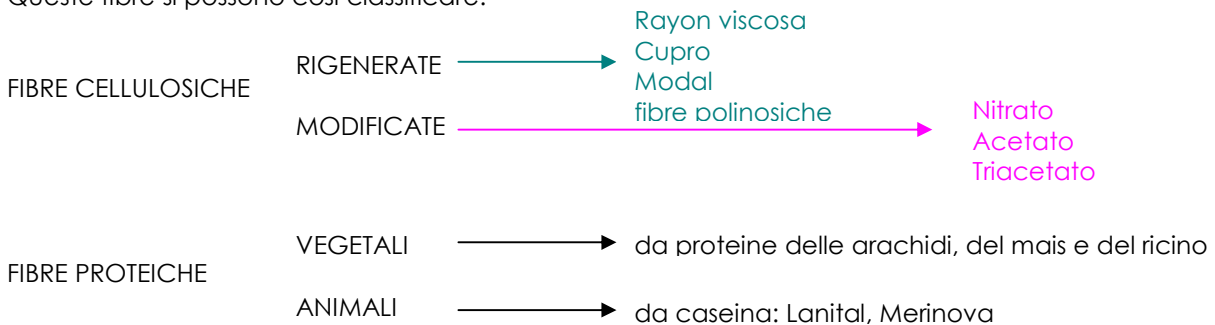


## LE FIBRE ARTIFICIALI

Le prime tecnofibre furono modificazioni di fibre naturali, realizzate allo scopo di garantire una produzione indipendente dall'influenza di condizioni stagionali e ambientali, di ottenere prodotti tessili in quantità sempre maggiore e a costi più contenuti, e con caratteristiche anche diverse da quelle delle fibre naturali. Si definiscono **fibre artificiali** quelle fibre che vengono prodotte a partire da sostanze naturali non filabili tal quali. Queste vengono solubilizzate, a volte mediante modificazioni chimiche, e poi filate per estrusione come le fibre sintetiche.

Queste fibre si possono così classificare:



### FIBRE CELLULOSICHE

Fra queste si possono distinguere:

fibre di **cellulosa rigenerata**, ottenute sciogliendo o facendo reagire chimicamente la cellulosa in modo da ottenere un fluido filabile, per poi riottenere alla fine una fibra a base di cellulosa; in questo caso, le differenze di proprietà rispetto al cotone sono dovute a fattori come la cristallinità, la massa molare media ecc.

fibre di **cellulosa modificata**, in cui i gruppi -OH della cellulosa sono fatti reagire, tutti o in parte, per ottenere una fibra con caratteristiche chimiche diverse dalla cellulosa originaria.

La cellulosa ricavata da materiali che ne contengono quantità relativamente basse, come il legno delle piante di alto fusto, o alte ma non filabili tal quali, come i linters di cotone, viene utilizzata per la preparazione di fibre artificiali (fibre cellulosiche), ossia dei diversi tipi di rayon, di esteri e di eteri della cellulosa, ma soprattutto per la produzione della carta. Il legno utilizzato per ricavare cellulosa è più spesso quello di pioppo, ottenuto da coltivazioni create allo scopo, e quello di abete: in misura minore si usano anche piante erbacee come lo sparto, la paglia di grano e di riso ecc. In paesi come gli USA, dove è alta la produzione di cotone, i linters sono molto usati.

Il processo di estrazione consiste nell'asportare dal materiale che si lavora, con trattamenti di solubilizzazione, tutti gli altri costituenti, mentre la cellulosa rimane indisciolta. Nel legno il costituente più abbondante da asportare è la lignina, che può venir solubilizzata per trattamento in autoclave con soluzioni di bisolfito di sodio ( $\text{NaHSO}_3$ ) o di calcio, o di idrossido di sodio, o di idrossido e solfuro di sodio ( $\text{Na}_2\text{S}$ ). L'uno o l'altro processo risulta di volta in volta più conveniente a seconda della natura del materiale cellulosico che si lavora. In quello al bisolfito, adatto

