

Biologia Generale - Lezione 2 Grassi e zuccheri (14 OTTOBRE 2020)

### LE MACROMOLECOLE DELLA CELLULA

Le quattro classi principali di molecole organiche che si trovano nella cellula sono:

- Carboidrati o Zuccheri
- Grassi e lipidi di membrana
- Proteine
- Acidi nucleici

Polisaccaridi, proteine e acidi nucleici sono costituite da un numero relativamente piccolo, da 1 a 20, di unità monomeriche che si ripetono. Questi polimeri sono sintetizzati mediante reazioni di condensazione, con formazione di legami tra i monomeri attivati ed eliminazione di acqua. Una volta sintetizzate, le singole molecole di polimero si ripiegano spontaneamente in forme tridimensionali stabili. Queste molecole ripiegate si associano tra loro in modo gerarchico, per dare origine a livelli superiori di complessità strutturale.

### GRASSI E LIPIDI DI MEMBRANA

I lipidi, pur non rientrando nella definizione di polimero (non sono formati mediante il processo di polimerizzazione a tappe) sono considerati macromolecole per i loro alti pesi molecolari e per la loro presenza in importanti strutture della cellula, in particolare nelle membrane. Inoltre, i passaggi finali della sintesi dei trigliceridi, dei fosfolipidi e di altre grandi molecole lipidiche comportano reazioni di condensazione simili a quelle utilizzate nella sintesi dei polimeri.

Sono una classe ETEROGENEA di composti/componenti cellulari e ce ne sono diverse di tipologie.

La caratteristica che li contraddistingue è il loro comportamento in ambiente acquoso: sono IDROFOBI, ovvero INSOLUBILI o poco solubili. Nonostante questa poca affinità con l'acqua sono facilmente SOLUBILI in solventi apolari, come il cloroformio, l'etere, l'acetone e la benzina.

Alcuni lipidi sono definiti come ANFIPATICI, avendo sia una regione polare e una regione apolare.

Le funzioni principali dei lipidi sono:

- Riserva energetica (lipidi di deposito)
- Strutturale, in quanto componenti principali delle membrane (lipidi di struttura)
- Messaggeri chimici sia all'interno della cellula (secondi messaggeri) sia tra cellule diverse (ORMONI)
- Vitamine (es. A, D, E e K)
- Isolante contro le basse temperature

I lipidi più importanti dal punto di vista biologico sono: i LIPIDI SEMPLICI, i LIPIDI COMPLESSI, gli STEROIDI e i CAROTENOIDI (pigmenti vegetali rossi e gialli, tra cui il betacarotene).

Dal punto di vista chimico alla costituzione della massima parte delle molecole lipidiche concorrono uno o più ACIDI GRASSI, legati sotto forma di ESTERI o di AMMIDI al resto della molecola.

### GLI ACIDI GRASSI

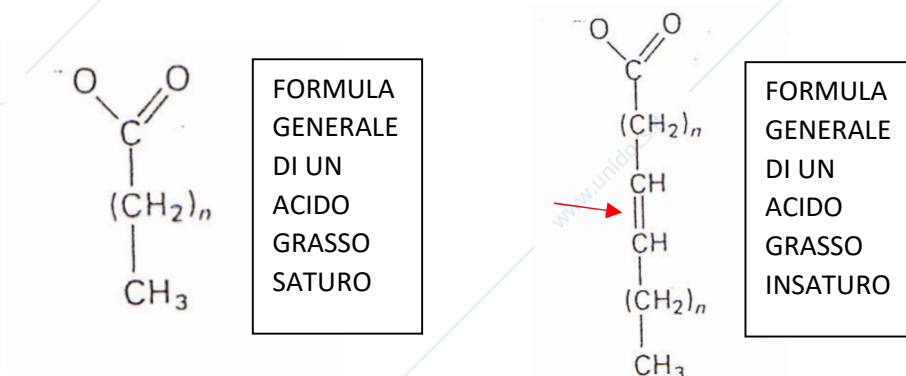
Un acido grasso è una lunga catena idrocarburica non ramificata con un gruppo carbossilico (COOH) a un'estremità. È una molecola ANFIPATICA: il gruppo carbossilico rende polare un'estremità (testa) mentre la catena idrocarburica è apolare (coda).

Contengono un numero variabile di atomi di carbonio, compreso normalmente tra 12 e 20 (i più frequenti sono tra i 16 e i 18).

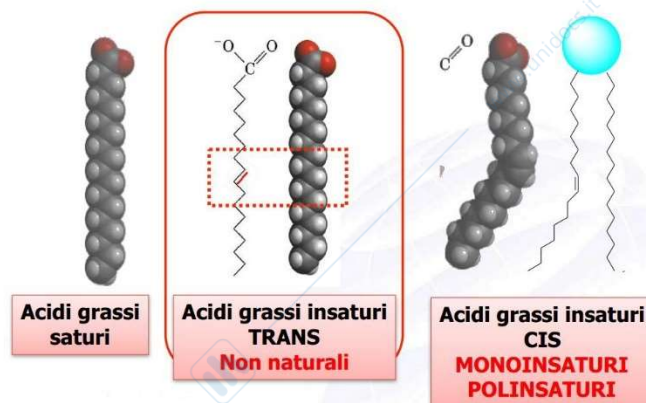
Poiché sono molto ridotti, in quanto possiedono numerosi atomi di idrogeno e pochi di ossigeno, gli acidi grassi hanno una RESA ENERGETICA MOLTO ELEVATA in seguito ad ossidazione, e pertanto sono una forma di energia efficiente.

Possono essere classificati principalmente in due gruppi (variabilità nella loro struttura):

- **SATURI**: sono acidi grassi senza doppi legami, in cui ogni atomo di carbonio nella catena lega il maggior numero possibile di atomi di idrogeno. Sono costituiti da lunghe code dritte, che si compattano molto facilmente (tipo stuzzicadenti) e la formula generale è  $C_n H_{2n} O_2$ .
- **INSATURI**: sono acidi grassi che contengono **DOPPI LEGAMI** (uno o alcuni) i quali danno luogo ad una piegatura nella molecola che impedisce la compattazione



I **DOPPI LEGAMI** sono un elemento essenziale nel determinare lo stato di solido o liquido ad una determinata temperatura: per gli acidi grassi saturi la temperatura di fusione è alta, e per tale motivo è molto più frequente osservarli allo stato solido a temperatura ambiente (di per sé hanno già una struttura compatta), mentre per gli acidi grassi insaturi la temperatura di fusione è molto bassa, e per tale motivo è più frequente osservarli allo stato liquido a temperatura ambiente (hanno una struttura meno compatta a causa della piegatura delle molecole)



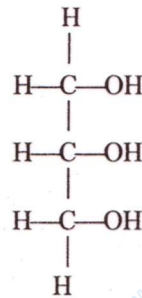
Di recente ha destato molta preoccupazione un particolare tipo di acido grasso insaturo noto come GRASSO TRANS. I grassi trans contengono degli acidi grassi insaturi con un particolare tipo di doppio legame che determina una piegatura minore nella regione del doppio legame. Questo fa assomigliare la loro forma a quella degli acidi grassi saturi e quindi sono in grado di compattarsi tra loro in maniera più stretta dei tipici acidi grassi insaturi. Pur essendo presenti in piccole quantità nella carne e nei latticini, i grassi trans sono preparati artificialmente nel corso della produzione commerciale dei condimenti e della margarina. Questo tipo di grassi è stato collegato a cambiamenti nel colesterolo ematico associati a un aumento del rischio di malattie cardiache.

