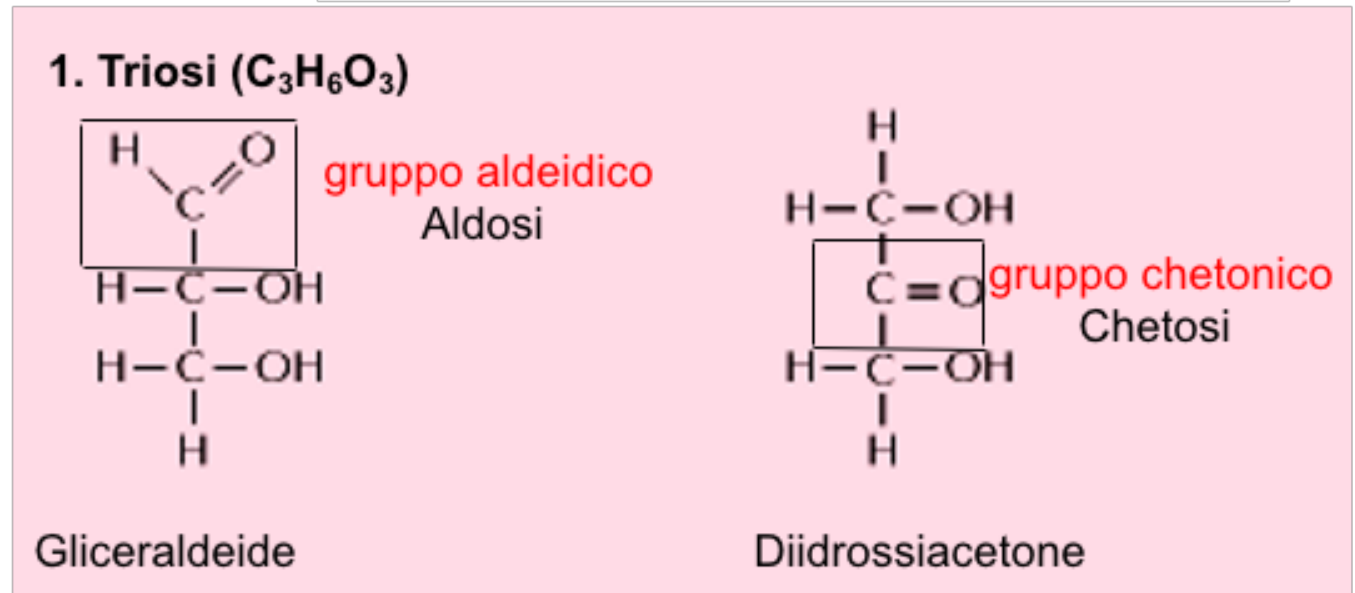


POLISACCARIDI



I MONOSACCARIDI SONO LE UNITA' BASE DEI POLISACCARIDI

I **monosaccaridi** differiscono per 1) la presenza di un gruppo aldeidico o chetonico e 2) per il numero di atomi di carbonio;



I **polisaccaridi** (zuccheri, amidi, cellulosa) sono carboidrati: C = “carbo” e H₂O = “idrato”). La formula di base di queste molecole è (CH₂O)_n



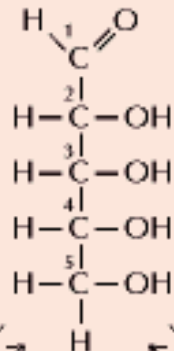
MONOSACCARIDI

Il ribosio è presente nella molecola di RNA (nel DNA è presente il deossiribosio)

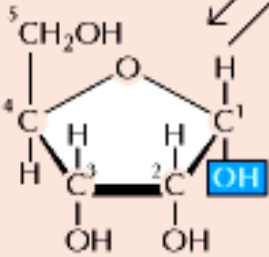
Il glucosio rappresenta la fonte principale di energia nelle cellule

Pentosi
($C_5H_{10}O_5$)

Ribosio

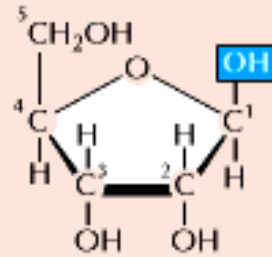


Forma lineare



α

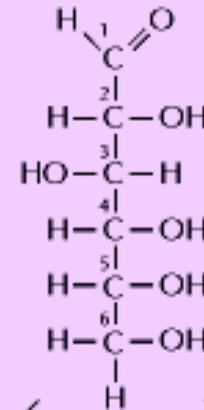
Forma ad anello



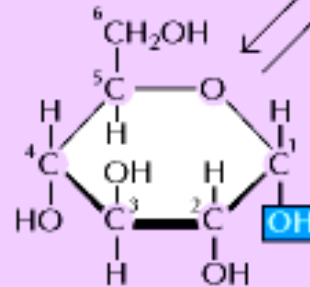
β

Esosi
($C_6H_{12}O_6$)

Glucosio

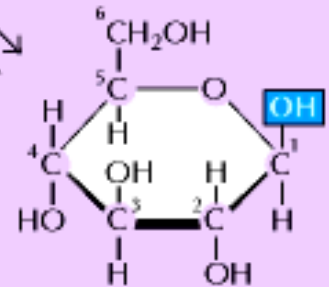


Forma lineare



α

Forma ad anello



β

Il glucosio rappresenta la fonte principale di energia nelle cellule. Altri zuccheri semplici hanno da tre a sette atomi di carbonio; quelli a tre o cinque atomi di carbonio sono i più comuni. *Gli zuccheri che presentano cinque o più atomi di carbonio possono assumere una struttura ciclica acquistando una forma ad anello che rappresenta la forma predominante di queste molecole nella cellula.*

Gli zuccheri ciclici esistono in due forme alternative (dette α e β) che dipendono dalla configurazione del carbonio 1.



DISACCARIDI

Figura 1.16 Un monosio, in questo caso D-glucosio, può reagire tramite il suo gruppo glicosidico (che nella figura è in forma α) con un gruppo alcolico di un altro monosio (in questo caso con l'ossidrile in posizione 4 di una seconda molecola di D-glucosio) formando un legame glicosidico (nella figura un **legame α -1 \rightarrow 4-glicosidico**): il composto che si forma è un disaccaride (nella figura, il maltosio).

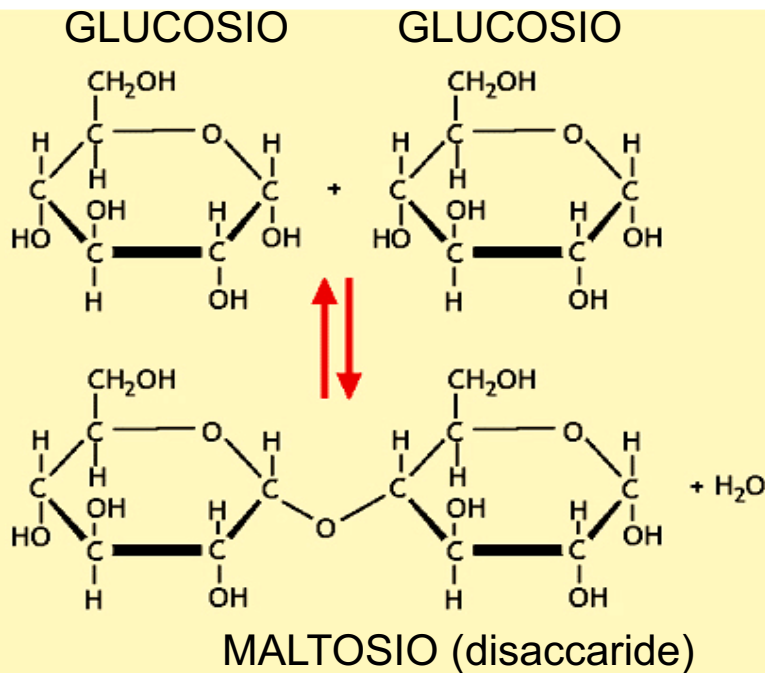


Figura 1.18 Una molecola di saccarosio è formata da glucosio e fruttosio legati tramite i rispettivi gruppi glicosidici (**legame di-glicosidico**).

