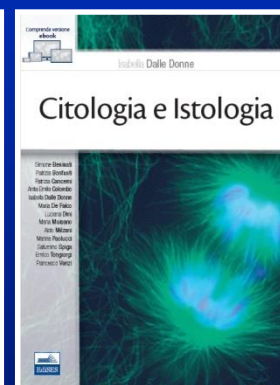




Università degli Studi di Milano
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE NATURALI
Corso di Biologia generale ed ambientale con elementi di istologia

COMPONENTI CHIMICI DI CELLULE E TESSUTI

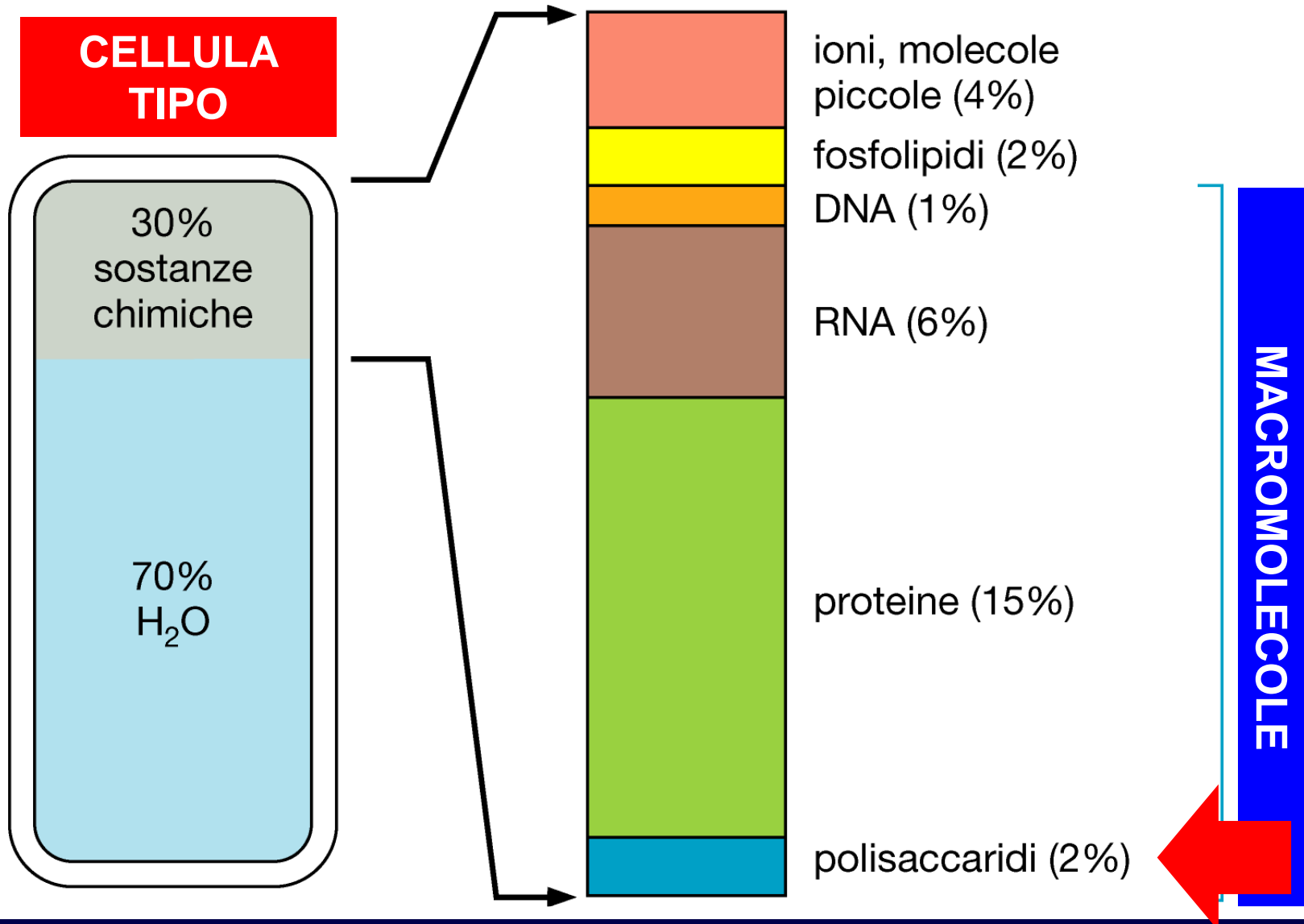
Citologia e Istologia – Capitolo 1



Anno accademico
2022-2023

COMPOSIZIONE CHIMICA DELLE CELLULE

PROTEINE



GLUCIDI

CARBOIDRATI o ZUCCHERI

- I **CARBOIDRATI** sono sintetizzati dai vegetali utilizzando la CO_2 dell'aria, l' H_2O del terreno e l'energia solare attraverso la fotosintesi. Sono i costituenti principali di **cereali**, **legumi** e **frutta**.
- Nell'uomo rappresentano solo l'1% in peso, ma hanno importanza nutrizionale dovendo costituire, in una dieta normale, il **55-65% delle calorie totali**.
- Nella **dieta umana**, l'apporto maggiore di carboidrati è sotto forma di amido, seguito da **lattosio** del latte, il **saccarosio** o zucchero da tavola, il **glucosio** e il **fruttosio** della frutta.
- I carboidrati sono la fonte principale di **ENERGIA A RAPIDA UTILIZZAZIONE**: infatti, i **GLOBULI ROSSI** (eritrociti) e i **NEURONI** (cellule nervose) utilizzano in condizioni normali, solo il **glucosio**.

► Nell'uomo tutti i carboidrati introdotti con la dieta, con i processi digestivi e metabolici, sono convertiti quasi completamente a **GLUCOSIO**.

► Alcuni **AMMINOACIDI** possono essere convertiti in **GLUCOSIO** mediante i processi metabolici. Una dieta povera di carboidrati comporta una maggiore mobilitazione di lipidi e l'utilizzo a scopo energetico di nutrienti nobili come le proteine.



