

## Biomolecole

Le biomolecole sono **molecole complesse** di interesse biologico, in quanto compongono gli esseri viventi e sono indispensabili per la sopravvivenza delle cellule.

Nelle biomolecole prevalgono quattro elementi: carbonio, ossigeno, idrogeno, azoto; talvolta sono presenti anche fosforo e zolfo. Nella maggior parte dei casi, sono costituite da polimeri naturali.

Le principali biomolecole sono:

- i **carboidrati**;
- i **lipidi**;
- le **proteine**.

Il riconoscimento di un carboidrato, un lipide o una proteina in base alla sua struttura è fondamentale per comprendere le proprietà della fibra naturale in cui la biomolecola è contenuta.

## Carboidrati

I carboidrati (o zuccheri) sono biomolecole la cui formula generale è  $C_n(H_2O)_n$ .

I carboidrati possono essere classificati come:

- **monosaccaridi**, detti anche zuccheri semplici;
- **disaccaridi**, molecole costituite da due monosaccaridi;
- **polisaccaridi**, polimeri i cui monomeri sono monosaccaridi.

Se gli zuccheri presentano gruppi -OH liberi, sono polari e quindi idrofili (solubili in acqua). Se invece i gruppi -OH vengono coinvolti in altri legami, l'affinità con l'acqua diminuisce.

## Monosaccaridi

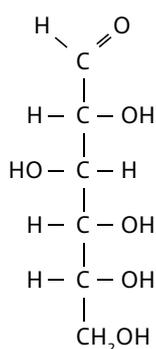
I monosaccaridi sono zuccheri costituiti da **catene carboniose** che variano generalmente da tre a sei atomi di carbonio, su ognuno dei quali sono presenti un **gruppo -OH** e uno o due atomi di idrogeno. Solo su uno degli atomi di carbonio non è presente il gruppo -OH, ma il **gruppo carbonilico C=O**.

Quando il gruppo carbonilico è presente all'estremità della catena, lo zucchero viene classificato come **aldoso**. Quando, invece, il gruppo carbonilico è presente sul secondo atomo di carbonio partendo dall'alto, lo zucchero è classificato come **chetoso**.

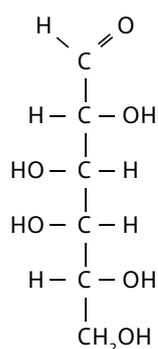
I principali monosaccaridi **a sei atomi di carbonio** sono:

- il **glucosio**, che è un aldoso;
- il **galattosio**, che è un aldoso;
- e il **fruttosio**, che è un chetoso.

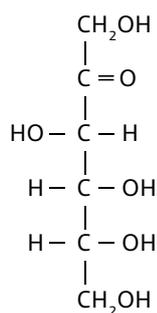
Il glucosio è uno tra i più importanti zuccheri ed è precursore di macromolecole di largo interesse nel campo tessile.



Glucosio



Galattosio



Fruttosio

◀ Struttura a catena aperta dei principali monosaccaridi a sei atomi di carbonio.

Il principale monosaccaride con **cinque atomi di carbonio** è, invece, il **ribosio**, uno zucchero aldoso. Il ribosio è presente negli acidi nucleici RNA e, in forma modificata, DNA, contenente le informazioni necessarie alla codifica del nostro codice genetico.

Le catene dei monosaccaridi, in realtà, non sono lineari ma tendono a chiudersi, dando luogo a una **struttura ciclica**, contenente cinque o sei atomi, di cui uno di ossigeno.