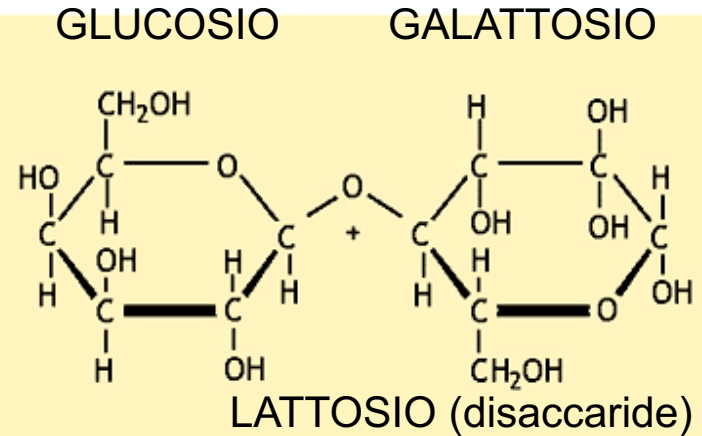
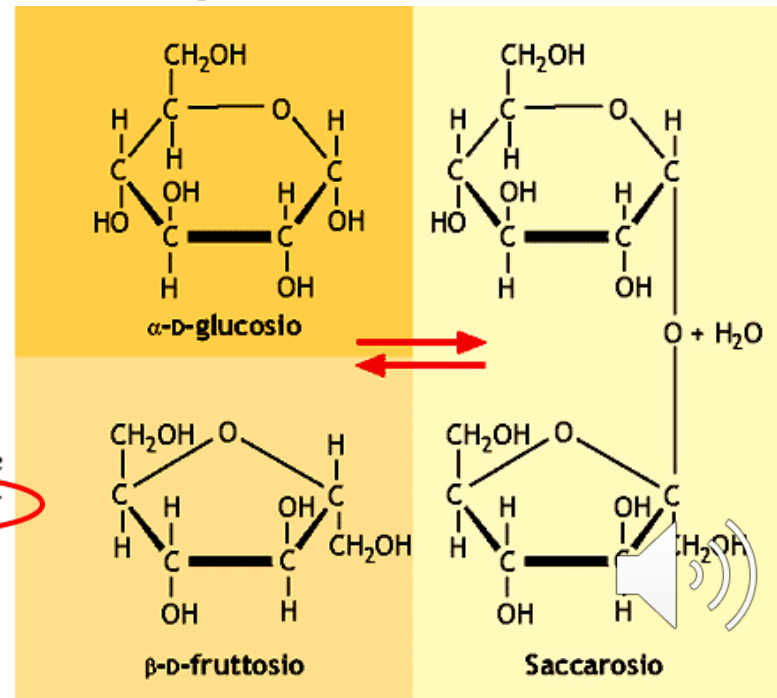


Figura 1.17 Il lattosio è costituito da una unità di galattosio, unita mediante un **legame β -1 \rightarrow 4-glicosidico** al carbonio in posizione 4 di una unità di glucosio.



Legame glicosidico!!

OLIGOSACCARIDI: Se il numero di monosaccaridi che si legano è ridotto.

POLISACCARIDI: Se il numero di monosaccaridi che si legano è superiore a 100.

Polisaccaridi: amilosio e cellulosa

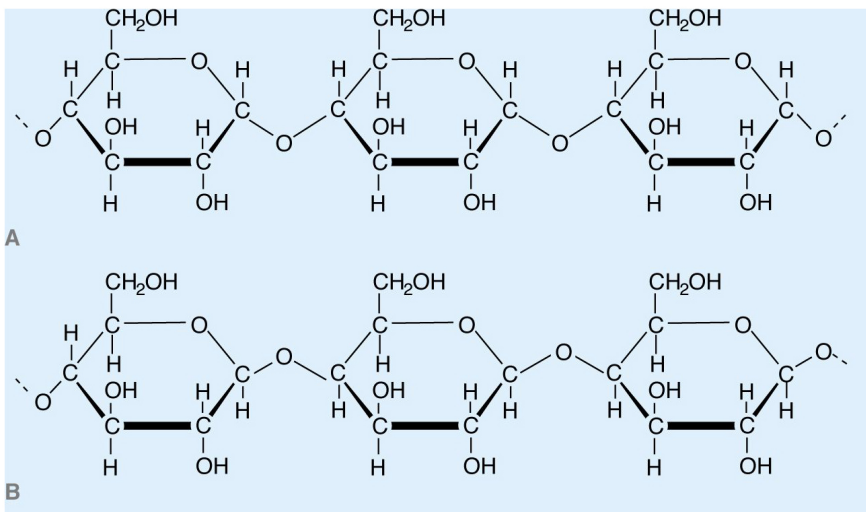


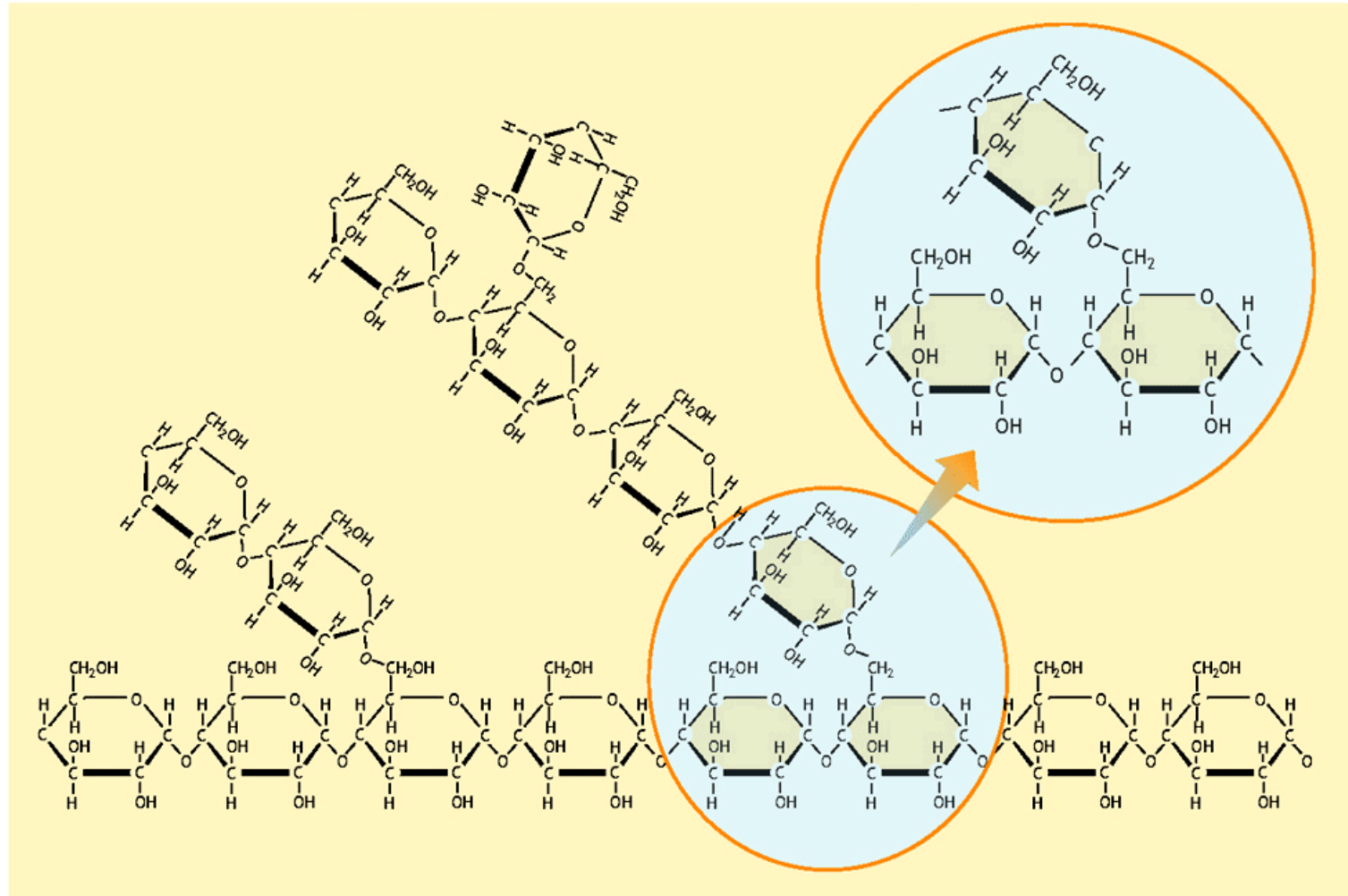
FIGURA 1.20 Amilosio (A) e cellulosa (B). Differiscono solo per la conformazione α o β del legame glicosidico.



