

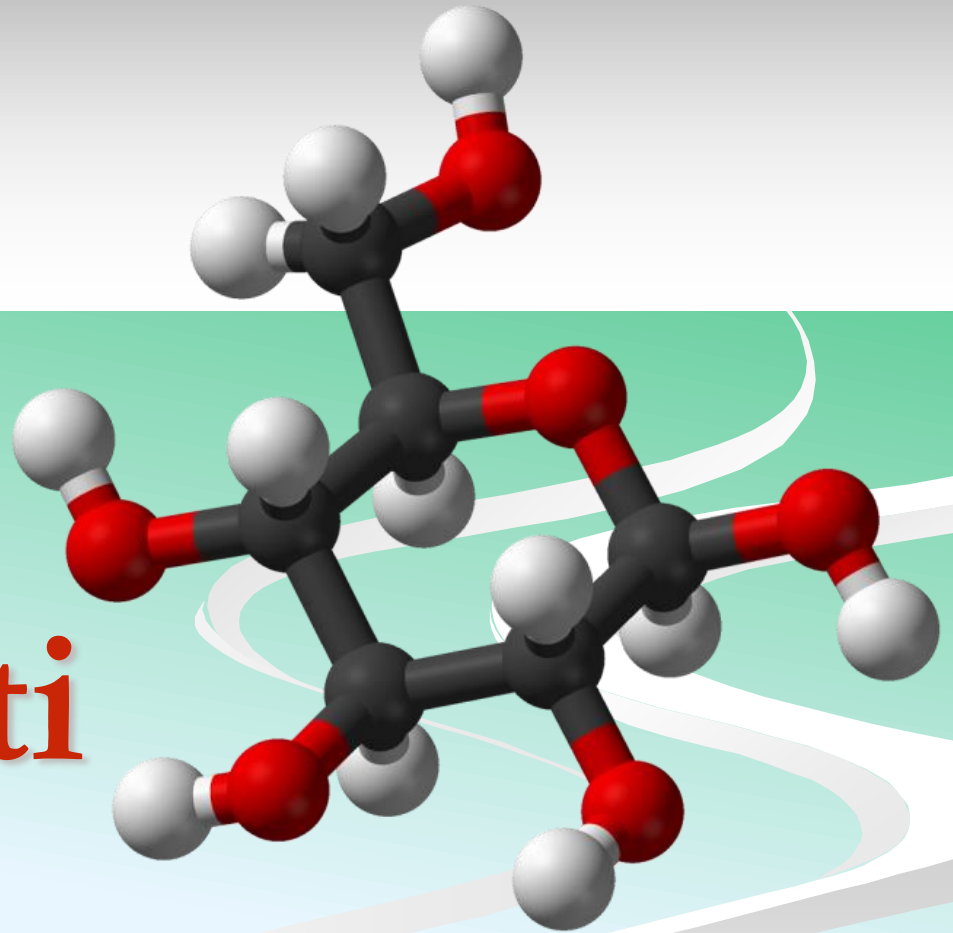
# BIOMOLECOLE (2)

## BIOCHIMICA STRUTTURALE

# Saccàridi

o

# Carboidrati



# Indicati come:

- Carboidrati
- Glucidi
- Saccàridi
- Idrati di carbonio

Il nome carboidrati deriva dal greco  
**SAKKHARON= zucchero**



## L'ENERGIA PRONTA PER L'USO

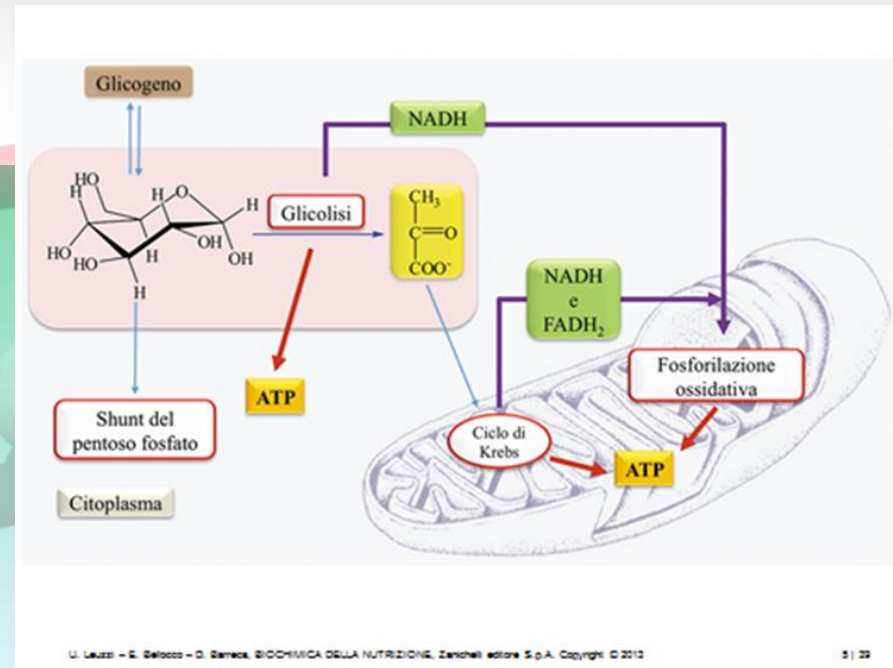


# Carboidrati

- $C_n(H_2O)_n$
- Formati da tre elementi chimici: carbonio, idrogeno e ossigeno (C, H e O)
- Il rapporto tra idrogeno e ossigeno è uguale a quello presente nell'acqua ( $H_2O \rightarrow$  due atomi di idrogeno e uno di ossigeno)
- Costituiti da carbonio ed acqua
- Da cui il nome "idrati di carbonio" o carboidrati.

# Funzioni

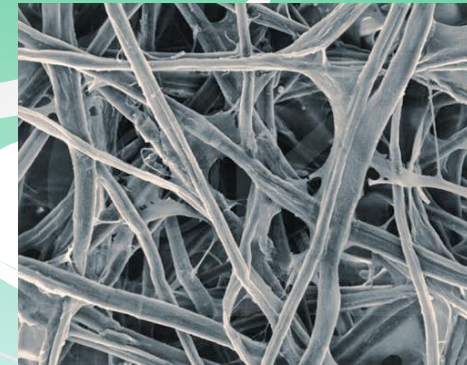
- **Energetica:** forniscono energia *immediatamente* disponibile all'organismo (amido e glicogeno)
- Il cervello, globuli rossi: utilizzano glucosio come carburante



# Funzioni

**Plastica:** costituzione di strutture essenziali per gli organismi:

- **Cellulosa** → è uno dei tanti polimeri che si trovano in natura. Legno, carta e cotone contengono tutti cellulosa. La cellulosa è una fibra eccellente.
- Lana, cotone e canapa sono costituite da cellulosa fibrosa. La cellulosa è costituita da unità ripetute del monomero di glucosio.
- E' lo stesso glucosio che il nostro corpo metabolizza per vivere, ma **non possiamo digerirlo nella forma di cellulosa.**



# Funzioni. **Plastica**: costituzione di strutture essenziali per gli organismi:

- **Chitina** → è uno dei principali componenti dell'esoscheletro degli insetti e di altri artropodi, della parete cellulare dei funghi, è presente anche nella cuticola epidermica o in altre strutture superficiali di molti altri invertebrati.
- Dopo la cellulosa, la chitina è il più abbondante biopolimero presente in natura.



# Classificazione

1. **Monosaccaridi:** es. glucosio, fruttosio, galattosio
2. **Disaccaridi:** es. saccarosio, lattosio, maltosio
3. **Oligosaccaridi**
4. **Polisaccaridi:** cellulosa (f. strutturale); amido e glicogeno (f. energetica)



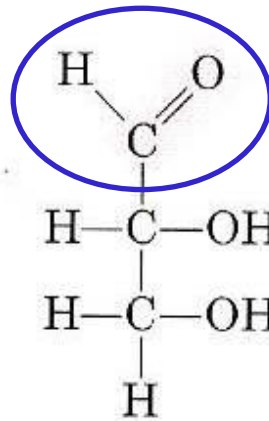
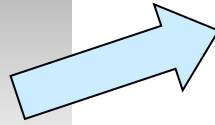
# Monosaccaridi

- Sono i carboidrati più semplici
- Solidi cristallini solubili in  $H_2O$
- Si distinguono in:
  1. aldosi
  2. chetosi

# Punto di vista chimico:

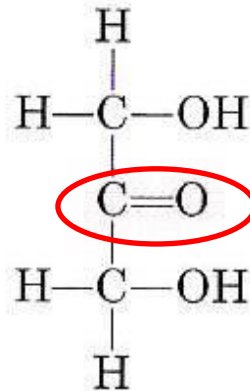
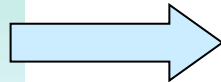
Si differenziano quindi in **aldosi e chetosi**, a seconda della presenza del gruppo **aldeidico o chetonico**

aldotrioso



Gliceraldeide,  
un aldoso

chetotrioso



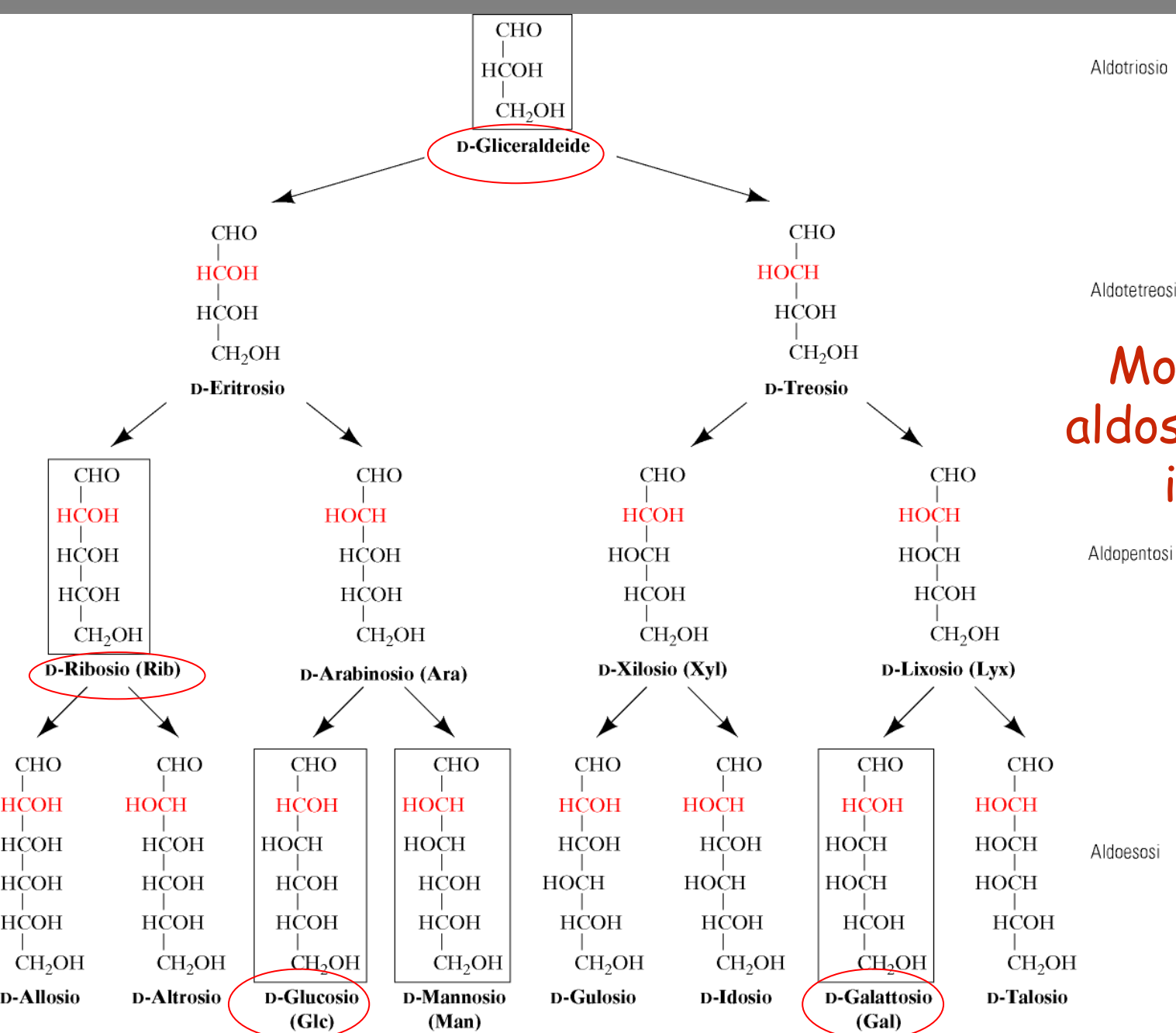
Diidrossiacetone,  
un chetoso

# Alcuni esempi di monosaccaridi presenti nel corpo umano, classificati in base al numero di atomi di carbonio che essi contengono.

## Nomi generici

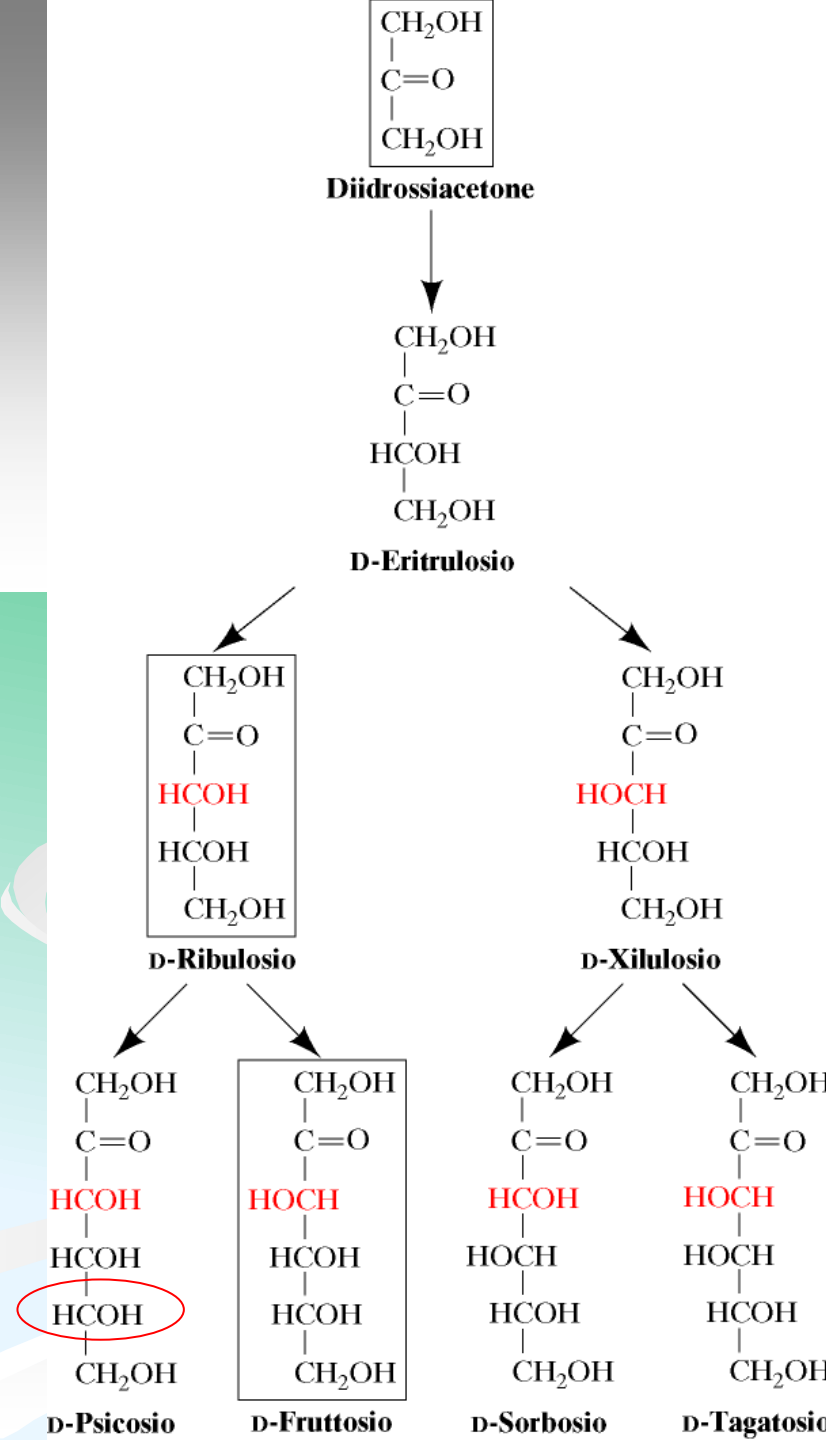
## Esempi

<b>3</b> atomi di carbonio:	triosi	Gliceraldeide
<b>4</b> atomi di carbonio:	tetrosi	Eritrosio
<b>5</b> atomi di carbonio:	pentosi	Ribosio
<b>6</b> atomi di carbonio:	esosi	Glucosio
<b>7</b> atomi di carbonio:	eptosi	Sedoeptulosio
<b>9</b> atomi di carbonio:	nonosi	Acido neuramminico

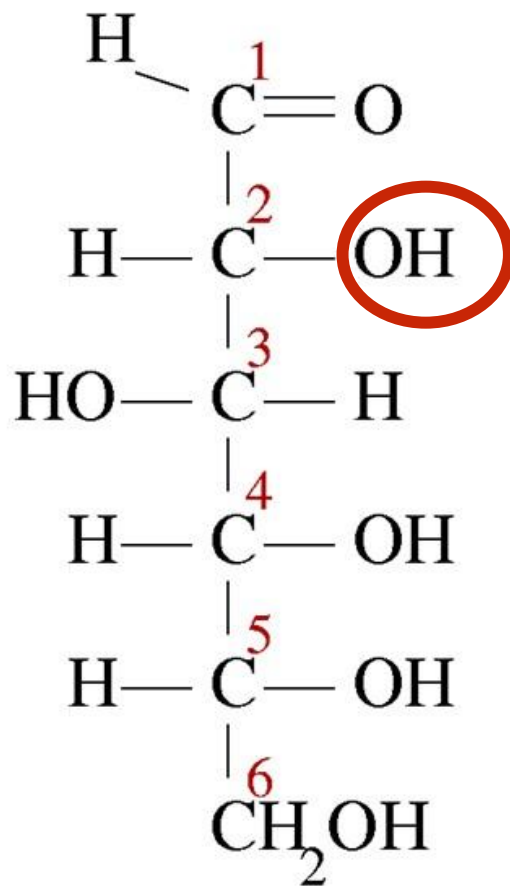


# Monosaccaridi aldosi di maggiore interesse

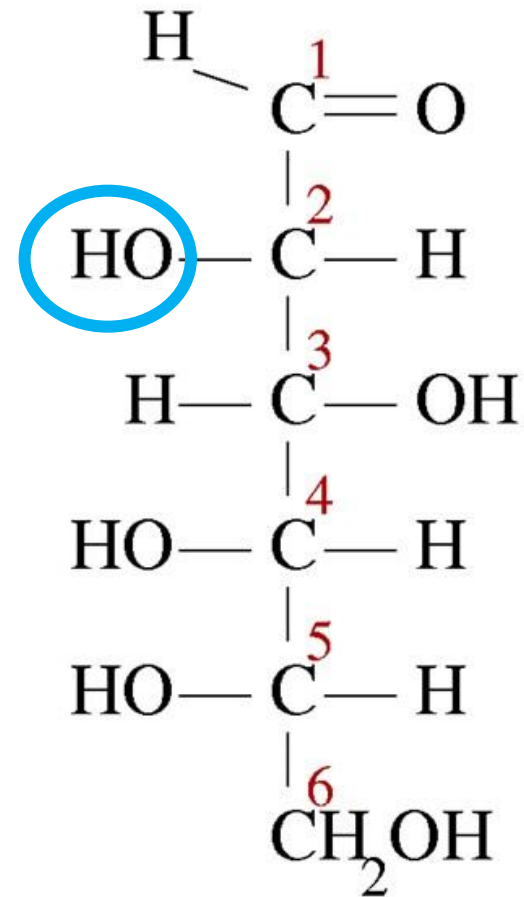
# Monosaccaridi chetosi di maggiore interesse



