

3. Fibre naturali di origine animale

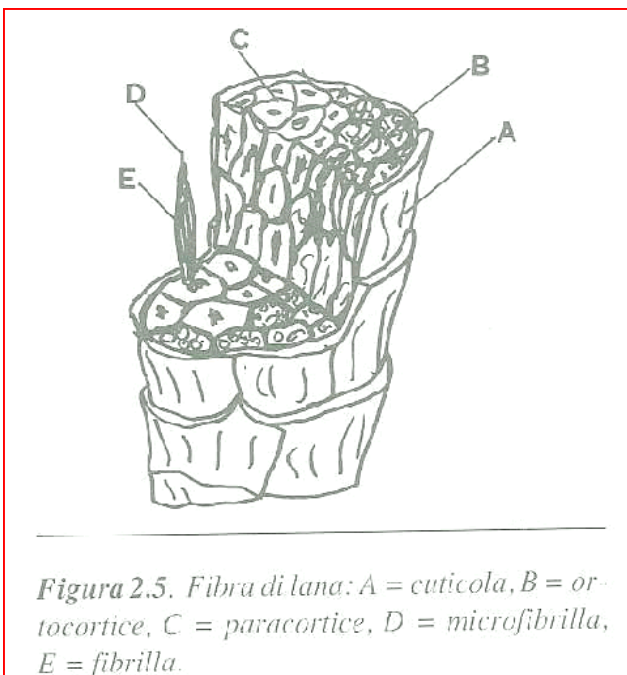
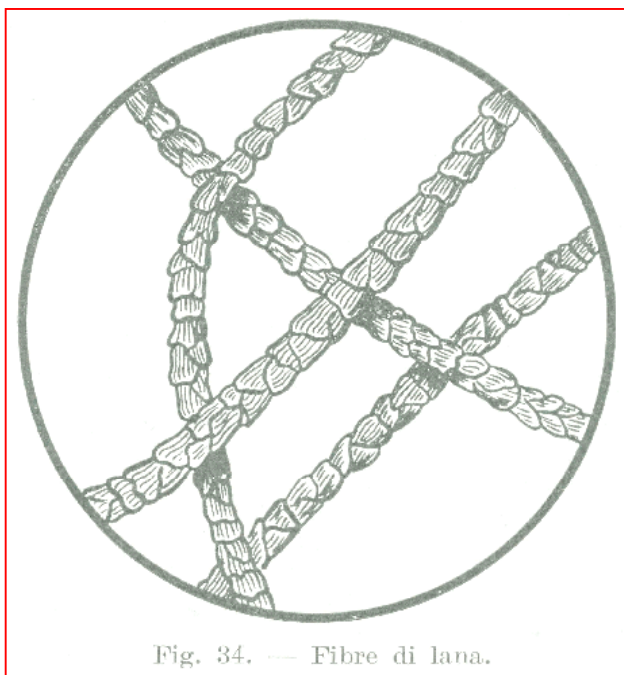
3.1 FIBRE NATURALI DA BULBO PILIFERO

Dal vello di ovini (per il 90%), leporidi, camelidi e bovini si ricava una fibra a costituzione proteica, la **lana**, che si ottiene mediante l'operazione della tosatura.



In sezione trasversale il pelo della lana, di dimensioni da 10 a 130 μm , si divide in tre parti concentriche:

- **Cuticola:** rappresenta la parte esterna, è formata da un insieme di scaglie disposte ad embrice ricoperte da una sottile pellicola impermeabilizzante (epicuticola).
- **Cortice:** rappresenta il 90% in peso della fibra: è costituito da cellule di diametro tra 1 e 3 μm (fibrille), a loro volta formate da fasci di microfibrille di dimensioni 10-20 volte inferiori (0.05-0.1 μm). Le cellule del



cortice sono costituite da macromolecole proteiche, di cui l'85% è rappresentato dalla *cheratina*, contenente zolfo, il 12% da altre proteine prive di zolfo e l'1-2% da sostanze lipidiche (lanolina). Si distinguono due tipi di cortice, presenti in misura variabile a seconda della specie animale: *ortocortice*, di struttura meno compatta e più rigonfiabile, e il *paracortice* di struttura più fibrosa e meno penetrabile da parte dei coloranti. Di conseguenza le fibre tendono ad arricciarsi con l'umidità, in quanto l'ortocortice si rigonfia e il paracortice no.

