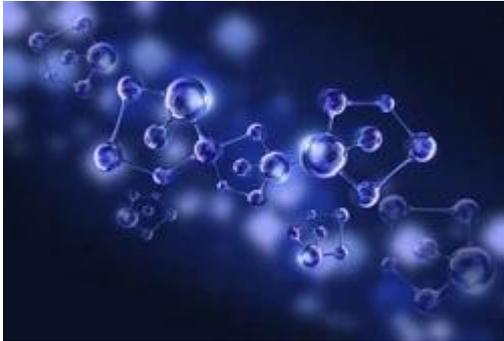


Le biomolecole



Le biomolecole rappresentano la materia prima che viene a costituire tutti gli organismi viventi, sono, pertanto, i costituenti della materia vivente.

Gli elementi chimici che costituiscono la materia vivente non differiscono da quelli che formano la materia inorganica. Tuttavia solo 27, dei 90 elementi esistenti in natura, entrano a far parte di essa.

In particolare alcuni di questi elementi entrano a far parte degli organismi viventi in proporzioni molto maggiori di quelli che si riscontrano nell'ambiente fisico.

Idrogeno, Ossigeno, Carbonio e Azoto costituiscono da soli, infatti, il 99% della massa del vivente.

Ciò è dovuto al fatto che questi elementi hanno due principali caratteristiche che li rendono più idonei di altri a formare le complesse molecole che formano gli organismi viventi:

- 1) si uniscono mediante forti legami covalenti
- 2) danno vita ad un gran numero di composti diversi

Monomeri e polimeri

La maggior parte delle molecole organiche presenti in natura hanno grandi dimensioni e vengono, quindi, definite macromolecole.

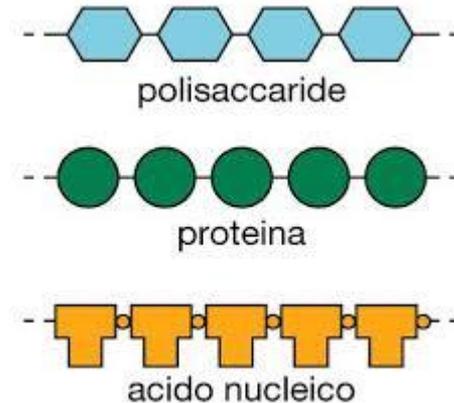
Esse si formano assemblando fra loro non ad uno ad uno i singoli atomi, ma unendo molecole già pronte di piccole dimensioni dette **monomeri**.

Una macromolecola è quindi considerata un polimero formato dall'unione di più monomeri.

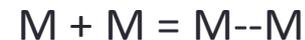
A volte i monomeri sono tutti uguali (omopolimeri), oppure possono essere diversi fra loro (eteropolimeri).

La reazione chimica che porta all'unione di più monomeri per formare un polimero viene detta **condensazione** e comporta l'eliminazione di una molecola di acqua per ogni legame che si forma.

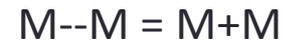
Al contrario la scomposizione di un polimero per formare i monomeri viene detta **idrolisi** e comporta la rottura di legami chimici e l'aggiunta di una molecola di acqua per ogni legame che viene rotto.



Reazione di condensazione



Reazione di idrolisi



Carboidrati

I **Carboidrati** o **glucidi** sono composti organici formati da carbonio, idrogeno, ossigeno. Essi rappresentano sia una risorsa energetica, sia importanti componenti strutturali delle cellule. In base al numero di monomeri di cui sono costituiti essi si distinguono in:



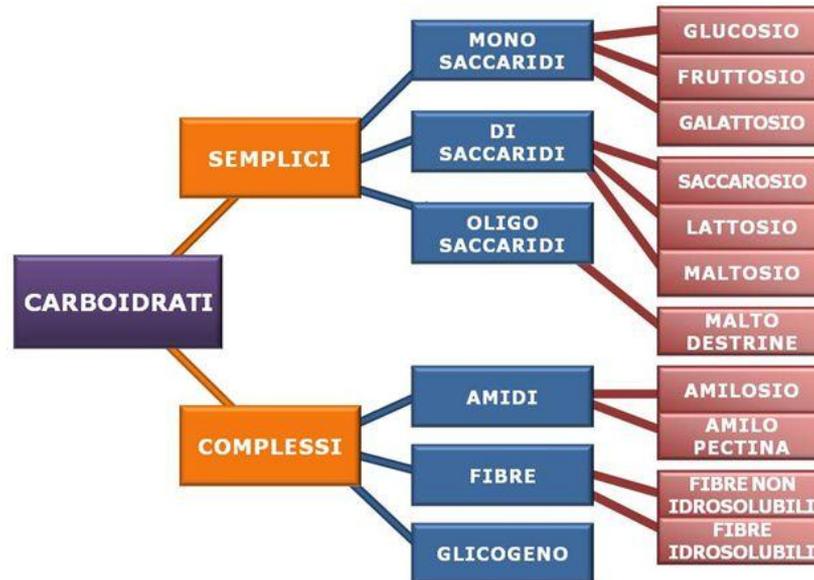
monosaccaridi formati da una sola unità saccaridica,

oligosaccaridi formati da 2 a 10 monomeri legati fra loro da un legame covalente (legame glicosidico)

polisaccaridi formati da molti monomeri legati fra loro.

Per i monosaccaridi e per i disaccaridi si usa anche il termine zuccheri.

Classificazione



MONOSACCARIDI

Sono zuccheri semplici la cui molecola contiene da 3 a 7 atomi di carbonio.
Sono rappresentati con la formula generica $(\text{CH}_2\text{O})_n$, dove n è un numero intero.

Tra questi ricordiamo in particolare i pentosi e gli esosi :

I **pentosi** sono monosaccaridi a 5 atomi di C e comprendono il ribosio costituente dell'RNA e il desossiribosio costituente del DNA.

Gli **esosi** contengono 6 atomi di C e tra essi ricordiamo il glucosio, il fruttosio, e il galattosio.

Glucosio

Il **glucosio** è il composto organico più diffuso in natura, sia libero sia sotto forma di polimeri.