**LIPIDI SEMPLICI**

Vengono chiamati anche lipidi neutri, gliceridi o grassi neutri e sono i lipidi più abbondanti negli esseri viventi. Hanno la principale funzione di riserva energetica per tutte le cellule.

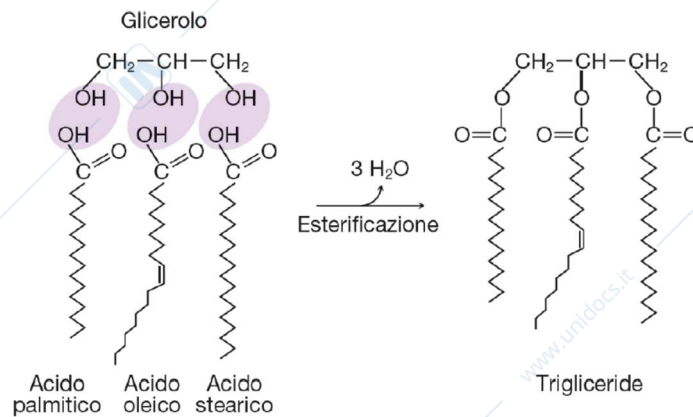
Sono costituiti da una molecola di GLICEROLO (alcol) e da una, due o tre molecole di ACIDI GRASSI, condensate insieme attraverso una REAZIONE di ESTERIFICAZIONE.

**GLICEROLO:** è un alcol a 3 atomi di carbonio, contenente 3 gruppi chimici (gruppo ossidrilico OH) a ciascuno dei quali può essere legato un acido grasso



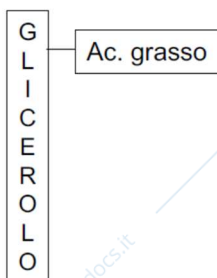
**REAZIONE di ESTERIFICAZIONE:** è sostanzialmente una reazione di **CONDENSAZIONE** perché porta alla perdita di una molecola d'acqua

Reazione di **ESTERIFICAZIONE**  
(alcol [glicerolo] + acido [acido grasso])

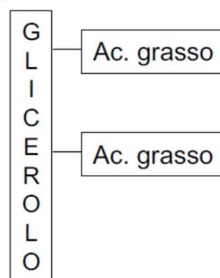


I lipidi semplici sono inoltre classificati in base al numero di acidi grassi:

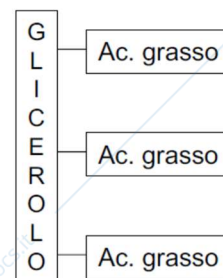
**MONOGLICERIDI**



**DIGLICERIDI**



**TRIGLICERIDI**



## TRIGLICERIDI

Chiamati anche TRIACILGLICERIDI, sono costituiti da una molecola di glicerolo a cui sono legati, tramite legami ESTERICI, tre acidi grassi (vengono sintetizzati a tappe, con l'aggiunta di un acido grasso alla volta). Hanno la principale funzione di accumulare e immagazzinare energia (in alcuni animali svolgono inoltre la funzione da isolante termico contro le basse temperature).

A temperatura ambiente possono essere solidi o liquidi, questo dipende dal particolare acido grasso che li costituiscono:

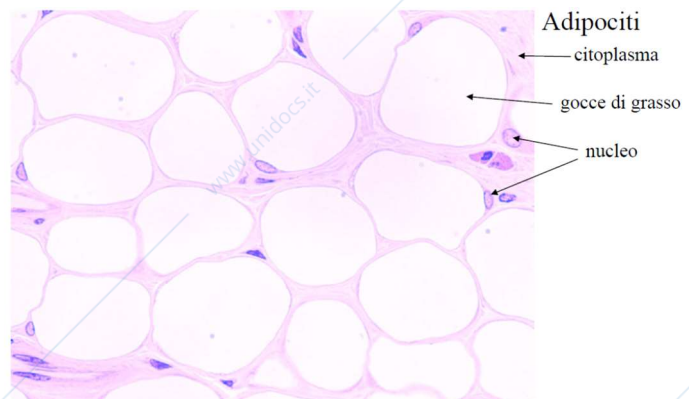
- Quelli che contengono una preponderanza di acidi grassi saturi sono di solito solidi o semisolidi e sono detti GRASSI (abbondanti soprattutto negli animali)
- Quelli che contengono una preponderanza di acidi grassi insaturi sono di solito liquidi, in quanto le loro catene di idrocarburi hanno delle angolature che impediscono un impacchettamento ordinato delle molecole (abbondanti soprattutto nelle piante → olio vegetale)

Ogni tipo di cellula ha i suoi specifici trigliceridi che si accumulano più frequentemente: questo dipende dalla dieta, la quale rende disponibili particolari elementi essenziali, dall'ambiente (per gli animali serve per esempio maggior quantità di acidi grassi in quanto solidi, per mantenere la temperatura) ma soprattutto dal DNA, dove c'è scritto quali enzimi sono presenti e quali acidi grassi l'organismo ha bisogno per sopravvivere.

Poiché i trigliceridi sono INSOLUBILI in acqua nella cellula sono presenti nel citoplasma sotto forma di microgoccioline, che in alcuni tessuti specializzati, come il tessuto adiposo, possono occupare gran parte della cellula.

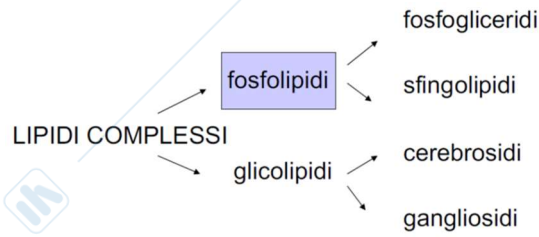
Alcune cellule usano i trigliceridi per la creazione e la formazione della membrana cellulare, altre invece li accumulano come per esempio gli ADIPOCITI: sono cellule animali chiamate anche LIPOCITI (o cellula adiposa, unità morfo-funzionale), fisse nel tessuto connettivo e deputate a sintetizzare, accumulare e cedere lipidi. Esempi di cellule vegetali simili agli adipociti sono quelle che vanno a costituire i semi.