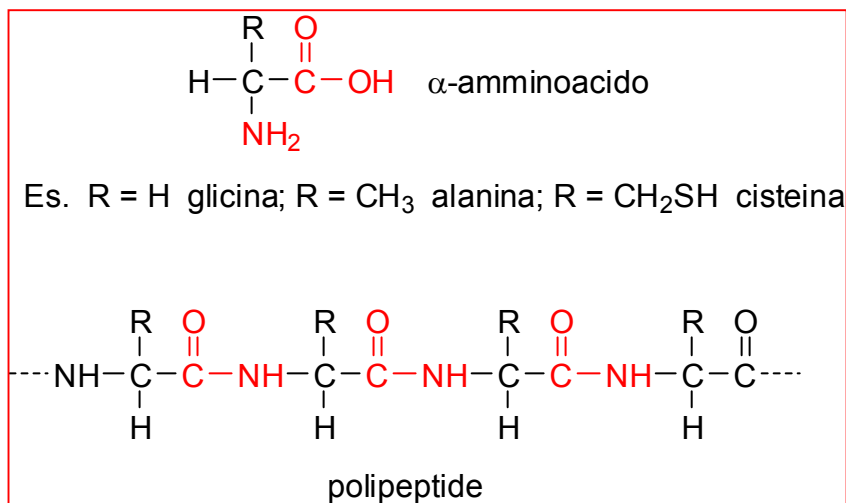


Figura 2.9. Fibra di lana arricciata: A = paracortice, B = ortocortice.

- **Midollo:** è situato nella parte interna della fibra, rappresenta la parte porosa della fibra attraverso cui può circolare aria, producendo così un'azione termocoibente. E' normalmente presente nelle fibre di alcune specie animali (lama, alpaca), può essere continuo per tutta la lunghezza della fibra o solo nelle parti più spesse.

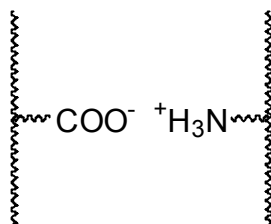
Struttura chimica della lana

La cheratina, principale componente della lana, è una proteina, cioè una macromolecola costituita da vari α -amminoacidi legati tra loro mediante legami ammidici (peptidici) a formare una lunga catena polimerica.