soprattutto per i materiali ad alto contenuto in lignina, si opera sul legno sminuzzato attaccandolo in autoclavi a  $T = 135-145\text{ }^{\circ}\text{C}$  con una soluzione di bisolfito contenente un eccesso di biossido di zolfo libero ( $\text{SO}_2$ ); la lignina passa in soluzione formando l'acido ligninsolfonico (gli OH fenolici nella lignina si trasformano in gruppi  $-\text{SO}_3\text{H}$ ). Nel metodo alla soda l'attacco del materiale celluloso si effettua a temperatura un po' più elevata ( $160-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). La cellulosa grezza ottenuta con i diversi metodi è colorata in giallo o in bruno: i tipi destinati alla produzione di carta bianca o ad altri usi pregiati vengono quindi sottoposti a un procedimento di sbianca, in genere con agenti ossidanti quali l'ipoclorito o il clorito di sodio; questi candeggianti possono però lasciare sulla cellulosa tracce di cloro attivo che nel tempo possono deteriorarla: al trattamento di sbianca ne segue quindi uno con un agente detto "anticloro", per esempio il tiosolfato di sodio, che ha lo scopo di eliminare completamente il cloro per riduzione. La pasta di cellulosa così ottenuta viene utilizzata direttamente oppure essiccata per conservarla.

### **SOLVENTI IN GRADO DI SCIogliere LA CELLULOSA**

L'uso della cellulosa per applicazioni tecnologiche è limitato a causa della sua insolubilità nei più comuni, economici e innocui solventi; attualmente, i metodi industriali di solubilizzazione della cellulosa sono il metodo Lyocell e i metodi Viscosa, Cuprammonio, Celsol e al carbammato. Questi ultimi richiedono reagenti chimici di una certa tossicità, che danno luogo alla formazione di effluenti, e inoltre la cellulosa reagisce a dare un derivato e deve essere poi rigenerata in un passaggio successivo.

Il fattore essenziale che regola la solubilità della cellulosa è la presenza di legami idrogeno inter- e intramolecolari; quando la cellulosa-I viene trattata con agenti chimici, il risultato è la formazione di diversi polimorfi cristallini (ne esistono cinque, diversi sia per sistema cristallografico che per dimensioni di cella elementare), con legami idrogeno inter- e intramolecolari diversi e quindi diversa solubilità. Le diverse forme cristalline che si possono formare dipendono sia dal tipo di solvente che dalle condizioni, come la temperatura.

I solventi che non danno luogo a derivati dissolvono la cellulosa esclusivamente formando attrazioni intermolecolari con essa. Tipici solventi acquosi non reattivi sono:

complessi ammoniacali di metalli di transizione

complessi di metalli di transizione con acido tartarico

idrossidi d'ammonio come il trimetilbenzil ammonio idrossido (triton B) o il tetraetilammonio idrossido  
idrossidi alcalini ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{LiOH}$ )

Gli acidi minerali come  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{H}_3\text{PO}_4$  possono sciogliere la cellulosa; in particolare sembra interessante l'acido fosforico anidro, che forma con la cellulosa soluzioni liquido-cristalline, dalle quali si ottiene una fibra con ottime proprietà meccaniche. Miscele opportune di diversi ossidi e ossoacidi del fosforo sciolgono la cellulosa in pochi minuti e la fibra estrusa in bagno di acetone ha alta tenacità ( $1,70\text{ GPa}$ ) e alto modulo elastico ( $44\text{ GPa}$ ).

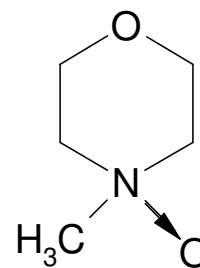
Industrialmente, fra i solventi più promettenti vi sono i solventi acquosi a base di  $\text{ZnCl}_2$  (60-75%) e  $\text{NaOH}$ . Le fibre da cloruro di zinco si possono filare in bagni di coagulazione sia acidi che basici e si

ottiene una fibra con caratteristiche meccaniche simili alla viscosa. Il processo è meno complesso di quello della viscosa, ma richiede miglioramenti nell'incremento del contenuto in cellulosa e diminuzione della degradazione della cellulosa durante la dissoluzione.

I solventi non reattivi e non acquosi comprendono NMMO (processo Lyocell), N-etilpiridinio cloruro, trietilammina N-ossido, miscele bicomponente DMSO/metilammina, DMSO/CaCl<sub>2</sub>, dimetilacetammide/LiCl e miscele tricomponente NH<sub>3</sub>/NaCl/DMSO, etilenediammina/IaI/N,N-dimetilformammide, dietilammina/SO<sub>2</sub>/DMSO. Fra questi il processo Lyocell (N-metilmorfolina N-ossido) è il sistema più versatile: forma una soluzione liquido-cristallina e scioglie la cellulosa relativamente in fretta, dando luogo a soluzioni concentrate di polimero, da cui si ottengono fibre con eccellenti proprietà meccaniche. Di recente si è anche trovato che i liquidi ionici sono solventi molto efficienti per i polisaccaridi, il che ha interesse per via della buona ecocompatibilità di questa classe di solventi non volatili e non tossici.