G. De Leo, S. Fasano, E. Ginelli
Biologia e Genetica, IV ed.
EdiSES Università



GLICOGENO



■ **Figura 1.21** Frammento di una molecola di glicogeno: le catene sono costituite da unità di glucosio unite da legami α -1 \rightarrow 4-glicosidici. Le ramificazioni si inseriscono sulle catene principali mediante legami α -1 \rightarrow 6-glicosidici.



***ACIDI NUCLEICI:
DNA E RNA***



DNA ed RNA sono polimeri di nucleotidi che sono costituiti da basi puriniche e pirimidiniche legate a zuccheri fosforilati

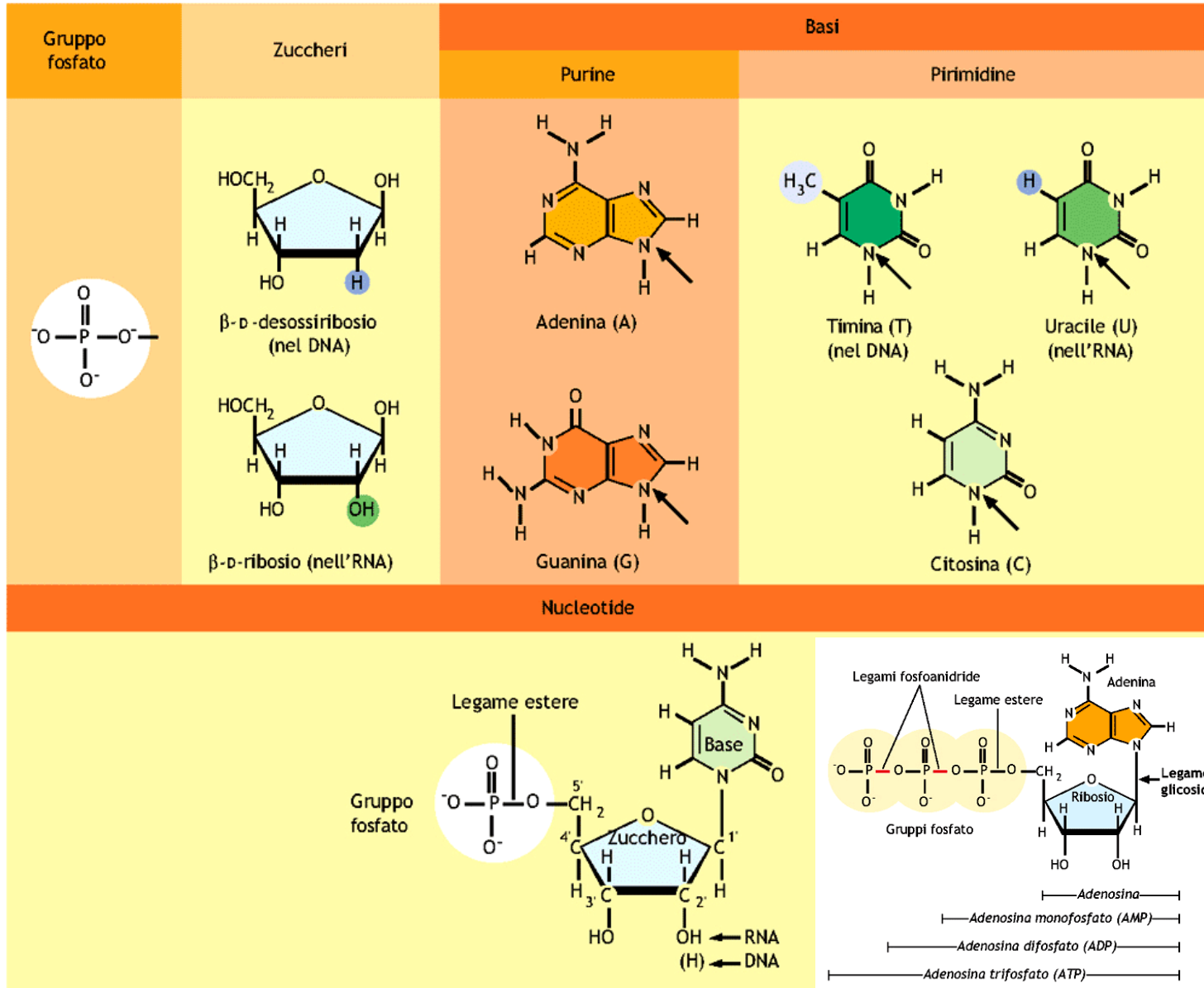
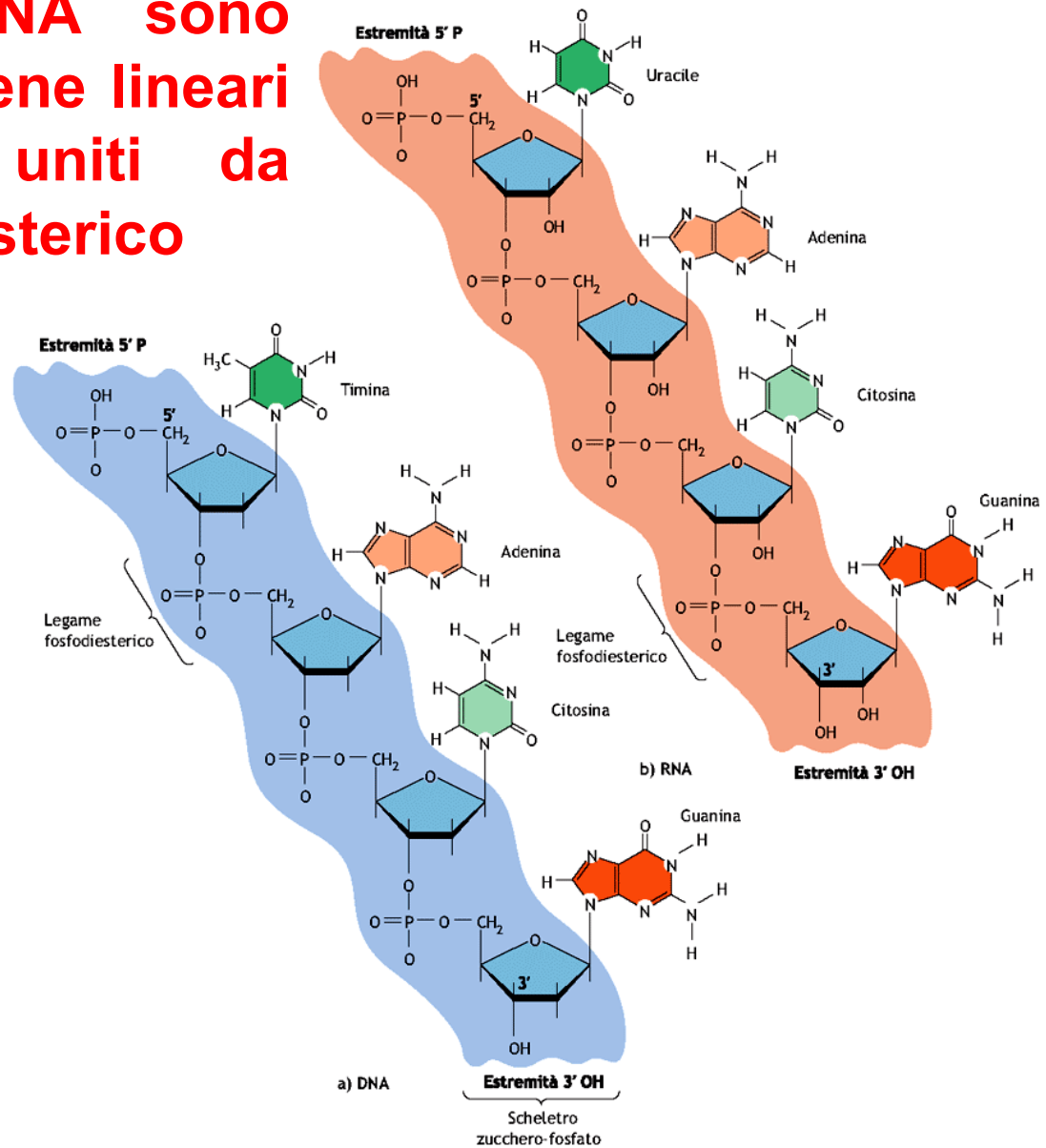