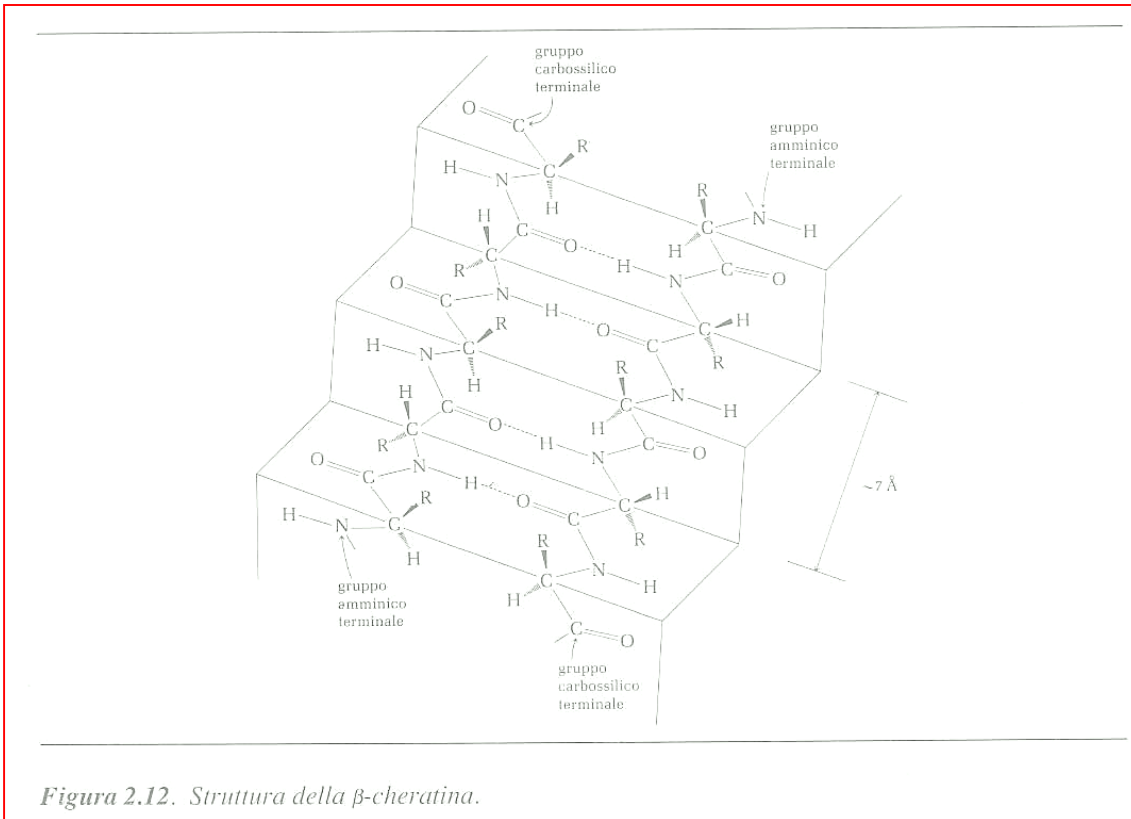


La presenza di amminoacidi di diversa natura e in diversa quantità conferisce caratteristiche specifiche ad ogni proteina. Nel caso della cheratina si ha la possibilità di formazione di legami più o meno forti intra- e inter-catena:

- Legami di tipo ionico tra un residuo acido carbossilico e un residuo amminico presenti nel gruppo R di amminoacidi diversi:



Esiste anche una struttura a zig-zag (foglio pieghettato), che viene chiamata β -cheratina e che viene assunta dalla cheratina quando è sottoposta a tensione, ma è resa instabile dall'ingombro dei gruppi R della cisteina:



Le catene polimeriche si uniscono tra loro a formare i *filii catenari*, che a loro volta danno luogo a *protofilamenti* di dimensioni di circa $0.003 \mu\text{m}$. L'unione di questi produce le microfibrille, che hanno dimensioni $0.05-0.1 \mu\text{m}$. Considerando che il diametro di una singola molecola proteica è circa $10-20$ Ångstrom ($1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm}$, cioè 10^{-10} m o $10^{-4} \mu\text{m}$): una microfibrilla di $0.1 \mu\text{m}$ è costituita da $100-50$ catene polimeriche.

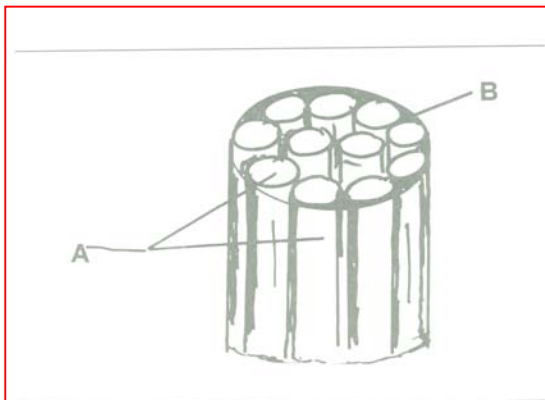


Figura 2.13. Microfibrilla composta da 11 protofilamenti: A = protofilamenti, B = matrice.