### PROCESSO LYOCELL

E' basato sulla solubilità a caldo della cellulosa nel solvente N-metilmorfolina N-ossido monoidrato. Il processo Lyocell è un processo ecosostenibile, senza effluenti liquidi o gassosi e dà fibre ad alta cristallinità, alta orientazione e alta tenacità, eccellenti per abbigliamento, tessuti tecnici e prodotti sanitari. Il principale motivo per cui questo processo non ha rimpiazzato quello alla viscosa (vedi oltre) è la tendenza del Lyocell a dar luogo a fibrillazione delle fibre sottoposte a stress allo stato umido. Questo è un vantaggio nella produzione di filtri e carte speciali, perché aumenta l'efficienza filtrante, la permeabilità all'aria, la tenacità a rottura e l'opacità.



N-metilmorfolina N-ossido  
T<sub>fus</sub> 180-184°C  
La forma monoidrata ha  
T<sub>fus</sub> 71-75°C

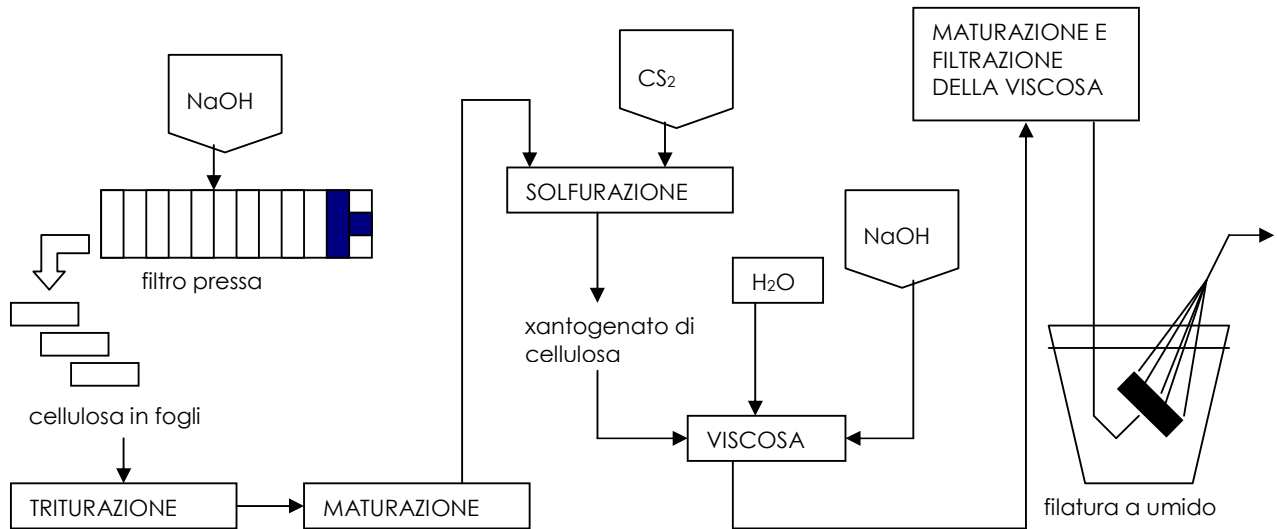
Le ricerche volte a eliminare la fibrillazione stanno esplorando tecniche enzimatiche e di reticolazione, trattamenti con alcali e con urea. Si è anche tentato di modificare la struttura della fibra durante la filatura per aggiunta di tensioattivi o di polietilene al bagno coagulante, ottenendo fibre con diverse proprietà meccaniche, assorbimento di umidità e suscettibilità alla fibrillazione, oltre ad un'ampia gamma di porosità.

### PROCESSI BASATI SULL'USO DI NaOH

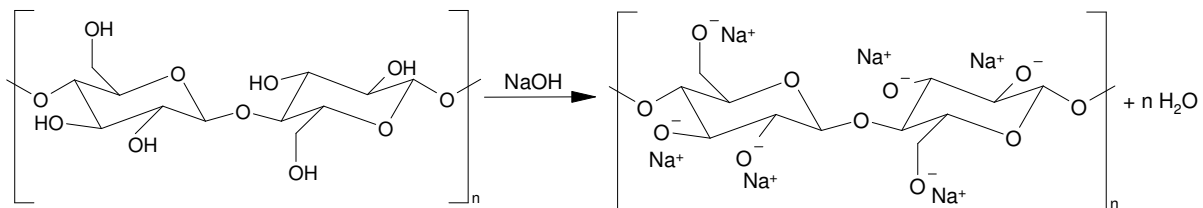
La cellulosa è quasi completamente solubile in soluzioni di NaOH all'8-10% in massa, che la trasformano in alcalicellulosa grazie alla relativa acidità dei gruppi -OH. Il metodo è più efficace se la pasta di legno viene prima sottoposta a degradazione enzimatica (metodo Celsol) o a trattamento con vapore. L'aggiunta di ZnO o di urea o tiourea alla soluzione facilita la dissoluzione; queste due sostanze sono poco costose e non tossiche e danno luogo a fibre di buona qualità.