# Formula di proiezione di Fischer

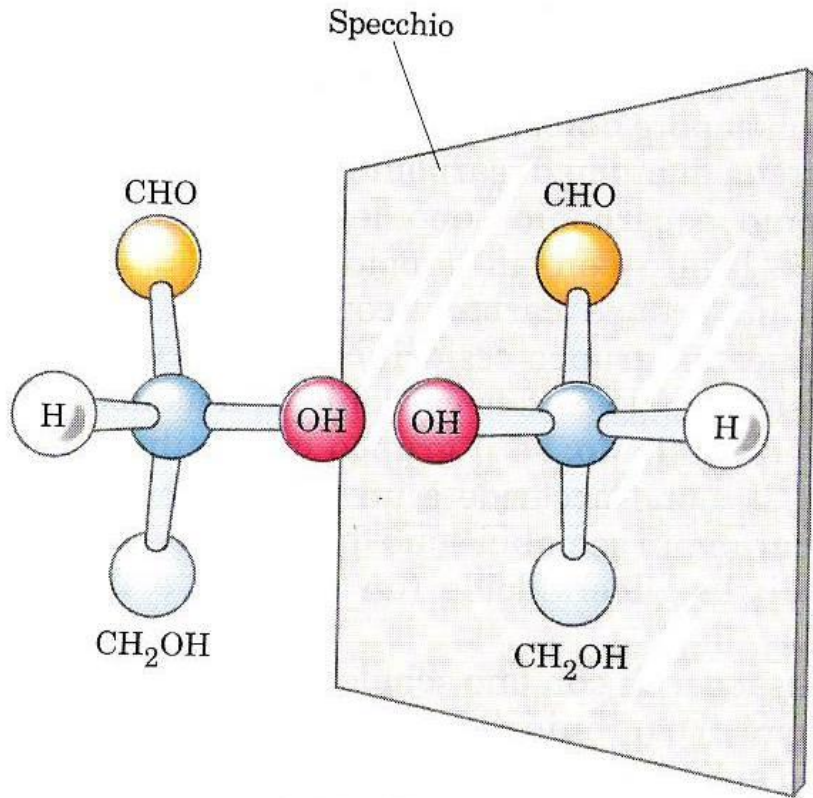


D-glucosio

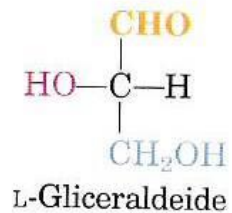
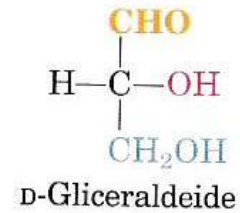


L-glucosio

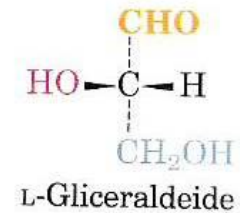
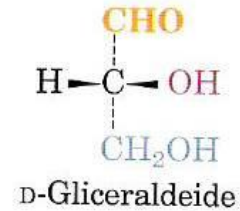
# Formula di proiezione di Fischer



Modelli a palle e bastoncini



Formule di proiezione di Fischer

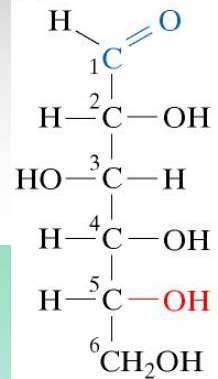


Formule in prospettiva

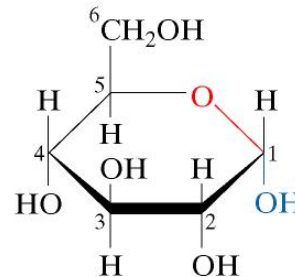
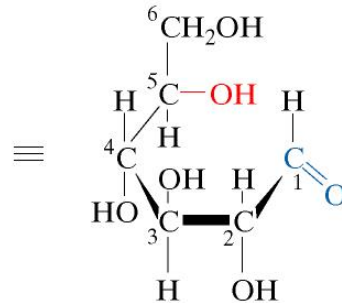


- Le formule in prospettiva di **Haworth** sono usate per indicare le forme ad anello dei **monosaccaridi**

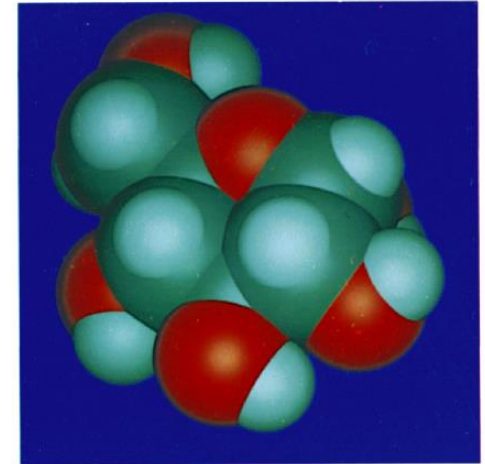
(a)



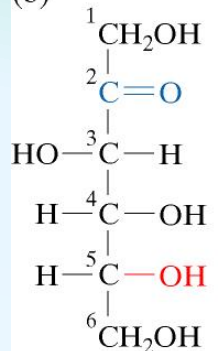
**D-Glucosio**  
(forma lineare)



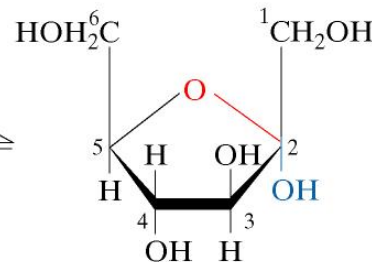
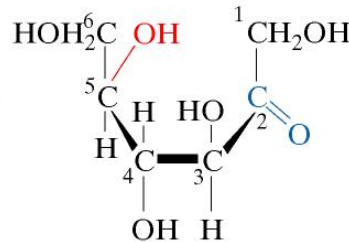
**α-D-Glucopiranosio**  
(proiezione di Haworth)



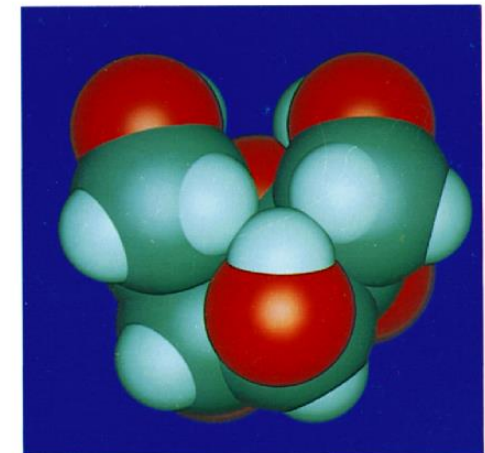
(b)



**D-Fruuttosio**  
(forma lineare)

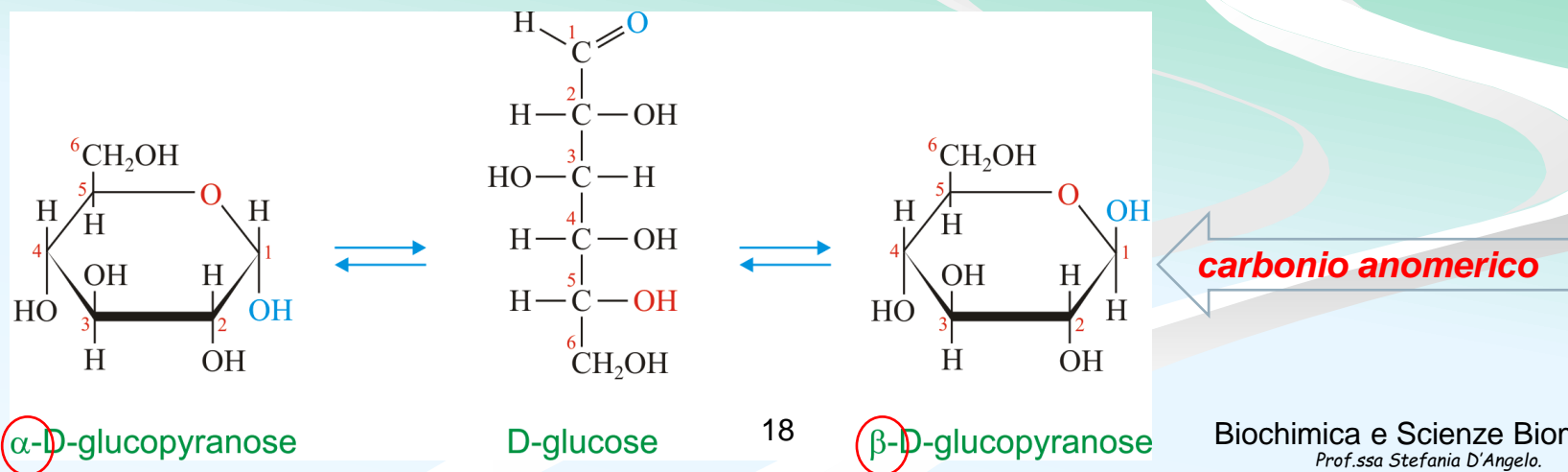


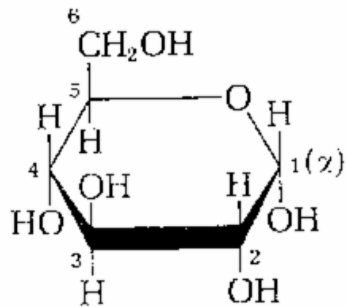
**α-D-Frufffuranosio**  
(proiezione di Haworth)



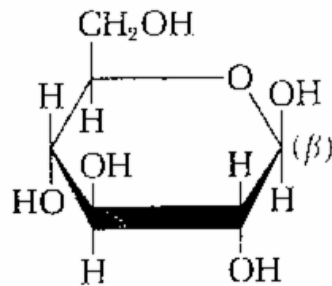
# ANOMERI

- Uno zucchero in **soluzione acquosa** tende ad assumere una struttura chiusa, ad anello (**emiacetalica**) più stabile.
- Se si forma un ciclo a 6 atomi (ESAGONO), viene definito anello *piranosico*.
- Se si forma un ciclo a 5 atomi (PENTAGONO), si dice tipo *furanosico*.
- Nel caso del glucosio, si forma un anello a 6 atomi: il gruppo OH del **carbonio 5** si lega al carbonio **carbonilico in posizione 1**: tale **atomo** di carbonio, definito **carbonio anomero**, diviene un nuovo **stereocentro**.
- Il gruppo -OH formatosi sul carbonio anomero può trovarsi in due differenti posizioni alternative: sotto il **piano** in cui giace la **molecola** ciclica oppure sopra tale piano. I due differenti isomeri vengono in questo caso definiti **anomeri**.
- In particolare l'**anomero α** rappresenta la struttura in cui l'ossidrile sul carbonio 1 si trova sotto al piano della molecola, mentre nell'**anomero β** questo ossidrile è sito sopra il piano della molecola.

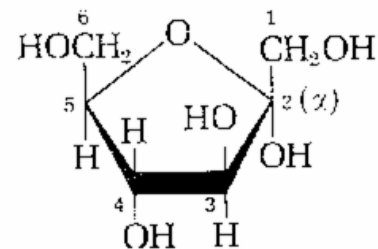




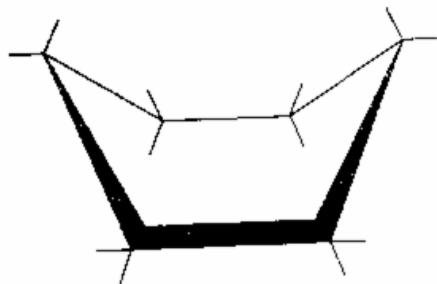
$\alpha$ -D-glucopiranosio



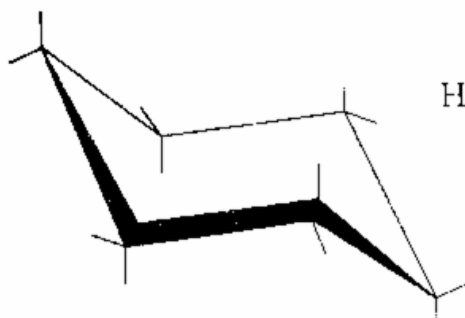
$\beta$ -D-glucopiranosio



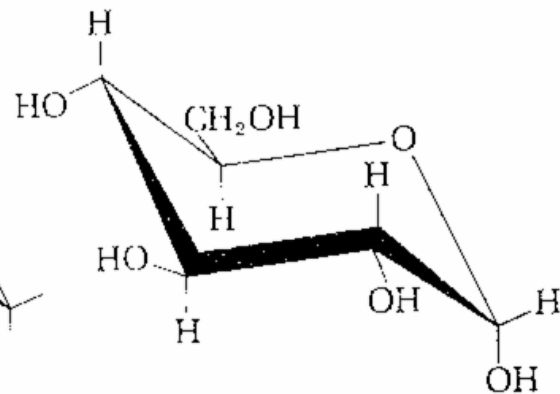
$\alpha$ -D-fruttofuranosio



barca



sedia



# Si possono classificare in base alla loro complessità nel modo seguente:

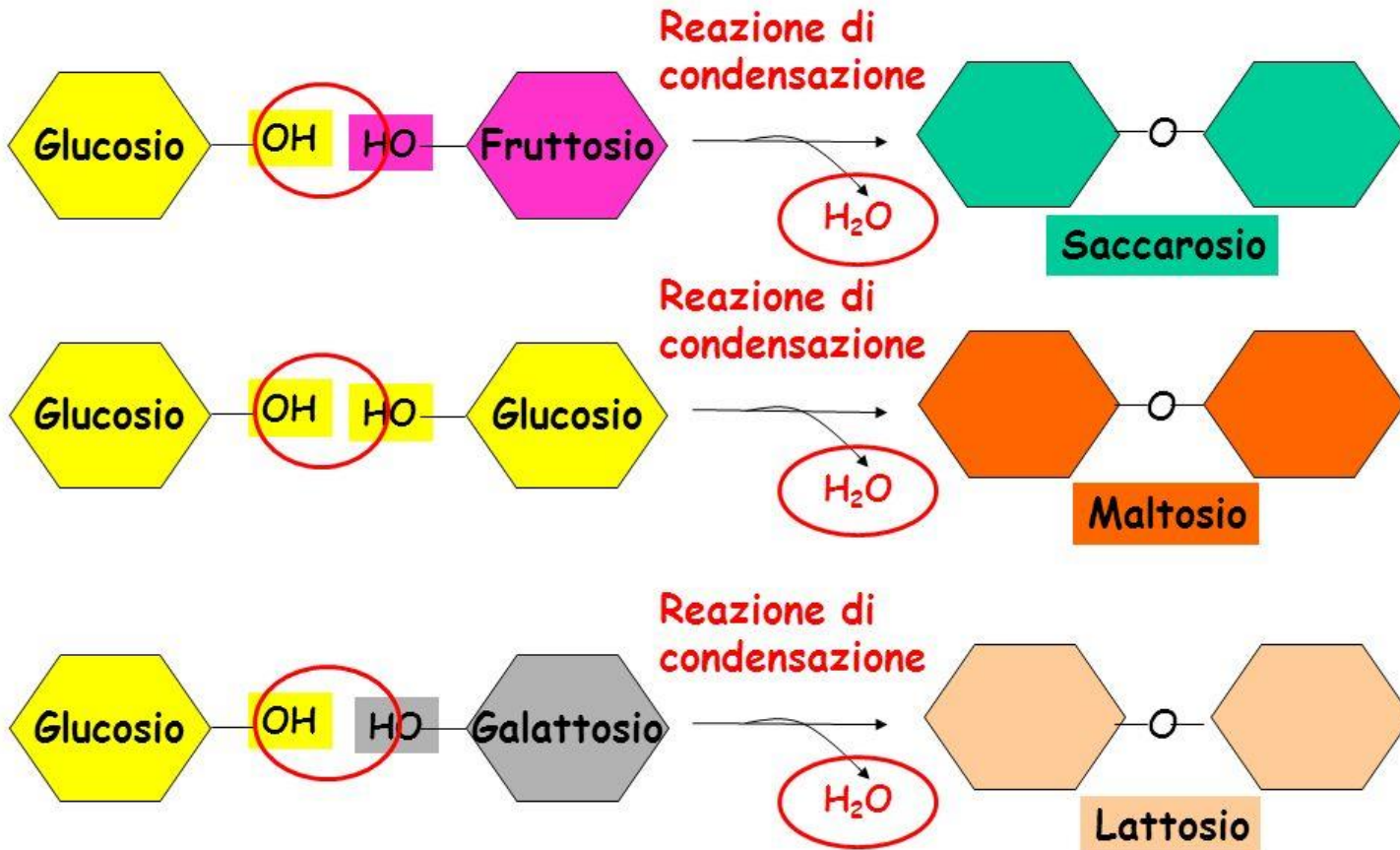
CARBOIDRATI O GLUCIDI		
Monosaccaridi	disaccaridi	polisaccaridi
Glucosio Fruttosio Galattosio	Saccarosio Maltosio Lattosio	Amido Glicogeno

- I di- e polisaccaridi (**zuccheri complessi**) per poter essere assimilati ed utilizzati devono essere suddivisi fino a monosaccaridi (**zuccheri semplici**).
- I glicidi sono la principale fonte di energia dell'uomo e nell'organismo si trovano conservati:
  - ❖ nei muscoli scheletrici, nel fegato e nel cuore sotto forma di **GLICOGENO** (associazione di più molecole di glucosio);
  - ❖ nel sangue e nei liquidi extracellulari sotto forma di **GLUCOSIO** (circa 2-3g).

# Disaccaridi

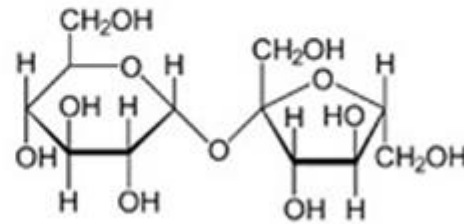
- **Maltosio** (2 unità di glucosio):  
zucchero del malto
- **Lattosio** (glucosio +  
galattosio): zucchero del latte
- **Saccarosio**  
(glucosio+fruttosio): zucchero  
da tavola

## Come si formano i disaccaridi?



6

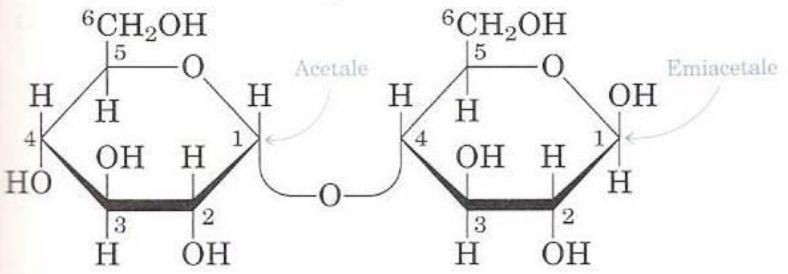
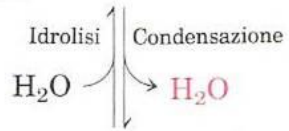
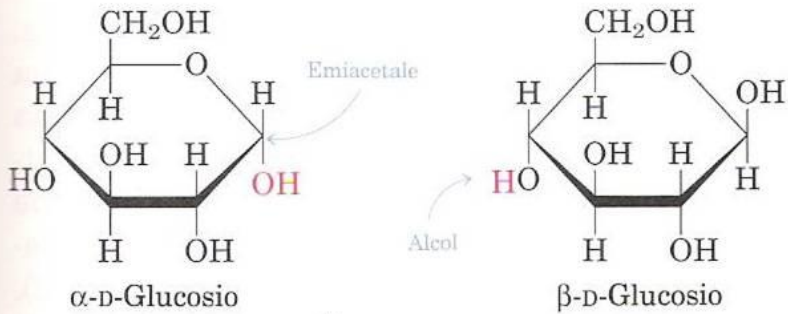
# SACCAROSIO



Glucosio-Fruttosio

- Le piante possono produrre questo composto.
- E' possibile estrarre e raffinare il saccarosio dalla canna da zucchero o dalla barbabietola da zucchero per il consumo umano.