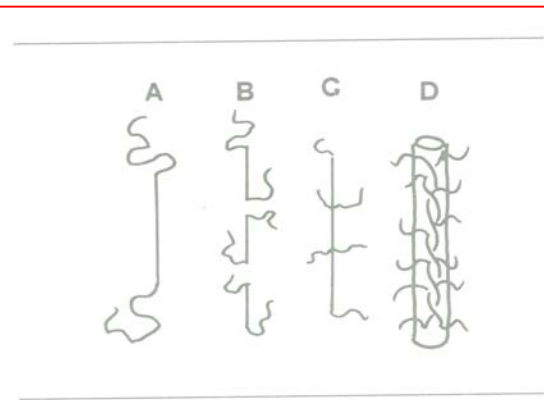


Figura 2.14. Costituzione di un protofilamento: A = singola molecola proteica, B = tre molecole avvicinate, C = tre molecole unite per i tratti elicoidali, a formare un filo catenario, D = due fili catenari ritorti insieme a formare un protofilamento.

Proprietà fisiche e chimiche della lana

Tabella 2.2. Principali proprietà della lana

Peso specifico	1,31-1,32
Tasso di ripresa	Lana pettinata :18,25% Lana cardata : 17,00%
Tenacità	Lana condizionata: 1,0-1,7 g/den Lana bagnata : 0,8-1,6 g/den
Allungamento a rottura	Lana condizionata: 30-50% Lana bagnata : 35-70%
Recupero elastico	Per un allungamento del 2% = 99% Per un allungamento del 20% = 65%
Comportamento al calore	Si decompone a 130 °C
Comportamento alla fiamma	Brucia lentamente emanando un caratteristico odore di corno bruciato e lasciando un residuo carbonioso

- La lana possiede un tasso di ripresa molto elevato, grazie alla sua capacità di assorbimento del vapor acqueo dall'ambiente: condensandosi sulla fibra, il vapor d'acqua cede il suo calore latente di condensazione dando sviluppo di calore, che è tanto maggiore quanto più asciutta è la lana. Da ciò, insieme alla coibenza della fibra, cioè alla elevata capacità isolante e alla capacità di trattenere un elevato volume di aria, che è anch'essa un buon isolante termico, deriva il senso di caldo che la lana conferisce a chi la indossa.
- La tenacità della lana non è elevata e diminuisce con la presenza di acqua (interferenza dell'acqua con i legami a idrogeno intercatena), così come la resistenza alla torsione: perciò le operazioni di filatura e torcitura della fibra debbono essere eseguite in ambiente saturo di umidità. Ciò consente anche di evitare l'accumulo di cariche elettriche sulla superficie della fibra dovute allo sfregamento.
- La lana possiede l'elasticità più elevata di tutte le fibre tessili: l'allungamento a trazione dipende molto dalle condizioni di umidità relativa a cui viene effettuato. Aumentando il grado di umidità dell'atmosfera aumenta l'allungamento: comprendendo anche l'iniziale eliminazione delle ondulazioni caratteristiche della fibra, si può raggiungere un allungamento a rottura anche dell'80%.
- L'effetto combinato dello sfregamento, del calore e dell'umidità provoca una saldatura delle fibre tra loro che viene chiamato *infeltrimento*. Esso è dovuto all'innalzamento delle scaglie che costituiscono la cuticola della fibra, che non possono più scorrere liberamente tra loro, favorendo la loro unione e il loro aggrovigliamento. Le lane rigenerate, che sono state private quasi del tutto delle scaglie, possiedono una capacità feltrante molto minore.
- L'odore caratteristico emanato dalla lana nella combustione è dovuto alla presenza degli amminoacidi contenenti zolfo.
- Possedendo sia funzioni acide che basiche, la lana ha un comportamento anfotero, viene cioè attaccata sia dagli acidi che dalle basi. La soda (NaOH) al 10% scioglie completamente la lana alla temperatura di 50°C.
- Anche gli agenti sbiancanti, che sono sostanze ossidanti, danneggiano la lana, in quanto reagiscono con i gruppi cistinici in ambiente alcalino. E' necessario pertanto operare in ambiente neutro.