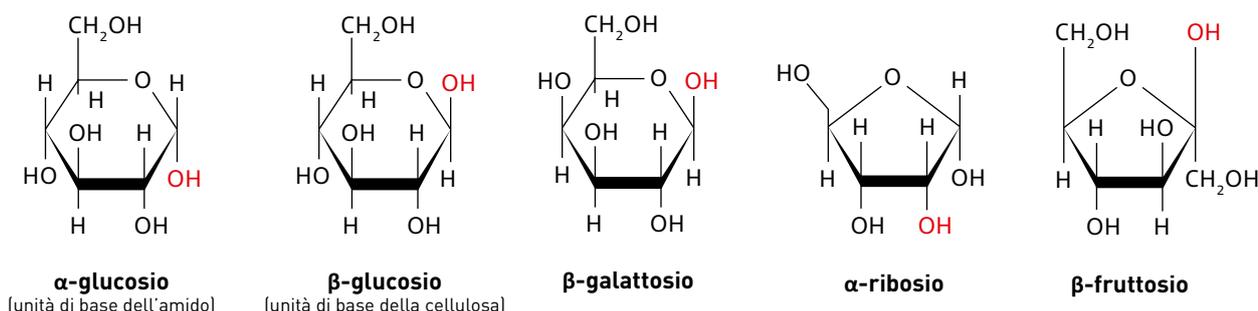
Su ogni atomo di carbonio facente parte del ciclo è presente un atomo di idrogeno e un gruppo -OH.

Il carbonio che figura fuori dal ciclo è presente come gruppo -CH<sub>2</sub>OH.

La posizione del gruppo -OH sul primo carbonio a destra determina la configurazione del monosaccaride e con essa la formazione di diversi legami nei polisaccaridi corrispondenti.

Se l'-OH è posizionato in basso, si parla di **anomero α**; se invece è disposto verso l'alto, di **anomero β**.

▼ Struttura ciclica di α-glucosio, β-glucosio, β-galattosio, α-ribosio e β-fruttosio.

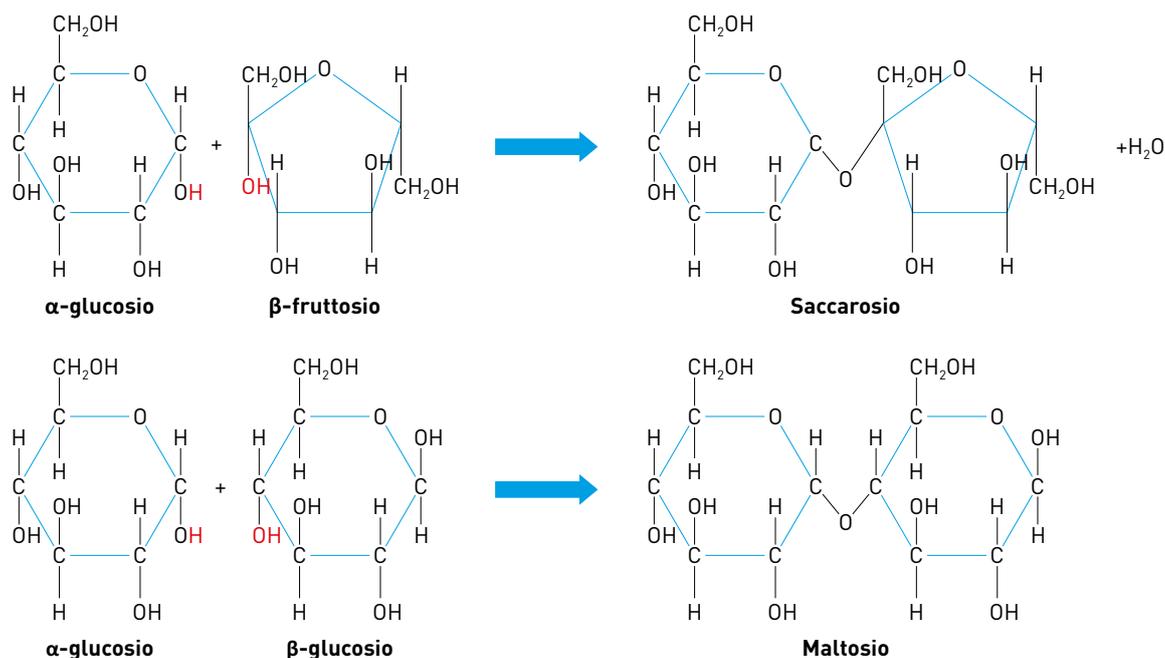


## Disaccaridi

Un monosaccaride può condensare con un secondo monosaccaride, perdendo una molecola di acqua e dando luogo a un disaccaride.