**Colorazione con Ematossilina-Eosina**



--- pensa ad un bicchiere (cellula) con all'interno un'emulsione di acqua e olio: le molecole di olio tendono a raggrupparsi per evitare il minimo contatto con l'acqua → all'interno dell'adipocita si trovano grosse gocce di trigliceridi che tendono a raggrupparsi (interazioni/forze idrofobiche, forza che tiene compatta la membrana plasmatica) ---

**LIPIDI COMPLESSI**



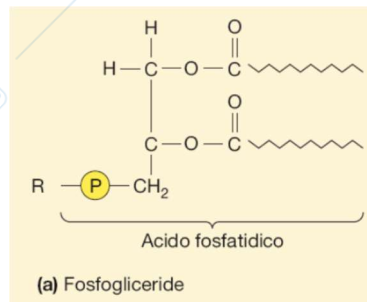
**FOSFOLIPIDI**

I fosfolipidi sono costituiti da una molecola di glicerolo e da due molecole di acidi grassi, hanno la principale funzione di struttura per la membrana cellulare (grazie alla loro natura anfipatica) e sono la componente essenziale della struttura a doppio strato presente in tutte le membrane.

Dal punto di vista chimico sono classificati in: FOSFOGLICERIDI e SFINGOLIPIDI

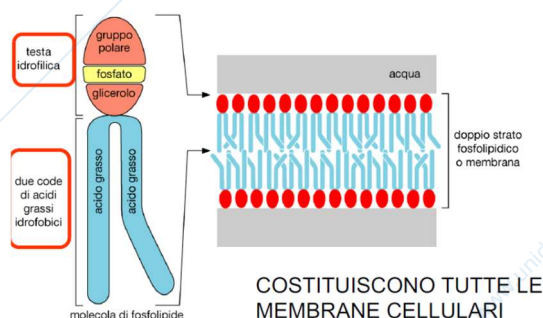
**FOSFOGLICERIDI**

Sono il tipo prevalente di fosfolipidi presente nella maggior parte delle membrane. È costituito da due molecole di acidi grassi esterificati a una molecola di glicerolo. Allo scheletro di glicerolo è poi attaccato un GRUPPO FOSFATO legato a sua volta ad un GRUPPO POLARE R idrofilo (di solito Colina, Etanolamina, Serina Inositolo).



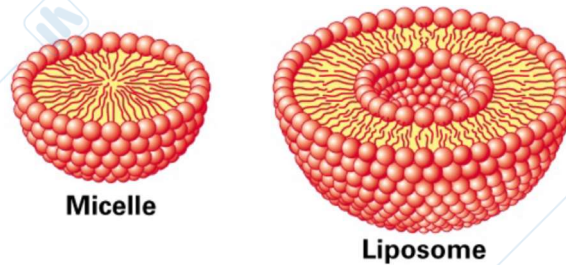
Il gruppo polare contribuisce alla natura polare della testa del gruppo fosfolipidico: il fosfogliceride presenta sostanzialmente una TESTA POLARE IDROFILA capace di interagire con l'ambiente acquoso e una CODA APOLARE IDROFOBA. questo rende il fosfogliceride una molecola ANFIPATICA.

Nelle membrane una molecola di fosfogliceride in genere contiene un acido grasso saturo e uno insaturo: la lunghezza e il grado di insaturazione delle catene di acido grasso influiscono molto sulla FLUIDITA' della membrana e possono essere regolati dalla cellule di alcuni organismi. All'interno della membrana ci deve essere il giusto equilibrio tra acidi grassi insaturi e saturi per ottenere la corretta fluidità della membrana (dipende anche dal colesterolo).



I fosfolipidi nelle soluzioni acquose si organizzano in:

- Micelle (singolo strato, all'interno non c'è nulla, più probabile da formarsi)
- Liposoma (doppio strato, all'interno c'è uno spazio, denominato CAVITA', in cui molto spesso è presente acqua, dimensione variabile)



### GLICOLIPIDI

Sono particolari lipidi complessi che contengono uno ZUCCHERO al posto di un gruppo fosfato e sono tipicamente dei derivati del glicerolo.

Sono tipicamente divisi in:

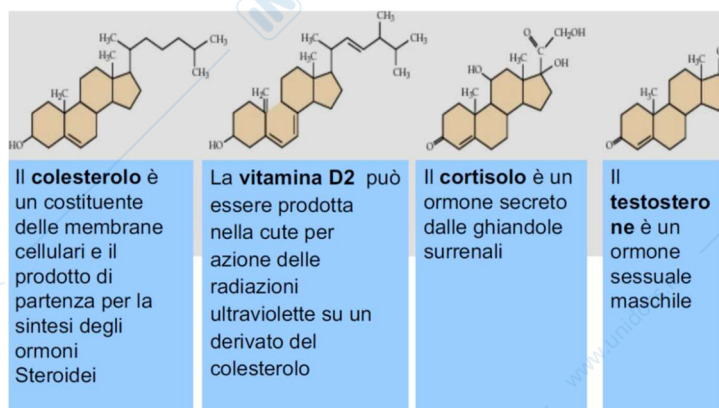
- Cerebrosidi: gruppo di sostanze che si trovano quasi esclusivamente nella guaina mielinica dei nervi e la cui funzione è ancora poco conosciuta. Sono glicolipidi, formati da una molecola di acido grasso, una di sfingosina e una di esoso (D-galattosio e, meno spesso, D-glucosio)
- Gangliosidi: composto chimico presente nelle cellule neuronali delle quali rappresenta circa il 6% della frazione lipidica di membrana. Sono particolarmente abbondanti sulle membrane sinaptiche, dove svolgono la funzione di legare le molecole di neurotrasmettitori durante la trasmissione dell'impulso fra cellule nervose. Sono presenti in piccole quantità anche in cellule di tessuti extraneurali quali costituenti essenziali di alcuni recettori di membrana. Chimicamente, derivano dai cerebrosidi e sono caratterizzati dalla presenza di acidi sialici nella loro funzione glucidica.

### STEROIDI

Sono dei derivati di uno scheletro carbonioso ciclico (idrocarburo) a quattro anelli condensati, a cui sono legate varie catene laterali e gruppi funzionali. Sono relativamente APOLARI (idrofobici) e differiscono tra loro nel numero e nelle posizioni dei doppi legami e dei gruppi funzionali.

Si trovano quasi esclusivamente nelle cellule eucariotiche e i più importanti dal punto di vista biologico sono:

- Il COLESTEROLO
- Gli acidi biliari
- Gli ormoni sessuali



## COLESTEROLO

È una molecola ANFIPATICA, con la testa polare (il gruppo ossidrilico in posizione 3) ed un corpo e una coda idrocarburici apolari (lo scheletro a quattro anelli condensati e la catena laterale idrocarburica in posizione 17). Poiché la maggior parte della molecola è idrofobica è un importante costituente delle membrane (si inserisce nella porzione apolare del doppio strato, interferendo nell'impaccamento delle code dei lipidi, aumentando così la fluidità).