Analisi qualitativa della lana

Le prove essenziali per il riconoscimento sono:

- Osservazione **microscopica**, sia nel senso longitudinale che in sezione.
- Comportamento al **calore**: combustione e degradazione termica
- Azione di **reattivi chimici**: la lana viene sciolta dalle basi concentrate o diluite a caldo
- Prove **tintoriali**: per trattamento con coloranti di vario genere si ottengono colorazioni caratteristiche delle varie fibre
- **Fluorescenza** alla lampada di Wood (raggi ultravioletti): bianco azzurro poco luminoso

3.2 FIBRE NATURALI DA SERITTERI

Seta

La **seta** è la fibra tessile prodotta da un baco (*Bombix mori*) che si nutre esclusivamente di foglie di gelso (*Morus alba*) mediante emissione di una bava secreta dal suo stomaco che solidifica all'aria. Il filo di seta viene ricavato direttamente, per mezzo dell'operazione detta *trattura*, dal bozzolo del baco da seta.

La vita del baco da seta si può riassumere nel modo seguente: dalle uova deposte dalla madre nell'anno precedente nascono i piccolissimi bachi. L'epoca della nascita si può regolare artificialmente, schiudendo le uova in aprile-maggio (epoca che corrisponde all'uscita della foglia del gelso) in apposite stufe dette incubatrici dove si fa salire la temperatura gradualmente sino a 24°C. I piccoli bachi vengono nutriti fin da principio con la foglia del gelso e rapidamente si sviluppano tanto da raggiungere dopo circa un mese 8-10 cm. Giunto al massimo del suo sviluppo, dopo un periodo di grande voracità, il baco cessa di nutrirsi. In questo periodo fa 4 mute o cambiamenti di pelle. Al termine di ogni muta si fa il cosiddetto cambio di letto che consiste nel ripulire le tavole su cui sono disposti i bachi. Gli allevatori, intanto, preparano dei ramoscelli di erica o ginestra sui quali il baco sale (va al "bosco") cominciando ad emettere la bava. Con questa bava, il baco forma il bozzolo al cui interno si chiude. Il baco impiega tre o quattro giorni per produrre il bozzolo, che è formato da circa 20-30 strati concentrici costituiti da un unico filo continuo che può raggiungere la lunghezza anche di 1500 metri. Nell'interno del bozzolo il baco si trasforma prima in crisalide e quindi in farfalla (dopo 16-20 giorni). Questa, inumidendo un'estremità del bozzolo, si apre meccanicamente una via d'uscita. Il ciclo vitale della farfalla dall'uscita del bozzolo dura al massimo una settimana. Dopo la fecondazione le femmine depongono le uova (da 300 a 700 uova per farfalla) e quindi muoiono. Esistono anche bozzoli doppioni ovvero bozzoli alla cui formazione hanno concorso due bachi contemporaneamente (seta shantung).