Maltosio  
 (O- $\alpha$ -D-Glucopiranosil-(1→4)- $\beta$ -D-glucopiranosio)

**Figura 11.11.** Un disaccaride si forma da due monosaccaridi (due molecole di glucosio, nella figura), quando un gruppo alcolico (—OH) di una molecola di glucosio (a destra) condensa con l'emiacetale intramolecolare dell'altra molecola di glucosio (a sinistra), con eliminazione di una molecola di acqua e formazione del legame glicosidico. L'inverso di questa reazione è l'idrolisi — l'attacco dell'acqua sul legame glicosidico. La molecola del maltosio conserva un emiacetale riducente a livello del C-1 non coinvolto nel legame glicosidico.

# Maltosio

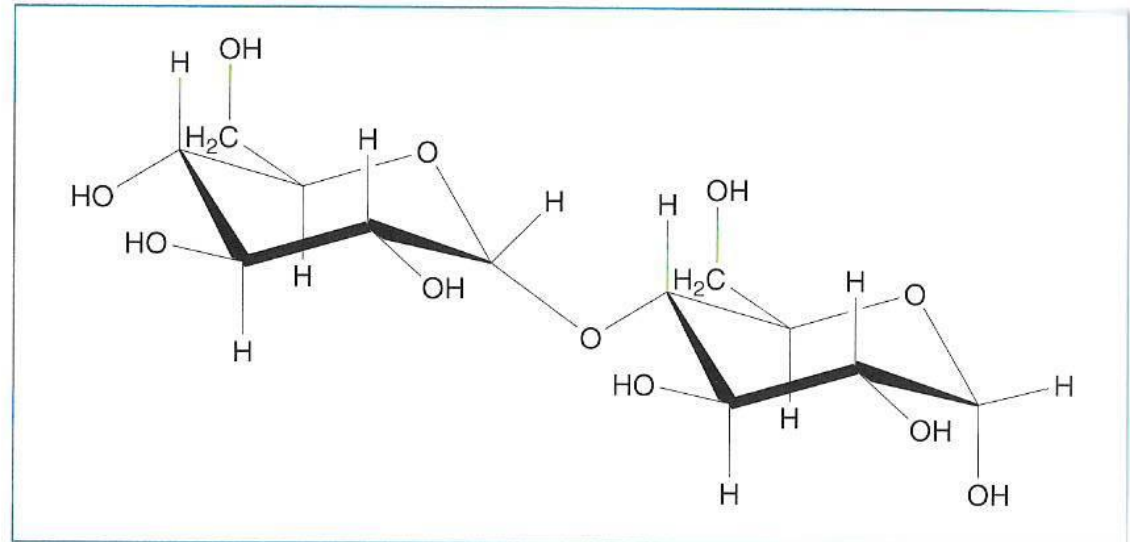
2 unità di glucosio



## MALTOSIO

**Figura 3.**

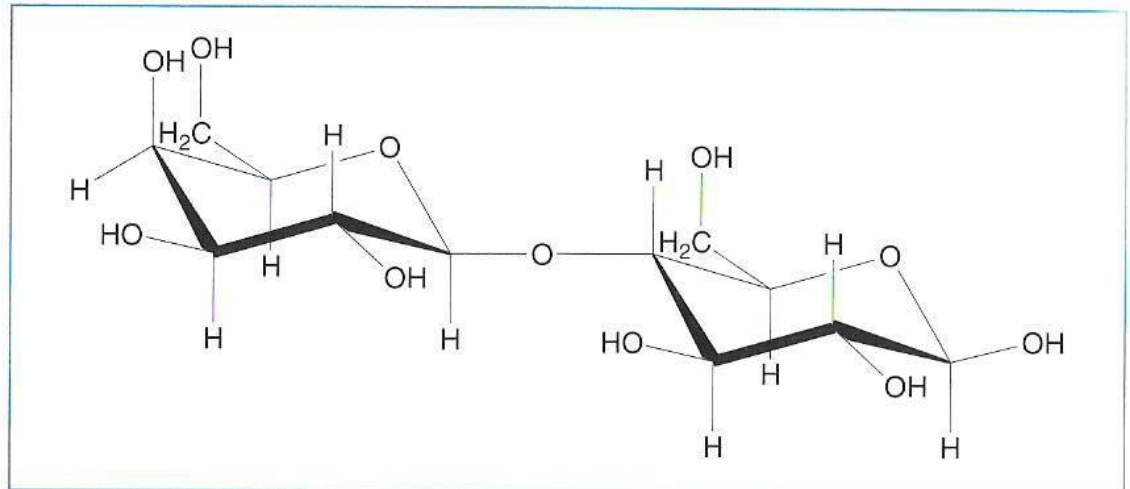
Maltosio, composto da due unità di glucosio con legame  $\alpha$ -1,4 (ovvero, i due atomi di C legati sono il C<sub>1</sub> della prima unità e il C<sub>4</sub> della seconda, con i gruppi -OH entrambi o sopra o sotto il piano della molecola). Questo legame può essere scisso dall'enzima maltasi.



## LATTOSIO

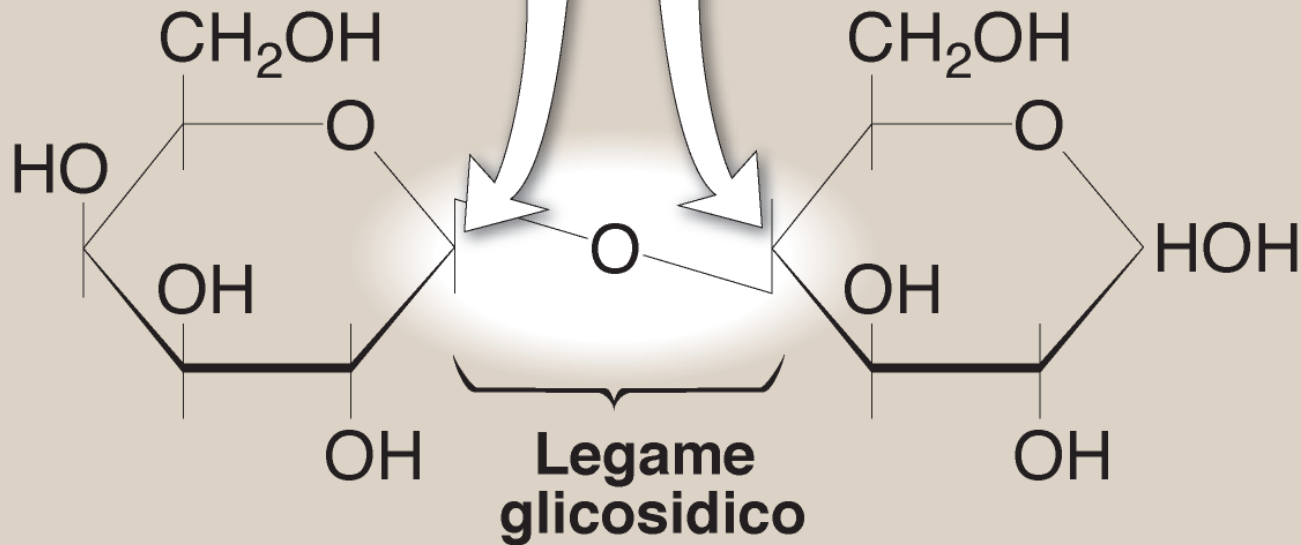
**Figura 4.**

Lattosio, composto da una unità di galattosio ed una di glucosio con legame  $\beta$ -1,4, legame scisso dall'enzima lattasi. Il legame si dice  $\beta$  perché i gruppi -OH sono uno sopra e uno sotto il piano della molecola.



**Carbonio 1  
del galattosio**

**Carbonio 4  
del glucosio**



**Lattosio: galattosil- $\beta(1 \rightarrow 4)$ -glucosio**

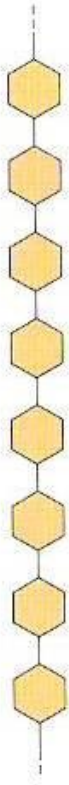
# Polisaccardi

- Forma di deposito
- Si distinguono in **omopolisaccaridi** e **eteropolisaccaridi** in base alla tipo di monosaccaridi costituenti

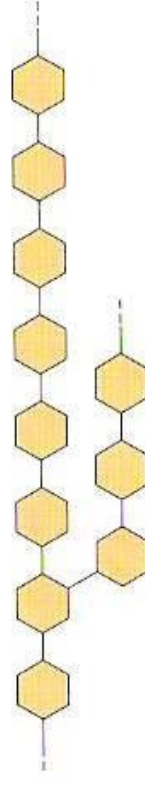
## Eteropolisaccaridi

### Omopolisaccaridi

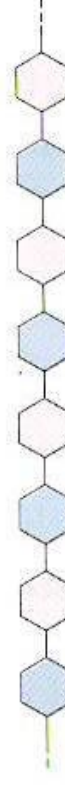
Non ramificato



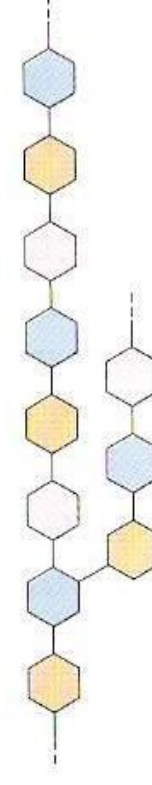
Ramificato



Due tipi  
di monomeri,  
non ramificato



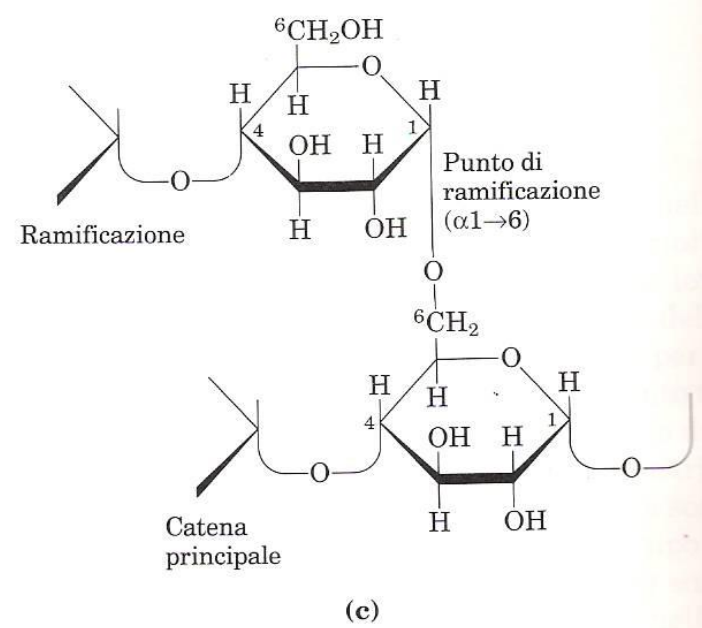
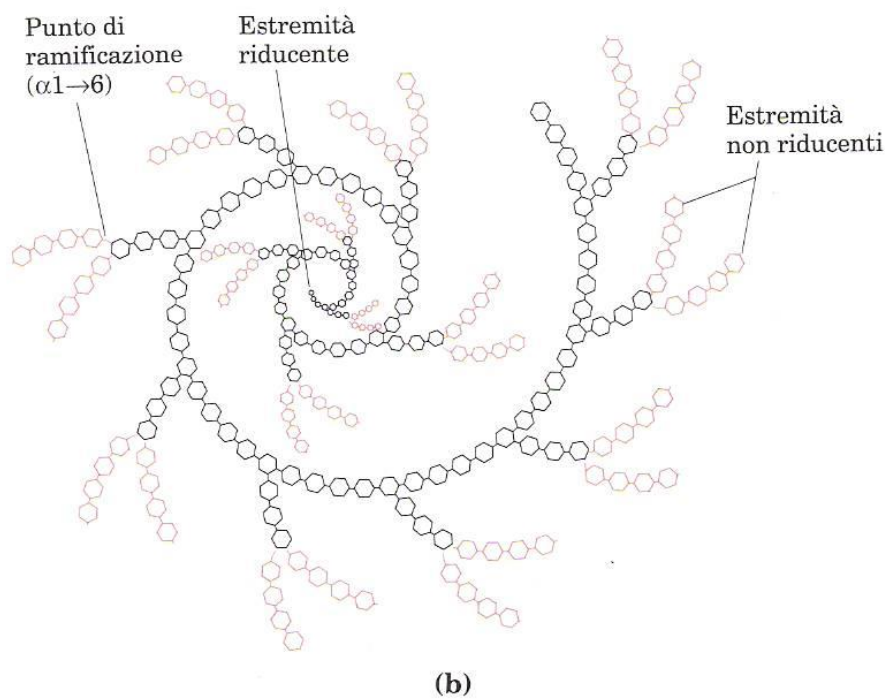
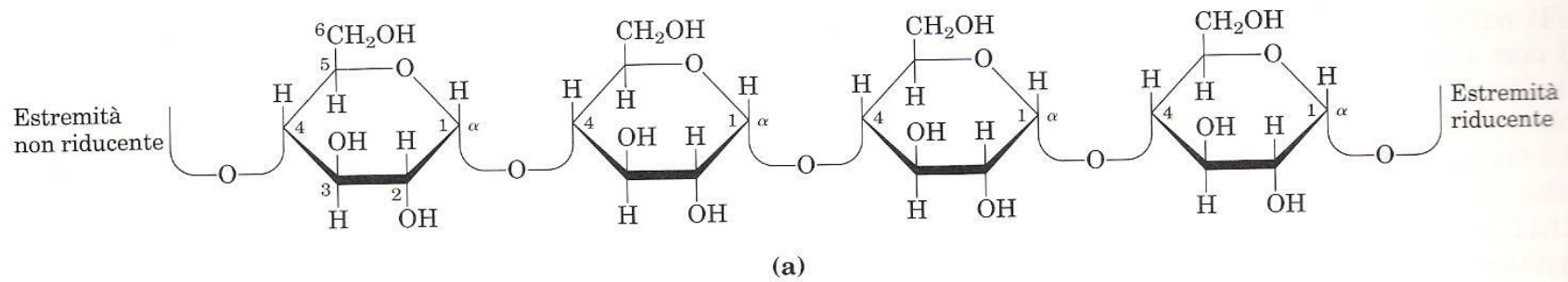
Diversi tipi  
di monomeri,  
ramificato



I polisaccaridi possono essere composti da uno, due o più tipi di monosaccaridi, disposti in catene lineari o ramificate

# Amido

- Principale polisaccaride di riserva delle piante
- Particolarmente abbondante nei tuberi (patate) e nei semi (grano)
- Costituito da unità di glucosio unite tra loro → omopolisaccaride
- Due tipi di polimeri: **amilosio** (lineare con legami  $\alpha-1,4$ ) ed **amilopectina** (ramificata)



a) amilosio, b) amilopectina, c) punto di ramificazione

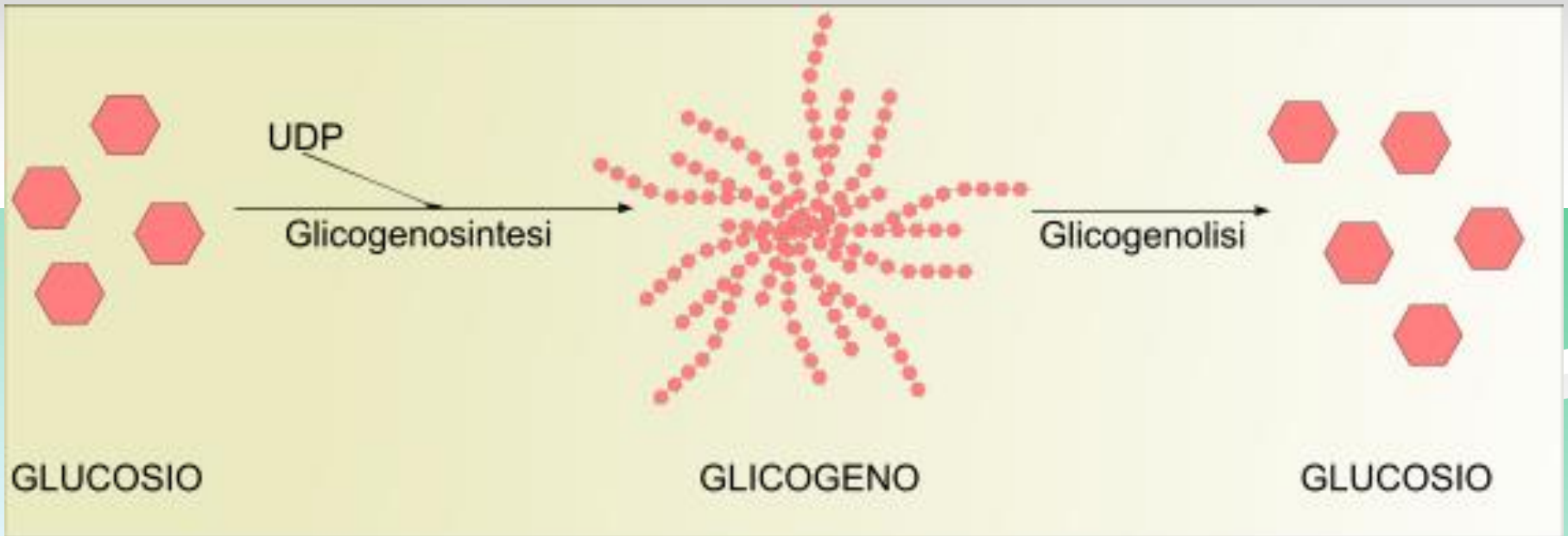
# Glicogeno

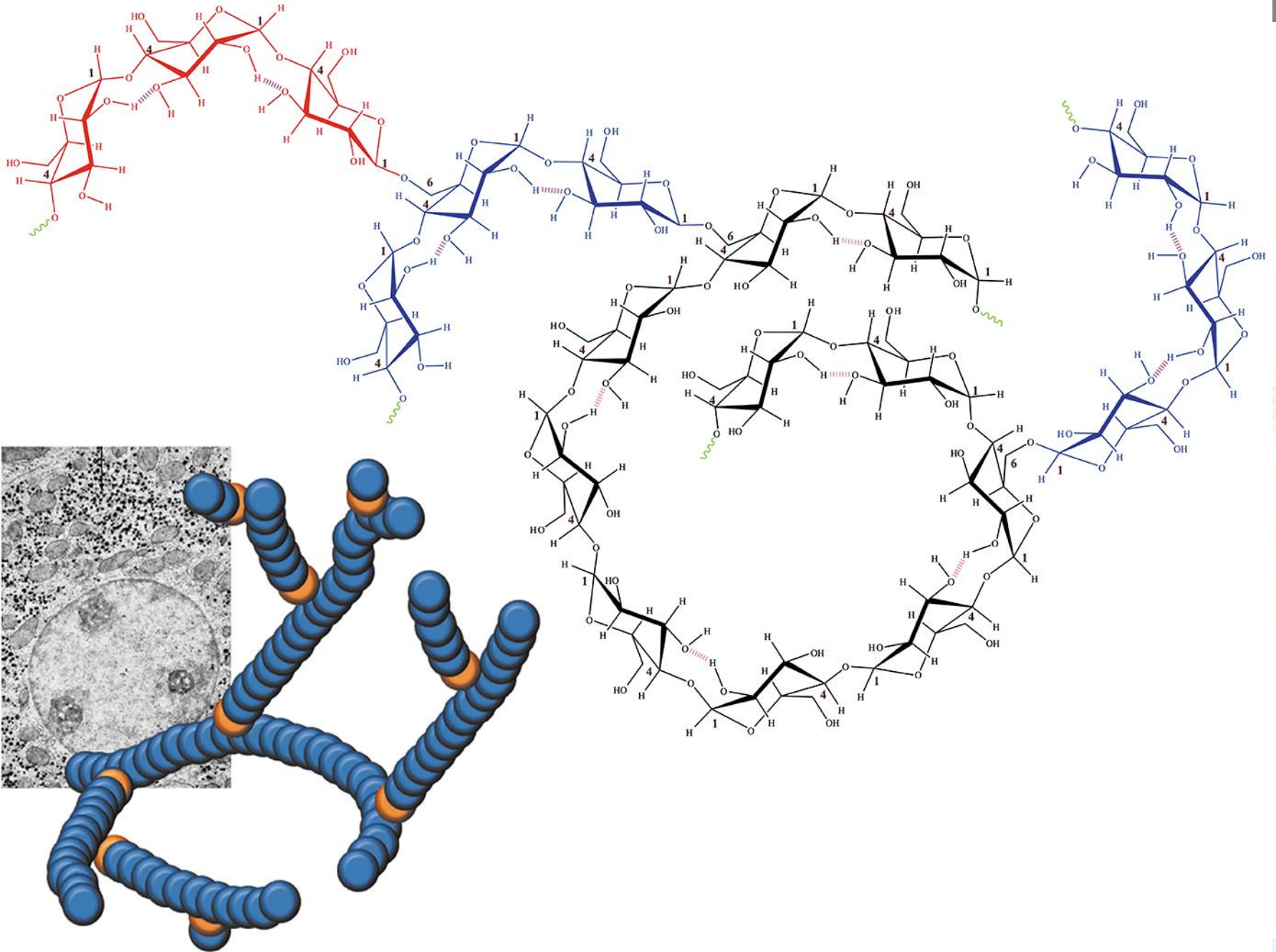
- E' il principale polisaccaride di **riserva** delle cellule animali
- E' abbondante nel fegato (7% del peso) e nel muscolo
- E' un polimero di glucosio con ramificazioni ogni 8-12 residui