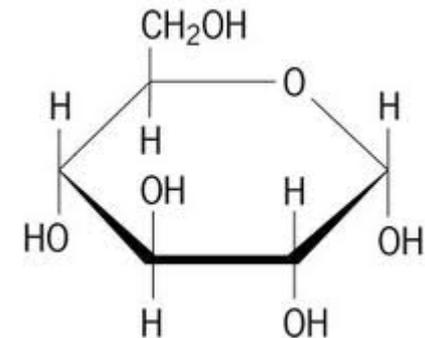
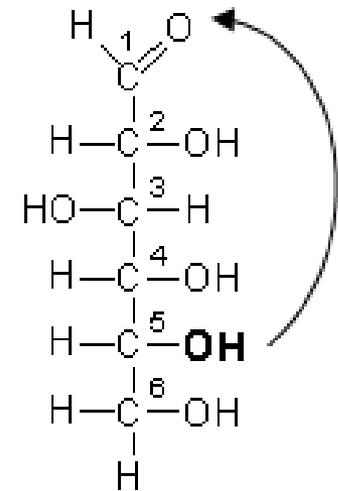
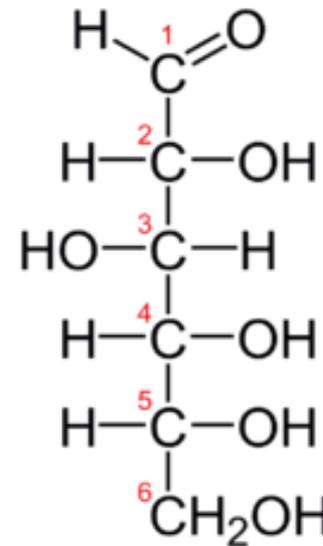
È uno degli zuccheri più importanti ed è usato come fonte di energia sia dagli animali che dalle piante.

Il glucosio è il principale prodotto della fotosintesi ed è il combustibile della respirazione.

Il glucosio è uno **zucchero aldoseso** perché la sua molecola è composta da sei atomi di carbonio (-esoso) e contiene un gruppo carbonilico aldeidico -CHO tipico delle aldeidi (aldo-).

La sua forma più stabile è quella in cui uno dei gruppi ossidrilici si lega al carbonio C1 del gruppo aldeidico (-CHO) a formare un anello a 6 atomi.

La reazione di formazione dell'anello è reversibile; a pH 7 circa lo 0,0026% delle molecole è presente in forma aperta.

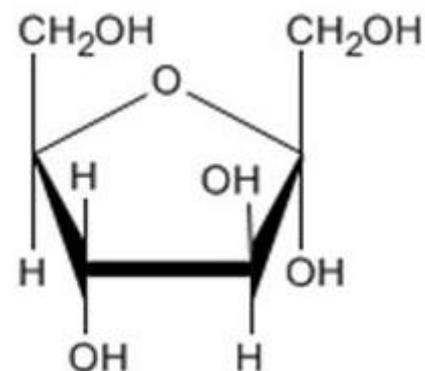
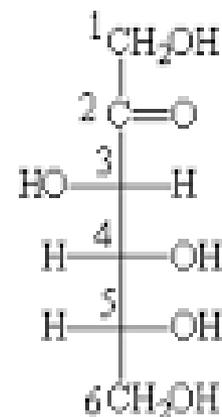


Il **fruttosio** (o fruttosio), zucchero semplice, è un monosaccaride isomero topologico (o costituzionale) del glucosio, dal quale si differenzia in quanto **chetoso** anziché aldoso.

In natura si presenta, solido o in soluzione acquosa, nella maggior parte dei frutti zuccherini e dei loro relativi succhi, quindi nel miele e, in percentuale più bassa, in diversi vegetali, ad esempio la bieta da zucchero o la canna da zucchero.

Il fruttosio è il più dolce tra tutti i tipi di zuccheri.

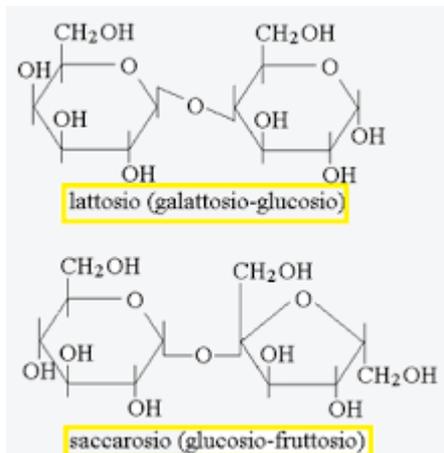
Come tutti i monosaccaridi a catena sufficientemente lunga (≥ 4 atomi di carbonio), allo stato cristallino le sue molecole si trovano in topologia (etero)ciclica, termodinamicamente più stabile delle corrispondente forma aperta.



Sono formati dalla condensazione di due monosaccaridi.

Tra essi troviamo il **saccarosio** (glucosio + fruttosio) che è il comune zucchero da cucina, il **maltosio** (glucosio + glucosio) che è lo zucchero del malto e, infine, il **lattosio** (glucosio + galattosio) che è lo zucchero presente nel latte.

I disaccaridi sono la classe più semplice ed importante degli oligosaccaridi, largamente studiati nelle scienze della alimentazione e nel metabolismo umano ed animale.



Sono polimeri di monosaccaridi costituiti tutti da un unico monomero : il glucosio.

I più importanti polisaccaridi sono **amido**, **glicogeno** e **cellulosa**.

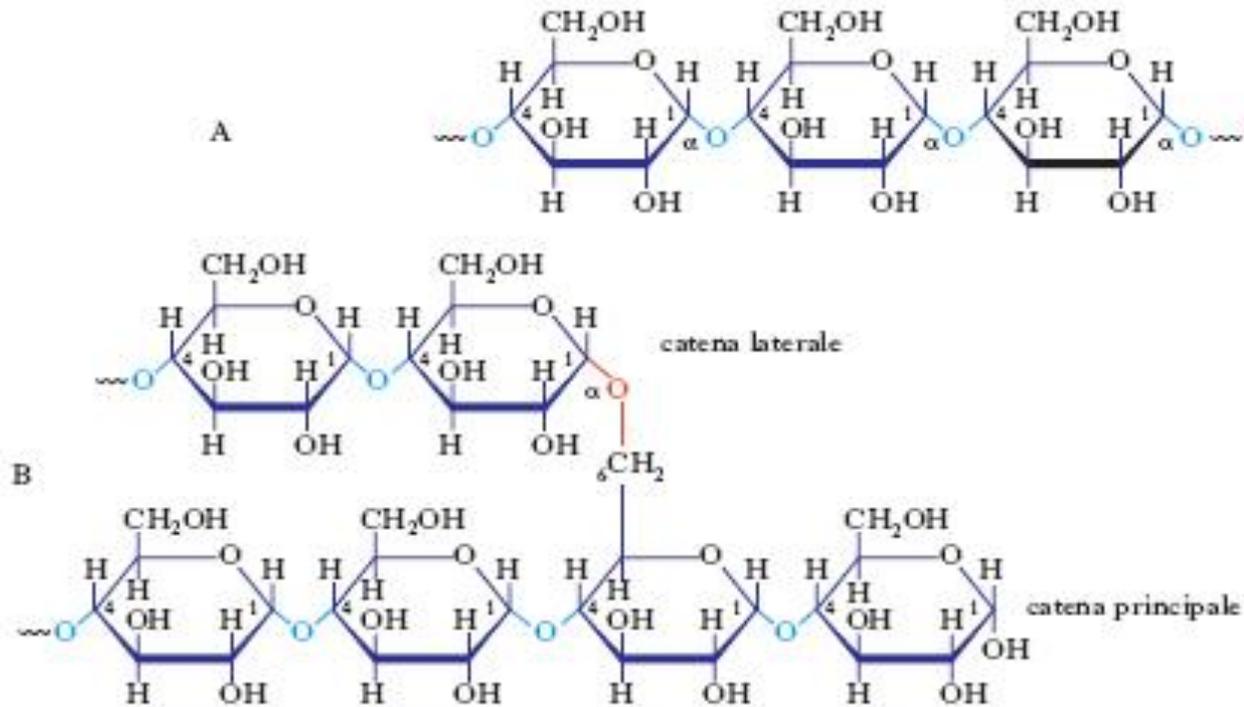
Dal punto di vista chimico essi differiscono per l'isomero di glucosio legato o per il tipo di legame o per la ramificazione della catena.