I principali disaccaridi sono:

- il **saccarosio** (il comune zucchero alimentare), ottenuto da condensazione di α-glucosio e β-fruttosio;
- il **maltosio**, ottenuto da condensazione di α-glucosio e β-glucosio.



Solo nel caso del saccarosio i gruppi -OH che condensano sono quelli presenti sul primo atomo di carbonio. Questa particolarità fa sì che il saccarosio sia classificato come zucchero **non riducente**.

## Polisaccaridi

Se i monosaccaridi condensano in grande numero possono formare polisaccaridi, come la cellulosa.

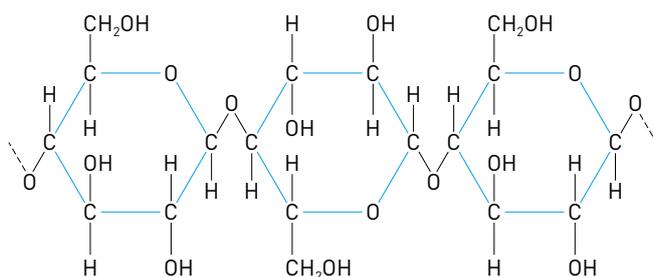
### ► Cellulosa

La cellulosa è un polisaccaride formato per policondensazione lineare di monomeri di β-glucosio anziché di α-glucosio. Essa assolve funzione di sostegno nelle pareti cellulari delle piante e non può essere digerita dall'uomo, poiché privo delle molecole preposte alla sua degradazione, ossia degli specifici **enzimi**.

La cellulosa è una molecola di estremo interesse nel campo tessile, dal momento che è contenuta nelle **fibre naturali** di origine vegetale e in alcune importanti classi di **fibre artificiali**.

**Enzima:**  
catalizzatore biologico, in grado di far avvenire più velocemente una reazione.

► Struttura della cellulosa.



## Lipidi

I lipidi (detti comunemente "grassi") sono biomolecole costituite principalmente da carbonio, idrogeno e ossigeno, ma possono contenere anche atomi di fosforo o di azoto.

I principali tipi di lipidi sono:

- i trigliceridi;
- le cere;
- i terpeni;
- gli steroli;
- i fosfolipidi.

I lipidi sono praticamente insolubili in acqua, ad eccezione dei fosfolipidi.

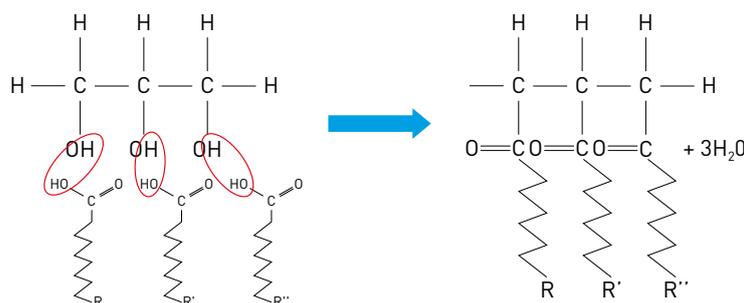
## Trigliceridi

I trigliceridi sono il risultato della condensazione di una molecola di **glicerolo** (alcole) e tre **acidi grassi**.

I gruppi -OH del glicerolo condensano ciascuno con il gruppo -COOH di un acido grasso, dando luogo a un **triestere** con perdita di tre molecole di acqua.

I trigliceridi sono composti apolari e idrofobi, ma se trattati con idrossido di sodio o di potassio, danno luogo ai **saponi**.

► Reazione di formazione di un trigliceride in seguito a condensazione di una molecola di glicerolo e tre di acidi grassi.



Gli acidi grassi maggiormente presenti nei saponi naturali sono:

- l'**acido palmitico**  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ , presente nell'olio di palma;
- l'**acido stearico**  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$  presente nel burro;
- l'**acido oleico**  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  presente nell'olio di oliva e di semi;
- l'**acido linoleico**  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  presente nell'olio di lino.

## Cere

Se gli acidi grassi presentano catena molto lunga (anche oltre i 30 atomi di carbonio) e l'alcole possiede un solo gruppo -OH ma una catena tra i 20 e i 30 atomi di carbonio, l'estere risultante prende il nome di cera.