Figura 1.48 Elementi che costituiscono un nucleotide: gruppo fosfato; zucchero a 5 atomi di carbonio: D-ribosio (nell'RNA) o D-desossiribosio (nel DNA); basi azotate (le frecce indicano gli atomi di azoto impegnati nel legame con lo zucchero).



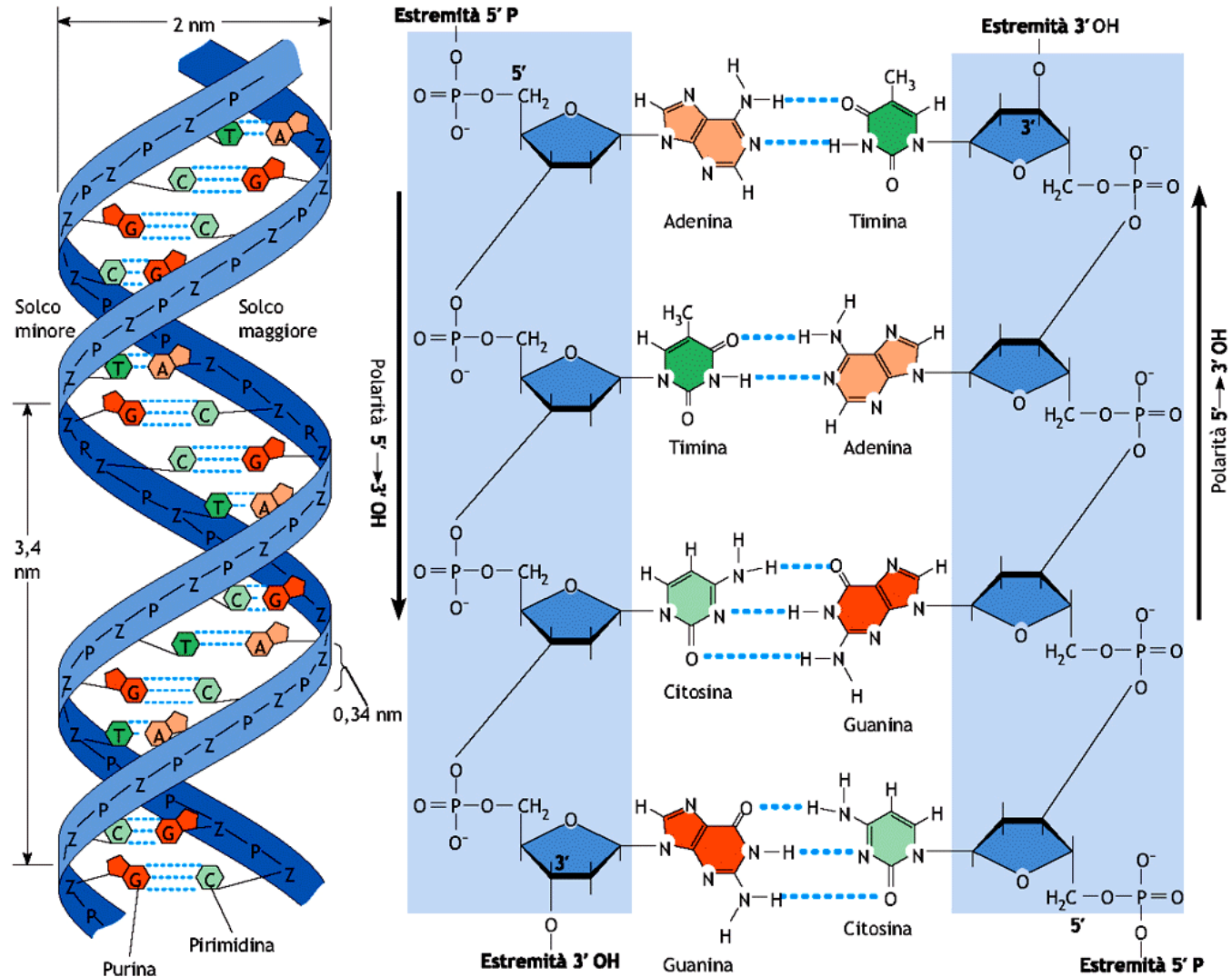
Il DNA ed RNA sono costituiti da catene lineari di nucleotidi uniti da legame fosfodiesterico



■ **Figura 1.50** Costruzione di una singola elica. Gli acidi nucleici sono costituiti da catene lineari di nucleotidi uniti fra loro grazie ad un ponte fosfodiesterico che si instaura tra l'estremità 3'OH del primo nucleotide e l'estremità 5'P del secondo. Un polinucleotide così costituito ha, per convenzione, una polarità 5'P → 3'OH. Sia nel DNA che nell'RNA, lo scheletro è rappresentato dal regolare alternarsi di molecole di zucchero e di acido fosforico, da cui sporgono le basi azotate.



II DNA -contiene le istruzioni per lo sviluppo degli organismi- ha una struttura a doppia elica con catene polinucleotidiche complementari e antiparallele



a) Doppia elica

b) Orientamento antiparallelo dei filamenti e complementarietà delle basi

Figura 1.51 Le due eliche del DNA sono complementari e antiparallele. I legami idrogeno che si instaurano fra le basi complementari sono indicati dalle linee tratteggiate in blu. Gli accoppiamenti canonici nel DNA prevedono le coppie A=T e C=G. Nei tratti a doppia elica dell'RNA, la coppia A=T è sostituita dalla coppia A=U. Inoltre, le due eliche (che hanno polarità 5'P → 3'OH) decorrono in direzione opposta (antiparallelismo).