Amido: è la sostanza di riserva delle cellule vegetali esso ha la stessa struttura del glicogeno anche se la molecola di quest'ultimo è molto più ramificata. L'amido è costituito da due componenti : l'**amilosio** (20%), idrosolubile che si colora intensamente di blu con coloranti a base di iodio e l'**amilopectina**(80%)insolubile. Esso è contenuto all'interno della cellula vegetale in particolari organuli detti amiloplasti all'interno dei quali si dispone mano a mano che si deposita in ellissi concentriche.

Glicogeno: è la sostanza di riserva delle cellule animali dove viene conservato nelle cellule epatiche e muscolari

Cellulosa : è il principale costituente delle pareti delle cellule vegetali dove ha funzione di sostegno e protezione; è costituita da catene di β -glucosio unite fra loro da legami β -glucosidici. Ciò la rende completamente non digeribile da parte dell'uomo dove però ha l'importante funzione di contribuire a formare la massa fecale.

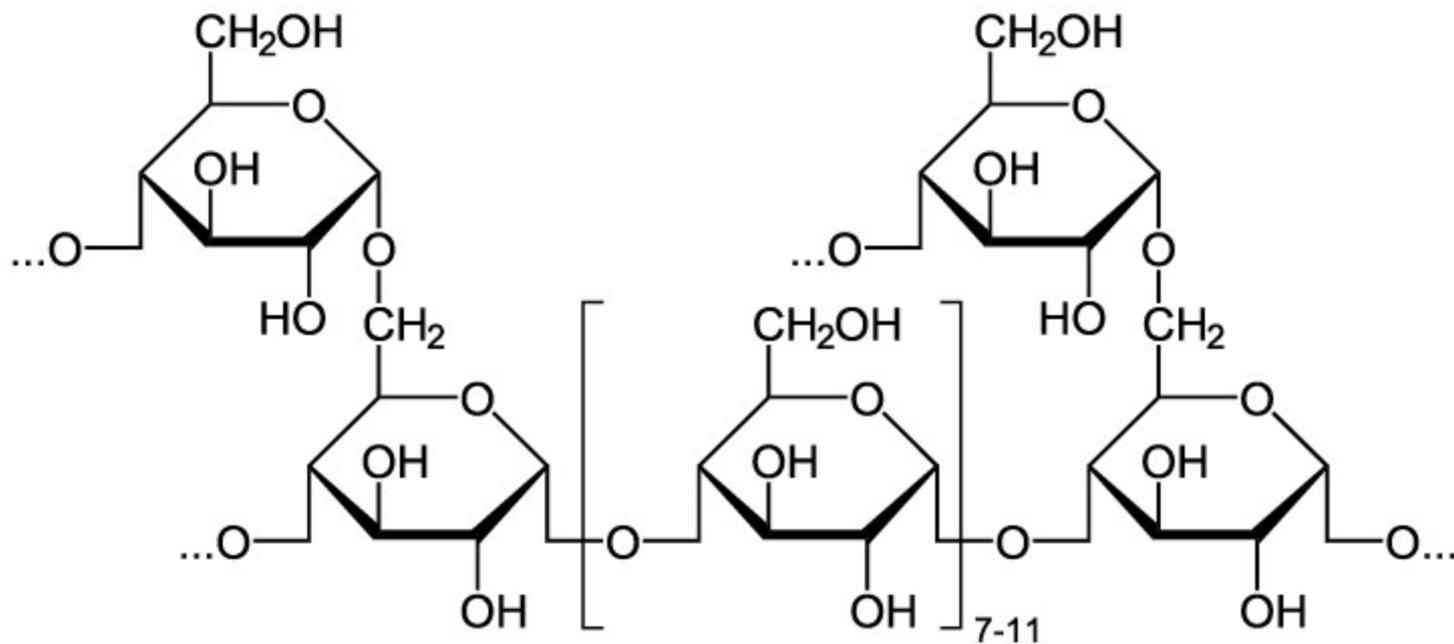
Gli erbivori invece sono in grado di digerirla grazie a microorganismi simbiotici dell'apparato digerente che sanno rompere i legami β -glucosidici.



