli, capelli, unghie e corna.

In questo esperimento estrarremo la cheratina partendo da fibre di lana grezza.

Questo può essere fatto usando una soluzione di estrazione costituita da NaOH 1.0N.

### Materiali richiesti:

- Fibre di lana grezza
- Idrossido di sodio (NaOH)
- Acqua distillata
- Becher
- Bacchetta di vetro
- Guanti
- Pinza



### Procedura:

Indossare i guanti protettivi.

Preparare una soluzione di sodio idrossido 1.0N. Mettere le fibre di lana grezza in un becher e ricoprirle con la soluzione di idrossido di sodio (circa 6 g di lana in 300 ml di soluzione). Mescolare con una bacchetta di vetro.

*Assicurarsi che la lana sia completamente bagnata e coperta dalla soluzione di estrazione.*

Lasciare riposare per qualche ora (4 h circa).

Con una pinzetta tirare fuori le fibre dalla soluzione e osservare il loro aspetto.

**Risultati:**

Aspetto della lana prima dell'estrazione	<i>Fiocco di lana bianco</i>
Aspetto della lana al termine dell'estrazione	<i>La lana assume aspetto gelatinoso e colore giallastro</i>
Aspetto della soluzione di estrazione al termine dell'esperimento	<i>La soluzione, inizialmente incolore, diventa scura e torbida</i>

**Discussione:**

- Pensate che sia avvenuta una reazione chimica che abbia modificato la lana in qualche modo?

*I cambiamenti osservati in termini di variazione del colore, torbidità della soluzione e aspetto delle fibre indicano che si sono verificate alcune reazioni chimiche.*

- Potete immaginare quale tipo di cambiamenti potrebbero essersi verificati a livello molecolare?

*Estraendo cheratina con NaOH si verifica una denaturazione con degradazione parziale delle proteine.*

*La cheratina può essere estratta senza degradarla, tuttavia il processo di estrazione è piuttosto lungo, quindi è difficile portarlo fuori da un laboratorio. L'estrazione non degradante è effettuata usando il metabisolfito di sodio (che rompe i ponti di zolfo) e l'urea (agente denaturante).*

## FLOCCULAZIONE E PRECIPITAZIONE DELLA CHERATINA (per l'insegnante)

**Obiettivo:** Osservare come precipita e floccula la cheratina estratta dalla lana in diverse soluzioni.

### Introduzione:

Dopo l'estrazione della cheratina utilizzando una soluzione di NaOH, è necessario far flocculare e precipitare la proteina presente nella soluzione utilizzando sostanze diverse, anche quelle che vengono usate nella vita di tutti i giorni.

### Materiali richiesti:

- Soluzione di cheratina in NaOH
- Etanolo
- Acetone
- Acido citrico al 6%
- Aceto di vino bianco
- Succo di limone
- Guanti
- Colino
- Provette di vetro
- Porta provette
- Pipette



### Procedura:

Indossare i guanti protettivi.

Filtrare il succo di limone.

*È necessario filtrare il succo di limone per ridurre la torbidità.*

*Il valore di pH dell'acido citrico in una soluzione al 6% è simile al valore di pH del limone. Comunque abbiamo scelto di usarli entrambi per mostrare che le sostanze della vita di tutti i giorni (limone, aceto) possono essere usate come reagenti chimici; inoltre può essere interessante osservare gli strati che si formano tra la proteina e il succo di limone.*

Etichettare cinque provette e aggiungerci 10 ml di soluzioni diverse (etanolo, acetone, acido citrico, aceto, succo di limone).

Aggiungere, goccia a goccia, in ciascuna provetta 1/2 ml della soluzione di estrazione.

Osservare cosa accade come descritto nella tabella seguente.