## RAYON VISCOSA

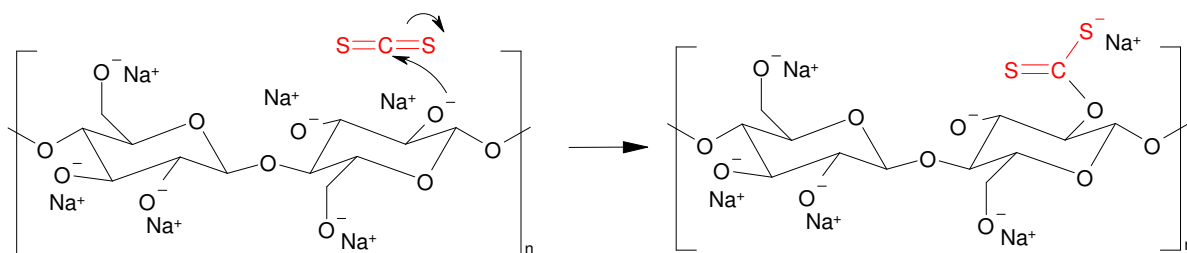
Questa fibra si ottiene con il procedimento Viscosa tramite filatura per estrusione a umido mediante coagulazione e commercializzata sotto forma di filo o fiocco.



Si parte generalmente da cellulosa al bisolfito, ottenuta da vari legni; in alcuni Paesi come gli Stati Uniti, dove il loro costo è molto basso, si impiegano anche linters di cotone, ad alto contenuto di cellulosa pura. La cellulosa al bisolfito, in lastre, viene mercerizzata per circa 1 ora con NaOH al 18% alla temperatura di 20 °C per cui si trasforma in alcalicellulosa.



Le lastre vengono poi sbriciolate o sfioccate in macchine a bracci dentati, diventando una massa fioccosa, leggera, che viene mantenuta per 40-60 ore a 18-22 °C per subire la "maturazione", durante la quale assorbe un certo quantitativo di ossigeno dell'aria e subisce una depolimerizzazione più o meno accentuata secondo la temperatura e la durata del processo ma che non può essere troppo accentuata per non avere un impatto negativo sulla tenacità della fibra finale. L'alcalicellulosa "matura" viene trattata, per ca. 2 ore, a 25-26 °C, in botti girevoli, con il 32-34% di CS<sub>2</sub>, ottenendo lo xantogenato di cellulosa.



Questo viene quindi tenuto per 3-4 ore in apparecchi dissolutori, contenenti soluzione di soda caustica diluita al 5-8% alla temperatura di 14-18 °C, ottenendo una soluzione gialla, denominata "viscosa" per la sua consistenza sciropposa, da cui prendono il nome il processo di fabbricazione e il prodotto ottenuto. Tale soluzione viene convogliata poi in appositi serbatoi dove viene filtrata lentamente per non meno di 48 ore, alla temperatura costante di 12-15 °C; si realizza così la maturazione della viscosa, che ha lo scopo di ottenere una distribuzione uniforme dei gruppi xantato, seguita da filtrazione e degasamento. Dalla viscosa, mediante filatura per estrusione a umido in apposite filiere immerse in un bagno di coagulazione acido, si ottiene la fibra sotto forma di filo. Il bagno di coagulazione contiene  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oltre a solfato di zinco. La viscosa, a contatto con questo bagno, si ritrasforma in cellulosa liberando  $\text{CS}_2$  e solfato di sodio. Prima della rigenerazione, le fibre di cellulosa vengono stirate per orientare le catene di cellulosa lungo l'asse della fibra, in modo da aumentare la tenacità e ridurre l'allungamento. La fibra ottenuta, cioè il rayon viscosa, passa attraverso bagni di lavaggio per essere poi raccolta in bobine.