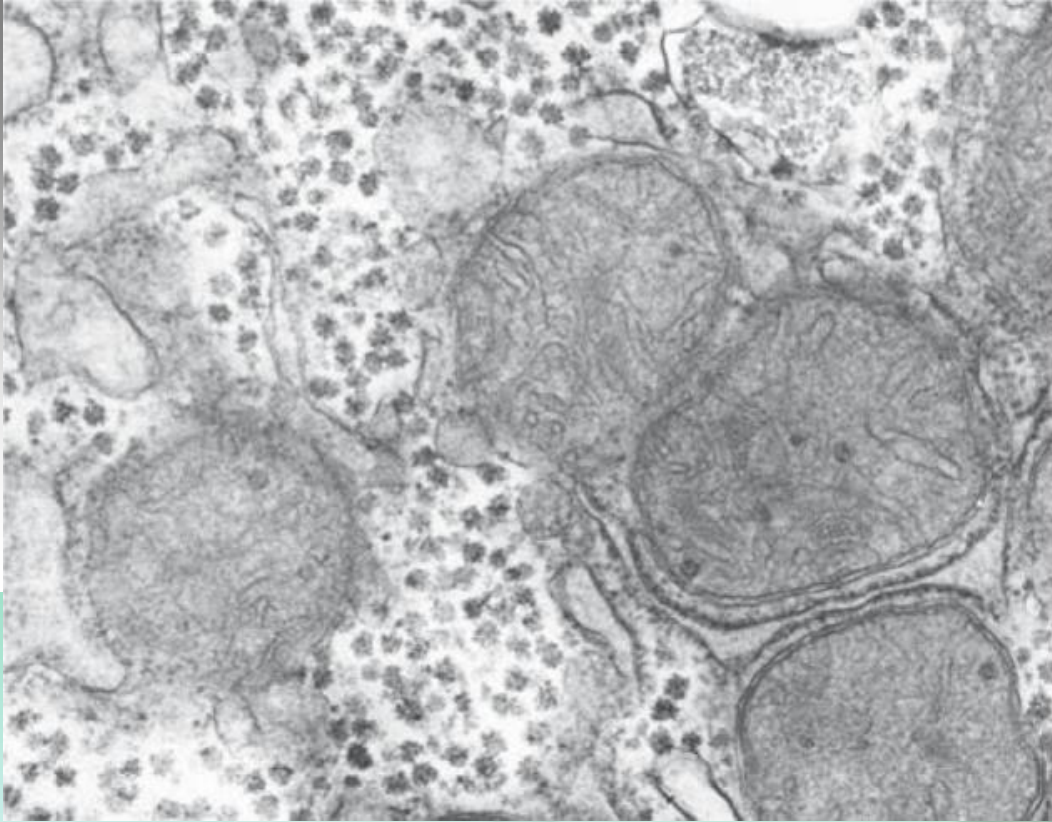
# Glicogeno

- E' il principale polisaccaride di **riserva** delle cellule animali
- E' un polimero di glucosio con ramificazioni ogni 8-12 residui
- I due principali siti di riserva del glicogeno sono il fegato (10% del peso) ed il muscolo scheletrico (1-2% del peso).
- Nel fegato la sintesi e degradazione del glicogeno sono regolate in modo
- da mantenere il livello ematico di glucosio ai livelli necessari per il fabbisogno dell'intero organismo.

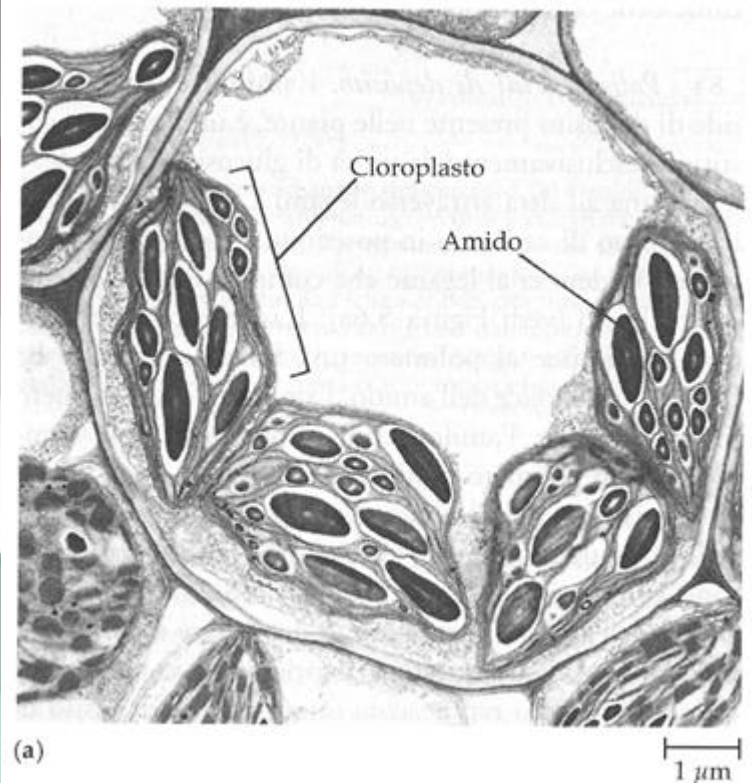








Cellula epatica → glicogeno



Cellula vegetale → amido

**Granuli di glicogeno in un epatocita.** Il glicogeno, un tipo di deposito dei carboidrati, appare sotto forma di particelle dense agli elettroni, spesso sotto forma di aggregati o rosette. Negli epatociti il glicogeno è strettamente associato ai tubuli del reticolo endoplasmatico liscio. In questa fotografia al microscopio elettronico sono riconoscibili anche molti mitocondri.

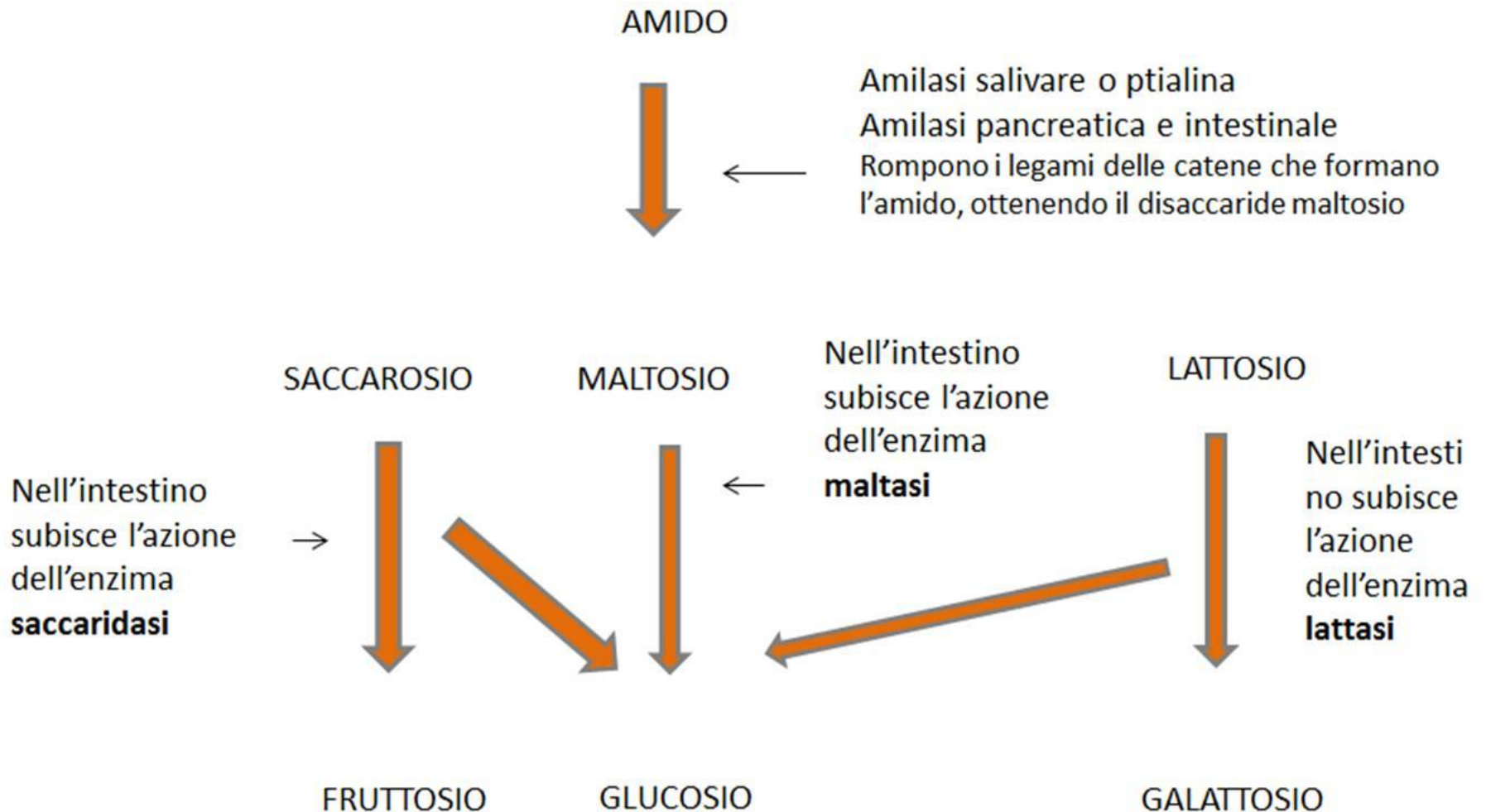
- Nell'uomo, la funzione del glicogeno è essenzialmente quella di riserva energetica glicidica.
- Esso si trova **prevalentemente nel fegato** (rappresenta circa un 10% del peso di quest'organo) e nei muscoli scheletrici; in piccole quantità è presente anche nei reni, nel cuore e nel tessuto adiposo.
- La quantità di glicogeno muscolare è abbastanza costante, mentre la quantità di glicogeno epatico è più variabile.
- A seconda delle richieste metaboliche, il fegato agisce nei confronti del glucosio depositandolo (in questo caso si parla di **glicogenosintesi**, ovvero conversione di glucosio in glicogeno) oppure mobilitandolo (si parla allora di **glicogenolisi**, cioè degradazione di molecole di glicogeno fino a ottenere la formazione di glucosio).
- Le riserve di glucosio che si trovano nel fegato vengono usate per il rifornimento dei vari tessuti, mentre quelle che si trovano nei muscoli scheletrici vengono usate soltanto localmente.

- In un **soggetto sedentario** → possono essere accumulati al massimo **12-13 grammi di glicogeno per kg di muscolo**
- In un **soggetto ben allenato** → il muscolo diventa più ricettivo ed arriva ad immagazzinarne **14-16 grammi per kg di tessuto.**
- **Quanto tempo occorre per bruciare le scorte di glicogeno muscolare?**
- La velocità con cui il muscolo brucia il glicogeno dipende dal tipo di lavoro muscolare che il soggetto compie.
- Durante una prestazione ad alta intensità, esempio nuoto stile libero sui 200 metri o corsa dei 400 metri, i muscoli bruciano quasi esclusivamente glicogeno.
- Mano a mano che l'intensità dell'esercizio si riduce, entrano in gioco i grassi e l'organismo brucia una miscela di zuccheri e grassi.

# Cosa accade quando le riserve di glicogeno sono al massimo?

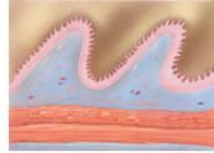
- Nel "magazzino" non c'è più posto e si deve immagazzinare l'energia in altra forma (fra l'altro più compatta perché richiede meno acqua): il grasso.
- Ecco che allora l'azione dell'insulina diventa negativa perché da agente energetico diventa un agente "ingrassante": il surplus di carboidrati è trasformato in grassi.

# La digestione dei carboidrati





Intestino tenue



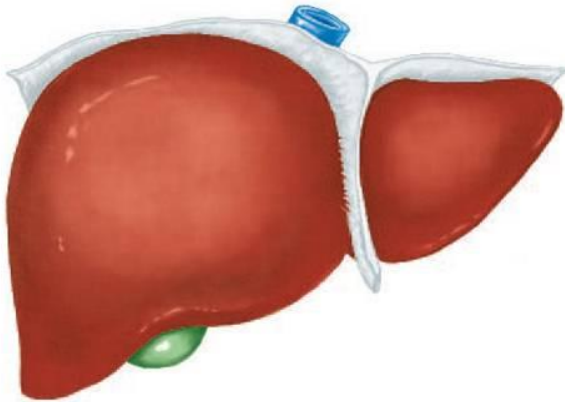
Villi intestinali

I monosaccaridi  
GLUCOSIO  
FRUTTOSIO  
GALATTOSIO

Vengono assorbiti dai villi intestinali dell'intestino tenue...



..attraverso la vena porta, raggiungono il fegato dove....



Il **glucosio** può essere:

- Trasformato in grasso;
- Riversato nel circolo sanguigno;
- Accumulato come glicogeno

Il **fruttosio** può essere:

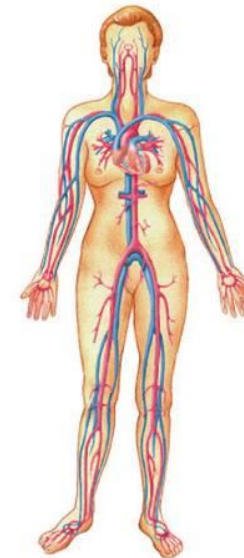
- Accumulato come glicogeno

Il **galattosio** può essere:

- Accumulato come glicogeno



Il glucosio che viene riversato nel circolo sanguigno può avere come destinazione...




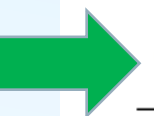
....

- Il tessuto muscolare;
- Tutti i tessuti dell'organismo;
- Dopo essere stato trasformato in grasso, Il tessuto adiposo, con la funzione di scorta energetica

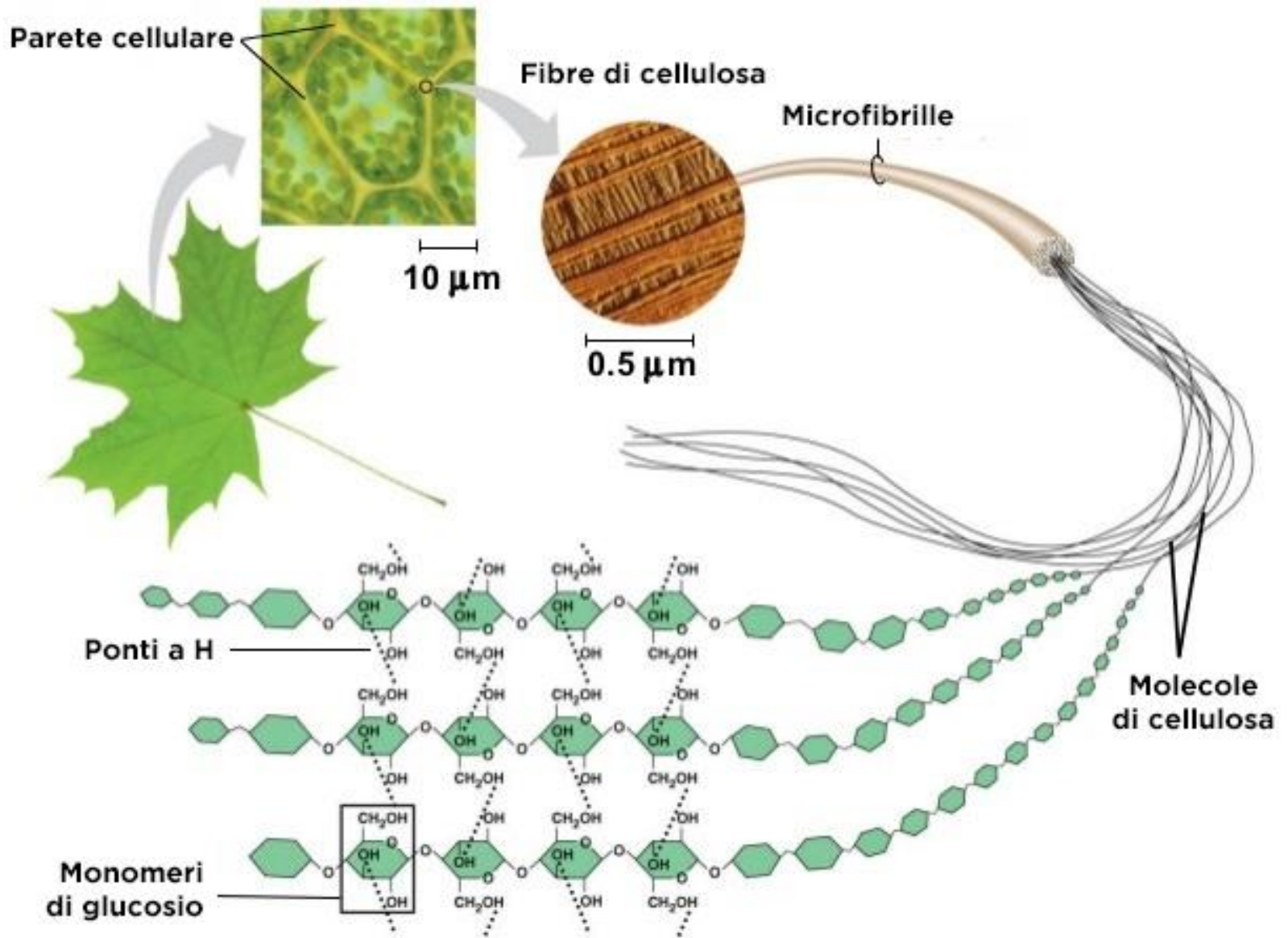


# TRASPORTATORI DI GLUCOSIO (GLUT)

Famiglia di molecole trasportatrici, capaci di trasferire il glucosio attraverso le membrane cellulari