**Risultati:**

	<b>ETANOLO</b>	<b>ACETONE</b>	<b>ACETO DI VINO</b>	<b>ACIDO CITRICO</b>	<b>SUCCO DI LIMONE</b>
<b>Aspetto della proteina in soluzione</b>	<p>Inizialmente si formano dei filamenti in sospensione che poi si depositano sul fondo. La soluzione diventa torbida</p> 	<p>La soluzione diventa torbida, poi le proteine precipitano sul fondo.</p> 	<p>Si può osservare chiaramente la flocculazione delle proteine che poi precipitano.</p> 	<p>Le proteine flocculano e restano in sospensione.</p>	<p>La flocculazione è mascherata dalla torbidità del succo di limone. Comunque si può osservare chiaramente una stratificazione superficiale.</p>

**Discussione:**

- Cosa si intende per flocculazione?

*Il processo chimico-fisico in cui la fase solida di un sistema colloidale tende a separarsi da quella liquida, formando fiocchi in sospensione.*

- Quale può essere la causa del diverso comportamento della cheratina nelle varie soluzioni?

*La precipitazione (o la flocculazione delle proteine) può essere ottenuta in vari modi.*

- Variazioni in pH aggiungendo (per esempio) acido citrico che ha valore di pH vicino al punto isoelettrico della proteina (4.2 / 4.5). Questo influenza la sua solubilità e la proteina precipita verso il basso;*
- Trattamento con solventi inorganici miscibili con la fase acquosa (come etanolo o acetone) in cui le proteine sono disciolte.*

*Il comportamento è diverso se la flocculazione è indotta da variazioni di pH o di solvente.*

## ASSORBIMENTO DI METALLI PESANTI DA PARTE DELLA LANA (per l'insegnante)

**Obiettivo:** Verificare l'assorbimento dei metalli pesanti da parte della lana.

**Introduzione:** Negli ultimi anni sono state studiate diverse applicazioni della lana; in particolare è stato scoperto che la lana potrebbe essere usata per ripulire i suoli contaminati da metalli pesanti. Sotto questo aspetto il suo uso avrebbe un duplice scopo: aiutare lo smaltimento della lana di scarto ed in esubero e riutilizzare un materiale completamente naturale.

### Materiali richiesti:

- Fibre di lana grezza
- Soluzione di Solfato di Rame (200mg/l)
- Strisce reattive per il dosaggio del rame
- Becher
- Bacchetta di vetro
- Guanti
- Pinze



*Per dosare la quantità di ioni rame  $\text{Cu}^{2+}$  in soluzione sono state utilizzate strisce (ad esempio Quantofix <http://www.mn-net.com/Testpapers/QUANTOFIXteststrips/QUANTOFIXKupfer>), ma se è disponibile l'attrezzatura necessaria può essere effettuata anche l'analisi spettrometrica. L'uso di strisce ha il vantaggio che possono essere lette immediatamente e sono facili da usare.*

### Procedura:

Indossare i guanti protettivi.

Versare alcuni ml della soluzione di solfato rameico in un becher, quindi aggiungere un ciuffo di lana e mescolare fino a quando non è completamente immerso nella soluzione. Aspettare un paio d'ore. Osservare le potenziali variazioni di colore della lana.

*È preferibile usare la lana grezza, perché il suo colore bianco permette di notare l'assorbimento di ioni di  $\text{Cu}^{2+}$ .*

Versare la soluzione di solfato rameico (II) iniziale in un altro becher e immergere brevemente una striscia in entrambi i bicchieri, aspettare 20 secondi e osservare la colorazione. Grazie al loro cambiamento di colore, è possibile determinare la variazione di concentrazione del rame nella soluzione e la quantità assorbita dalla lana.

### Risultati:

Colore della striscia PORPORA INTENSO, ALTA concentrazione di RAME.

Colore della striscia ROSA, BASSA concentrazione di RAME.

<b>Soluzione</b>	<b>Colore della striscia</b>	<b>Concentrazione della soluzione</b>
<i>Soluzione di solfato rameico</i>	<i>Porpora</i>	<i>200 mg/l</i>
<i>Soluzione di solfato rameico e lana</i>	<i>Rosa chiaro</i>	<i>10-20 mg/l (il colore e quindi la concentrazione dipende anche dal tempo di reazione)</i>