I bozzoli per essere filabili non devono essere sfarfallati, ossia bucati dalla farfalla, e pertanto si provvede ad uccidere la crisalide mediante l'operazione della *stufatura* per trattamento con vapor d'acqua per circa un'ora a 80°C, risparmiando solo quelli che dovranno servire per la riproduzione successiva dei bachi. Il prodotto così ottenuto prende il nome di bozzoli secchi, di dimensioni di 2-3 cm. I bozzoli secchi si pongono in apposite bacinelle contenenti acqua calda che ammorbidisce la parte gommosa (sericina) che tiene unite le bavelle della seta, sicché la bava può essere dipanata. Siccome la bava di un bozzolo non sarebbe lavorabile, perché si romperebbe con facilità, si riuniscono insieme le bave di tre o quattro bozzoli che si incollano fra loro mediante la sericina rammollita. La seta ottenuta con questa operazione si chiama seta tratta o *seta greggia*. La seta greggia contiene quasi tutta la gomma iniziale; è perciò piuttosto ruvida ed opaca e si presta male alle operazioni di tintura. La *seta cruda* è la seta greggia sottoposta ad un lavaggio molto lieve con il quale si attenua la gommosità, l'opacità e la ruvidezza; nella seta mezza cotta si nota una maggiore lucentezza. Nella *seta cotta* infine la gomma è completamente eliminata e la fibra è particolarmente lucente. La seta cotta, rispetto della seta greggia, ha perso circa un quarto del suo peso e possiede una lunghezza della fibra di 600-700 m, poiché i bozzoli non sono completamente dipanabili.

La seta greggia è costituita da *fibroina* (70-80%) che è una sostanza proteica, e da *sericina*, anch'essa proteica. Le bave di seta sono accoppiate e legate dalla sericina e quest'ultima conferisce alla seta greggia rigidità e opacità.

Il diametro della seta varia da 8 a 22 μm , ma non è costante per tutta la lunghezza delle singole bave.



Fig. 35. — Seta naturale cruda.

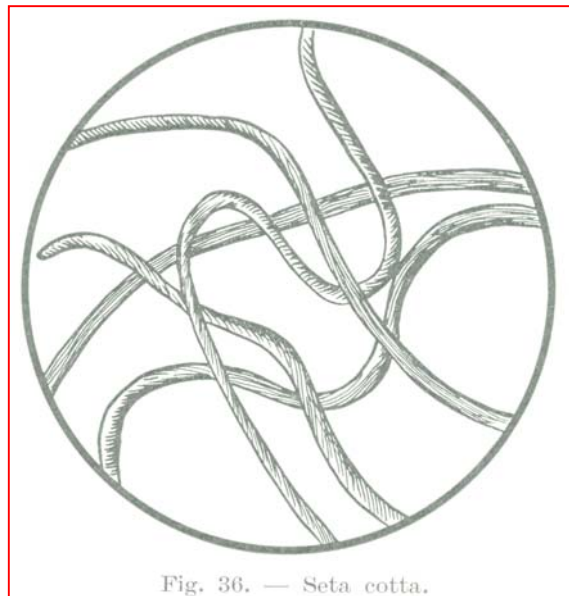


Fig. 36. — Seta cotta.

Struttura chimica della seta

La fibroina, principale componente della seta, a differenza della cheratina della lana, contiene una quantità molto modesta di zolfo, ed è costituita principalmente dagli amminoacidi glicina e alanina. Pertanto non sono presenti legami cistinici tra le catene polimeriche e sono pochi i legami salini: per queste ragioni la seta possiede una ripresa elastica minore della lana.

La struttura della fibroina è analoga a quella della β -cheratina, cioè a zig-zag (fogli pieghettati). A seguito delle ridotte dimensioni del gruppo R della glicina e della alanina, le catene della fibroina possono accostarsi tra loro dando una maggiore coesione alla struttura e una maggiore tendenza a cristallizzare. In questo modo, per l'avvicinamento tra loro delle strutture pieghettate, si producono nella fibra zone cristalline che conferiscono alla seta una buona tenacità, minore elasticità e minore morbidezza rispetto alla lana.