Le cere vegetali hanno funzione protettiva nelle piante; le più note sono quella di riso, di mirto e l'olio di jojoba.

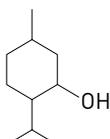
La principale cera animale è, invece, la **lanolina**, un grasso presente nella lana, costituito principalmente da esteri di acidi grassi e da colesterolo.

## Terpeni e steroli

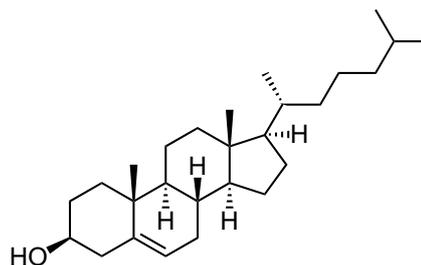
I **terpeni** sono sostanze derivate dell'isoprene, spesso profumatissimi.

Il **mentolo** ne è un esempio.

Gli **steroli**, invece, sono lipidi policiclici. Il **colesterolo** è un fondamentale sterolo, presente all'interno della membrana cellulare animale.



▲ Struttura del mentolo (terpene).

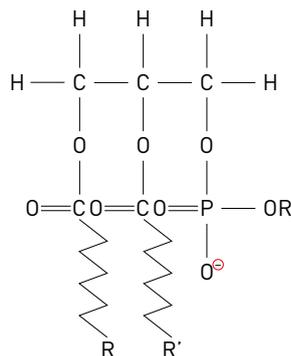


▲ Struttura del colesterolo (sterolo).

## Fosfolipidi

I fosfolipidi sono **lipidi complessi**, caratterizzati dalla presenza nella loro struttura anche di atomi di **fosforo**. Sono presenti nelle membrane cellulari e hanno funzione strutturale.

I fosfolipidi sono il risultato della condensazione tra una molecola di glicerolo, due di acidi grassi e un gruppo fosfato. È proprio il gruppo fosfato a rendere idrofila parte della molecola.



◀ Struttura di un generico fosfolipide.

## Proteine

Le proteine sono copolimeri organici, contenenti carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto e zolfo.

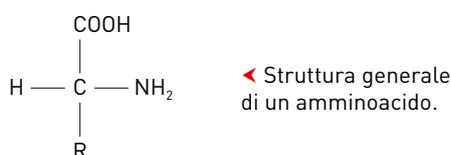
Tutte le proteine possono essere considerate delle **poliammidi**, i cui monomeri sono detti **amminoacidi**.

Le proteine sono costituite da sequenze di amminoacidi, legati tra loro da **legami peptidici**, e organizzati in opportune **strutture**.

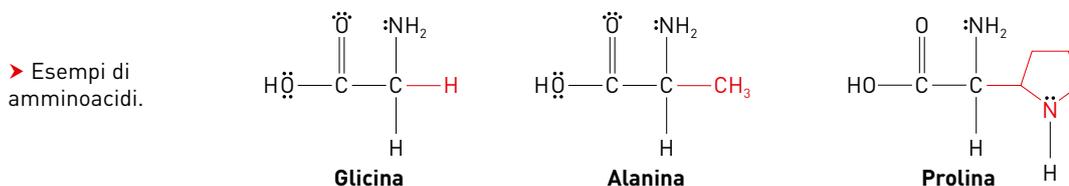
## Amminoacidi

In tutti gli amminoacidi è presente un atomo di carbonio legato a:

- un gruppo **carbossilico** -COOH;
- un gruppo **amminico** -NH<sub>2</sub>;
- un atomo di **idrogeno** -H;
- una **catena laterale** -R.