Si trova nella membrana plasmatica delle cellule animali e nella maggior parte delle membrane degli organelli, tranne che nelle membrane interne dei mitocondri e dei cloroplasti. È presente anche nel plasma, complessato con proteine di trasporto (altrimenti non sarebbe solubile).

È anche il punto di partenza per la sintesi di tutti gli ORMONI STEROIDEI, che comprendono gli ormoni sessuali maschili e femminili, i glucocorticoidi e i mineralcorticoidi. Gli ormoni sessuali comprendono inoltre gli estrogeni (prodotti dalle ovaie, un esempio ne è l'estradiolo) e gli androgeni (prodotti dai testicoli, un esempio ne è il testosterone).

## POLISACCARIDI/CARBOIDRATI (glucidi, saccaridi o zuccheri)

Sono lunghe catene polimeriche di zuccheri o derivati degli zuccheri, costituite da una singola unità di ripetizione (o a volte da due tipi di unità che si alternano) chiamata MONOMERO: uno zucchero semplice.

Numero di atomi di C	Zucchero	Esempi
3	triosi	gliceraldeide
4	tetrosi	eritrosio
5	pentosi	ribosio (RNA) desossiribosio (DNA)
6	esosi	glucosio fruttosio galattosio
7	eptosi	

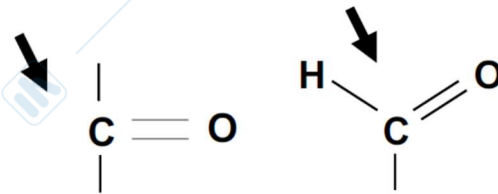
A seconda del numero di monomeri vengono classificati in:

- Monosaccaridi (un monomero)
- Disaccaridi (due monomeri)
- Oligosaccaridi (da tre a circa 10 monomeri)
- Polisaccaridi (oltre qualche decina di monomeri)

Le funzioni principali dei polisaccaridi sono:

- Fonte di energia per la cellula (definito come il "carburante cellulare")
- Riserva energetica (come per esempio l'amido e il glicogeno)
- Materiale di partenza per la sintesi di altri costituenti cellulari
- Sostegno (ad esempio la cellulosa forma la parete cellulare delle cellule vegetali, la chitina forma l'esoscheletro degli insetti, dei crostacei e di altri invertebrati)
- SEGNALI di identificazione delle cellule (ad esempio per il riconoscimento del gruppo sanguigno ABO)

Hanno formula bruta  $(CH_2O)_n$  da cui deriva il termine CARBOIDRATI (idrati del carbonio) e comprendono composti che contengono nella loro molecola un gruppo ALDEIDICO, aldozuccheri (C legato ad un atomo C ed un atomo H + doppio legame) o un GRUPPO CHETONICO, chetozuccheri (C legato ad altri due atomi C + doppio legame) e diversi gruppi alcolici



Lo zucchero più importante e conosciuto è il GLUCOSIO, con formula  $C_6H_{12}O_6$  (zucchero aldoseso)

--- GLICOGENO: la molecola di glicogeno è presente principalmente nel fegato e nei muscoli. La differenza sta nel fatto che, mentre il fegato, una volta scisso il glucosio, lo rilascia nel flusso ematico a disposizione di tutto il corpo, i muscoli scindono il glucosio e lo tengono per sé. ---

Categoria	Suddivisione In base alla struttura	Suddivisione in base ai gruppi funzionali presenti
Monosaccaridi	Triosi (3C) Tetrosi (4C) Pentosi (5C) Esosi (6C) Eptosi (7C)	Aldosi Chetosi
Derivati dei monosaccaridi		Desossizuccheri Aminozuccheri Acidi uronici, ecc.
Oligosaccaridi	Disaccaridi Trisaccaridi, ecc	
Polisaccaridi	Lineari Ramificati	Omopolisaccaridi Eteropolisaccaridi

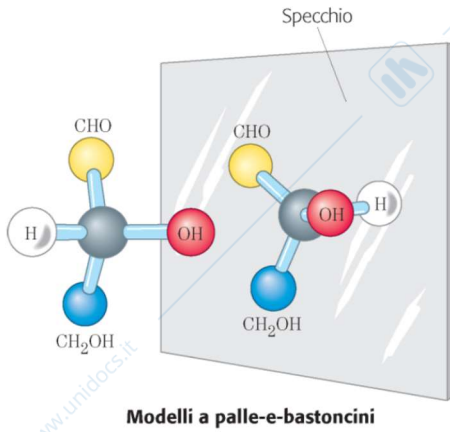
### MONOSACCARIDI

Vengono classificati in base al numero di atomi di carbonio:

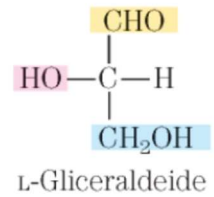
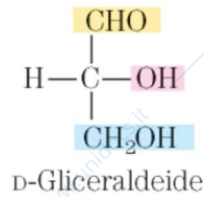
Numero di atomi di C	Zucchero	Esempi
3	triosi	gliceraldeide
4	tetrosi	eritrosio
5	pentosi	ribosio (RNA) desossiribosio (DNA)
6	esosi	glucosio fruttosio galattosio
7	eptosi	

**STEREISOMERI**

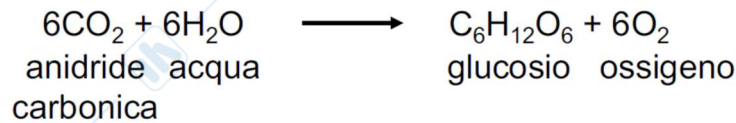
I composti organici possono presentarsi sotto forma di stereoisomeri, ovvero quando quattro gruppi differenti sono legati ad un atomo di carbonio tetraedrico.



La gliceraldeide può esistere con due stereoisomeri: C in rosso può legare 4 gruppi chimici DIVERSI, per questo possono esistere due molecole diverse (una l'immagine speculare dell'altra, ma non sono sovrapponibili)

**GLUCOSIO**

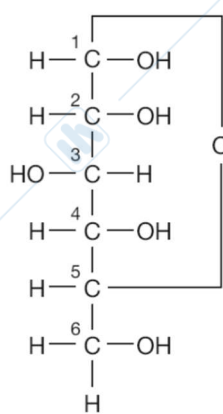
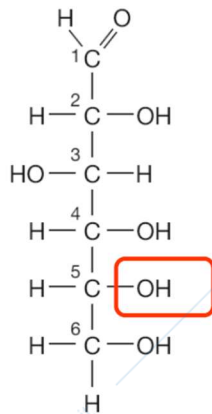
Il monosaccaride più importante e abbondante nelle cellule è il GLUCOSIO, uno zucchero aldoesoso, con formula  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . È prodotto nelle piante mediante il processo di FOTOSINTESI, a partire da anidride carbonica



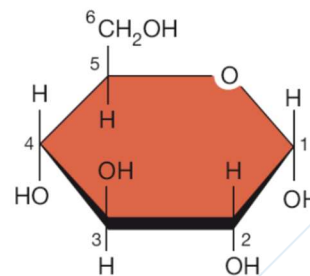
Ed è prodotto dagli altri organismi a partire da composti organici attraverso il processo di GLUCOGENESI, rappresentando una tra le maggiori fonti di energia per tutte le cellule.