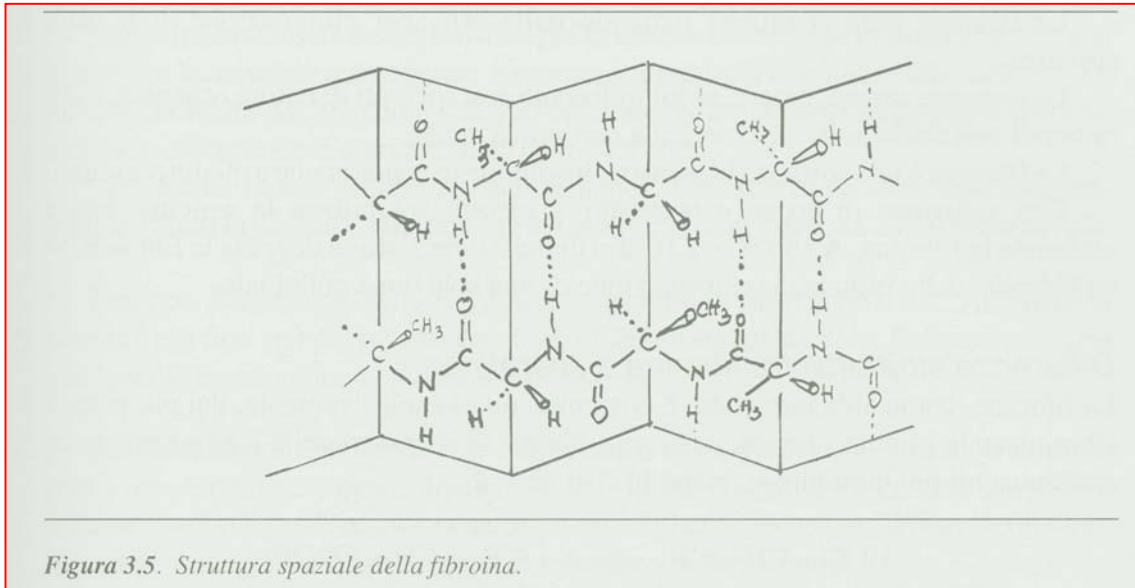


Figura 3.5. Struttura spaziale della fibroina.

La sericina, l'altra proteina costituente la seta, possiede invece una struttura amorfa, priva di zone cristalline, che la rende solubile in acqua calda e saponi, permettendo così la sua separazione dalla fibroina mediante l'operazione della *sgommatura*.

Proprietà fisiche e chimiche della seta

- La seta possiede una tenacità (g/den) superiore alla lana, vicina a quella del cotone. La seta cruda è meno tenace della sgommata, che aumenta di tenacità per la perdita della sericina.
- E' molto elastica potendo subire un allungamento del 15-25%.
- La presenza di acqua diminuisce la tenacità e aumenta l'allungamento a rottura.
- La seta brucia lentamente con odore poco intenso di corno bruciato, minore di quello della lana.
- La seta è cattiva conduttrice del calore, per questo i tessuti sono ottimi coibenti termici.
- Serve egregiamente anche come isolante nei fili elettrici.
- La seta assorbe acqua fino al 30% del suo peso, senza dare la sensazione di bagnato e rigonfiando in maniera modesta, quindi è molto *igroscopica*, come la lana. La seta cruda più della sgommata, poiché la sericina assorbe più umidità della fibroina.
- La seta ha un tasso di ripresa dell'11%, inferiore a quello della lana, tuttavia sufficientemente elevato per produrre una sensazione di calore per l'emissione del calore latente di condensazione del vapor d'acqua. Per questo si presta al confezionamento di capi intimi, foulard, sciarpe ecc.
- L'acido solforico di media concentrazione produce una contrazione della seta fino al 50% senza danneggiarla e facendola incresparsi (la reazione si sfrutta per ottenere il tessuto "crespo" di seta).
- Gli acidi concentrati sciolgono la seta rapidamente.
- La seta è più resistente della lana all'attacco delle basi.