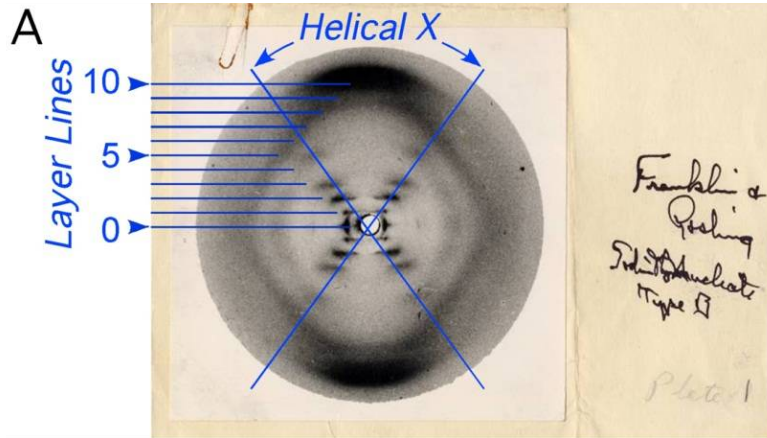


IL DNA ha una struttura a doppia elica con catene complementari e antiparallele (Premio Nobel Medicina 1962 James D. Watson, Francis H. Crick, M. Wilkins)



Il loro modello era principalmente basato su:

1) Studi di diffrazione dei raggi X, ottenuti da Maurice Wilkins e Rosalind Franklin



2) Studi di Erwin Chargaff che mostravano che il numero di G è sempre uguale al numero di C e il numero di A è sempre uguale al numero di T



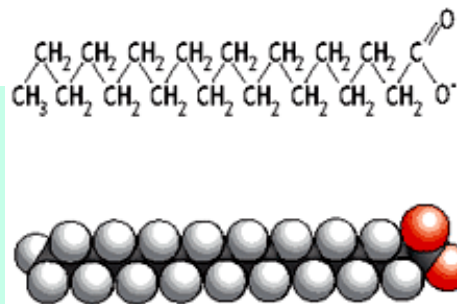
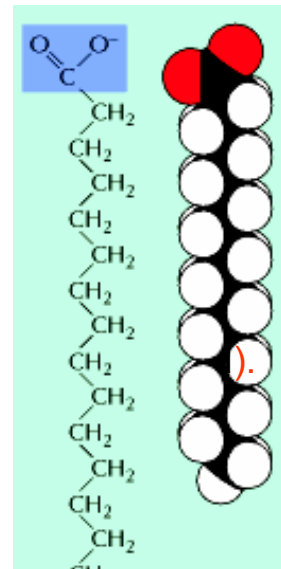
LIPIDI

Tre importanti ruoli: (1) accumulo di energia; (2) componenti delle membrane cellulari; (3) segnalazione cellulare

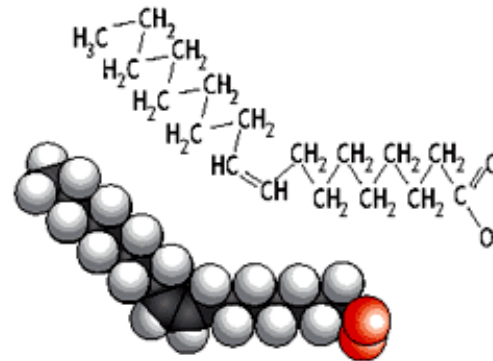
I lipidi più semplici sono gli **acidi grassi**, costituiti da lunghe catene idrocarburiche (a 16 o 18 atomi di C) che terminano con un gruppo carbossilico (COO^-). Gli acidi grassi insaturi contengono uno o più doppi legami tra gli atomi di C (oleato); negli acidi grassi saturi (palmitato, stearato), tutti gli atomi di C sono legati al numero massimo di atomi di H.

Le lunghe catene idrocarburiche degli a.g. contengono solo legami non polari C-H, che sono incapaci di interagire con l' H_2O (molecole idrofobiche)

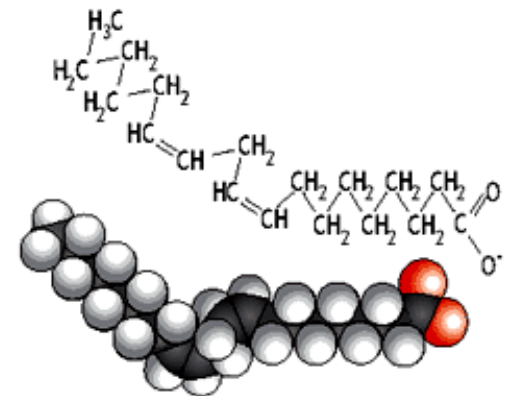
Palmitato (C16)



acido stearico



acido oleico



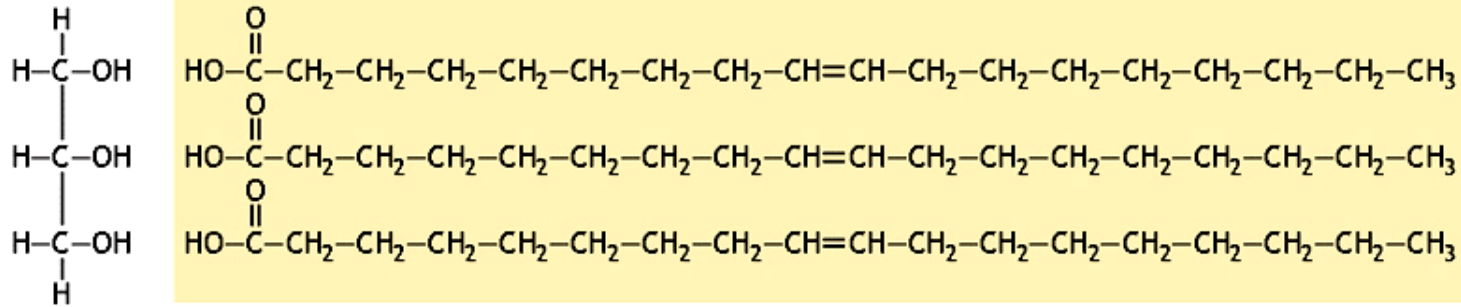
acido linoleico

Figura 1.22 Tre acidi grassi a 18 atomi di carbonio: *stearico* (saturato), *oleico* (insaturo con un doppio legame in conformazione *cis*) e *linoleico* (insaturo con due doppi legami, entrambi in conformazione *cis*). I modelli molecolari sono disposti in modo da ottenere la massima distensione possibile in ciascuna molecola: è chiaro che la presenza dei doppi legami rende più irregolari le “forme” delle molecole, rendendo quindi più difficile l’instaurarsi di interazioni tra molecole diverse. I gruppi carbossilici sono rappresentati in forma dissociata ($-\text{COO}^-$).

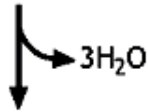


LIPIDI

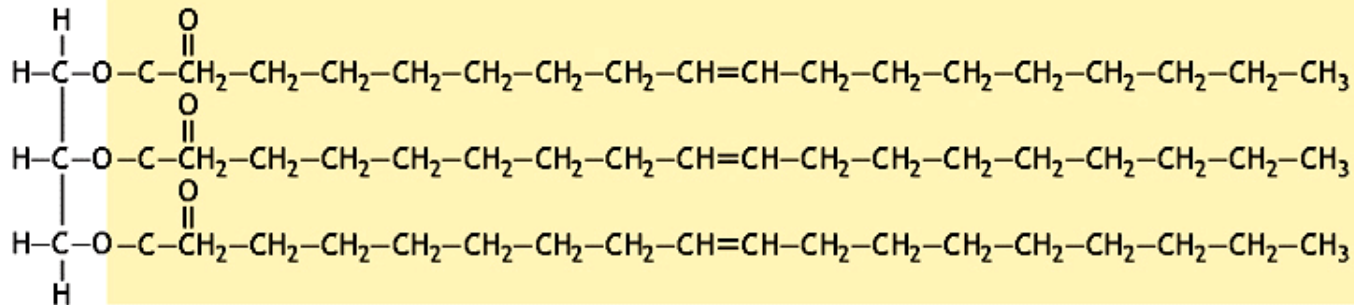
(1) accumulo di energia.



Glicerolo + Acidi grassi



Gli acidi grassi vengono conservati sotto forma di **triacilgliceroli**, o grassi (insolubili in H_2O ; **accumulo nel citoplasma sotto forma di goccioline di grasso**).



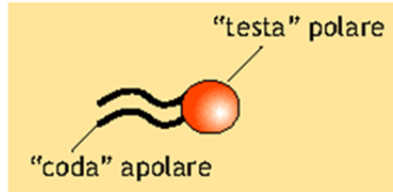
Trigliceride

■ **Figura 1.23** L'esterificazione dei tre gruppi alcolici del glicerolo con altrettanti acidi grassi porta alla formazione di un trigliceride, la triolielina, principale costituente dell'olio di oliva.