GLUCIDI

CLASSIFICAZIONE CARBOIDRATI o ZUCCHERI

I **carboidrati** possono dare luogo a strutture complesse che servono da marcatori nel riconoscimento cellulare. Un esempio è quello dei **carboidrati della superficie cellulare**, legati a proteine e lipidi a formare **GLICOPROTEINE** e **GLICOLIPIDI**, che sono riconosciuti da molecole complementari.

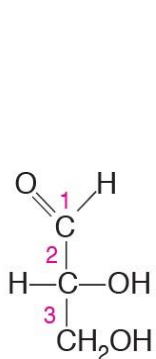
Un esempio di fondamentale importanza, a tal proposito, sono gli oligosaccaridi complessi legati a molecole lipidiche sulla **superficie dei globuli rossi** che, nelle loro varietà (**antigene A**, **antigene B**, **antigene 0**), contribuiscono alla determinazione dei gruppi sanguigni nell'uomo.

I carboidrati si suddividono in:

- [1] **MONOSACCARIDI o ZUCCHERI SEMPLICI**
sono i monomeri dai quali sono sintetizzati i carboidrati più grandi
- [2] **DISACCARIDI**
consistono di due monosaccaridi uniti da legame covalente
- [3] **OLIGOSACCARIDI**
costituiti da pochi (3-20) monosaccaridi
- [4] **POLISACCARIDI**
grandi polimeri composti da centinaia o migliaia di monosaccaridi.

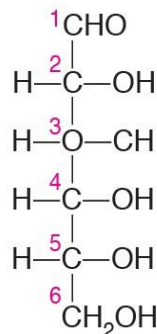
GLUCIDI

MONOSACCARIDI o ZUCCHERI SEMPLICI



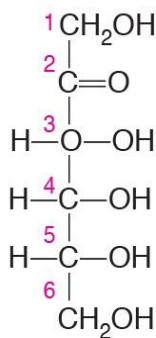
D-Gliceraldeide

aldotrioso



D-Glucosio

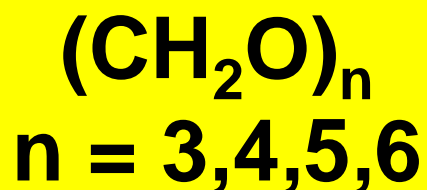
aldoesoso



D-Fruttosio

chetoesooso

I **monosaccaridi** sono molecole contenenti più gruppi -OH ed un **gruppo aldeidico (aldosi)** o **chetonico (chetosi)**. Si classificano in **triosi**, **tetrosi**, **pentosi**, **esosi**, ecc., a seconda del numero di atomi di carbonio (3, 4, 5, 6, ecc.) che costituisce la molecola.