Tabella 3.2. Principali proprietà della seta

Peso specifico	Seta grezza: 1,33 Seta sgommata: 1,25 Seta tussah: 1,27
Tasso di ripresa	11,00%
Tenacità	Seta condizionata : 2,8-5,2 g/den Seta bagnata : 2,4-4,9 g/den
Allungamento a rottura	Seta condizionata : 13-25% Seta bagnata : 15-30%
Recupero elastico	Per un allungamento del 2% = 92% Per un allungamento del 5% = 52%
Comportamento al calore	Si decompone a 130-170 °C più velocemente della lana
Comportamento alla fiamma	Brucia emanando un caratteristico odore e lasciando un residuo carbonioso sferoidale

Torcitura della Seta

I filamenti greggi vengono successivamente sottoposti ad operazioni di torsione e ritorsione ottenendo così due tipi di filati: l'*organzino* costituito dalle migliori qualità di seta greggia, composto da tre a otto bave e impiegato come ordito nei tessuti perché forte e resistente (varietà dell'*organzino* sono il crepe e la grenadine di elevata torcitura), e la trama che si fa con la seta di qualità inferiore, i cui fili, da uno a tre, hanno poca torsione e servono da trama nei tessuti.

Carica della seta

E' l'operazione mediante la quale si fanno assorbire alla seta dei sali minerali per renderla più pesante. Ciò è fatto per compensare la perdita di peso che avviene durante le varie operazioni di sgommatura. La seta caricata con questi sali diviene assai più igroscopica del prodotto naturale. La carica della seta di solito è lieve e non arriva al 50% del suo peso; la sovraccarica invece può arrivare fino al 300% del peso iniziale della seta (in quest'ultimo caso si riduce alquanto la resistenza della fibra all'usura).

Cascami

Sia durante la cernita dei prodotti, sia nella trattura della seta, sia nelle varie operazioni di filatura e torcitura si hanno vari cascami come: i bozzoli sfarfallati, la spelaia (prima bava del baco che rimane normalmente nel "bosco", cioè sui ramoscelli di ginestra o di erica), i bozzoli di scarto (es. quelli in cui la larva non si è trasformata in crisalide), i residui di bozzoli dipanati. I cascami della seta costituiscono il 50% della seta greggia. Questi cascami costituiti da filamenti non continui chiamati comunemente sete *schiaappe*, seta fioretto o terzanella, si lavorano con macchine analoghe a quella della lana e del cotone e trovano normalmente impiego nella maglieria.

Sete selvatiche

La seta viene fornita anche da altri bachi che si nutrono con foglie di diverse piante.

I bozzoli di questi bachi non sono fini e regolari come quelli del baco domestico; anzi talvolta si devono lavorare come i cascami perché riesce impossibile la loro dipanatura.

La seta selvatica più conosciuta è la **Tussah**, meno elastica e difficile da decolorare completamente (tramite candeggio) rispetto alla seta comune. Si distingue in tussah indiana, tussah cinese e tussah giapponese, la più pregiata, con caratteristiche simili a quella ottenuta dal baco.

Bisso

Si ricava da molluschi bivalvi (*Pinna nobilis* e *Pinna rudis*) che producono la fibra per fissarsi sugli scogli e sugli appigli sottomarini. Il bisso era anticamente considerato preziosissimo, oggi è praticamente introvabile

e viene attribuito a tessuti di cotone o di canapa lavorati in modo da imitare gli antichi manufatti e utilizzati per produrre tovaglie e tendaggi di mano rigida e colore ambrato.

Analisi qualitativa della seta

Le prove essenziali per il riconoscimento sono analoghe a quelle per la lana:

- Osservazione **microscopica**, sia nel senso longitudinale che in sezione.
- Comportamento al **calore**: combustione e degradazione termica
- Azione di **reattivi chimici**: la seta viene sciolta dalle basi concentrate a caldo e dagli acidi inorganici concentrati a freddo
- Prove **tintoriali**: per trattamento con coloranti di vario genere si ottengono colorazioni caratteristiche delle varie fibre