A: amilosio

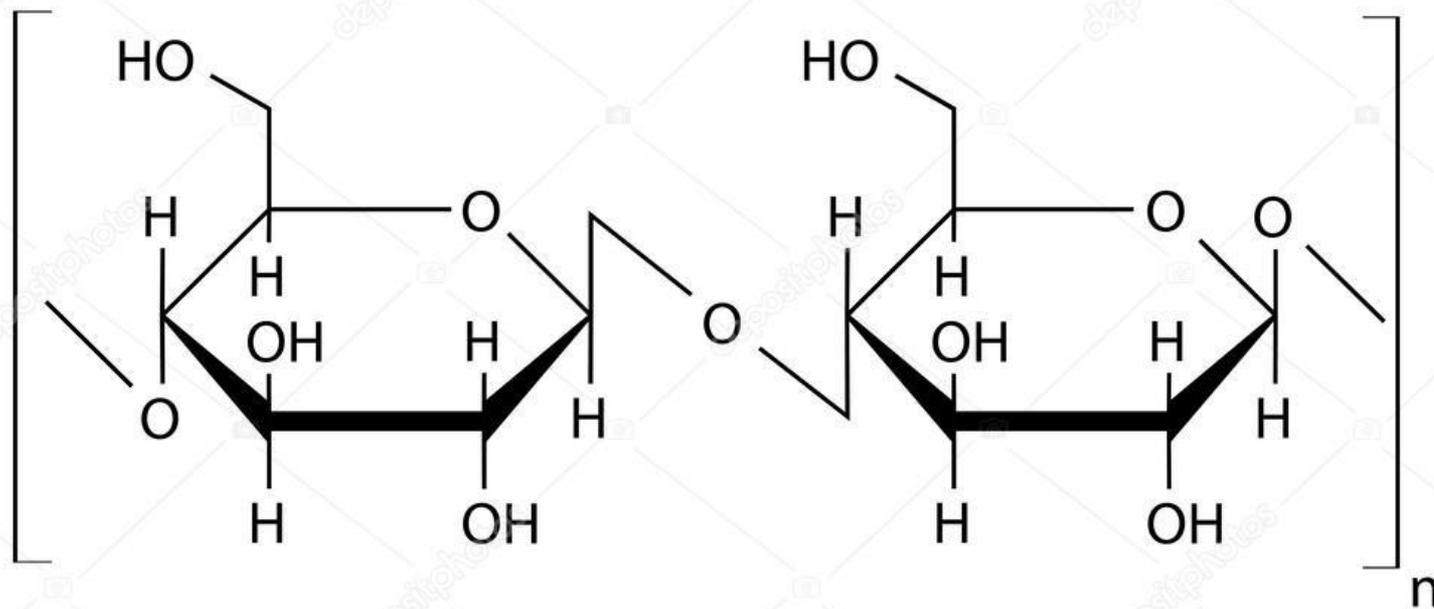
B: amilopectina

Glicogeno



Rispetto all'amilopectina, il glicogeno presenta ramificazioni più frequenti, ma più brevi

Cellulosa



Sono un insieme eterogeneo di composti (**grassi neutri, fosfolipidi, steroli, cere**) che hanno in comune la caratteristica di essere apolari e insolubili in acqua, ma solubili in alcuni solventi organici, in alcool e in etere.

Svolgono nei viventi importanti funzioni:

- a) immagazzinano energia
- b) sono un importante componente della membrana cellulare
- c) partecipano alla termoregolazione assicurando un isolamento termico
- d) proteggono gli organi dai danni da urto
- e) fungono da messaggeri chimici(ormoni)

Grassi neutri

Sono costituiti dall'unione di una molecola di **glicerolo** e da 1 a 3 catene di acidi grassi con un numero di atomi di carbonio variabili da 14 a 22.

Se tra gli atomi di carbonio della catena di acido grasso esistono solo legami semplici esso viene detto saturo, se ci sono doppi legami viene detto insaturo .

Gli acidi grassi con un solo doppio legame vengono detti monoinsaturi, con più di un doppio legame poliinsaturi.

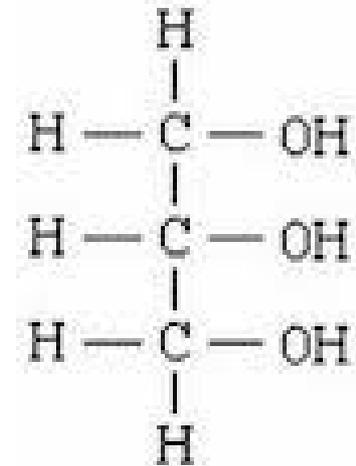
Se al glicerolo è unita una sola molecola di acido grasso si forma un **monogliceride**, se se ne uniscono due, **digliceride**, se se ne aggiungono tre, **trigliceride**.

Il legame che si instaura tra una molecola di glicerolo e una di un acido grasso è covalente e prende il nome di **legame estere**.

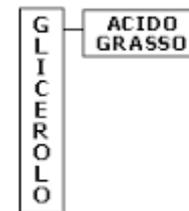
Nell'organismo, durante la digestione i grassi neutri vengono trasformati nelle molecole che li compongono attraverso una reazione di idrolisi che porta alla rottura del legame estere.

I trigliceridi si dividono in **grassi** se contengono acidi grassi saturi e **oli** se invece contengono acidi grassi insaturi.

Ciò causa una netta distinzione tra i due, per cui i primi sono solidi a temperatura ambiente, mentre i secondi risultano liquidi.



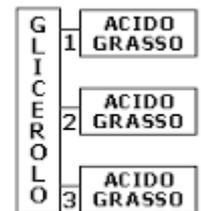
glicerolo



Monogliceride

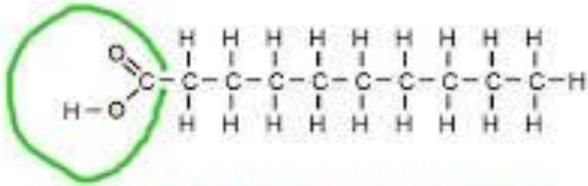


Digliceride

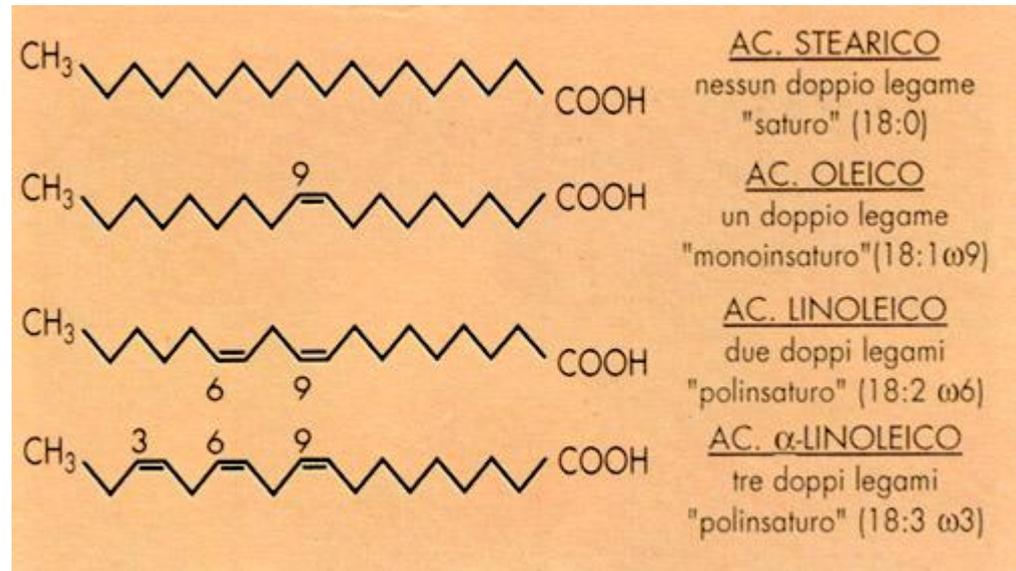
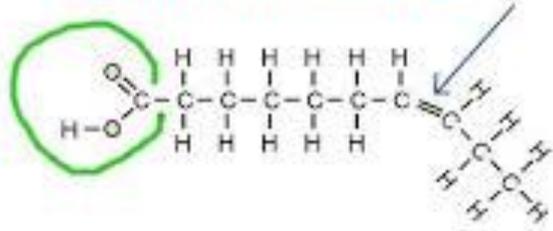