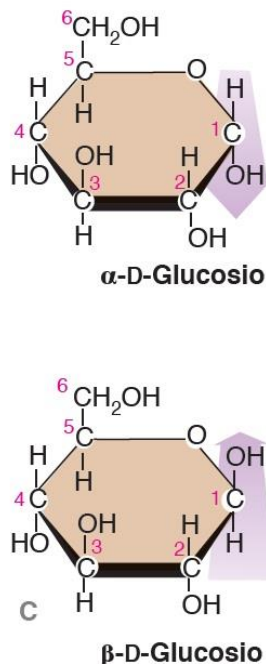
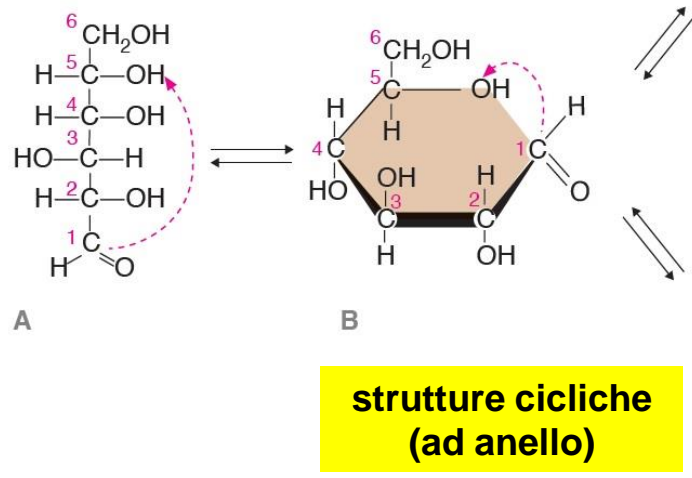
	3 carboni (triosi)	5 carboni (pentosi)	6 carboni (esosi)
ALDOSI	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ gliceraldeide	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ ribosio	 glucosio
CHETOSI	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ diidrossi- acetone	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ ribulosio	 fruttosio

GLUCIDI

MONOSACCARIDI o ZUCCHERI SEMPLICI – GLUCOSIO

$C_6H_{12}O_6$
glucosio

GLUCOSIO
IN SOLUZIONE
ACQUOSA

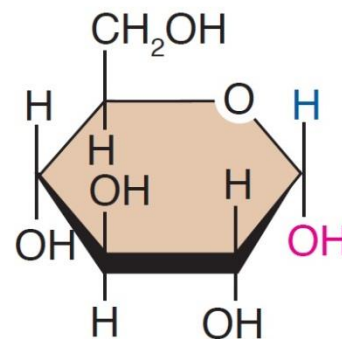


In soluzione acquosa, le molecole di **glucosio** (e degli altri pentosi ed esosi) formano delle **STRUTTURE CICLICHE (AD ANELLO)** in seguito a una reazione di condensazione intramolecolare tra il gruppo aldeidico e quello alcolico.

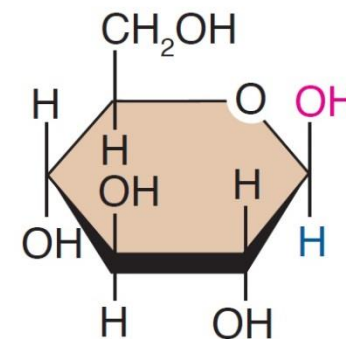
Nei tessuti e nelle cellule la struttura ad anello predomina in oltre **il 99%** delle molecole perché è la più stabile in condizioni fisiologiche.

La formazione della struttura ad anello genera due forme alternative della molecola, a seconda dell'orientazione spaziale del gruppo $-OH$ sull'atomo C1, chiamate α e β .