Il rayon viscosa viene prodotto in un colore bianco avorio in filo continuo in titoli da 30 a 2000 den o in fiocco da 1,5 a 5 den; può essere lucido, semiopaco (per incorporazione di  $\text{TiO}_2$ ) o tinto in pasta. Il peso specifico è di  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ ; la tenacità è pari a 1,5-2,6 g/den ma diminuisce sensibilmente a umido; ha un allungamento del 15-20% e una ripresa del 13%. Questa ripresa relativamente alta, unita alla buona tingibilità, proprie delle fibre cellulosiche rigenerate, è dovuta al fatto che i cristalliti risultano più piccoli di quelli presenti nella cellulosa del cotone e quindi le fibre rigenerate sono più amorfe. Il grado di polimerizzazione è di 200-500 unità di glucosio. Il rayon viscosa ha una buona resistenza al calore, scarsa agli agenti alcalini o acidi; si indebolisce notevolmente e si ingiallisce se esposto alla luce solare. Il filo continuo (che rappresenta ca. il 40% della produzione totale) viene impiegato principalmente in tessuti per fodere, ma anche per abbigliamento estivo e per l'arredamento. Il rayon viscosa in fiocco viene impiegato solo in mista, con cotone, lana o poliestere per la produzione di filati relativamente economici, che vengono impiegati per maglieria intima ed esterna, calzetteria, tessuti per abbigliamento estivo, tessuti per arredamento, tendaggi, tovaglie, tappeti. La si usa anche per tessuti non tessuti in assorbenti, salviettine igieniche, foderine per CD, mascherine chirurgiche ecc.

La sezione trasversale dipende dalla forma dei fori della filiera; Lenzing Group ha sviluppato una fibra altamente assorbente chiamata Viscostar®, che ha una sezione trasversale a forma di stella. In generale, modificazioni fisiche della fibra, da variazioni nella sezione trasversale a trattamenti superficiali o modifiche della struttura fine danno luogo a filati con caratteristiche molto varie (es. fibre polinosiche ad alta tenacità).

Lo stesso processo utilizzando sottili fessure al posto degli ugelli della filiera, fornisce il cellophane. La produzione industriale di cellophane è iniziata attorno al 1920 e continua ancora ai giorni nostri, in quanto viene utilizzato, oltre che per gli imballaggi alimentari trasparenti, biodegradabili ma resistenti ai grassi (80% della produzione, di  $5 \times 10^7$  kg nel 1999), anche per ottenere membrane semipermeabili usate in campo medico per le dialisi o nastri adesivi. È un polimero molto versatile perché modificabile per adattarlo ai vari usi. Tuttavia negli ultimi anni il cellophane è stato sostituito in alcuni utilizzi dal polipropilene, meno costoso.

## **CUPRO**

Il Rayon cupro-ammoniacale, o Rayon cupro o Seta Bemberg ha una composizione chimica analoga a quella della viscosa e si ottiene, come filo continuo in forma lucida od opacizzata, dalla cellulosa contenuta nei linters di cotone mediante il procedimento cuproammoniacale seguito da filatura per estrusione a umido. La cellulosa, in questo processo, viene solubilizzata per trattamento a  $T < 5^\circ\text{C}$  sotto agitazione per alcune ore con una soluzione ammoniacale di  $\text{CuSO}_4$  in  $\text{NaOH}$ , soluzione nella quale si forma il complesso  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ , idrossido di rame ammoniacale. La soluzione contiene anche sostanze blandamente riducenti, che impediscano all'ossigeno dell'aria di agire sulla cellulosa riducendone il grado di polimerizzazione. Questo trattamento porta alla formazione di un liquido blu scuro molto viscoso, da cui la cellulosa viene rigenerata dapprima con acqua calda e successivamente operando sotto tensione in un bagno acido per acido solforico diluito. La fibra in questo stato è plastica; nel processo Bemberg a questo punto la fibra viene stirata fino ad ottenere un filamento più sottile della seta naturale, lavata con acqua e sapone, risciacquata e asciugata. Questo processo dà un filato a titolo molto basso, più soffice del Rayon e molto resistente a trazione, in cui le molecole di cellulosa hanno un grado di polimerizzazione di 600-700 unità e sono fortemente orientate e cristalline. Questa fibra si usa nella fabbricazione di tessuti per arredamento, fodere, ombrelli e impermeabili.