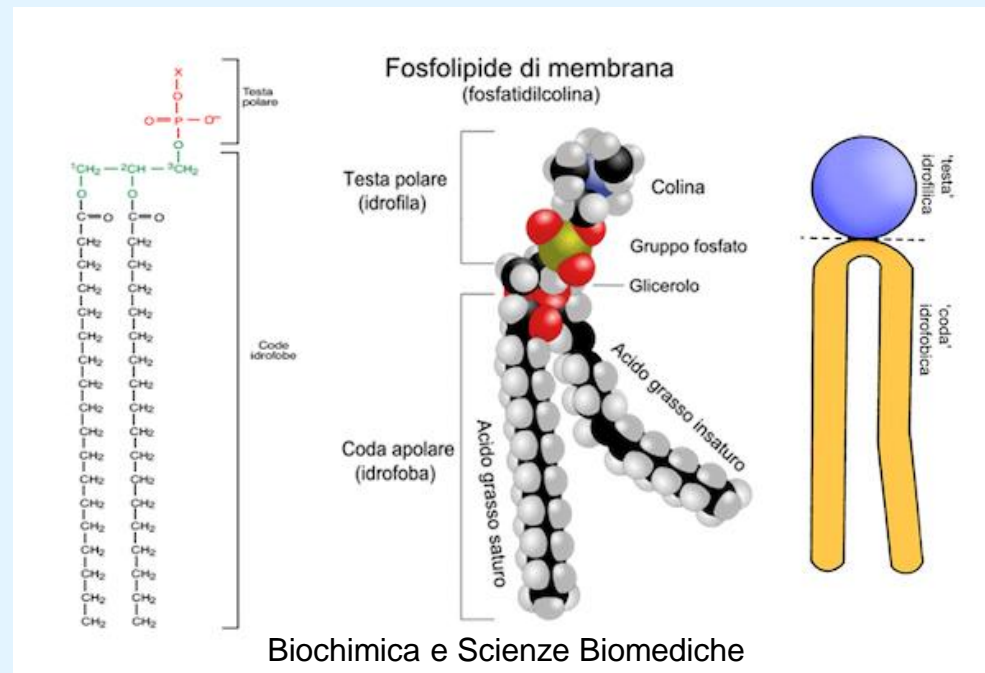
Nome	Tessuto	$K_t$	Funzione
<b>SGLT1</b> Trasporto attivo secondario (unidirezionale)	Intestino tenue, rene	-	Assorbimento del glucosio e del galattosio alimentare dall'intestino tenue; riassorbimento del glucosio filtrato nel rene
<b>GLUT 1</b>	Eritrociti, molti tessuti	1-2 mM	Captazione basale del glucosio
 <b>GLUT 2</b>	Fegato, cellule $\beta$ del pancreas, intestino tenue, rene	10-15 mM	Captazione e rilascio del glucosio nel fegato (galattosio e fruttosio) e nel rene; sensore per il glucosio delle cellule $\beta$ del pancreas
<b>GLUT 3</b>	Cervello, molti tessuti	1-2 mM	Captazione basale del glucosio
 <b>GLUT 4</b>	Muscolo scheletrico e cardiaco, tessuto adiposo	5 mM	<b>Captazione del glucosio stimolata da insulina</b>
<b>GLUT 5</b>	Intestino tenue	-	Trasporto del fruttosio

# Cellulosa

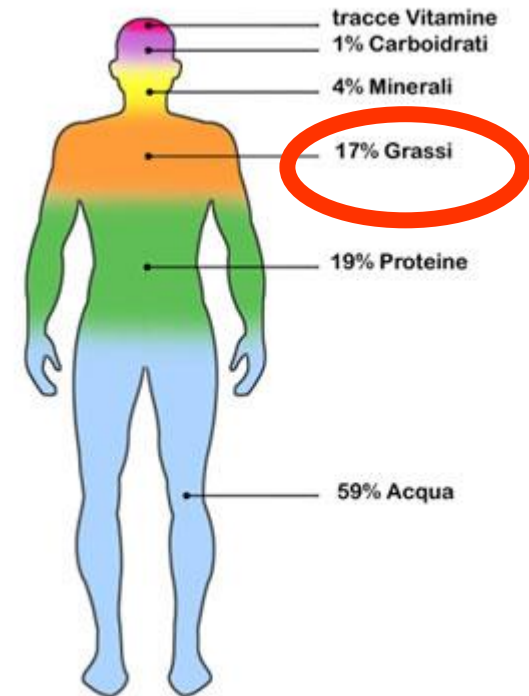


# LIPIDI

# ACIDI GRASSI



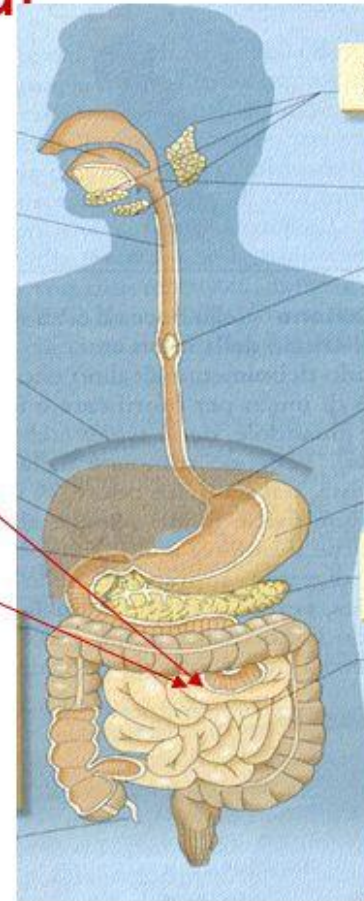
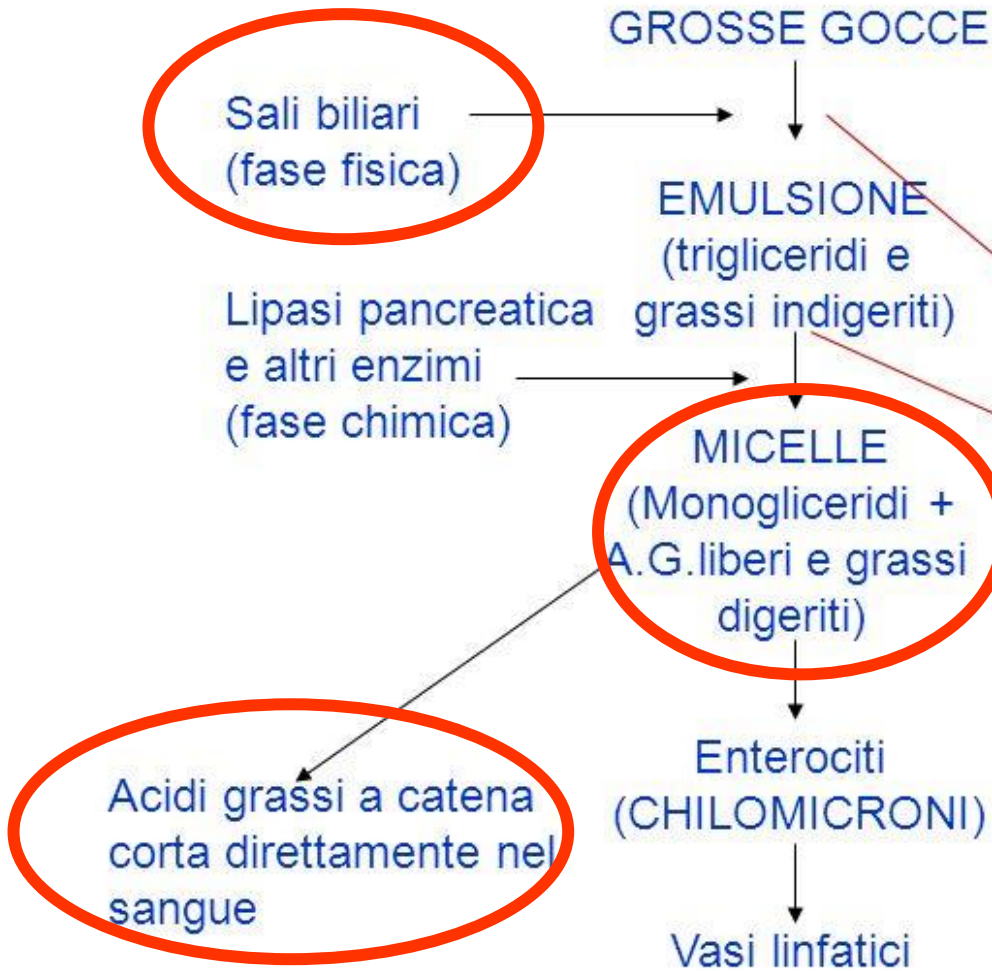
- Grassi o **lipidi** (dal greco *lipos* = grasso)
- Gruppo **eterogeneo** di sostanze (strutture chimiche differenti)

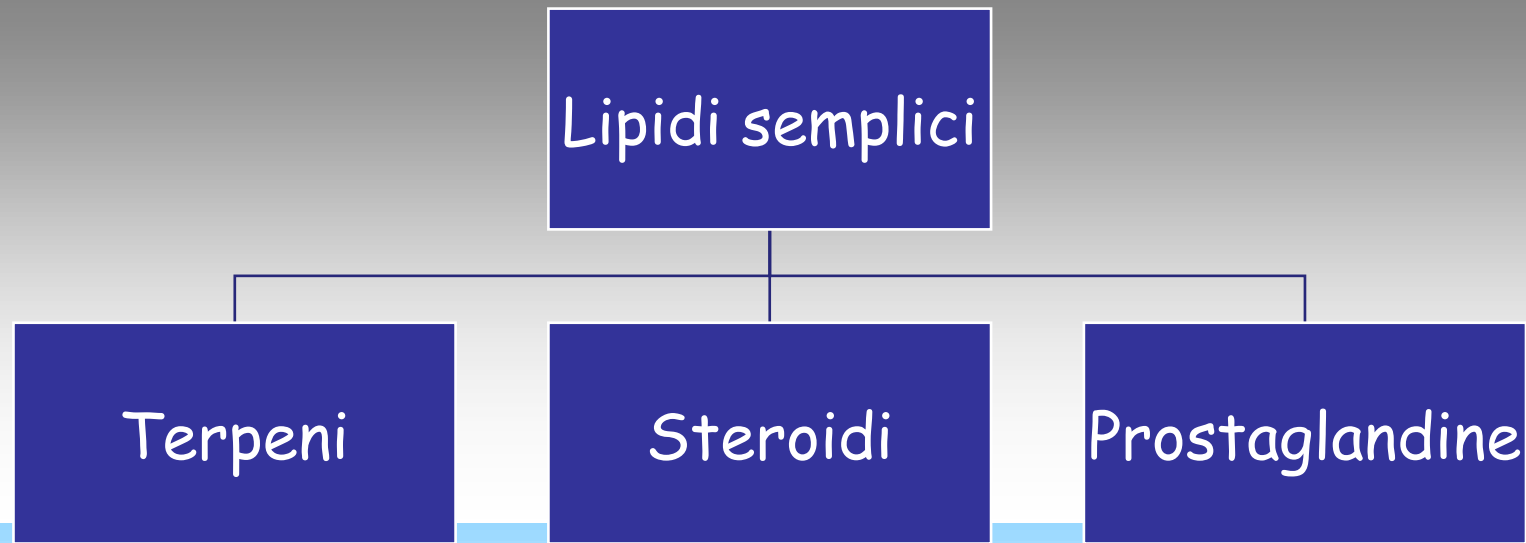


- Sono costituenti delle **piante** e degli **animali**
- Caratterizzati da particolari proprietà di solubilità: quasi **insolubili** in H<sub>2</sub>O e solubili nei solventi organici non polari
- Per quanto riguarda la **struttura chimica**: alcuni sono esteri, altri idrocarburi, alcuni sono aciclici ed altri sono ciclici o policiclici

- ✓ Formati da **carbonio, idrogeno, ossigeno** al pari dei carboidrati, ma il rapporto tra idrogeno ed ossigeno è più alto.
- ✓ **Più energetici dei glucidi** in termini assoluti

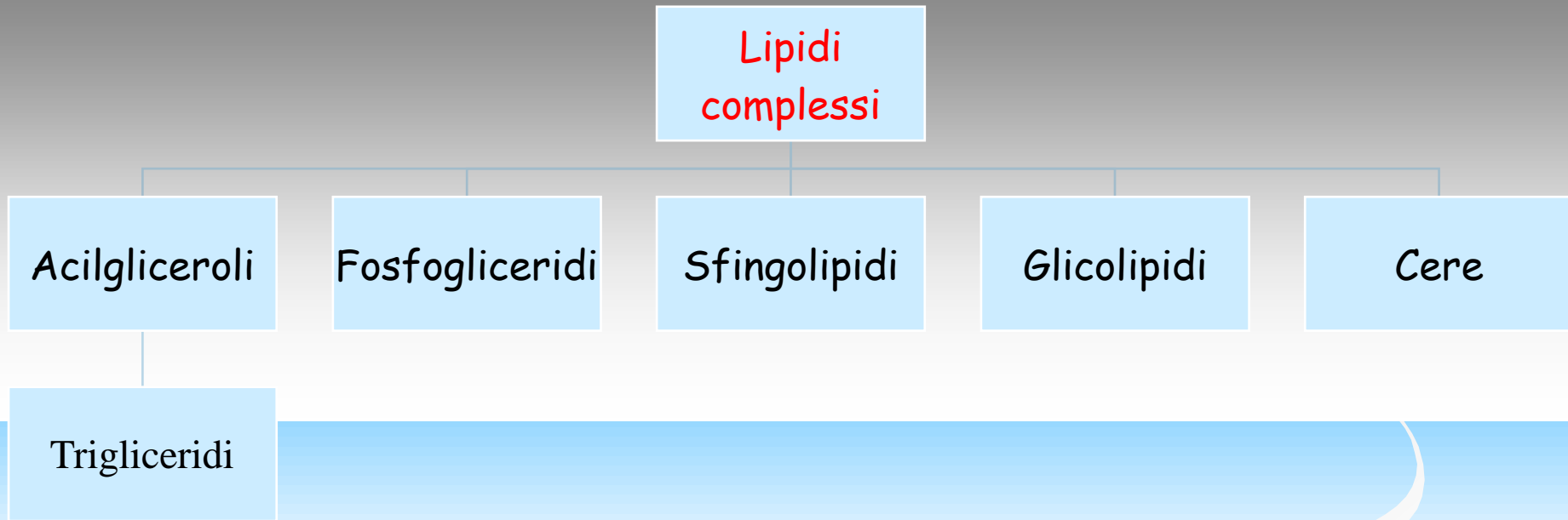
# Digestione dei lipidi



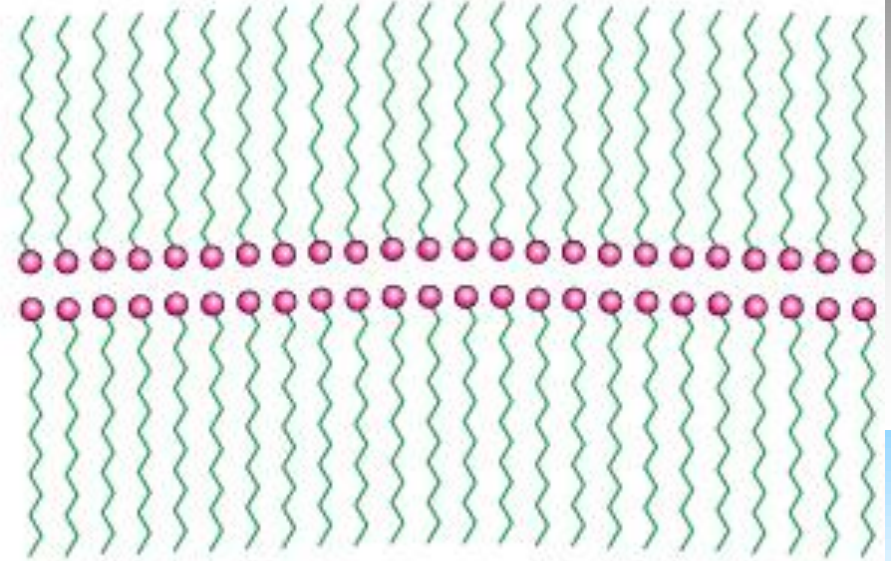
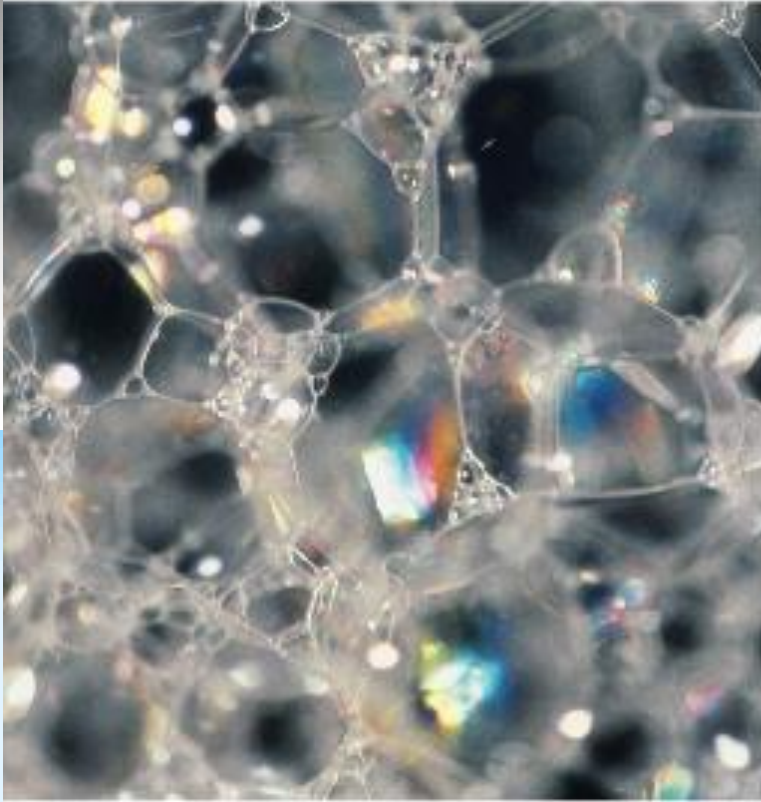


- Lipidi non saponificabili
- Non contengono molecole di acidi grassi
- Non producono saponi per idrolisi alcalina



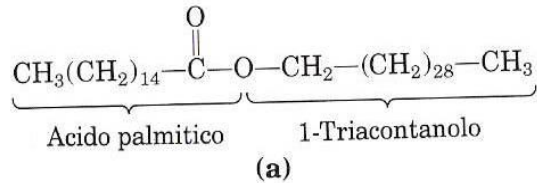


- Contengono molecole di **acidi grassi**
- Saponificabili
- In soluzione alcalina liberano i sali corrispondenti → **saponi**



**La superficie di una bolla di sapone è un doppio strato formato da molecole di detergente**

# Esempio di lipide complesso: la cera



**Figura 9.5.** (a) Il triacontanilpalmitato, il principale componente della cera delle api. È un estere dell'acido palmitico con l'alcol triacontanolo. (b) Un alveare costruito con la cera delle api è solido a 25 °C e completamente impermeabile all'acqua.