Trigliceride

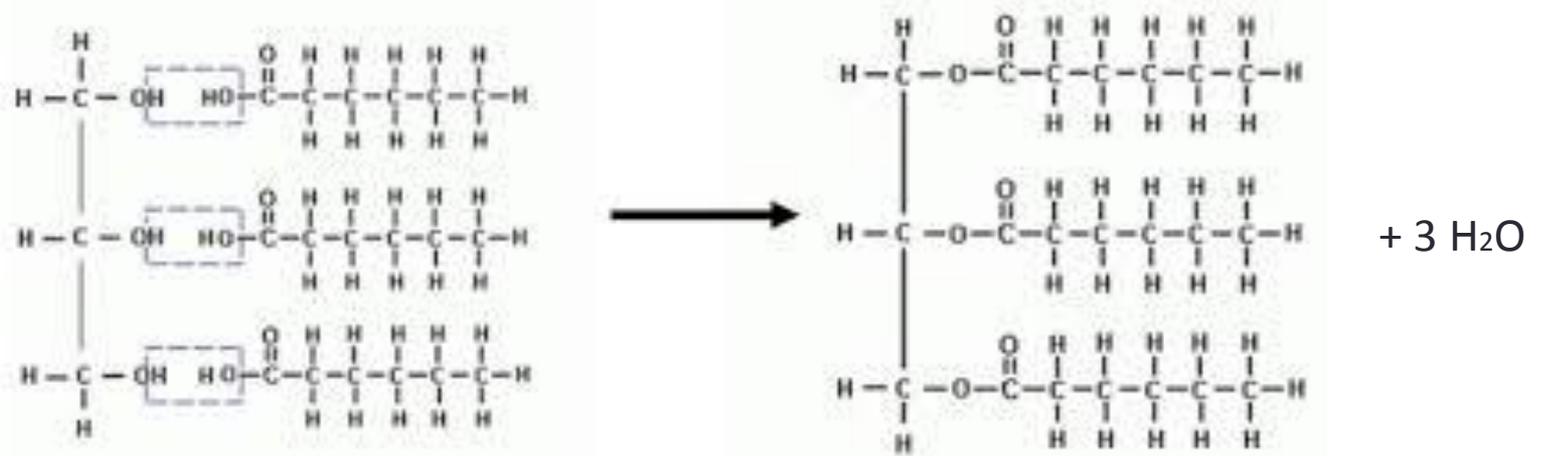
ACIDO GRASSO SATURO



ACIDO GRASSO INSATURO



Formazione di un trigliceride



Fosfolipidi

I **fosfolipidi** fanno parte della struttura della membrana delle cellule.

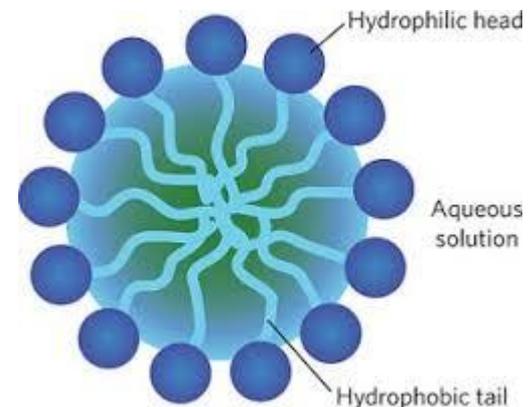
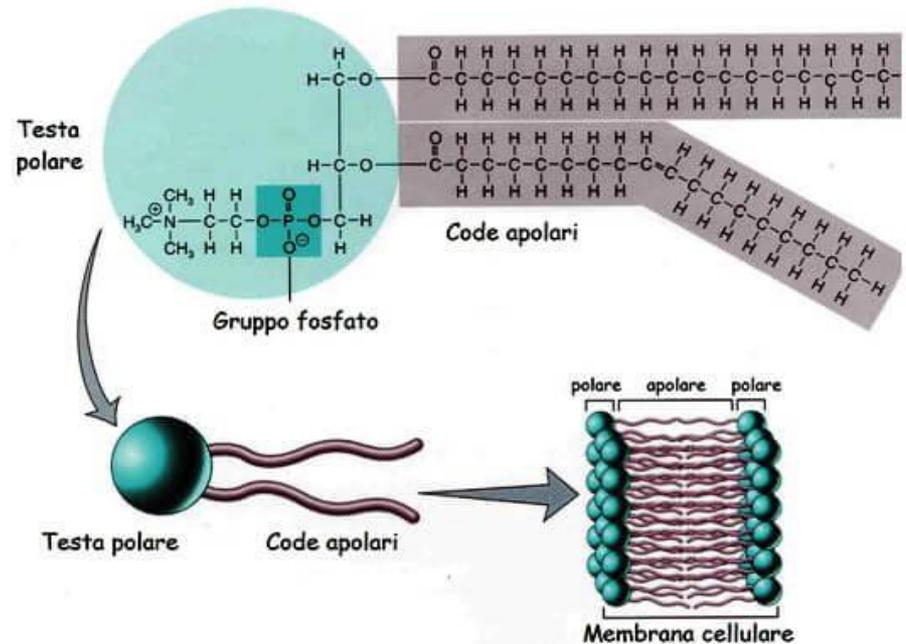
Un fosfolipide è formato da una molecola di glicerolo unita a due acidi grassi e legata a un gruppo fosfato (PO_4^-) a sua volta legato ad un gruppo organico indicato con R (gruppo radicale) che specifica il tipo di fosfolipide. La molecola risulta formata da una "testa" polare idrofila e da due code non polari idrofobe. La "testa" è proprio il gruppo fosfatico e il glicerolo e le due "code" sono formate dalle catene di acidi grassi.

I lipidi con questa caratteristica vengono in generale detti **anfipatici**.

In acqua le molecole dei fosfolipidi tendono ad aggregarsi formando un doppio strato con le teste polari rivolte verso l'acqua e le code idrofobe non polari rivolte in direzione opposta.

Se invece i fosfolipidi si dispongono in lamina ad un unico strato, queste tendono a rinchiudersi su se stesse delimitando un ambiente interno lipidico separato dall'esterno che, invece, rimane a contatto con l'acqua.

Una struttura del genere viene denominata **micella**.



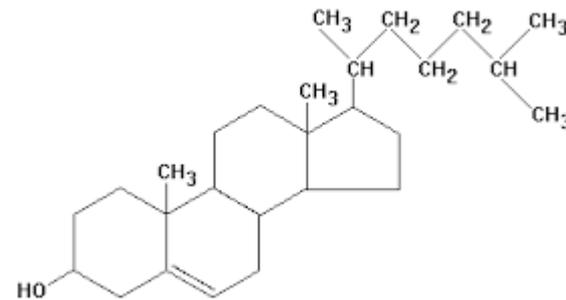
Steroidi

Gli **steroidi** sono composti formati da quattro anelli carboniosi legati tra loro.

Il rappresentante principale di questo gruppo di lipidi è il **colesterolo**.

Questo composto è uno dei costituenti principali della membrana cellulare animale e, insieme ai fosfolipidi e ai glicolipidi, ne influenza la stabilità, la mobilità e la permeabilità.