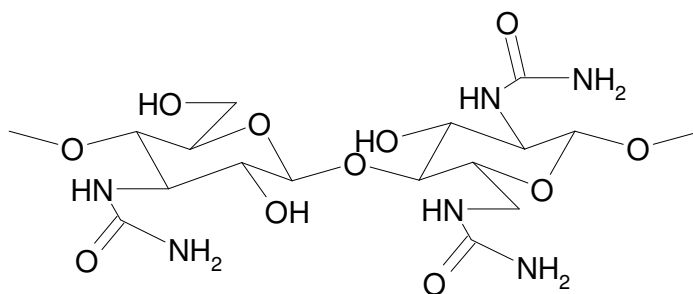
## **MODAL E FIBRE POLINOSICHE**

Sono nomi che indicano fibre di cellulosa rigenerata ad alta tenacità ed alto modulo a umido, cioè resistenza all'estensione quando la fibra è bagnata, e alto rapporto fra la tenacità a rottura a umido e a secco. Queste proprietà derivano fra l'altro da un'alta massa molare della cellulosa e una struttura microfibrillare, ottenibili attraverso processi simili al Rayon viscosa ma più lenti e in condizioni meno drastiche, con presenza di agenti riducenti durante la maturazione per evitare i processi degradativi della cellulosa ad opera dell'ossigeno, e rigenerazione sotto forte stiro. Queste proprietà garantiscono buona stabilità dimensionale a umido; in mista con lino, lana, poliestere o meraklon danno fibre di migliore qualità e a bassa tendenza al restringimento. Il Modal è più vicino, come proprietà e comportamento, alla viscosa, mentre le fibre polinosiche sono più simili alle fibre cellulosiche naturali. La fibra polinosica è un particolare tipo di rayon modificato che si differenzia dai tipi tradizionali per una maggiore stabilità dimensionale a umido e maggiore resistenza ai lavaggi casalinghi. Si ottiene partendo da soluzioni di triacetato con alta viscosità e, dopo l'estruzione dalle filiere, provocando lo stiro del filo allo stato plastico nel bagno di coagulo prima che avvenga la rigenerazione della cellulosa. Il bagno di coagulo, molto caldo, è diluito con acido solforico al 5-7% e contiene il 12% di solfato sodico. Ne consegue la produzione di una fibra con molecole più allineate e molto più vicina, come caratteristiche, alle fibre vegetali. Tuttavia essa è fragile e può rompersi facilmente durante alcune lavorazioni tessili e può fibrillare all'usura e ai lavaggi ripetuti. Viene usato in mista con cotone, fibre acriliche, fibre poliesteri e qualche volta lana per la produzione di camiceria, maglieria intima ed esterna, abiti estivi da donna.

	Cupro – Bemberg	Rayon Viscosa	Modal
<b>densità (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,52 – 1,54	1,50 – 1,51	1,50
<b>tenacità (g/den)</b>	2,2- 2,6 (1,2-1,5 a umido)	2,2 (0,9-1,2 a umido)	3,8 – 4,6(3,2 - 4 a umido)
<b>allung. a rottura %</b>	10-16 (16-30 a umido)	20-24 (28 a umido)	12-14 (16-20 a umido)
<b>modulo el. (g/den)</b>	62-68	52	40
<b>ripresa %</b>	12,5	13	11,5

## PROCESSO AL CARBAMMATO

La cellulosa carbammato (CC) è il prodotto della reazione tra la pasta di cellulosa e l'urea; questo derivato è solubile in soluzioni acquose di soda e può essere coagulato in acidi sotto forma di fibra o film. Attualmente il processo si svolge attraverso una fase di mercerizzazione seguita da intercalazione con urea e formazione del carbammato, che è solubile in soda acquosa al 7-9% in massa a  $T < 0^{\circ}\text{C}$ . La fibra si coagula in un bagno di acido solforico e poi la cellulosa viene rigenerata in un bagno di soda al 4%. Queste fibre sono simili alle fibre normali di viscosa. E' anche possibile mescolare le soluzioni di xantato e carbammato subito prima della filatura, ottenendo una fibra con proprietà leggermente diverse, con maggior assorbimento d'acqua e coefficiente di rigonfiamento rispetto alla viscosa, adatta per applicazioni a prodotti sanitari.



Si è visto che le proprietà meccaniche delle fibre filate da soluzioni di NaOH e urea o tiourea sono vicine a quelle del metodo Lyocell e hanno una sezione trasversale regolare circolare simile a quella della seta naturale; tuttavia le soluzioni ottenute con questo metodo sono instabili se il contenuto di cellulosa è troppo alto, il che industrialmente è uno svantaggio. Di recente è stato messo a punto un sistema basato su una soluzione NaOH/urea/tiourea che dà soluzioni più stabili ad alto contenuto in cellulosa. Dagli studi effettuati sui meccanismi di dissoluzione si è visto che la reazione di NaOH con l'urea e con la tiourea ha un ruolo importante. Da questo processo si ottiene cellulosa-II.