(b)

# Proprietà fisiche

SOLIDI

LIQUIDI

GRASSI

OLI

Burro,  
lardo

Olio d'oliva,  
di arachidi,  
di mais,  
di soia



# Classificazione in base alla funzione:

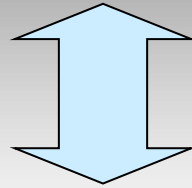
di riserva

strutturali  
della  
membrana

**LIPIDI**

con attività  
biologiche  
specifiche

# Importanza bioenergetica

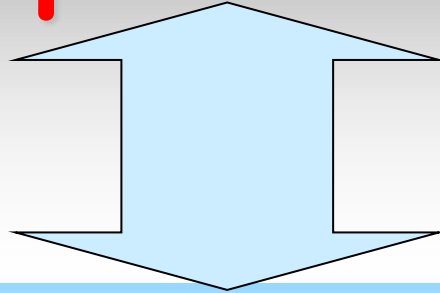


- Maggiore fonte di E dell'organismo:
- valore calorico 9 kcal/g

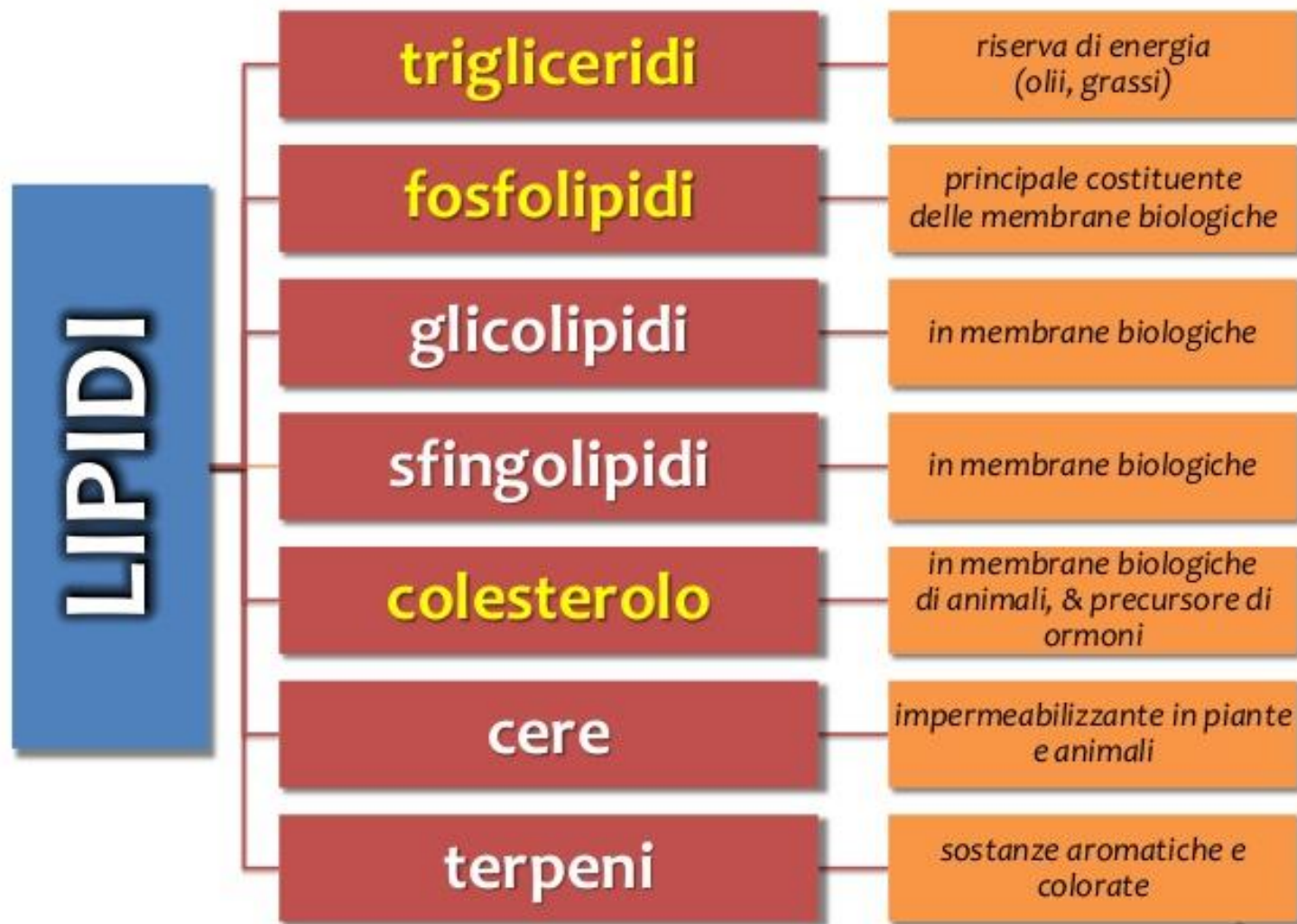
Da 1 molecola di **acido grasso** si possono ottenere **129** ATP

Da 1 molecola di **glucosio** si possono ottenere **38** ATP

# Fattore critico nella protezione



- **Termica:**
  1. **isolamento = tessuto adiposo sottocutaneo,**
  2. **produzione = grasso bruno animali omotermi**
- **Meccanica (cuscinetti )**
- **Elettrica (guaina delle fibre nervose)**





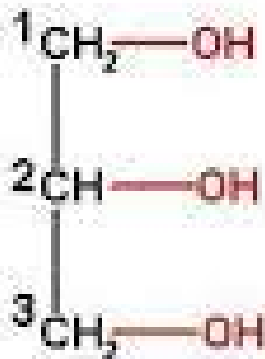
# Lipidi complessi principali

✓ **TRIGLICERIDI** (glicerolo esterificato con acidi grassi)

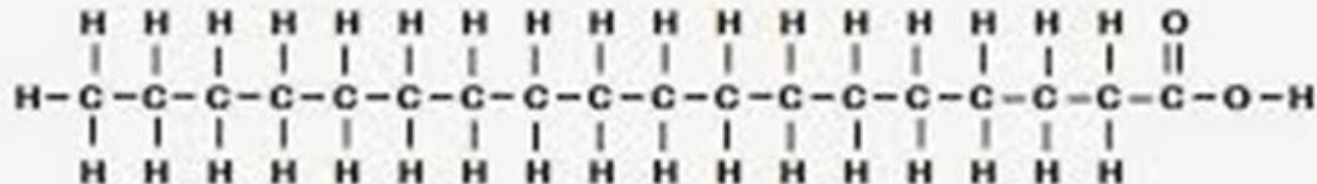
✓ **FOSFOGLICERIDI** (sono dei fosfolipidi) (glicerolo esterificato con acidi grassi e presenza di acido fosforico nella molecola)

# Triacilgliceroli o trigliceridi

- Costituiti da glicerolo esterificato con **3 acidi grassi** (uguali oppure diversi tra loro)
- Insolubili in  $H_2O$  ed in solventi polari
- PRESENTI NEGLI ADIPOCITI (cellule in cui si accumulano come grasso o àdipe)

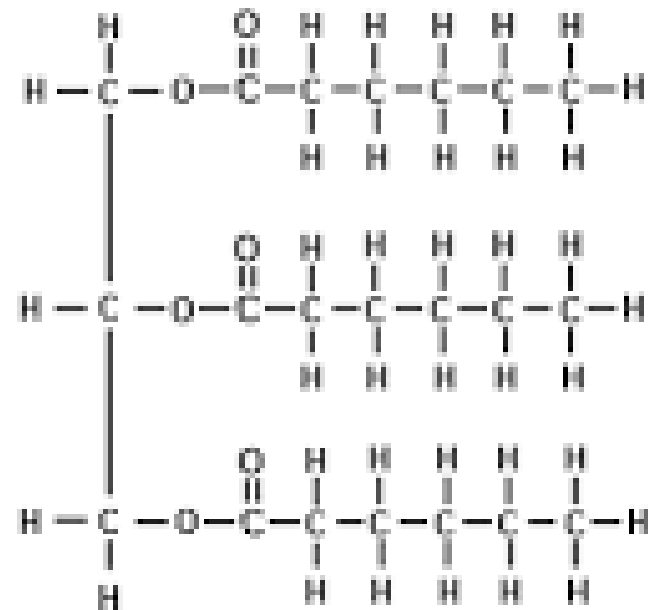
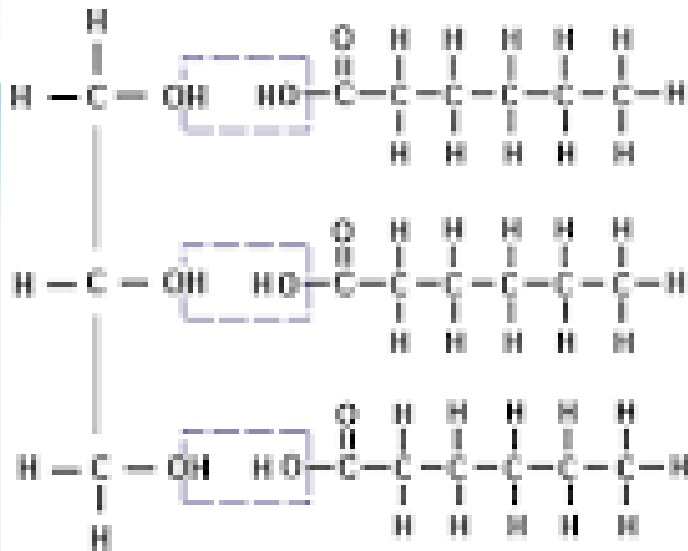


Glicerol



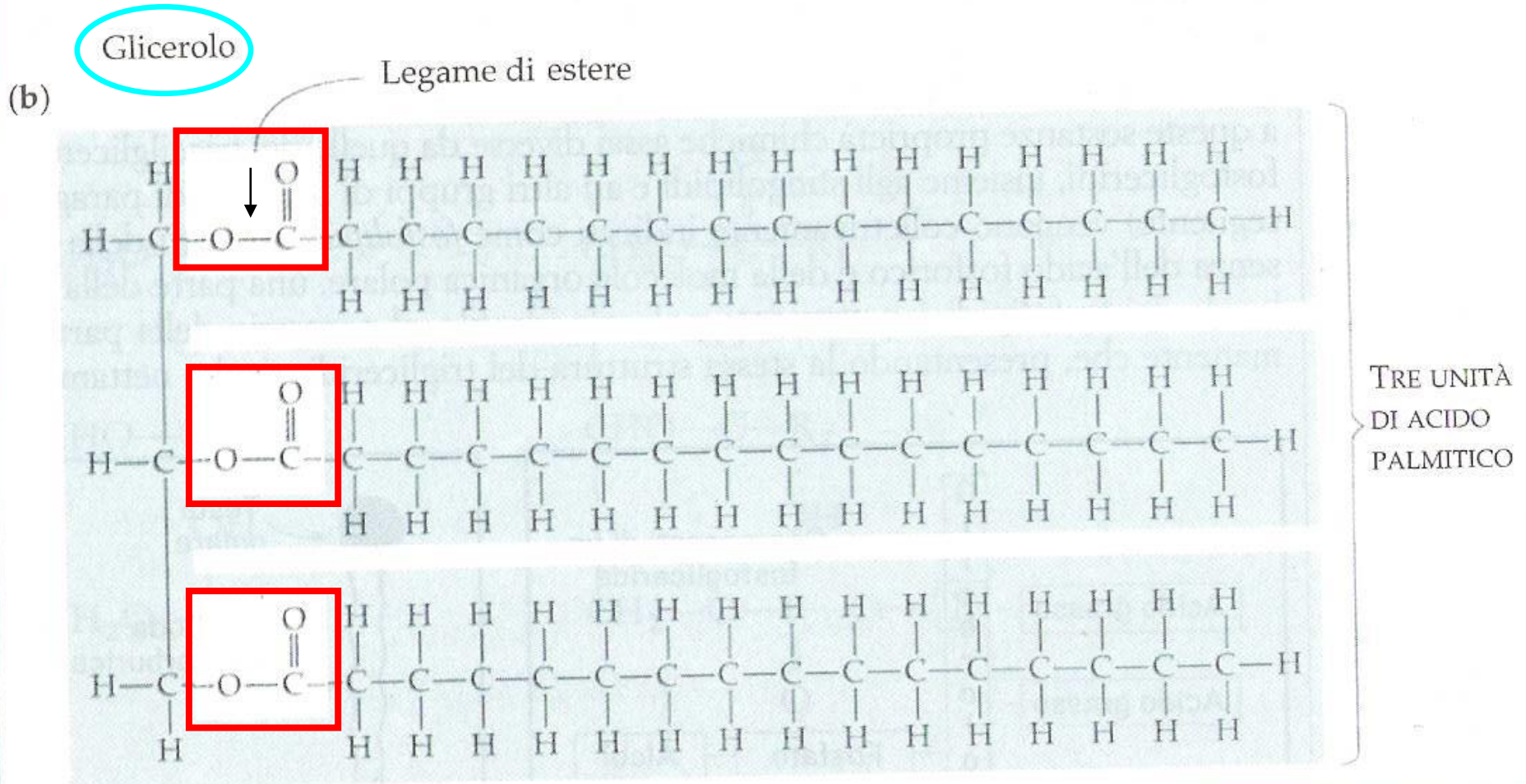
Acido Stearico

# Trigliceridi semplici o misti



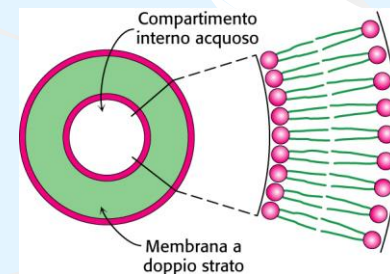
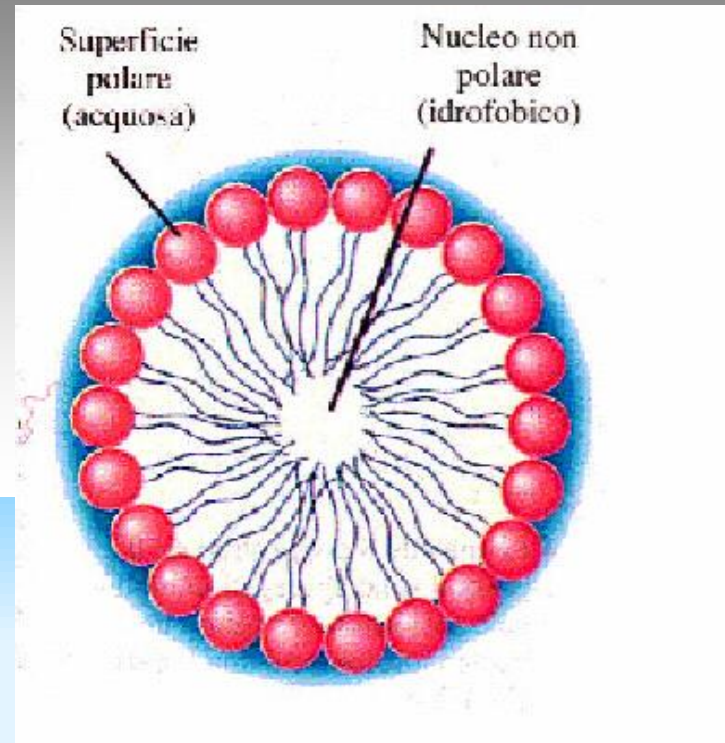
Glicerolo + Tre acidi grassi -  $3\text{H}_2\text{O}$  = TRIGLICERIDE

# Trigliceridi semplici o misti

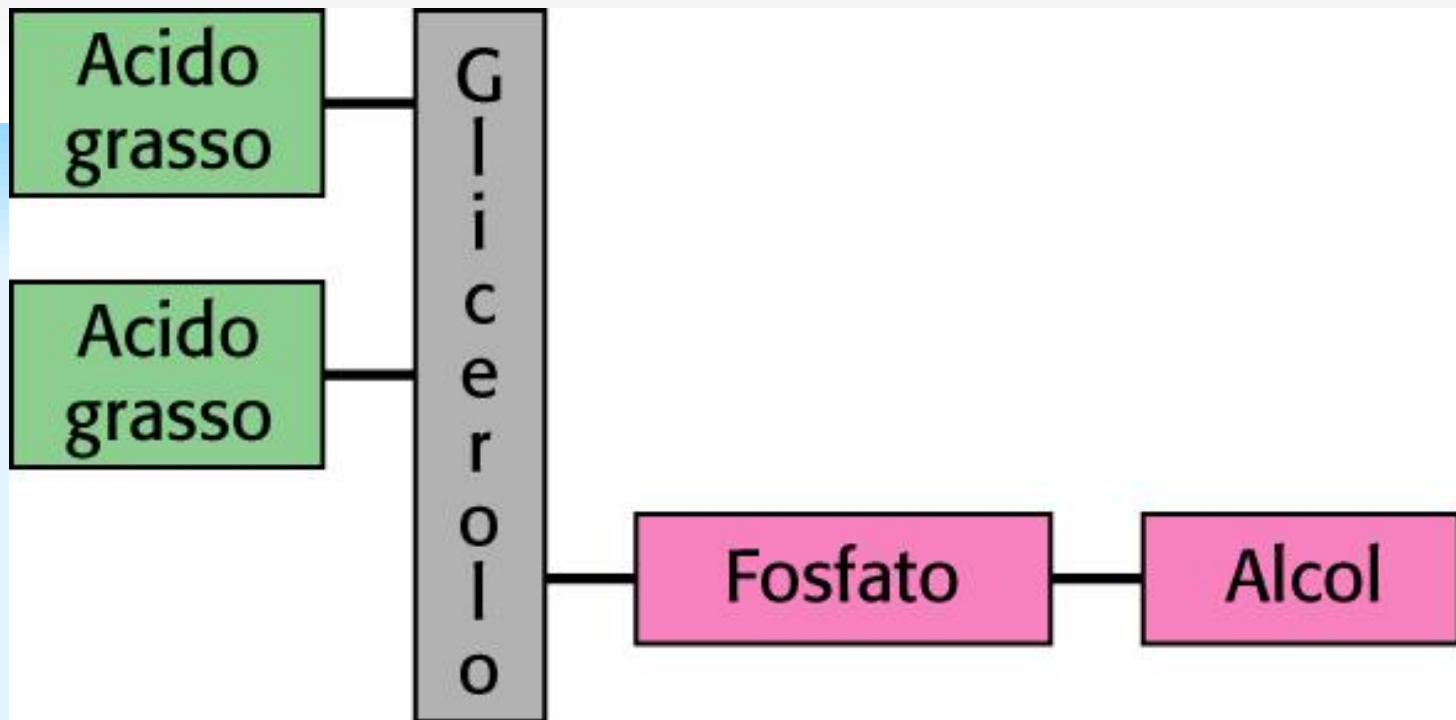


# Fosfolipidi

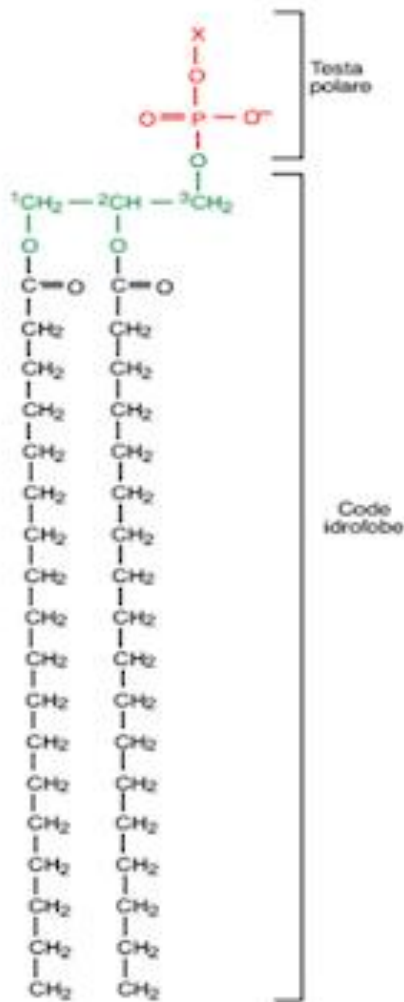
- Molecole *anfipatiche*
- Possono aggregarsi in modo da formare foglietti costituiti da un doppio strato di molecole



# Struttura schematica di un fosfogliceride

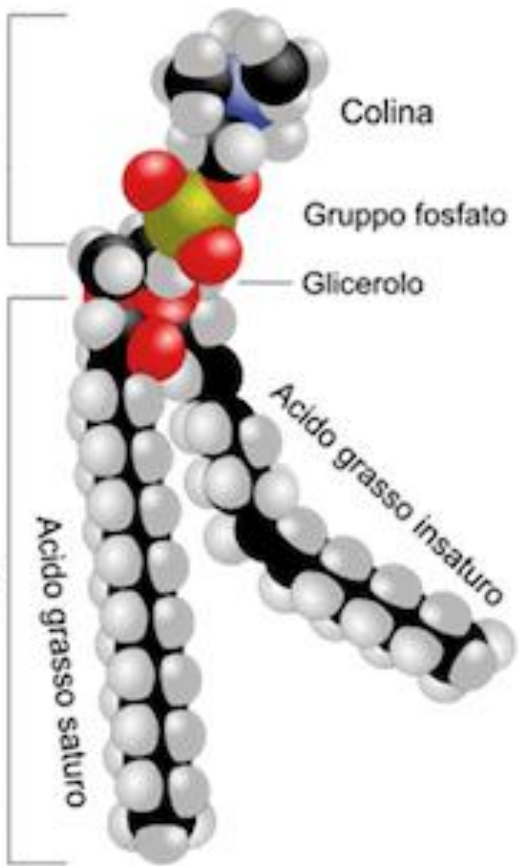


## Fosfolipide di membrana (fosfatidilcolina)



Testa polare  
(idrofila)