Nell'analizzare la regola per numerare gli atomi di carbonio nelle molecole organiche, occorre ricordare che gli atomi di carbonio del glucosio sono numerati a partire dall'estremità più ossidata della molecola, il gruppo carbonilico. Poiché il glucosio presenta quattro atomi di carbonio asimmetrici (atomi di carbonio 2, 3, 4 e 5) sono possibili  $2^4$  diversi stereoisomeri dell'aldozucchero. In natura è presente quasi esclusivamente il D-glucosio, in quanto è considerato il più stabile tra i 16 isomeri.

Esistono due diversi modi per rappresentare questa molecola:



(a) Forma a catena aperta (b) Forma ad anello

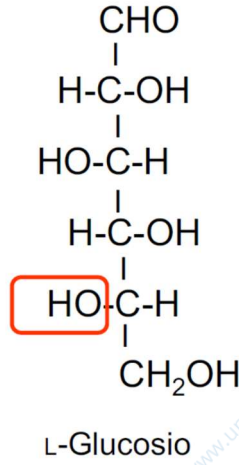
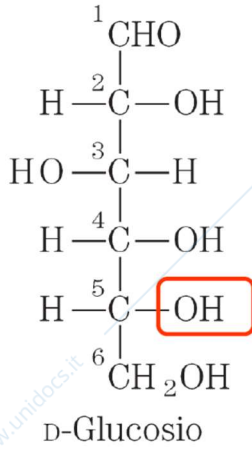


(c) Proiezione di Haworth

Proiezione di Fischer

FORMULA LINEARE o di FISCHER

Formula lineare o di Fischer



L o D dipendono dall'orientamento relativo:

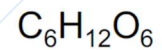
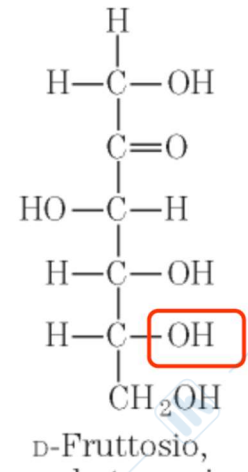
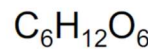
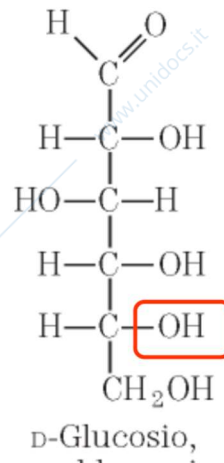
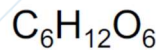
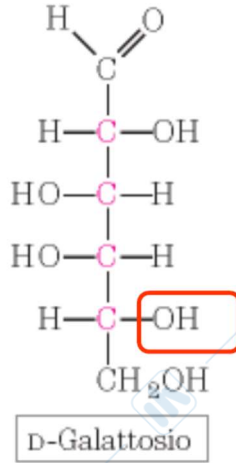
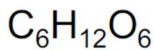
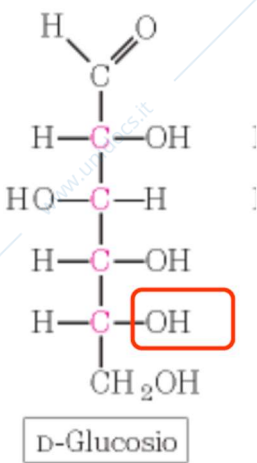
- L: molecole che inducono rotazione levogira della luce polarizzata

- D: molecole che inducono rotazione destrogira della luce polarizzata

Si immagina che i gruppi -H e -OH si proiettino leggermente al di fuori del piano del foglio.

--- Poiché non ci sono regole in base alle quali si possa predire a priori se una molecola sia L o D, esiste una seconda nomenclatura che chiama le molecole S o R in base ad uno schema di priorità specifiche basate sul peso atomico, da maggiore a minore (S: sinister, R: rectus). ---

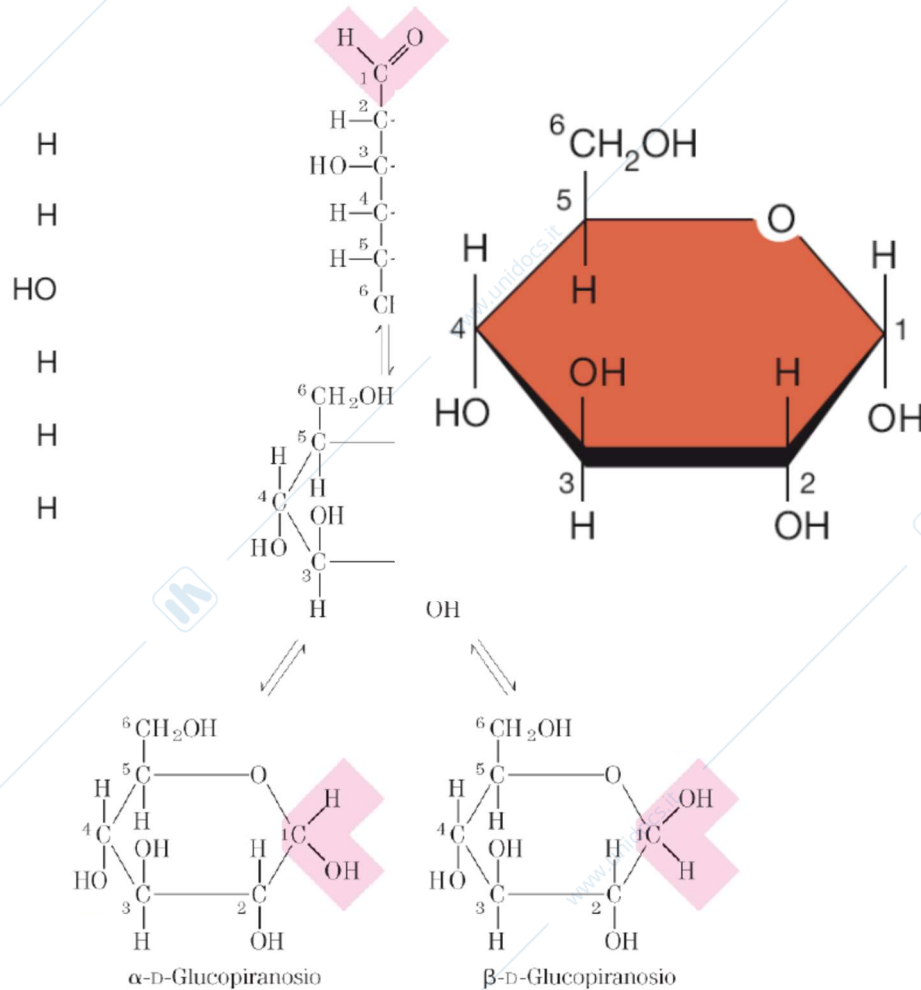
Esempi di isomeri del glucosio:



**FORMULA AD ANELLO:**

La formula prima analizzata di Fischer indica che il glucosio è una molecola lineare. In realtà esiste nella cellula in un equilibrio dinamico tra la configurazione lineare (o a catena aperta) e la forma ad anello:

L'anello si forma quando il gruppo ossidrilico sull'atomo di carbonio 5 si lega all'atomo di carbonio 1. Questo anello a sei componenti, formato da cinque atomi di carbonio e da un atomo di ossigeno, è chiamato ANELLO PIRANOSICO: è la struttura prevalente, perché è la più stabile da un punto di vista energetico ed è più stabile della forma lineare.