Viene inoltre immagazzinato nelle ghiandole surrenali, nei testicoli e nelle ovaie per essere trasformato nei vari ormoni steroidei (ormoni sessuali o corticosteroidi)



colesterolo



LDL: «colesterolo cattivo» colesterolo legato a lipoproteine a bassa densità. Il colesterolo legato a tali lipoproteine tende ad accumularsi sull'endotelio delle arterie, formando aggregati sempre più densi fino a generare delle vere e proprie placche, dette ateromi

HDL: «colesterolo buono» colesterolo legato a lipoproteine ad alta densità che ripuliscono le arterie catturando il colesterolo in eccesso e trasferendolo ai tessuti (soprattutto al fegato), dove viene smaltito.

Cere

Le **cere** sono miscele di esteri di acidi grassi con alcoli grassi, cioè con alcoli ad alto peso molecolare e a catena lineare.

Le cere possono essere naturali o artificiali e tra le più comuni si annoverano la cera d'api, cera di carnauba (cera vegetale) e paraffina (cera minerale, una miscela di idrocarburi semisolidi).

Sono cere naturali anche altre sostanze oleose secreta all'interno di alcune cavità animali, ad esempio l'orecchio o il capo di alcuni cetacei. In natura hanno funzione strutturale e impermeabilizzante.



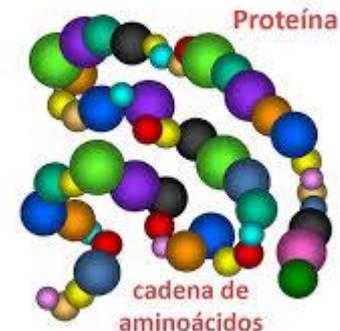
Proteine

Sono sostanze quanto mai *eclettiche*, grande essendo la varietà di funzioni che le proteine possono svolgere nella materia vivente.

Esse infatti:

- 3 concorrono a formare l'impalcatura del corpo;
- 3 svolgono una funzione catalitica cioè accelerano le reazioni (enzimi);
- 3 fungono da mezzo di trasporto di altre molecole;
- 3 sono responsabili del movimento;
- 3 hanno compiti protettivi;
- 3 svolgono funzioni di regolazione;
- 3 fungono da riserva di sostanze nutritive;
- 3 controllano il pH del sangue.

Chimicamente sono dei polimeri di **amminoacidi**



Amminoacido

Gli **amminoacidi** sono composti organici caratterizzati dalla presenza, nella loro molecola, di un gruppo funzionale acido, il carbossile COOH, di un gruppo funzionale basico rappresentato dal gruppo amminico NH₂ e di un radicale R.

In natura esistono soltanto una ventina di amminoacidi.

Gli aminoacidi si combinano tra di loro mediante un legame covalente, detto **legame peptidico**, tra il gruppo carbossilico di una molecola e il gruppo amminico di un'altra. Quando si combinano due aminoacidi si forma un dipeptide; una catena più lunga viene chiamata polipeptide.

Una proteina è formata da uno o più polipeptidi.

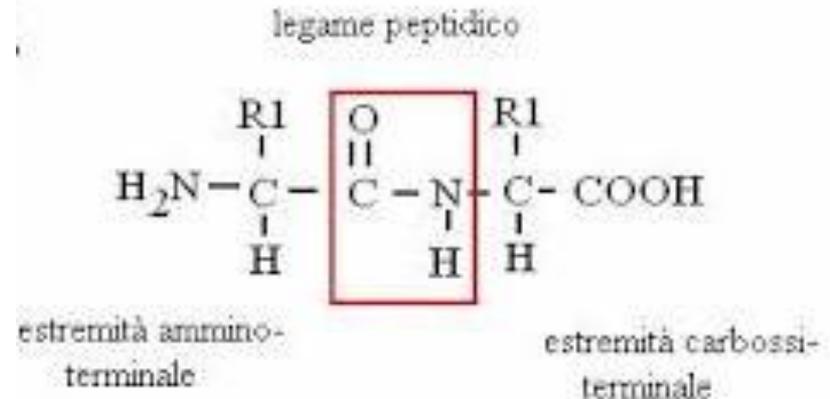
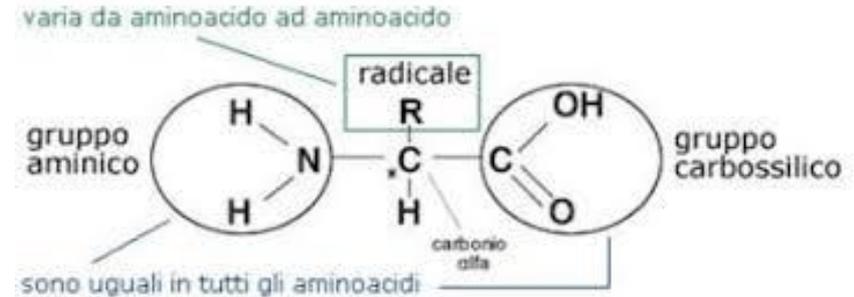


Tabella degli aminoacidi

Sigla a tre lettere	Sigla a una lettera	Nome
Gly	G	Glicina
Ala	A	Alanina
Val	V	Valina
Leu	L	Leucina
Ile	I	Isoleucina
Met	M	Metionina
Cys	C	Cisteina
Pro	P	Prolina
Phe	F	Fenilalanina
Trp	W	Triptofano
Tyr	Y	Tirosina
Thr	T	Treonina
Ser	S	Serina
Asn	N	Asparagina
Gln	Q	Glutammina
Asp	D	Acido aspartico o Aspartato
Glu	E	Acido Glutammico o Glutammato
His	H	Istidina
Lys	K	Lisina
Arg	R	Arginina

Secondo i tipi, la quantità e l'ordine di allineamento degli aminoacidi si formano proteine con differenti caratteristiche e funzioni.

Utilizzando soltanto 20 differenti aminoacidi, una cellula può costruire migliaia di differenti proteine, ognuna delle quali ha un proprio ruolo nella cellula.

Si chiamano essenziali gli aminoacidi che un organismo animale non è in grado di sintetizzare e deve necessariamente assumere con la dieta.

Gli aminoacidi essenziali per l'uomo sono la lisina, la leucina, l'isoleucina, la metionina, la fenilalanina, la treonina, il triptofano, la valina e l'istidina.

La sequenza degli aminoacidi in una proteina è definita dalla sequenza presente in un gene.

Poco dopo o anche durante la sintesi proteica, i residui di una proteina vengono spesso modificati chimicamente mediante la modificazione post traduzionale che altera le proprietà fisiche e chimiche, la piegatura, la stabilità, l'attività e, in ultima analisi, la funzione della proteina. Le proteine possono anche operare insieme per raggiungere una particolare funzione e spesso associarsi in complessi multiproteici stabili.