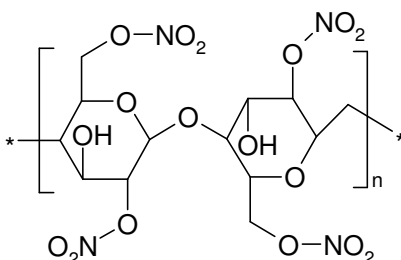
## PROCESSO CELSOL

Un'altra tecnica ecocompatibile è basata sulla solubilizzazione in soluzioni di soda di cellulosa biomodificata con l'uso di enzimi. Questi rendono la cellulosa più solubile e reattiva e le soluzioni in soda hanno stabilità e proprietà reologiche adeguate alla preparazione della fibra.

Gli enzimi cellulasi sono spesso usati a valle di trattamenti meccanici volti a rendere la cellulosa più accessibile; quindi ad opera degli enzimi la cellulosa va incontro ad una degradazione controllata con associati cambiamenti della sua struttura molecolare, supramolecolare e morfologica. Diminuiscono il grado di polimerizzazione e di cristallinità e i legami idrogeno e aumenta la superficie esposta, quindi la solubilità. Dopo il trattamento si elimina l'acqua in eccesso, gli enzimi vengono inattivati e si passa alla dissoluzione a bassa temperatura in NaOH contenente ZnO. I passaggi successivi sono i soliti, con bagno coagulante a base di acido solforico e solfato di sodio.

## CELLULOSA MODIFICATA

### NITRATO DI CELLULOSA



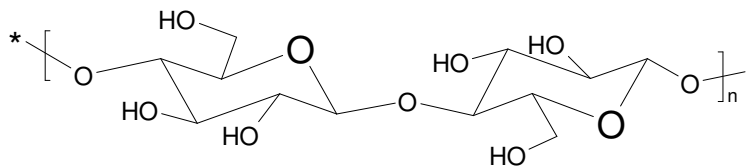
La cellulosa può essere trattata con miscela solfonitrica ( $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) in modo che tutti o parte degli -OH liberi vengano sostituiti con  $-\text{NO}_2$ . Il rapporto tra i due acidi determina il tenore di azoto del composto finale; per la dinitrocellulosa ad esempio si avrà un rapporto di circa il 34% di acido nitrico in concentrazione al 60% e 66% di acido solforico in concentrazione > 90%. Più gruppi nitro contiene la molecola e meno è stabile. Se tutti e tre gli -OH liberi del glucosio vengono sostituiti si ha il nitrato di cellulosa, anche detto **fulmicotone**, che fu il primo polimero sintetico. Fu scoperto trattando semplicemente il cotone con l'acido nitrico, e si rivelò un potente esplosivo. Sostituì ben presto la comune polvere da sparo come carica esplosiva nelle munizioni per fucili ed artiglieria. Fu anche utilizzato per realizzare uno dei primi materiali compositi contenenti polimeri: il vetro di sicurezza. Si trattava di un "sandwich" composto da un film di nitrato di cellulosa tra due strati di vetro. Il film di nitrato di cellulosa teneva insieme il vetro quando si rompeva. Oggi l'uso più importante è quello per la fabbricazione di vernici e smalti.

La **celluloide** si ottiene da una miscela di nitrati di cellulosa e canfora. È un polimero molto versatile, colorabile e lavorabile in molti modi ad eccezione di quelli che richiedono eccessivo

riscaldamento. Venne usata per un certo periodo come sostituto dell'avorio per palle da biliardo e piccoli oggetti. Oggi non è più usata per le pellicole fotografiche a causa della sua alta infiammabilità (al suo posto si usa l'acetato di cellulosa o, più di recente, il poliestere); viene però usata come rivestimento.

## ACETATO E TRIACETATO DI CELLULOSA

Sono fibre di cellulosa acetilata, cioè esterificata con acido acetico, in cui i gruppi -OH sono acetilati per una percentuale compresa fra il 74 e il 92% (acetato) oppure  $\geq 92\%$  (triacetato). Questo significa che, dato che i gruppi -OH liberi in ogni unità di glucosio sono 3, la quantità media di -OH acetilati è tra 2,22 e 2,76 nell'acetato e tra 2,76 e 3 nel triacetato.