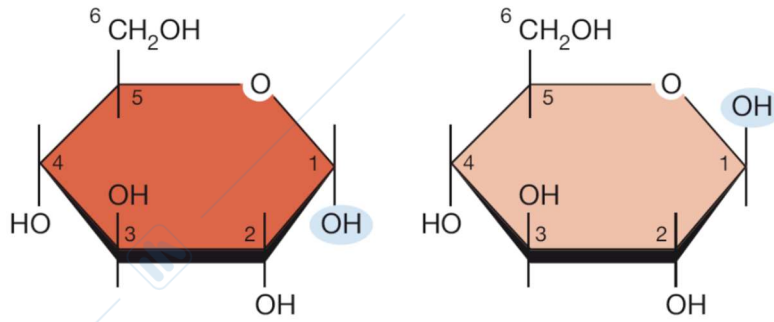


Può essere rappresentata tramite la proiezione di Fischer e la PROIEZIONE DI HAWORTH:

Nella proiezione di Haworth gli atomi di carbonio 2 e 3 si intendono sporgenti dal piano del foglio, e gli atomi 5 e 6 sono dietro in piano del foglio. I gruppi  $-H$  e  $-OH$  quindi sporgono verso l'alto o verso il basso.

--- Entrambe le rappresentazioni del glucosio sono valide, ma è preferibile la proiezione di Haworth perché indica sia la forma ad anello sia la relazione spaziale tra gli atomi di carbonio. ---

La formazione della struttura ad anello piranosico genera due forme alternative della molecola, a seconda dell'orientamento spaziale del gruppo ossidrilico sull'atomo di carbonio 1, in modo CASUALE.



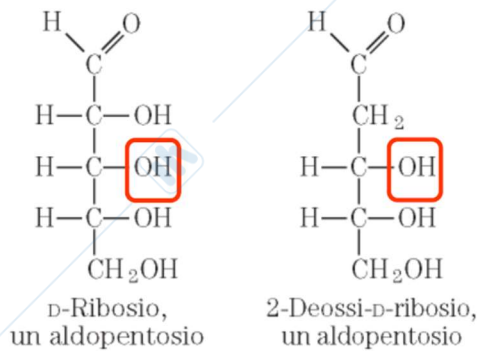
Alfa-D-glucosio, l'unità di ripetizione dell'amido e del glicogeno

Beta-D-glucosio, l'unità di ripetizione della cellulosa

Alfa: se il nuovo gruppo OH è in basso come -OH in posizione 2

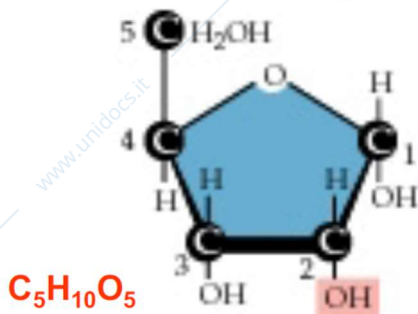
Beta: se il nuovo gruppo OH è in alto rispetto a -OH in posizione 2

### FORMULAZIONE DI FISCHER E DI HAWORTH PER IL RIBOSIO E IL DESOSSIRIBOSIO

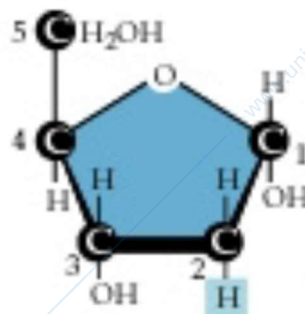


D-Ribosio, un aldopentosio

2-Deossi-D-ribosio, un aldopentosio



RIBOSIO



DEOSSIRIBOSIO

Deossi= perché manca gruppo OH,

### DISACCARIDI

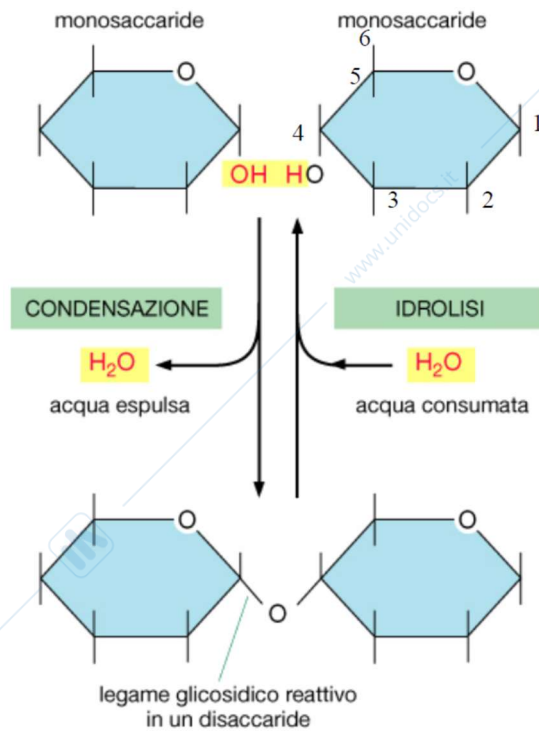
Oltre che come monosaccaride libero e come costituente dei polisaccaridi, il glucosio si trova anche nei DISACCARIDI, i quali sono costituiti da due unità monosaccaridiche unite covalentemente (legame glicosidico).

Esempi di disaccaridi possono essere il SACCAROSIO (zucchero da cucina, glucosio + fruttosio), il LATTOSIO (zucchero nel latte, glucosio + galattosio) e il MALTOSIO (zucchero del malto, prodotto di degradazione dell'amido, glucosio + glucosio).