Quando necessario, sono demoliti ed utilizzati nelle reazioni per produzione di energia. **I grassi rappresentano una forma di accumulo di energia più efficiente rispetto ai carboidrati, dando luogo a più del doppio di energia per unità di peso di materiale demolito.**

(2) componenti delle membrane cellulari

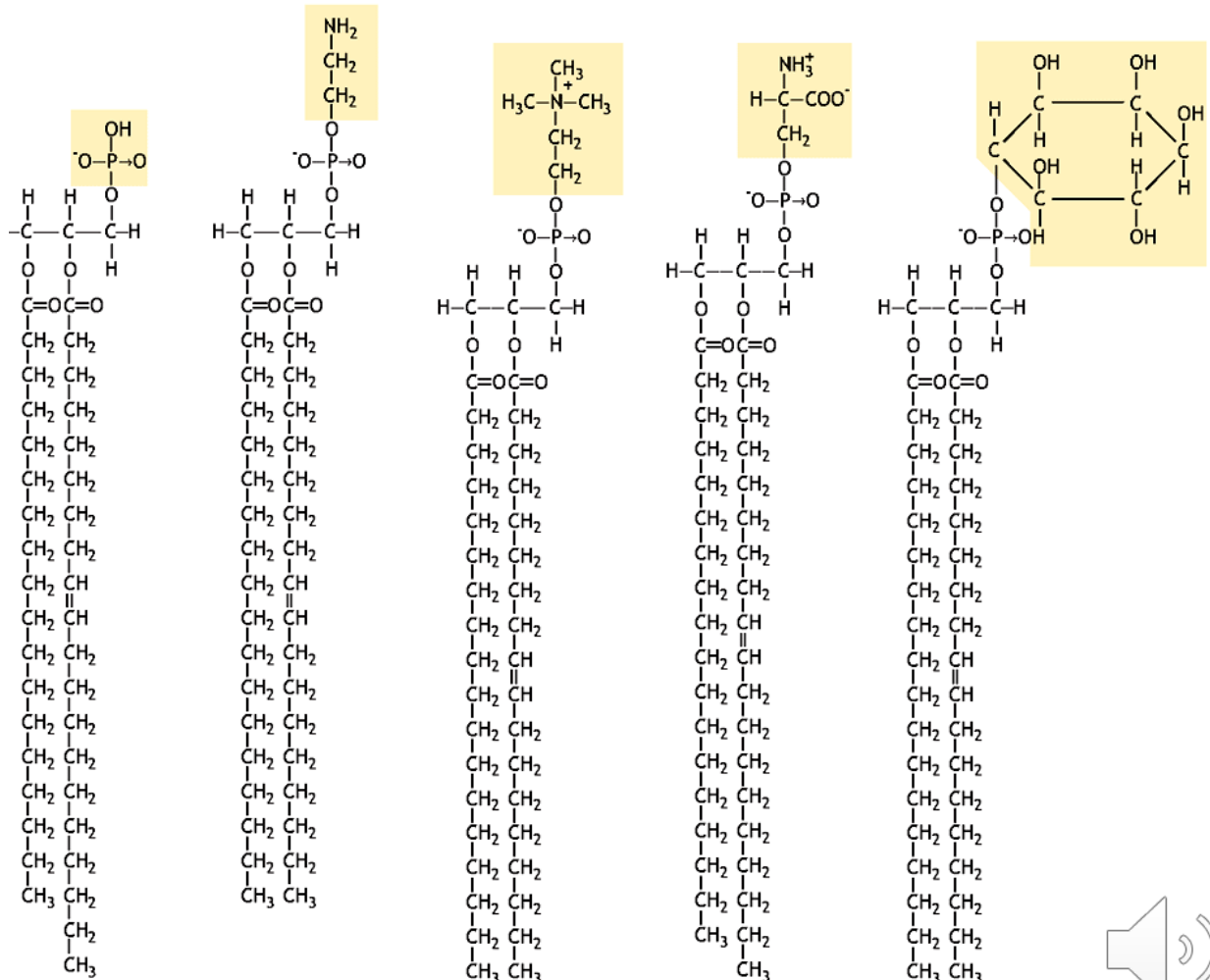
I fosfolipidi, i principali costituenti delle membrane cellulari, consistono di due acidi grassi legati ad una testa polare. Questa proprietà dei fosfolipidi sta alla base delle formazione delle membrane biologiche



Molecola anfipatica

Fosfogliceridi:

2 acidi grassi + 1 glicerolo + 1 gruppo fosfato + piccola molecola polare (colina, serina, inositolo, etanolamina).



Acido fosfatidico

Fosfatidil-etanolamina

Fosfatidil-colina

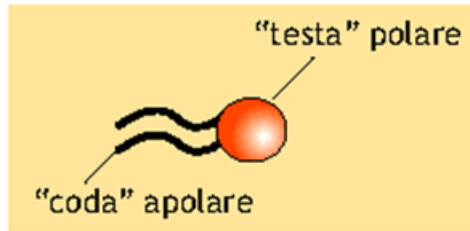
Fosfatidil-serina

Fosfatidil-inositolo

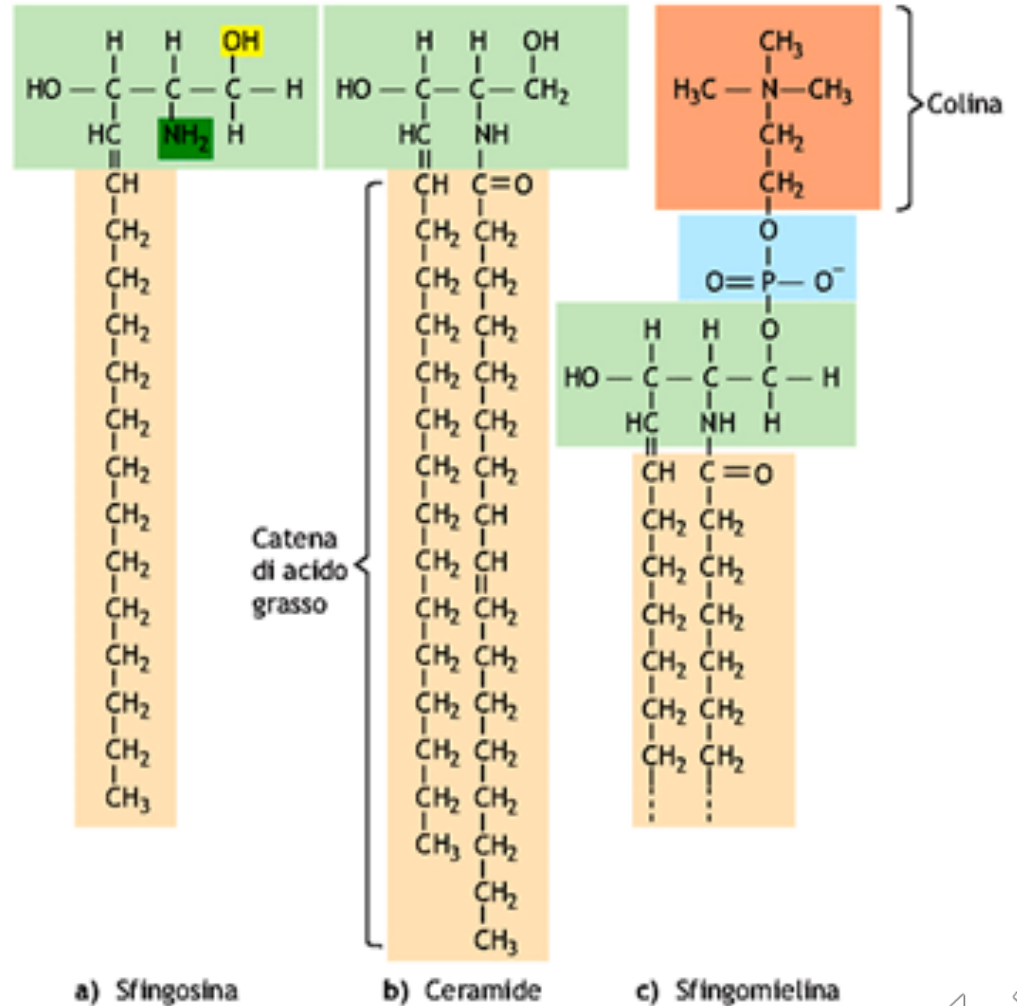
■ **Figura 1.24** I più comuni fosfogliceridi.