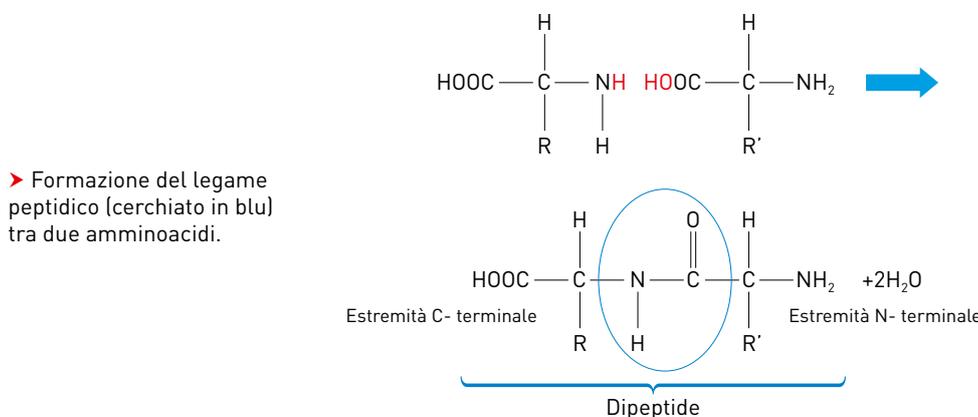
In natura esistono **20 amminoacidi** diversi, che differiscono nella struttura della catena laterale: 10 sono apolari, 5 sono polari, due presentano un'ulteriore catena acida e tre presentano un'ulteriore catena basica.



## Legame peptidico

Il gruppo -COOH di un amminoacido può condensare con il gruppo -NH<sub>2</sub> di un secondo amminoacido, perdendo una molecola di acqua e formando un **legame peptidico**.

I due amminoacidi così legati danno luogo a un **dipeptide**.



Le estremità amminiche e acide libere possono condensare ulteriormente, coinvolgendo ulteriori amminoacidi e arrivando alla formazione di un **polipeptide**.

Solo quando il polipeptide contiene un numero considerevole di amminoacidi e presenta un'opportuna conformazione, si può parlare di **proteina**.

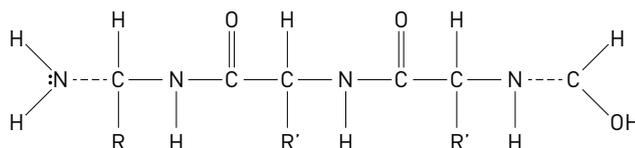
## Struttura

Come ogni singolo amminoacido, anche la catena di ogni proteina possiede a un'estremità un gruppo  $-NH_2$  libero (estremità N-terminale) e all'altra un gruppo  $-COOH$  libero (estremità C-terminale). Per convenzione, l'estremità N-terminale viene posizionata all'estremo sinistro, quella C-terminale all'estremo destro.

La sequenza degli amminoacidi così disposta viene detta **struttura primaria** di una proteina.

Si tratta di una **catena lineare** di monomeri legati da legami covalenti, che non permette alla proteina di svolgere alcuna funzione, se non modificandosi in strutture più complesse.

$\alpha$ -elica

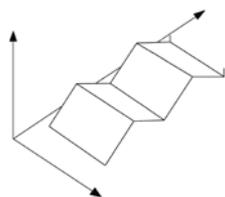


◀ Struttura primaria di un polipeptide.

La catena di amminoacidi deve quindi assumere una certa disposizione nello spazio, che viene detta **struttura secondaria**.

Le strutture secondarie più diffuse nelle proteine sono di due tipi: ad  **$\alpha$ -elica** o a  **$\beta$ -foglietto pieghettato**.

$\beta$ -foglietto pieghettato



▲ Struttura secondaria di una proteina.

A seconda della proteina prevale la presenza di una struttura o dell'altra.

In genere, la **struttura ad elica** prevale se nella proteina sono presenti alte percentuali di amminoacidi ingombranti, le cui catene laterali si orientano verso l'esterno.

Se, invece, prevalgono amminoacidi di piccole dimensioni, la proteina preferisce disporsi a **foglietto pieghettato**.

Entrambe le strutture sono stabilizzate dai **legami a idrogeno** che si instaurano tra i gruppi  $C=O$  e i gruppi  $-NH$  che si trovano sulla stessa direzione.