Coda apolare  
(idrofoba)



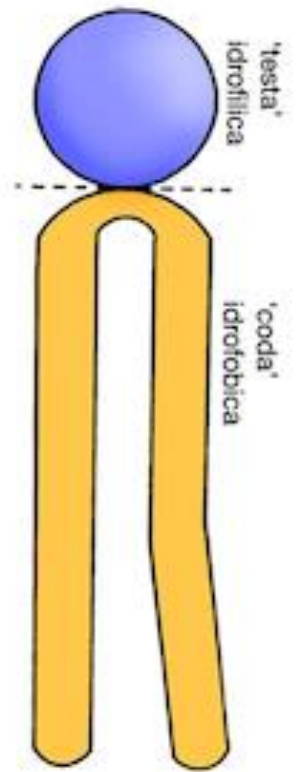
Colina

Gruppo fosfato

Glicerolo

Acido grasso saturo

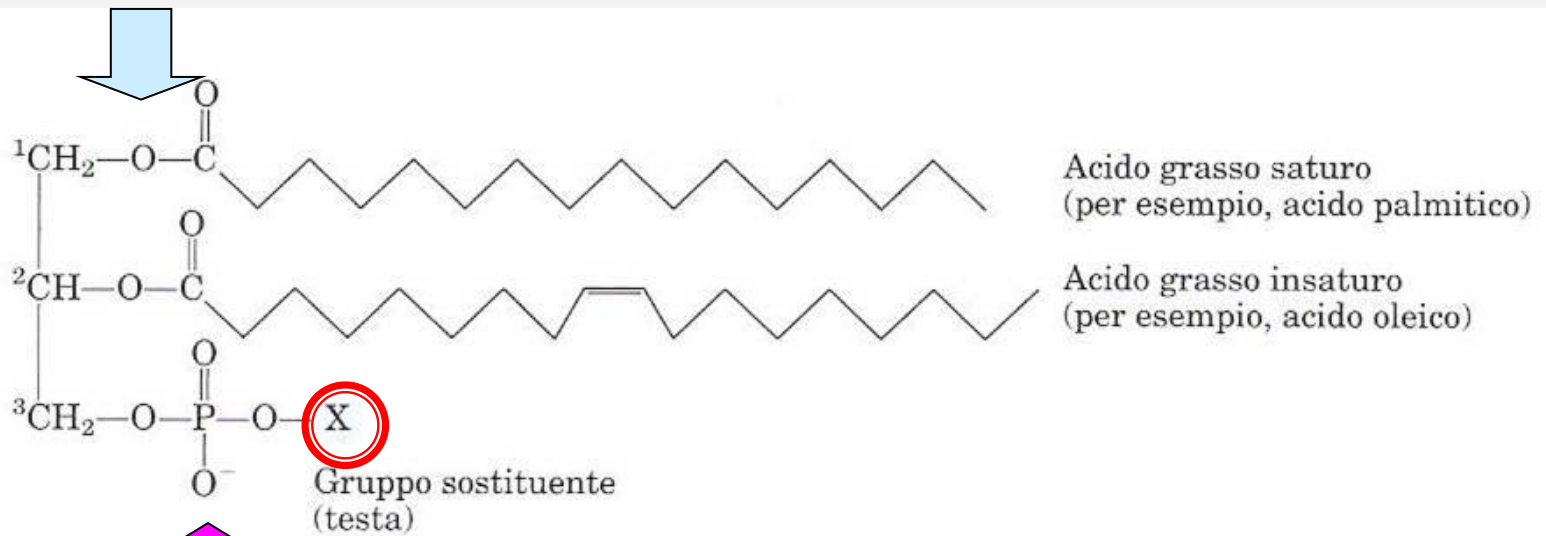
Acido grasso insaturo



# Fosfogliceridi o glicerofosfolipidi

glicerolo

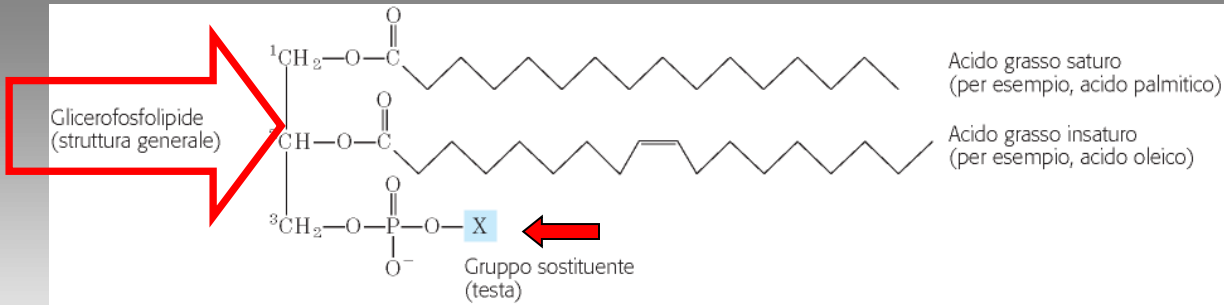
Struttura generale



Testa altamente polare (gruppo alcolico, legame fosfodiester)

$\text{X} = \text{H} = \text{acido fosfatidico}$



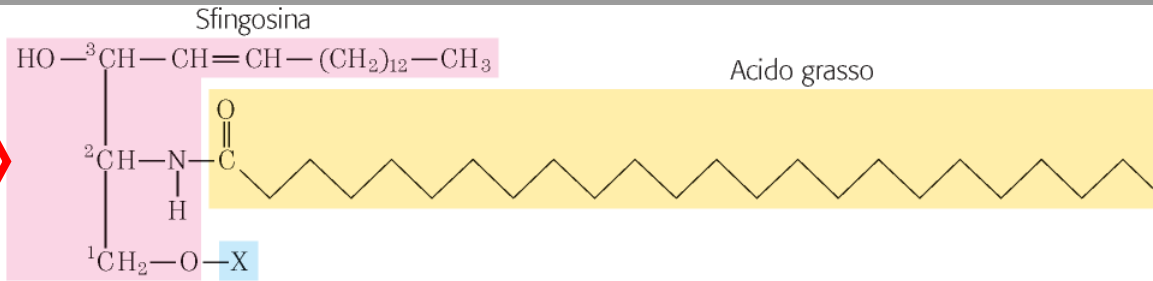


Nome del glicerofosfolipide	Nome di X	Formula di X	Carica netta (a pH 7,0)
Acido fosfatidico	—	— H	-1
Fosfatidiletanolamina	Etanolamina	— CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	0
Fosfatidilcolina	Colina	— CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —N <sup>+</sup> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0
Fosfatidilserina	Serina	— CH <sub>2</sub> —CH—N <sup>+</sup> H <sub>3</sub>   COO <sup>-</sup>	-1
Fosfatidilglicerolo	Glicerolo	— CH <sub>2</sub> —CH—CH <sub>2</sub> —OH   OH	-1
Fosfatidilinositolo 4,5-bisfosfato	<i>myo</i> -Inositolo 4,5-bisfosfato		-4
Cardiolipina	Fosfatidilglicerolo		-2

# Sfingolipidi

1. Abbondanti nella membrana cellulare
2. Non presentano glicerolo, ma sfingosina (amminoalcol a lunga catena)
3. Tessuto nervoso
4. Varie classi (sfingomieline, glicosfingolipidi, cerebrosidi, etc.)

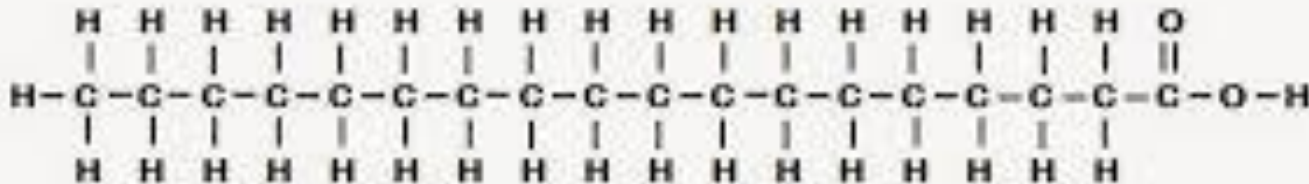
Sfingolipide  
(formula  
generale)



Nome dello sfingolipide	Nome di X	Formula di X
Ceramide	—	— H
Sfingomieline	Fosfocolina	$  \begin{array}{c}  \text{O} \\     \\  -\text{P}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \\    \\  \text{O}^-  \end{array}  $
Glicolipidi neutri Glicosilcerebrosidi	Glucosio	
Lattosilceramide (un globoside)	Di-, tri- oppure tetrasaccaride	
Ganglioside GM2	Oligosaccaride complesso	

# Struttura di un acido grasso

**Acido Stearico:  $C_{17}H_{35}-COOH$**



# Struttura di un acido grasso

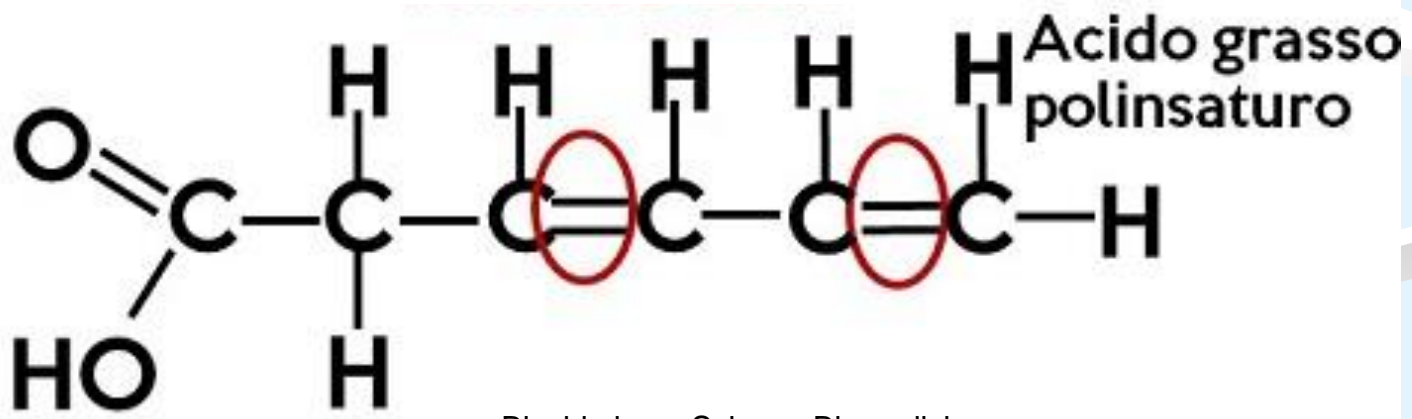
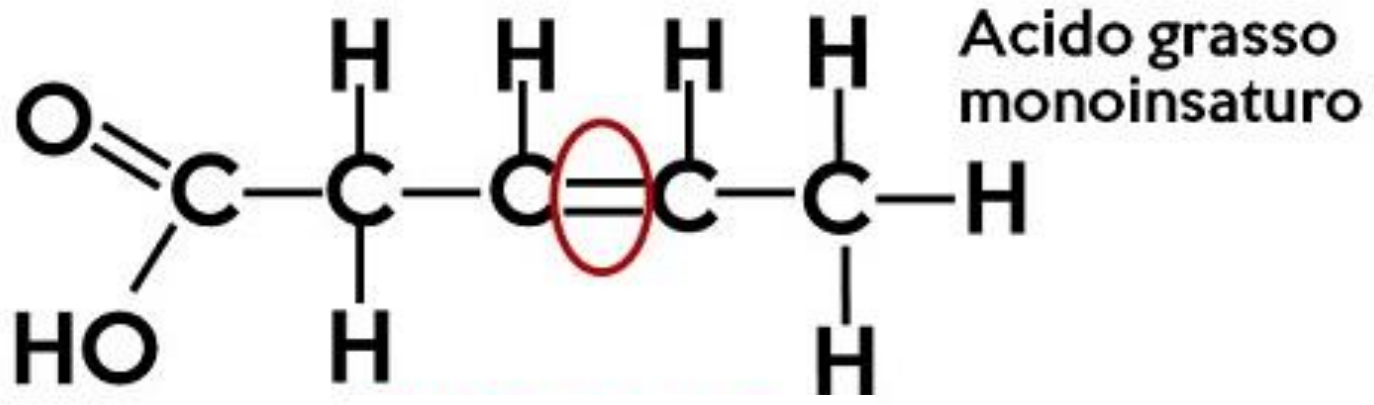
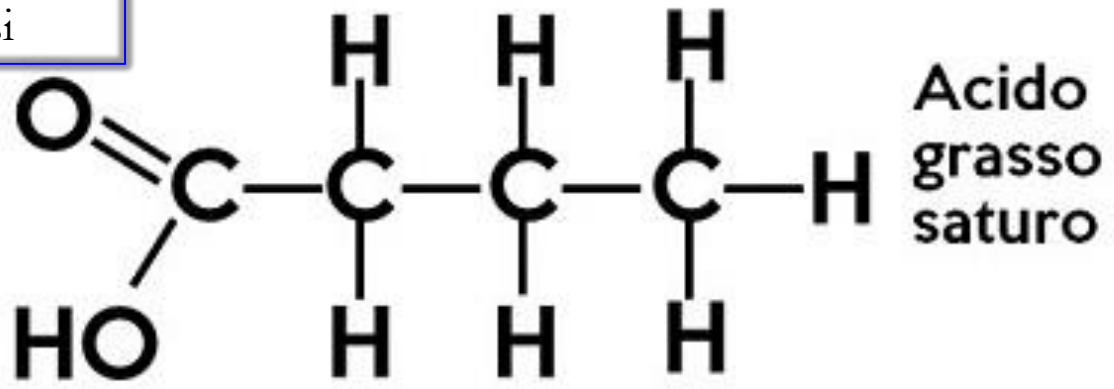
- $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$
- Lunga catena alifatica
- Marcata idrofobicità

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$	$\text{COO}^-$
Catena idrocarburica idrofobica	Gruppo carbossilico idrofilico (ionizzato a pH 7)

- Sono acidi monocarbossilici
- Possono essere: saturi, insaturi (mono- o poli-)

## Alcuni acidi grassi presenti in natura

<i>Formula chimica</i>	<i>Nome comune</i>	<i>Punto di fusione</i>
<i>Acidi grassi saturi</i>		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Acido laurico	44,2 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Acido miristico	53,9 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Acido palmitico	63,1 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Acido stearico	69,6 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Acido arachidico	76,5 °C
<i>Acidi grassi insaturi</i>		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Acido oleico	13,4 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Acido linoleico	-5 °C
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Acido linolenico	-11 °C
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Acido arachidonico	-49,5 °C

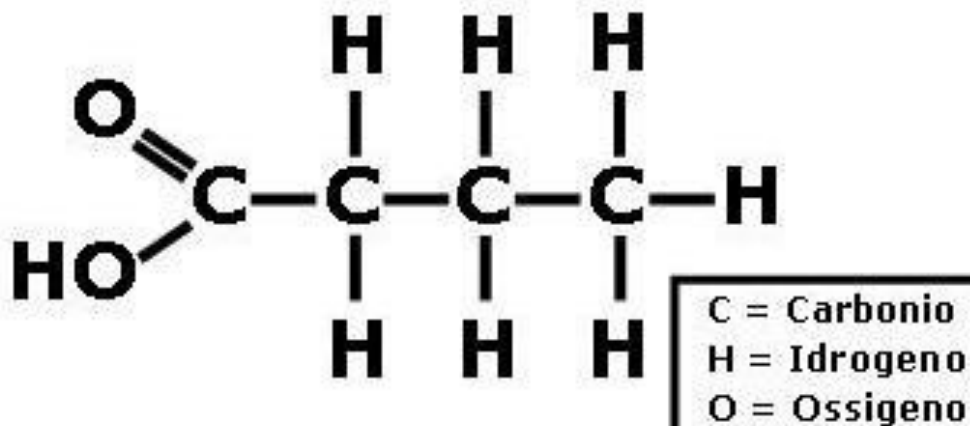


**ACIDI  
GRASSI  
SATURI**

Sono privi di doppi legami

Si trovano principalmente nei prodotti di origine animale come uova, latte e derivati; in alimenti di origine vegetale, come olio di cocco e di palma

Fig. 1 Struttura d'un acido grasso saturo (acido butirrico)



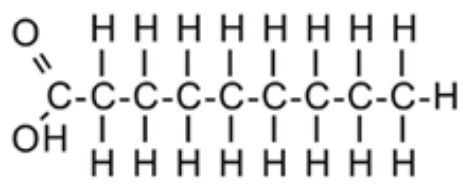


**ACIDI  
GRASSI  
INSATURI**

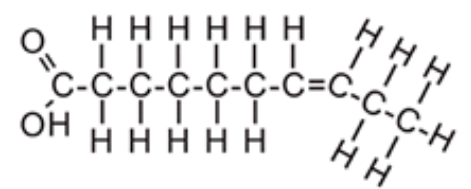
contengono uno (mono) o più (poli) doppi legami tra gli atomi di carbonio e quelli di idrogeno

ACIDI GRASSI  
MONOINSATURI

contengono 1 doppio legame fra gli atomi di carbonio che li compongono.