La sfingomieline è un fosfolipide derivato dalla sfingosina



Molecola anfipatica



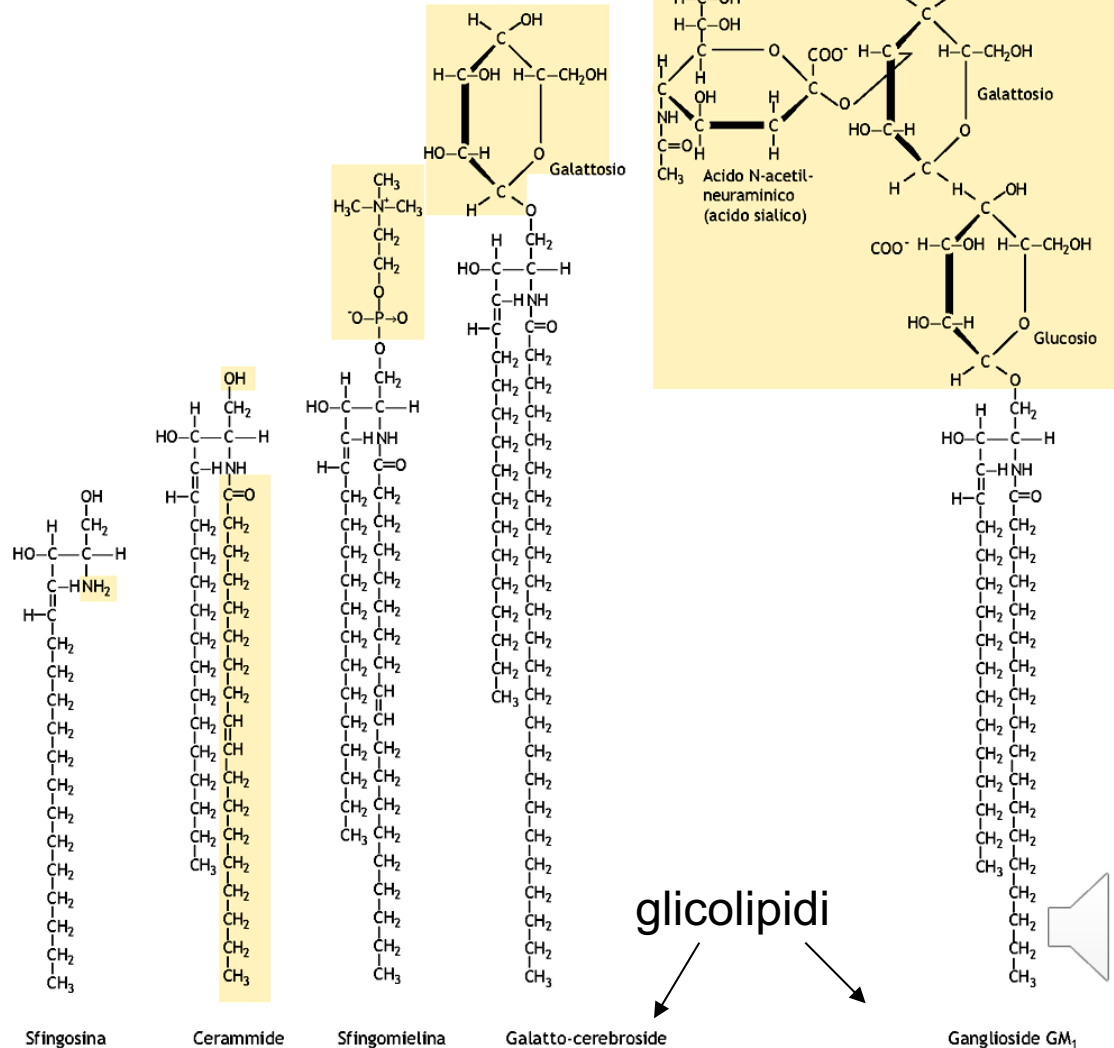
Il ceramide e la sfingomieline sono derivati dalla sfingosina e pertanto sono sfingolipidi



GLICOLIPIDI

I più abbondanti sono glicosfingolipidi (derivati dal ceramide e presenti nella membrana plasmatica delle cellule nervose)

Figura 1.25 La sfingosina e gli sfingolipidi



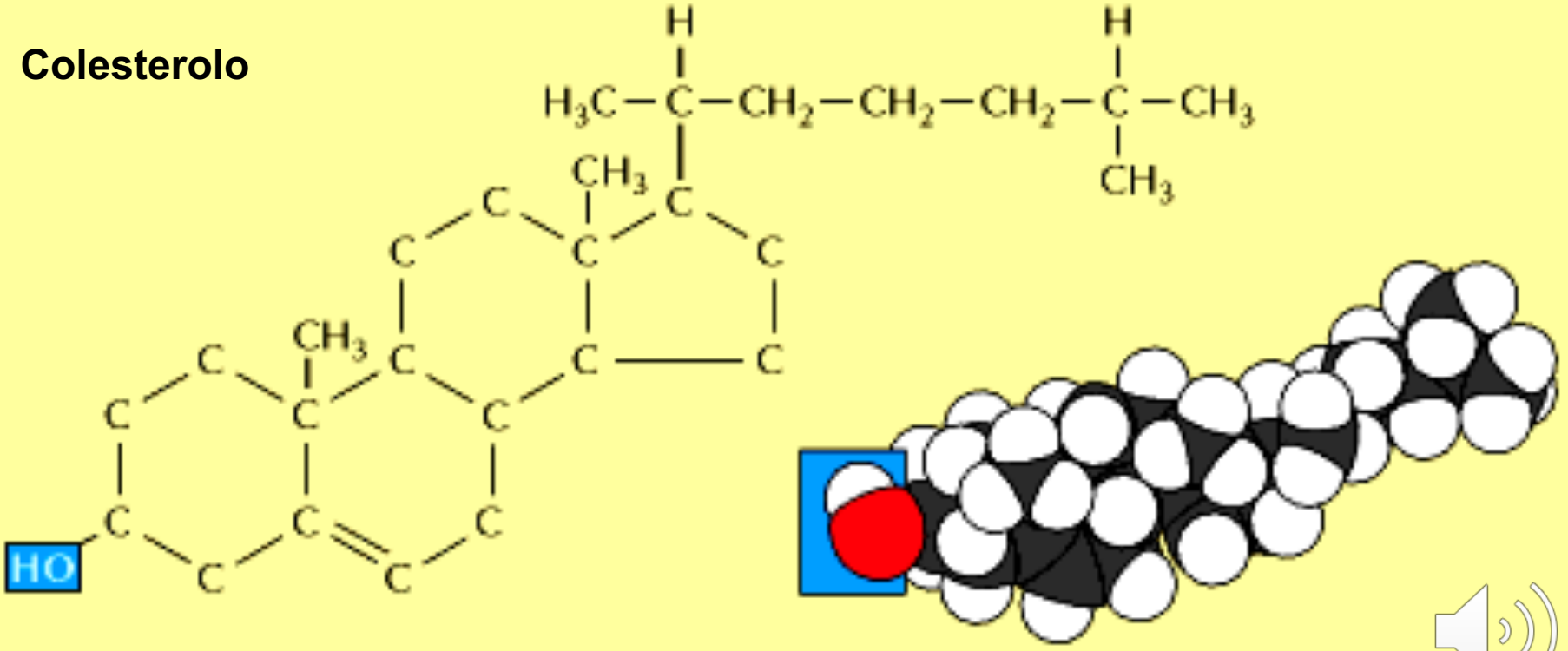
glicolipidi



(2) componenti delle membrane cellulari;

Oltre ai fosfolipidi, la maggior parte delle membrane cellulari contiene **glicolipidi** e **colesterolo**. Il colesterolo è costituito da 4 anelli idrocarburici e non da catene idrocarburiche. Gli anelli idrocarburici sono fortemente idrofobici ma il gruppo ossidrilico (OH) legato ad una estremità del colesterolo è debolmente idrofilico cosicché anche il colesterolo è **anfipatico**.