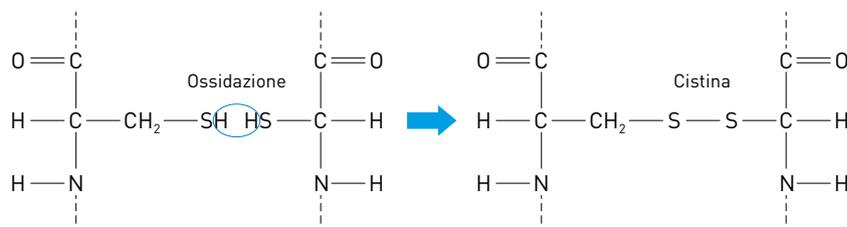


▲ Struttura terziaria di una proteina.

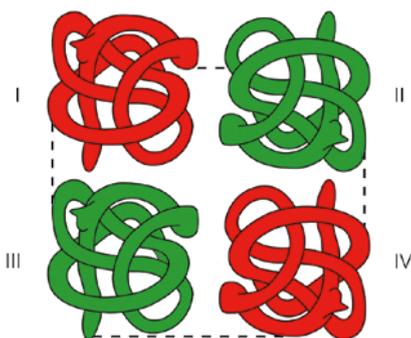
Poiché la proteina può ripiegarsi su se stessa, avviene che i gruppi R presenti negli amminoacidi sufficientemente vicini tra loro interagiscano creando legami di diversa natura: legami ionici, legami a idrogeno, interazioni idrofobiche e i cosiddetti ponti disolfuro. In presenza di questo ripiegamento, si parla di **struttura terziaria**.

In particolare, quando i gruppi  $-SH$  di due cisteine si trovano a una distanza sufficientemente ridotta, possono subire ossidazione e perdere i due atomi di idrogeno. Si forma, così, un **ponte disolfuro** tra le due cisteine, che forma la cistina.

È proprio la presenza di cistina, insieme ad altre interazioni, a consentire di stabilizzare notevolmente la struttura terziaria della proteina.



▲ Formazione di legami cistinici tra due unità di cisteina distanti tra loro ma frontali a causa dell'agrovigliamento della proteina.



▲ Struttura quaternaria di una proteina.

Molte proteine sono, infine, costituite da **più catene** polipeptidiche. La disposizione di tali catene, dette anche subunità, rappresenta la **struttura quaternaria**.

## Proteine fibrose e globulari

Le proteine possono essere distinte in fibrose e globulari.

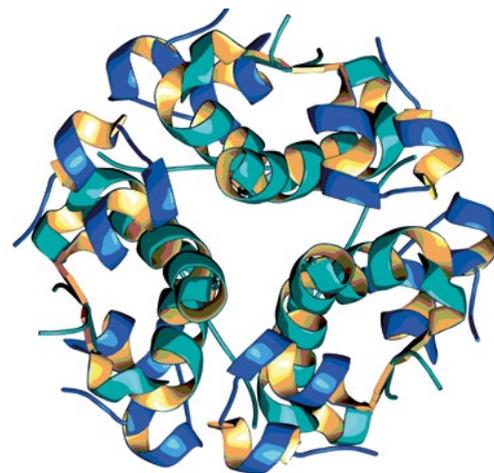
Le proteine **fibrose** assumono spesso funzione strutturale (capelli, peli, unghie, ecc.) e sono insolubili in acqua. Sono fibrose le più interessanti proteine impiegate in campo tessile e conciario: cheratina, fibroina, elastina e collagene.

Le proteine **globulari** presentano, invece, strutture più complesse, caratterizzate da catene che si avvolgono su se stesse. In genere sono solubili in acqua. Tra le proteine globulari figurano molti enzimi.

### ► Enzimi

Gli enzimi sono molecole complesse, quasi sempre **proteine globulari**, in grado di far avvenire molto più velocemente una reazione di interesse biologico. Si tratta quindi di **catalizzatori biologici**. La loro particolarità risiede nel fatto che ogni enzima è in grado di catalizzare solo una reazione, o un numero molto limitato. Questo avviene perché all'interno dell'enzima è presente una zona, detta **sito attivo**, che mostra affinità solo nei confronti di specifici substrati, che devono possedere determinati legami e specifiche conformazioni strutturali.

La maggior parte dei nomi degli enzimi contiene una parola che descrive il tipo di molecola su cui agisce, con desinenza -asi.



▲ Struttura di una proteina globulare.