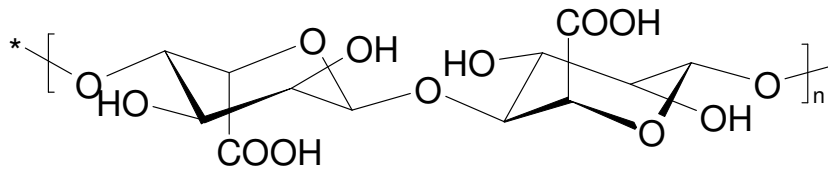


La cellulosa da lintere di cotone o da pasta di legno viene acetilata totalmente con una miscela costituita da 40% anidride acetica e 60% acido acetico con catalisi di  $H_2SO_4$ ; si usano 6-8 parti di questa miscela per una parte di cellulosa. La cellulosa triacetilata può poi essere idrolizzata con  $H_2SO_4$  diluito a dare il diacetato, che poi viene disciolto in acetone e filato; all'uscita dalle filiere si solidifica per evaporazione dell'acetone. Il rayon acetato viene prodotto per la maggior parte in filo continuo che viene impiegato, liscio o testurizzato, in abbigliamento, tessuti estivi e maglieria, dove viene particolarmente valorizzata la sua caratteristica di morbidezza. Se in fiocco, viene utilizzato per la produzione di filati misti con cotone e poliestere impiegati in arredamento e abbigliamento. Il triacetato è un'ottima fibra "lava e indossa" che trova impiego da sola o in mista per tessuti pieghettati o testurizzati. L'acetato è più igroscopico e si tinge più intensamente del triacetato, ha una mano più morbida e un aspetto brillante, quasi serico.

	<b>acetato</b>	<b>triacetato</b>
<b>densità (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,30	1,32
<b>tenacità (g/den)</b>	1,2 - 1,4 (0,6 - 0,7 a umido)	1,3-1,5 (0,7 - 0,8 a umido)
<b>allung. a rottura %</b>	30 (45 a umido)	30 (40 a umido)
<b>T di rammollimento (°C)</b>	205	225
<b>ripresa %</b>	6,5	4,5

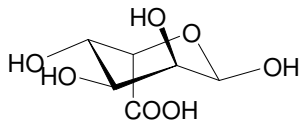
## FIBRE ALGINICHE

Queste fibre sono formate da alginati, ossia sali metallici dell'acido alginico:

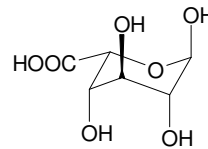


Quest'ultimo è simile alla cellulosa, ma porta al posto dei gruppi  $-\text{CH}_2\text{OH}$  dei gruppi  $-\text{COOH}$ .

Queste fibre vengono ottenute come filamenti continui dall'acido alginico contenuto in molte alghe (*Ascophyllum*, *Laminaria*, *Macrocystis*). Chimicamente sono copolimeri lineari di acido  $\beta(1\rightarrow4)$ -D-mannuronico e di acido  $\alpha(1\rightarrow4)$ -L-guluronico.



acido  $\beta(1\rightarrow4)$ -D-mannuronico



acido  $\alpha(1\rightarrow4)$ -L-guluronico

Incorporando ioni metallici divalenti questi composti danno luogo a gel, particolarmente se predominano i legami di acido guluronico (G). L'acido viene solubilizzato ed estratto sotto forma di alginato di sodio e viene poi filato per estrusione a umido seguita da coagulazione delle bavelle estruse in bagni contenenti sali di calcio, sfruttando la molto minor solubilità in acqua degli alginati di calcio rispetto a quelli di sodio. Si possono avere, nel bagno coagulante, anche altri sali, di zinco, di cromo, di magnesio o di rame, oppure HCl, che rimuove parte degli ioni Ca.

La principale caratteristica di queste fibre è di essere facilmente solubili in soluzioni debolmente basiche, e quindi si usano per suture o per fili di sostegno per tessuti molto radi o leggeri, da rimuovere dopo la tessitura. Si usano anche per garze, capaci di assorbire umidità lasciando umida la ferita che si rimargina e promuovendone la cicatrizzazione. Le proprietà di queste fibre sono le seguenti:

Densità 1,78 g/cm<sup>3</sup>

Tenacità a 21°C e 65% di umidità relativa 11-18 cN/tex

Allungamento a 21°C e 65% di umidità relativa 5%

Assorbimento di soluzioni 0,9% saline 18 g /100 cm<sup>2</sup>

Assorbimento di umidità a 21°C e 65% di umidità relativa 20-35%.