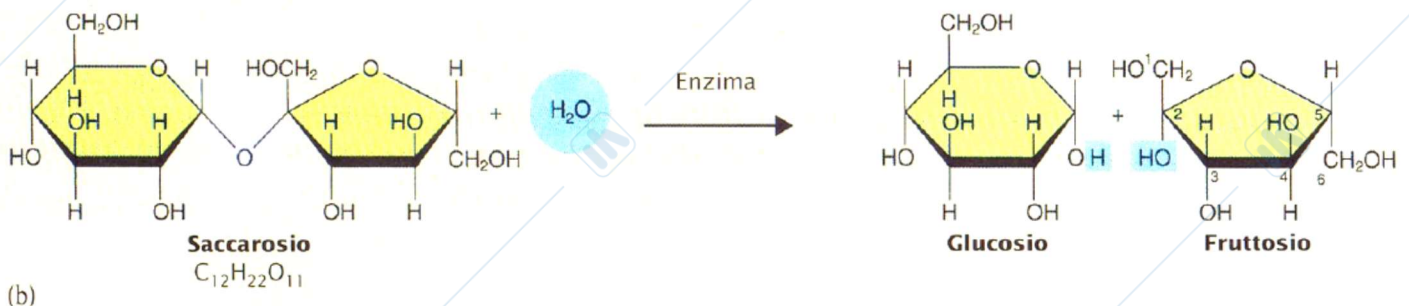
Possono avere una struttura fissa solo grazie ad alcuni enzimi: Un disaccaride può essere idrolizzato, cioè rotto, nelle due unità monosaccaridiche che lo compongono. Affinché questa reazione possa avvenire nelle cellule, è necessario un enzima (catalizzatore proteico). Ogni disaccaride è idrolizzato da un enzima diverso.

**FORMAZIONE DI UN DISACCARIDE:**

I disaccaridi sono posti in modo tale che l'orientamento degli atomi sia lo stesso: il legame avviene sempre tra il carbonio 1 del primo monosaccaride con il carbonio 4 del secondo monosaccaride. -OH (del C1) e -H (del C4) danno origine a un LEGAME GLICOSIDICO, perdendo una molecola d'acqua (reazione di CONDENSAZIONE). Questo legame è denominato anche "alfa 1-4", in quanto il gruppo OH si trova in basso.



Dal punto di vista chimico il processo inverso, ovvero la scissione di un disaccaride, avviene attraverso una reazione di IDROLISI : la rottura dei due monosaccaridi richiede una molecola d'acqua e la presenza di un enzima (catalizzatore proteico) preposto alla loro divisione.



--- il lattosio per esempio è caratterizzato da un legame beta glicosidico, perché il gruppo ossidrilico sull'atomo di carbonio 1 del galattosio è nella configurazione beta. Alcune persone non possiedono l'enzima necessario a idrolizzare questo legame beta glicosidico e sono considerate per questo motivo intolleranti al lattosio a causa della loro difficoltà a metabolizzare questo disaccaride. ---

## POLISACCARIDI

Sono molecole estremamente grandi, macromolecole, polimeri di unità ripetute di zuccheri semplici (generalmente di glucosio) e caratterizzati da una catena lineare o ramificata.

Funzioni principali:

- Di riserva, come il GLICOGENO nelle cellule animali/batteriche e l'AMIDO nelle cellule vegetali
- Di sostegno, come la CELLULOSA nella parete cellulare delle cellule vegetali, la CHITINA nell'esoscheletro degli insetti, crostacei e di altri invertebrati e ALTRI POLISACCARIDI nella matrice extracellulare delle cellule eucariotiche

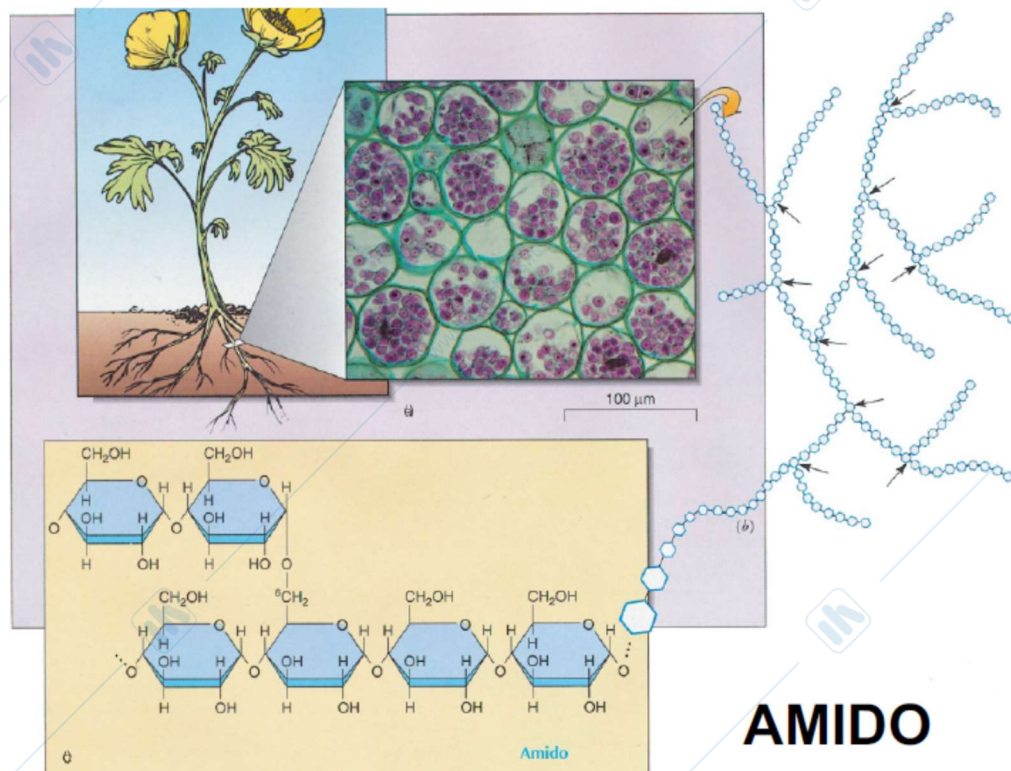
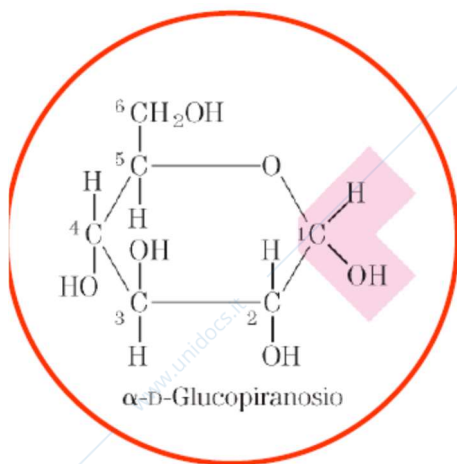
Glicogeno, amido e cellulosa sono polimeri dello stesso monomero: il glucosio.

## AMIDO

È un polimero di alfa-D-glucosio: ogni monomero di glucosio legherà il carbonio 1 al carbonio 4 del monomero successivo tramite "legame glicosidico alfa 1-4", alfa perchè entrambi gli OH sono rivolti verso il basso, andando a formare una lunga catena lineare.