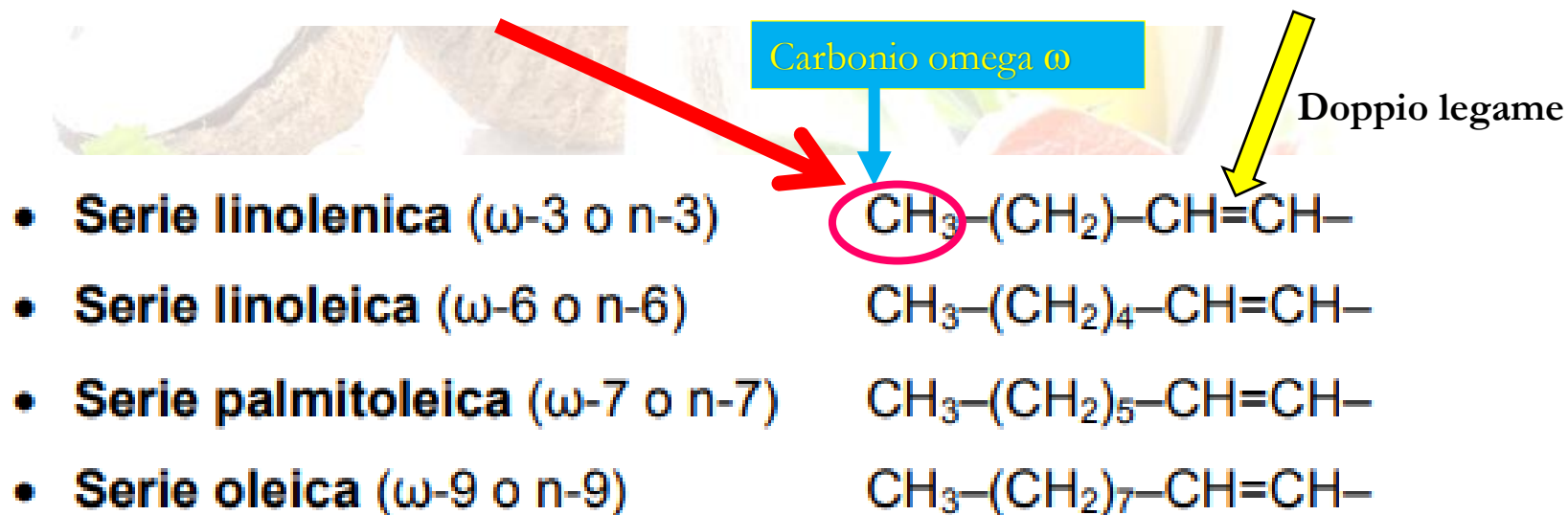
**ACIDO GRASSO SATURO**



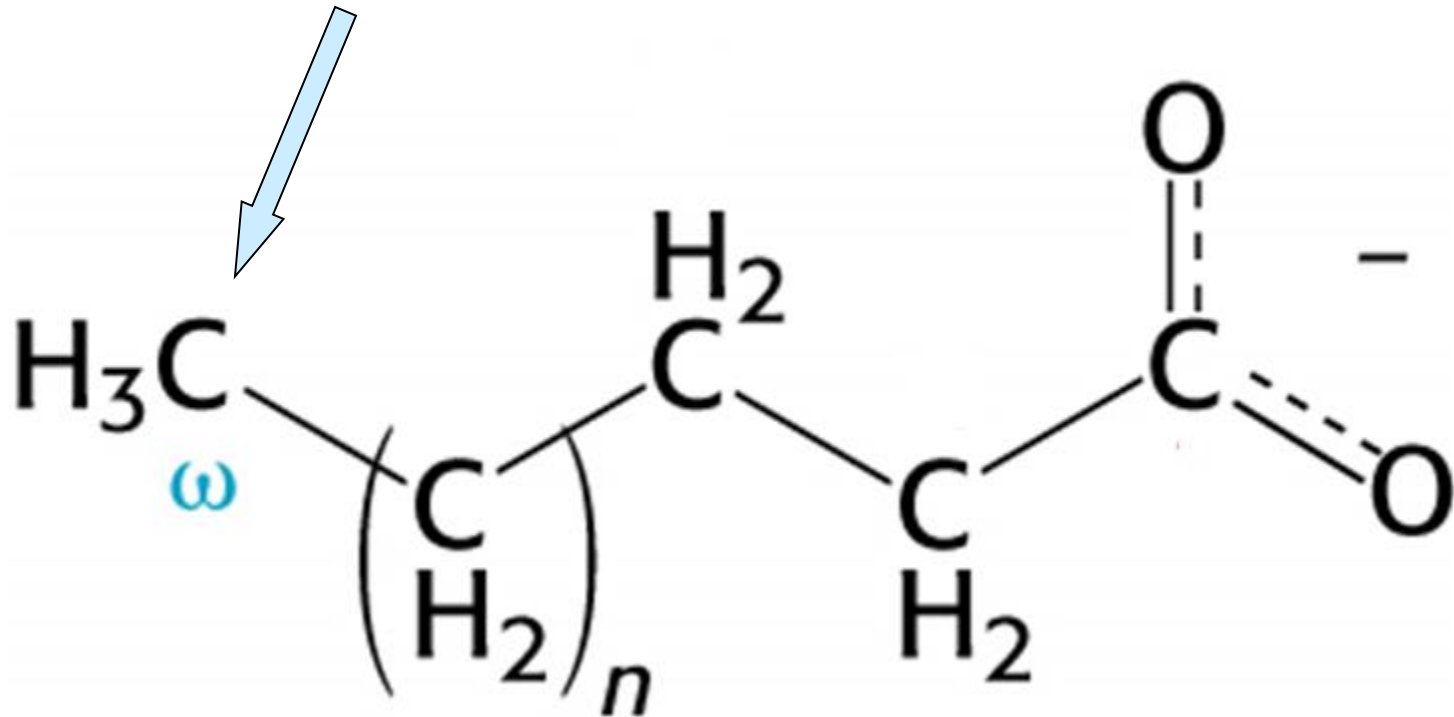
**ACIDO GRASSO INSATURO  
(MONOINSATURO)**

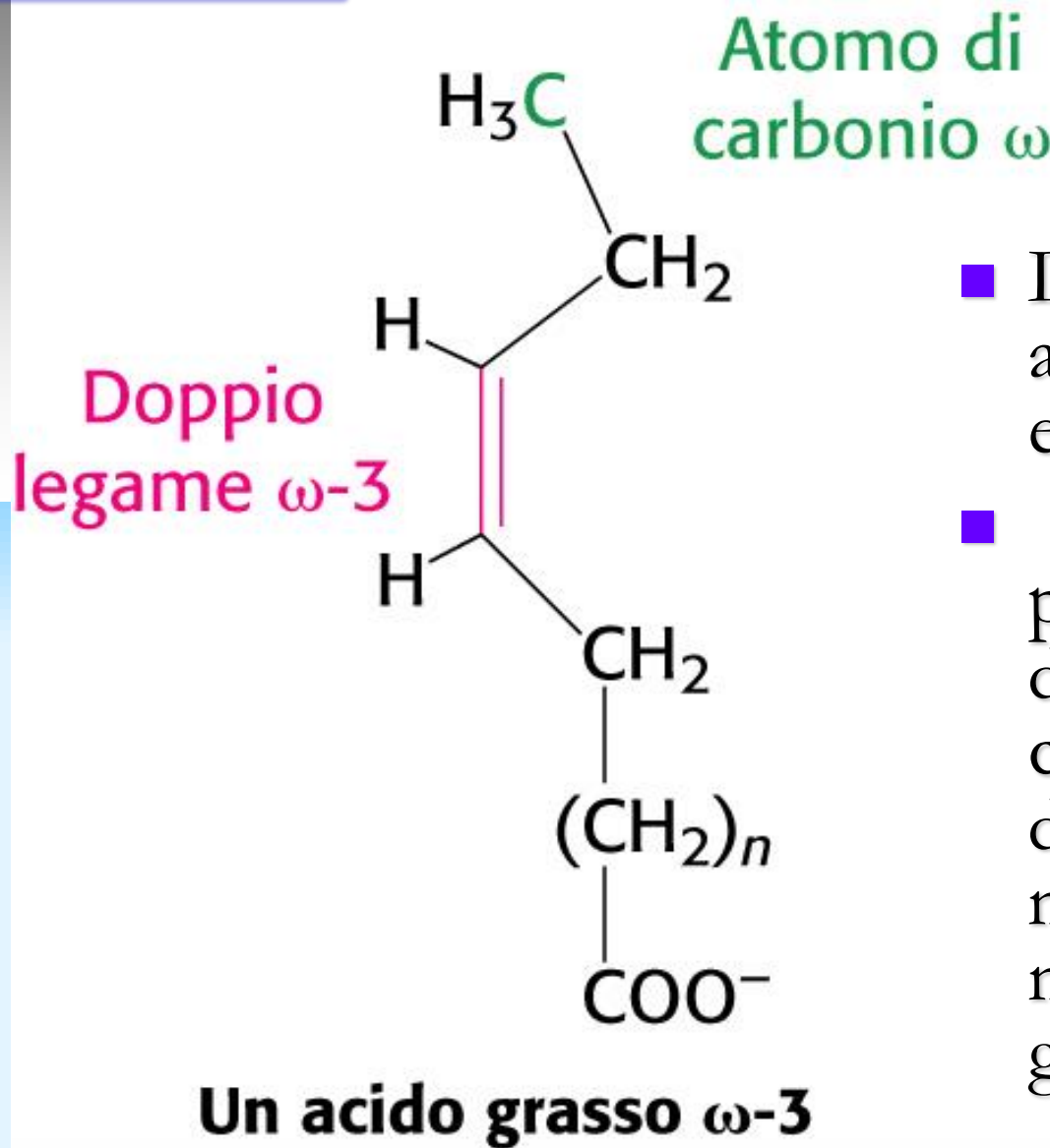


- Gli **acidi grassi polinsaturi** (PUFA, Polynsaturated Fatty Acid) possono essere raggruppati in 4 serie principali, in base alla posizione del **primo** doppio legame rispetto al gruppo metilico terminale:



- Atomo di carbonio  $\omega$  = l'atomo di **C metilico (o metilenico)** presente ad un'estremità dell'acido grasso

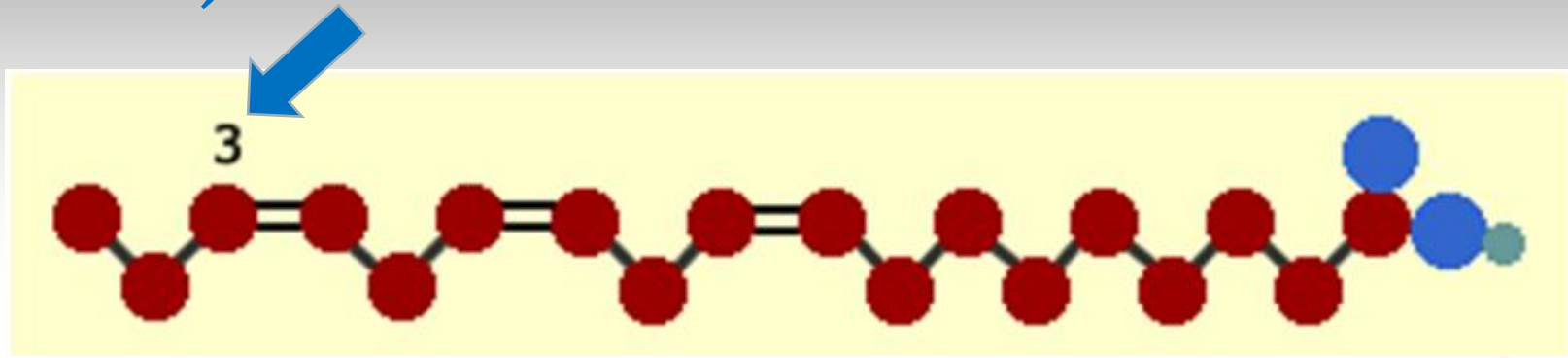




- La distinzione tra acidi grassi omega-6 e omega-3:
- si basa sulla posizione del primo doppio legame, contando dall'estremità metilica della molecola di acido grasso.

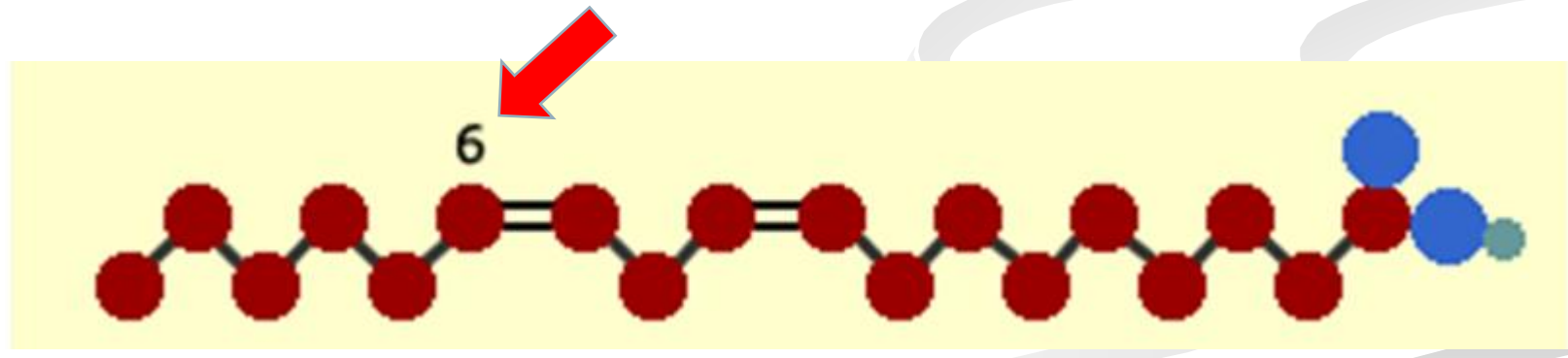
**Acidi grassi essenziali (AGE):**  
1. linolenico (precursore degli omega 3)  
2. linoleico (precursore degli omega 6)

(18: 3 $\omega$ -3)



Acido alfa linolenico (omega 3)

(18: 2 $\omega$ -6)



Acido linoleico (omega 6)

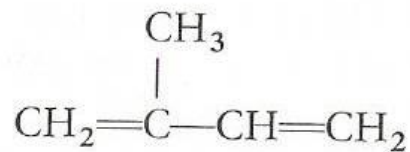
- L'essenzialità di questi nutrienti è legata all'incapacità dell'organismo umano di **sintetizzarli** a partire da altre sostanze lipidiche
- Conosciuti anche come **vitamina F** o **AGE**
- Non possono essere sintetizzati dall'organismo umano quindi devono essere assunti con gli alimenti

*Gli acidi grassi essenziali possono essere metabolizzati, allungati ad acidi grassi a catena più lunga di 20 e 22 atomi di carbonio.*

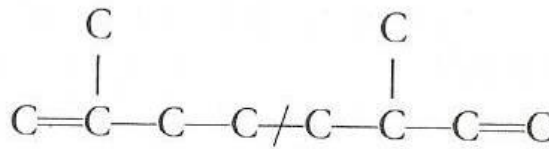
Sono i **precursori** delle **prostaglandine, dei trombossani e dei leucotrieni**, molecole che intervengono nel sistema immunitario, nella risposta infiammatoria e influenzano il sistema cardiovascolare

# Esempio di lipide semplici: **i terpeni**

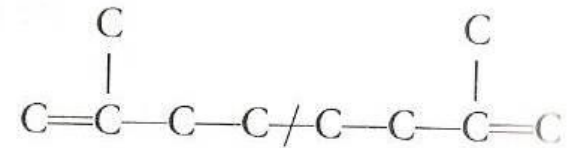
- Classe eterogenea
- Unità di idrocarburo a 5 atomi di C:  
*isoprene*



Isoprene



disposizione testa-coda



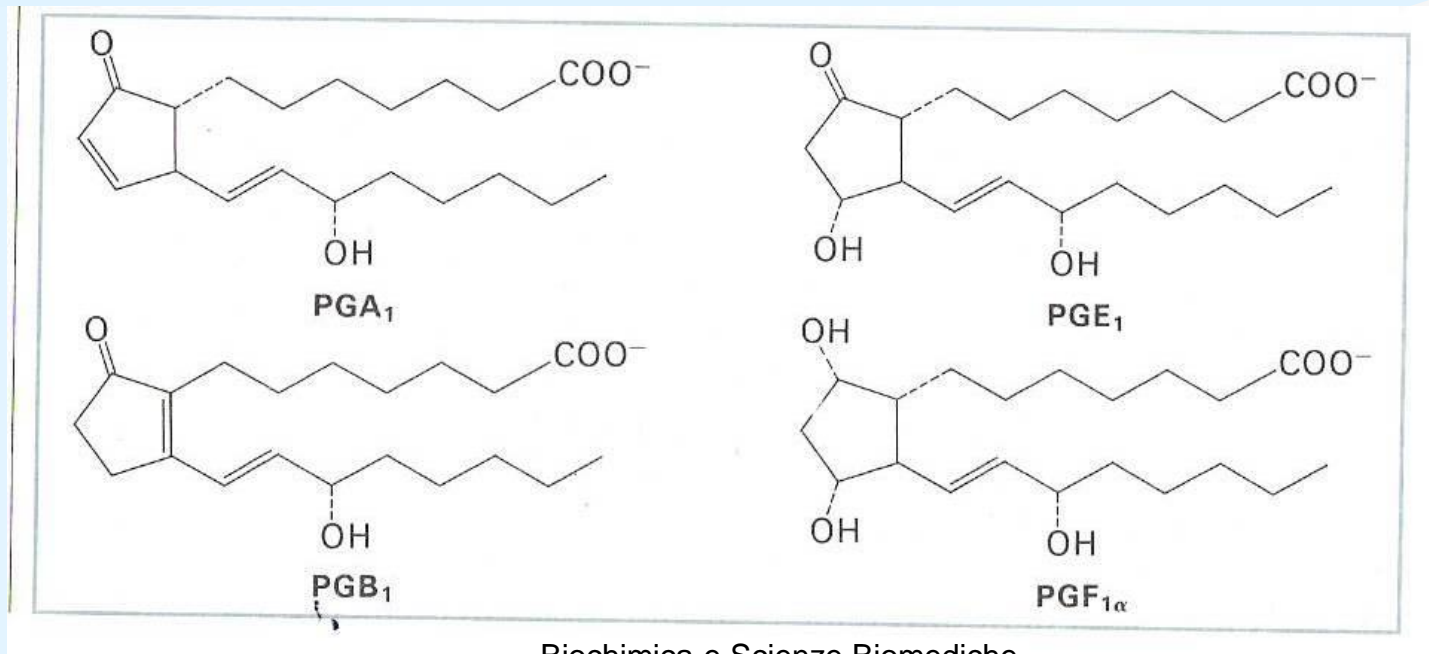
disposizione coda-coda





# Esempio di lipide semplici: le **prostaglandine**

- Anello ciclico a 5 C
- 1 o più doppi legami
- Gruppi ossidrilici o chetonici

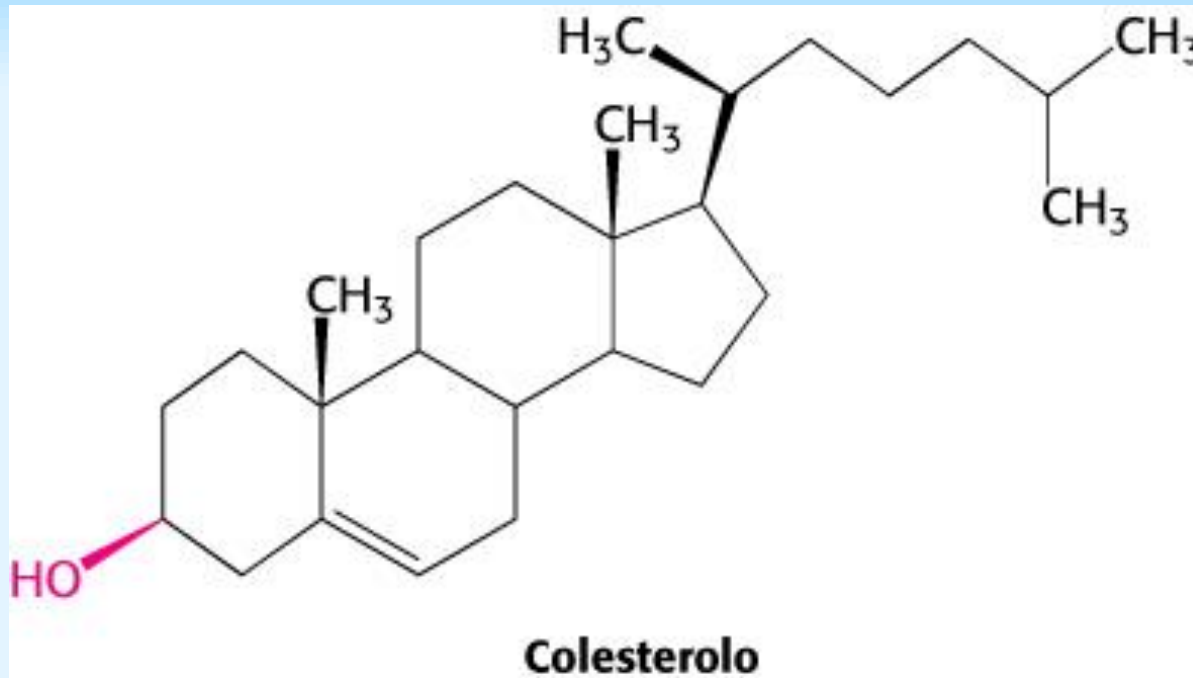


# Intervengono nella regolazione di:

- risposta infiammatoria
- pressione ematica
- ritmo sogno-veglia
- funzioni riproduttive
- coagulazione

# Esempio di lipide semplici: il **colesterolo**

4 anelli idrocarburici legati (steroidi) + catena idrocarburica e gruppo OH



Il **colesterolo** è fondamentale per il nostro organismo.

- 1.** Interviene nella formazione e nella riparazione delle membrane cellulari
- 2.** E' il precursore:
  - della vitamina D
  - degli ormoni steroidei (ormoni sessuali)
  - dei sali biliari