Colesterolo



(3) **segnalazione cellulare come molecole messaggere** convogliano segnali dai recettori della superficie cellulare ai bersagli endocellulari regolando così una vasta gamma di processi cellulari tra cui la proliferazione cellulare, il movimento, la sopravvivenza ed il differenziamento.

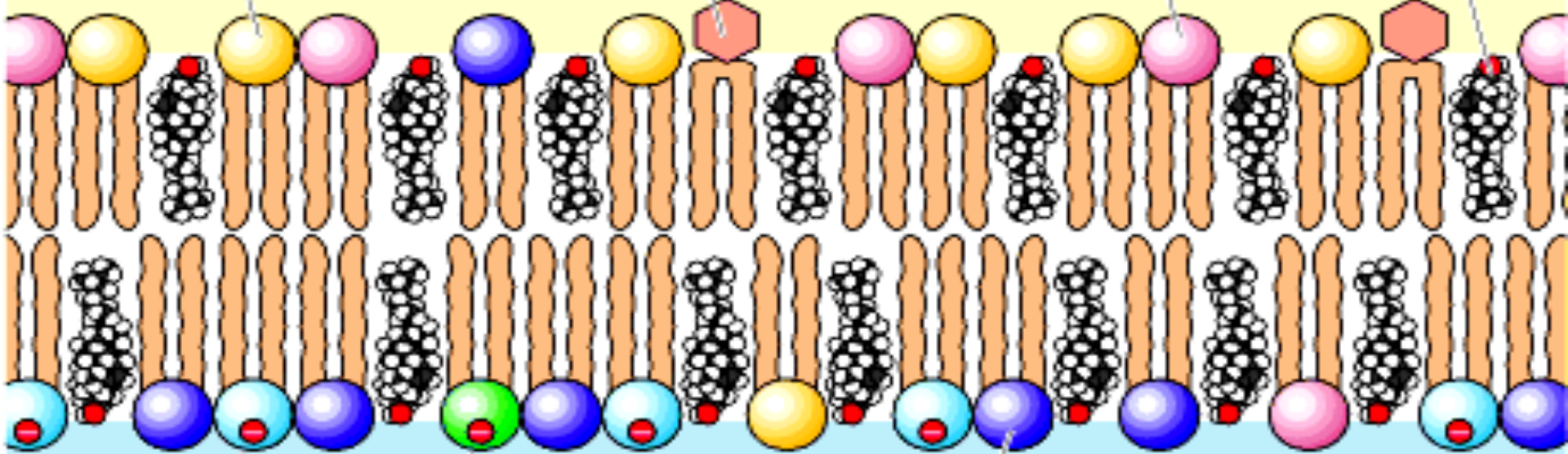
Esterno della cellula

Sfingomiolina

Glicolipide

Fosfatidilcolina

Colesterolo



Fosfatidilserina

Fosfatidilinositolo

Fosfatidiletanolamina

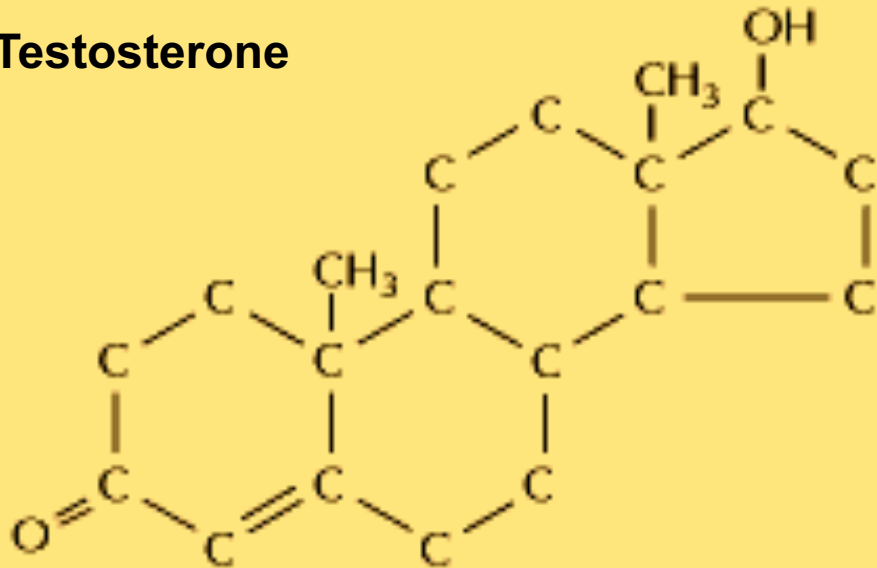
Citosol



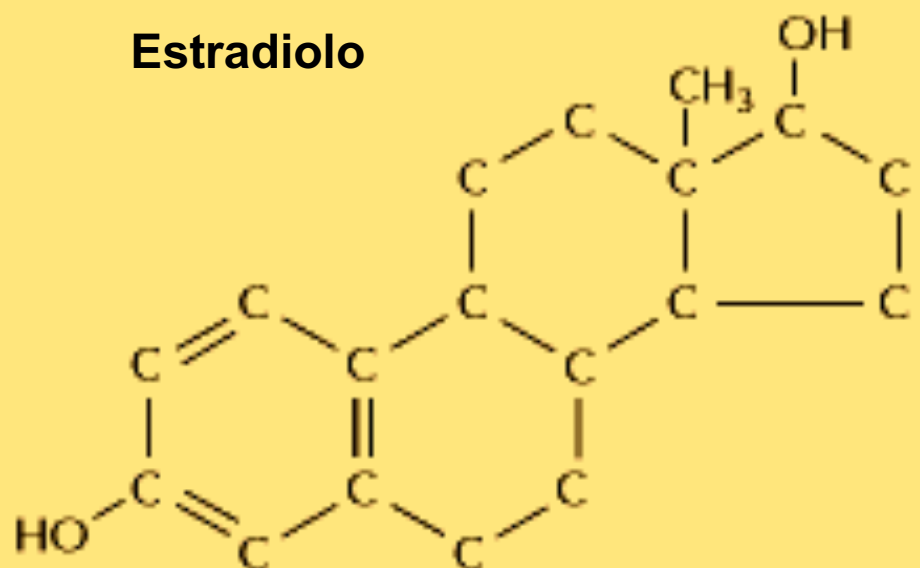
(3) **segnalazione cellulare, sia sotto forma di ormoni steroidei** (ad es. estrogeno e testosterone)

Gli **ormoni steroidei** sono derivati del colesterolo. Questi ormoni rappresentano un peculiare gruppo di messaggeri chimici, tutti costituiti da 4 anelli idrocarburici a cui sono legati differenti gruppi funzionali.

Testosterone



Estradiolo





**Take
home message*

- **Macromolecole sono polimeri formati da unità ripetute di sostanze semplici che prendono il nome di monomeri**
- **Proteine: polimeri di aminoacidi - Legame peptidico**
- **Acidi nucleici: polimeri di nucleotidi - Legame fosfodiesterico**
- **Polisaccaridi: polimeri di monosaccaridi - Legame glicosidico**
- **I lipidi non sono macromolecole perché non sono divisibili in maniera simmetrica in parti uguali**