→ Tutti i monomeri sono posizionati nello stesso modo e hanno lo STESSO ORIENTAMENTO

L'amido può avere anche delle ramificazioni: il gruppo ossidrilico -OH del carbonio 1 di una molecola di glucosio si lega (legame di condensazione) con il gruppo ossidrilico -OH del carbonio 6 di un'altra molecola di glucosio (legame alfa 1-6)

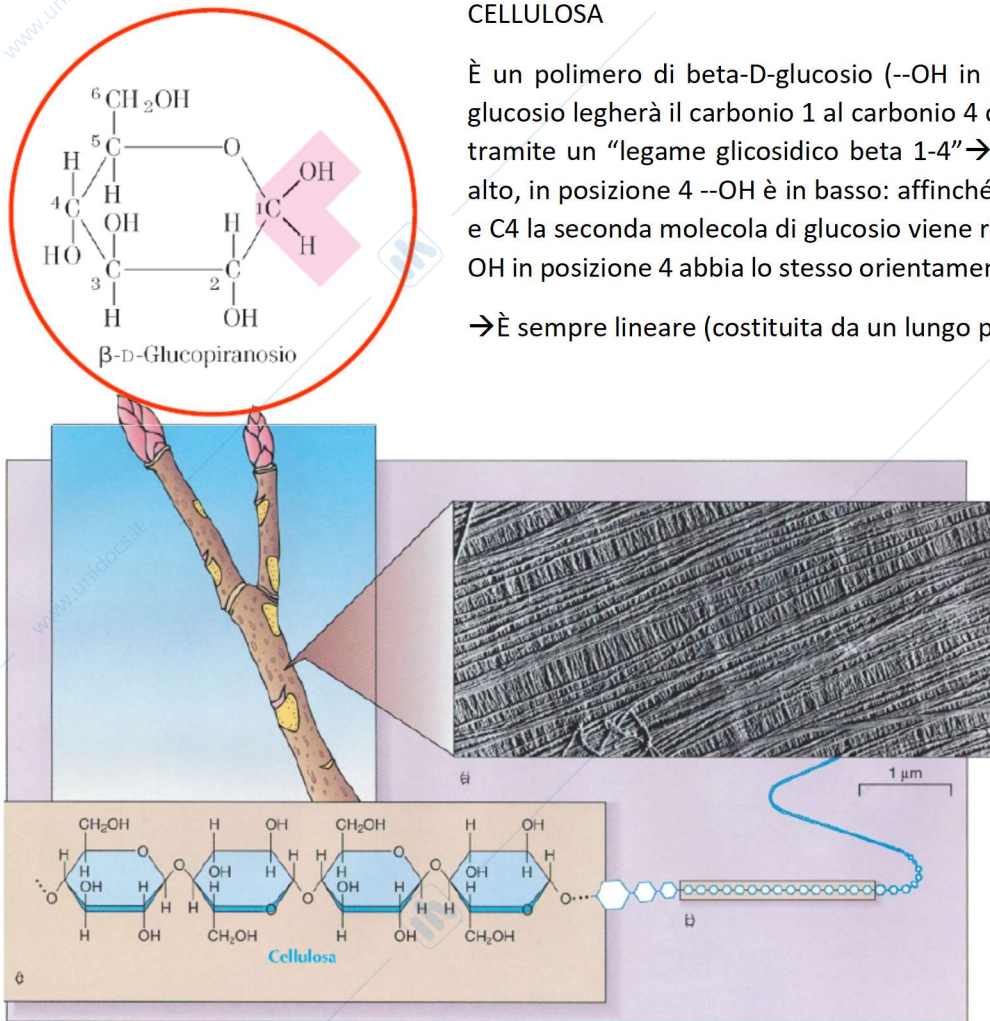


--- L'amido, la forma con cui comunemente i tessuti vegetali immagazzinano il glucosio, si ritrova sia come AMILOSIO non ramificato sia come AMILOPECTINA ramificata. ---

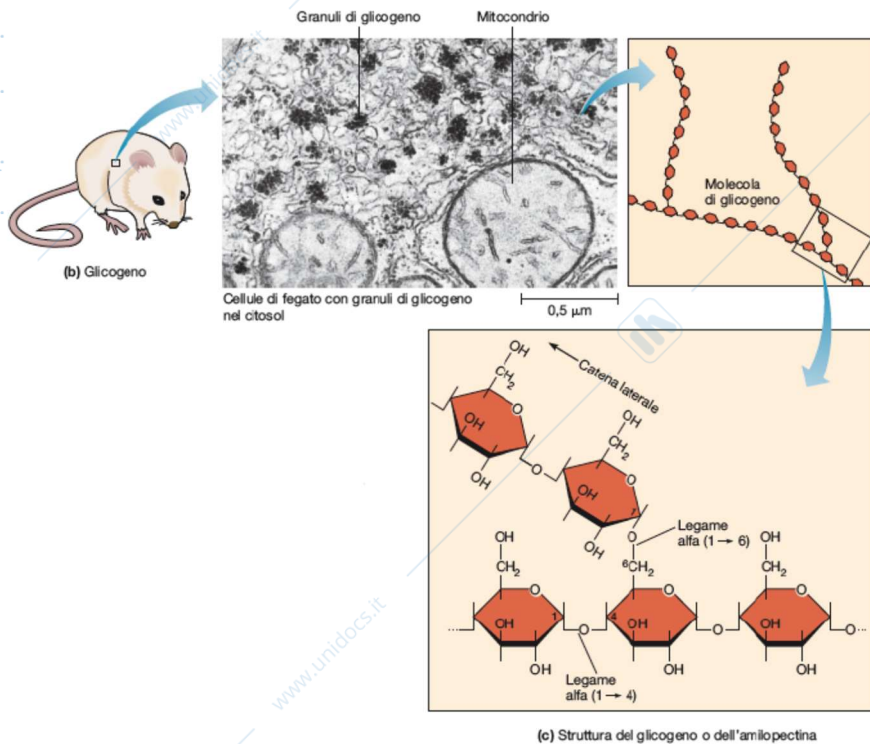
## CELLULOSA

È un polimero di beta-D-glucosio (–OH in alto): ogni monomero di glucosio legherà il carbonio 1 al carbonio 4 del monomero successivo tramite un “legame glicosidico beta 1-4” → In posizione 1 –OH è in alto, in posizione 4 –OH è in basso: affinché avvenga il legame tra C1 e C4 la seconda molecola di glucosio viene ribaltata, in modo tale che OH in posizione 4 abbia lo stesso orientamento dell’OH in posizione 1.

→ È sempre lineare (costituita da un lungo polimero)



## GLICOGENO



Il glicogeno è il polisaccaride di riserva delle cellule animali e batteriche.

È un polimero di alfa-D-glucosio: ogni monomero di glucosio legherà il carbonio 1 al carbonio 4 del monomero successivo tramite “legame glicosidico alfa 1-4”, alfa perchè entrambi gli OH sono rivolti verso il basso, andando a formare una lunga catena lineare.

È molto RAMIFICATO: i legami alfa 1-6 si ritrovano ogni 8-10 unità di glucosio lungo lo scheletro e danno origine a corte catene laterali di circa 8-12 unità di glucosio