Una volta sintetizzate nell'organismo, le proteine esistono solo per un certo periodo di tempo per poi venire degradate e riciclate attraverso i meccanismi cellulari per il processo di turnover proteico. La durata di una proteina è misurata in termini di emivita, cioè del tempo richiesto per ridurre del 50% la biodisponibilità, e può essere molto varia. Alcune possono esistere per solo alcuni minuti, altre fino ad alcuni anni, tuttavia la durata media nelle cellule di un mammifero è tra 1 e 2 giorni. Proteine anomale e mal ripiegate o vengono degradate più rapidamente o possono causare instabilità.

La «forma» della proteina

Ogni proteina ha una sua forma, che non è altro che la risultanza di varie interazioni fisiche e chimiche che si realizzano tra i suoi amminoacidi più o meno distanti tra loro. Ognuna di queste interazioni viene a definire un determinato livello strutturale.

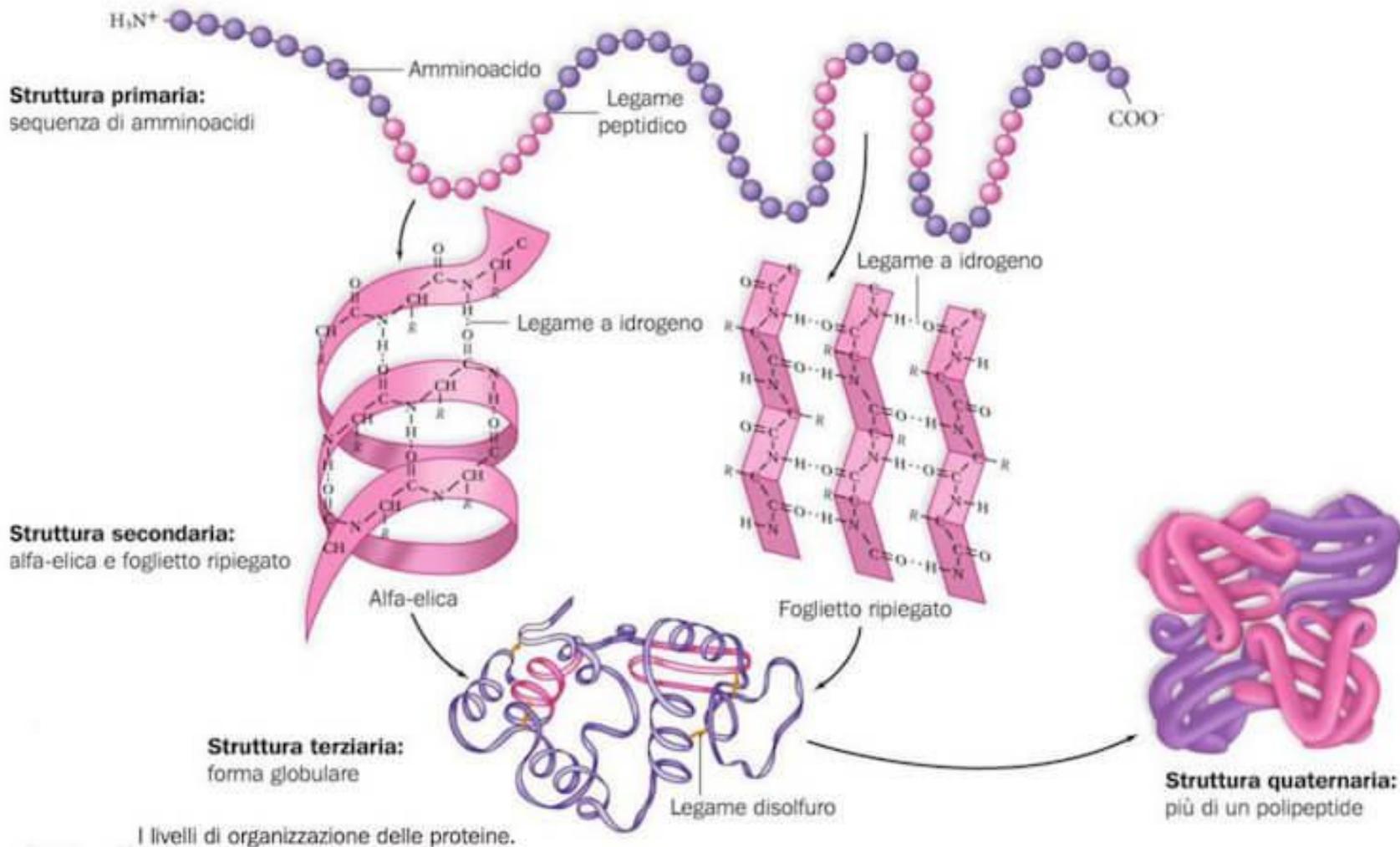
La **struttura primaria** è data dalla sequenza specifica degli amminoacidi lungo la catena peptidica.

La **struttura secondaria** consiste nella conformazione spaziale delle catene; ad esempio la conformazione a spirale (o ad alfa elica), mantenuta e consentita dai legami a idrogeno o quella planare (o a foglietto β).

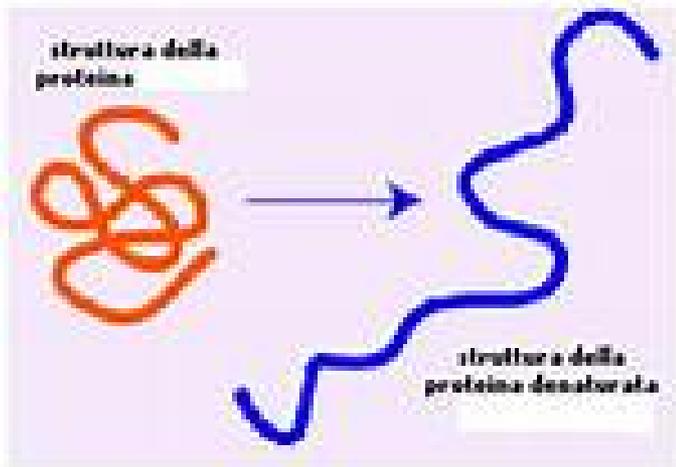
La **struttura terziaria** è rappresentata dalla configurazione tridimensionale completa che la catena polipeptidica assume nell'ambiente in cui si trova. Essa viene consentita e mantenuta da diversi fattori, come i ponti disolfuro, e le forze di Van der Waals. Gran parte delle strutture terziarie può essere classificato come globulare o fibrosa.

La **struttura quaternaria** è quella che deriva dall'associazione di due o più unità polipeptidiche, unite tra loro da legami deboli (e a volte ponti disolfuro) in un modo molto specifico, come ad esempio avviene nella costituzione dell'emoglobina, costituita da quattro subunità, due globuline α e due globuline β .

Le proteine che contengono anche una parte non polipeptidica, gruppo prostetico, sono dette proteine coniugate.



Cambiamenti della struttura tridimensionale di una proteina possono alterare la sua attività biologica.



Quando una proteina viene scaldata o trattata con prodotti chimici la sua struttura terziaria diventa disordinata e le catene peptidiche si aprono per dare una conformazione meno ordinata.

Questo srotolamento è associato alla perdita dell'attività biologica della proteina.

Tale cambiamento di configurazione e la conseguente perdita di attività biologica vengono definiti **denaturazione** della proteina.



**NELL'UOVO CRUDO LA
PROTEINA **ALBUMINA**
MANTIENE LA SUA STRUTTURA E
SI PRESENTA VISCHIOSA E
TRASPARENTE**

**NELL'UOVO COTTO LA PROTEINA
ALBUMINA SI DENATURA
E ASSUME UN ASPETTO BIANCO
OPACO E UNA CONSISTENZA
SOLIDA**



Cottura a freddo dell'uovo

Anche l'aggiunta di **ALCOL** all'albume e al tuorlo d'uovo produce la denaturazione delle proteine.

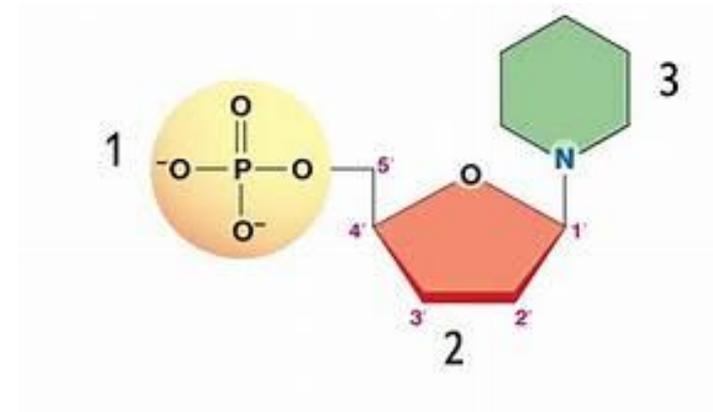
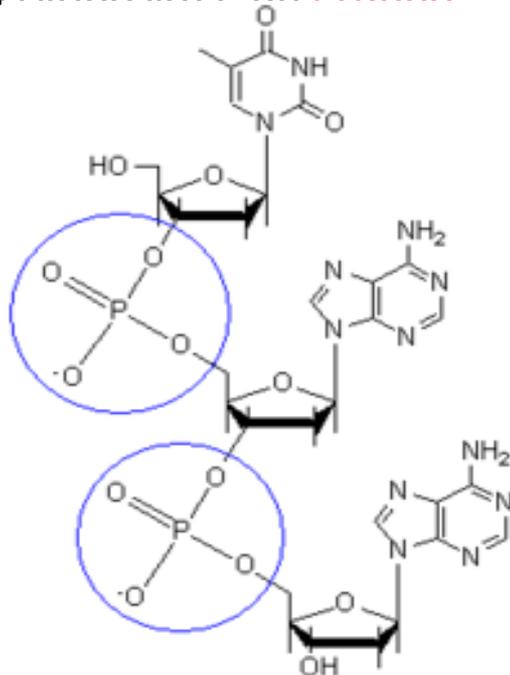


Per aggiunta di alcol, l'albume e il tuorlo di un uovo assumono l'aspetto dell'uovo cotto anche senza riscaldamento.

Acidi nucleici

Gli acidi nucleici (DNA e RNA) sono dei polimeri i cui monomeri sono detti **nucleotidi**.

Un **nucleotide** è costituito da tre elementi: una **base azotata**, uno **zucchero** con cinque atomi di carbonio (ribosio o desossiribosio) e un **gruppo fosfato**.



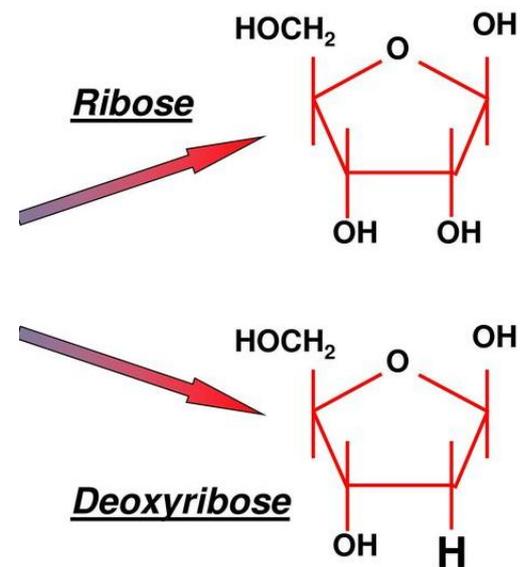
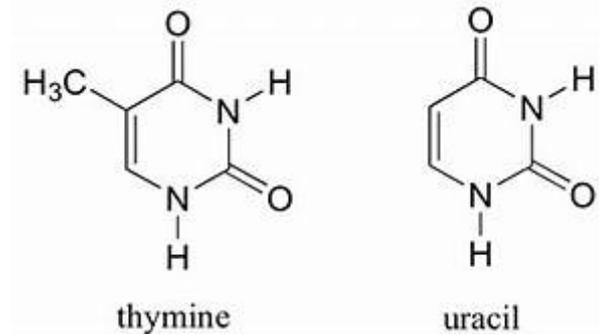
Una sequenza di nucleotidi uniti tra loro da ponti fosfato tra il ribosio di un nucleotide e quello del nucleotide adiacente prende il nome di **polinucleotide**.

Presente nel nucleo e nel citoplasma di tutti gli organismi, l'acido ribonucleico (**RNA**) è un polinucleotide a singola elica costituito da una sequenza di nucleotidi in ciascuno dei quali sono presenti un gruppo fosfato, un ribosio e una base azotata che può essere adenina A, guanina G, citosina C e uracile U.

Esistono diversi tipi di RNA, ognuno dei quali è preposto ad una funzione specifica (RNA messaggero o m-RNA, RNA di trasferimento o t-RNA, RNA ribosomiale o r-RNA).

La presenza dell'uracile al posto della timina e del ribosio al posto del deossiribosio distingue chimicamente l'RNA dal DNA.

In alcuni virus (retrovirus) l'RNA costituisce l'unica molecola contenente informazione genetica.



Le **vitamine** sono sostanze di natura organica, contenute negli alimenti, indispensabili per il buon funzionamento, l'accrescimento e il mantenimento dell'organismo.

Esse non hanno funzioni energetiche o strutturali, ma intervengono con compiti specifici in reazioni chiave del metabolismo, permettendone lo svolgimento.



In aggiunta a questi ruoli, da tempo conosciuti, è inoltre emerso che almeno due di esse, la **vitamina A** e la **vitamina D**, sono capaci di interagire direttamente con il DNA, determinando la trascrizione delle informazioni geniche, motivo per cui, dal punto di vista del meccanismo d'azione, queste due sostanze vengono ormai considerate degli ormoni.