L'unica differenza tra i due **STEREoisomeri** consiste nella posizione invertita dell'idrogeno e dell'ossidrile legati al carbonio 1 (C1)



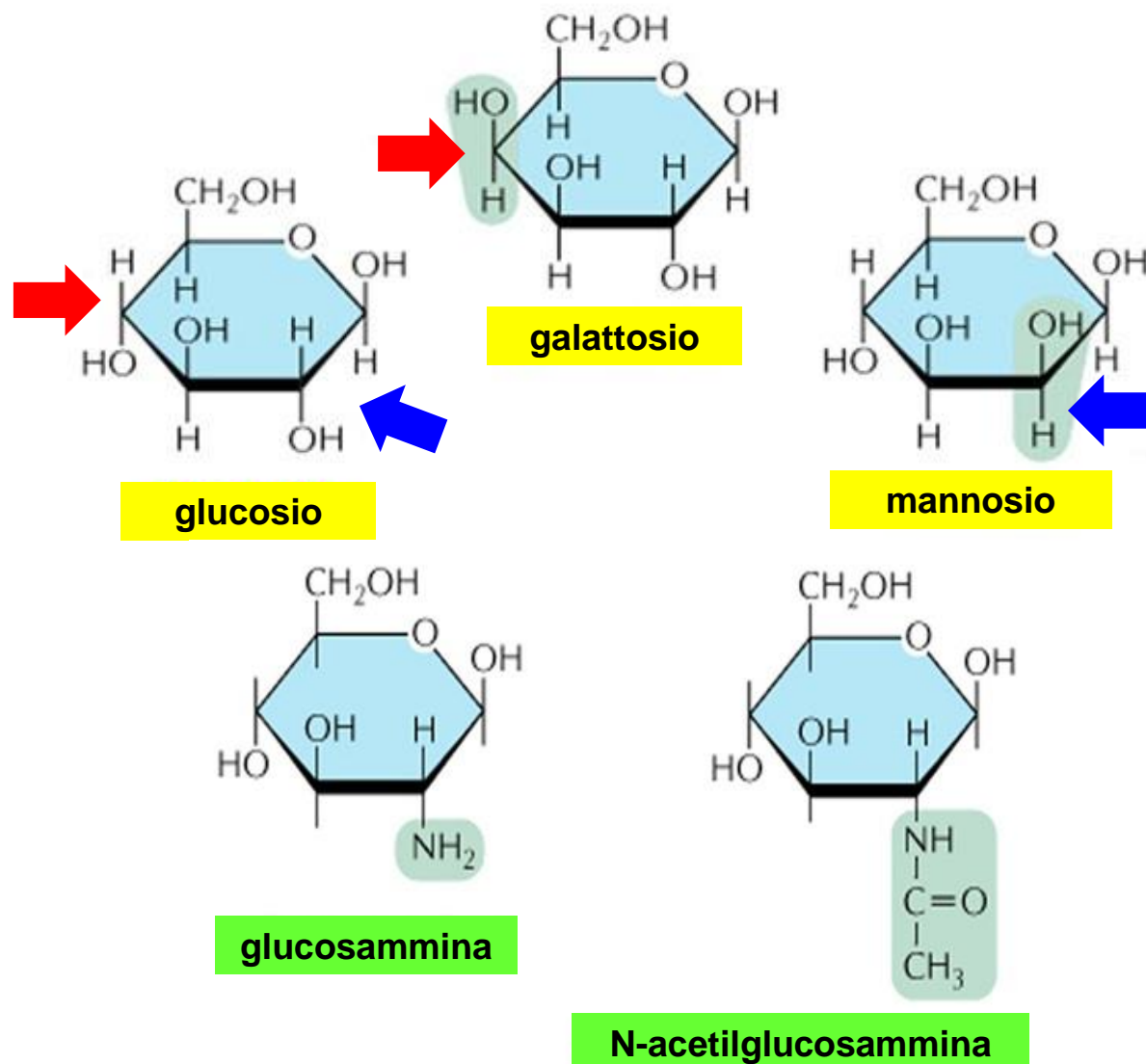
α -D-Glucosio



β -D-Glucosio

GLUCIDI

MONOSACCARIDI & DERIVATI DEI MONOSACCARIDI

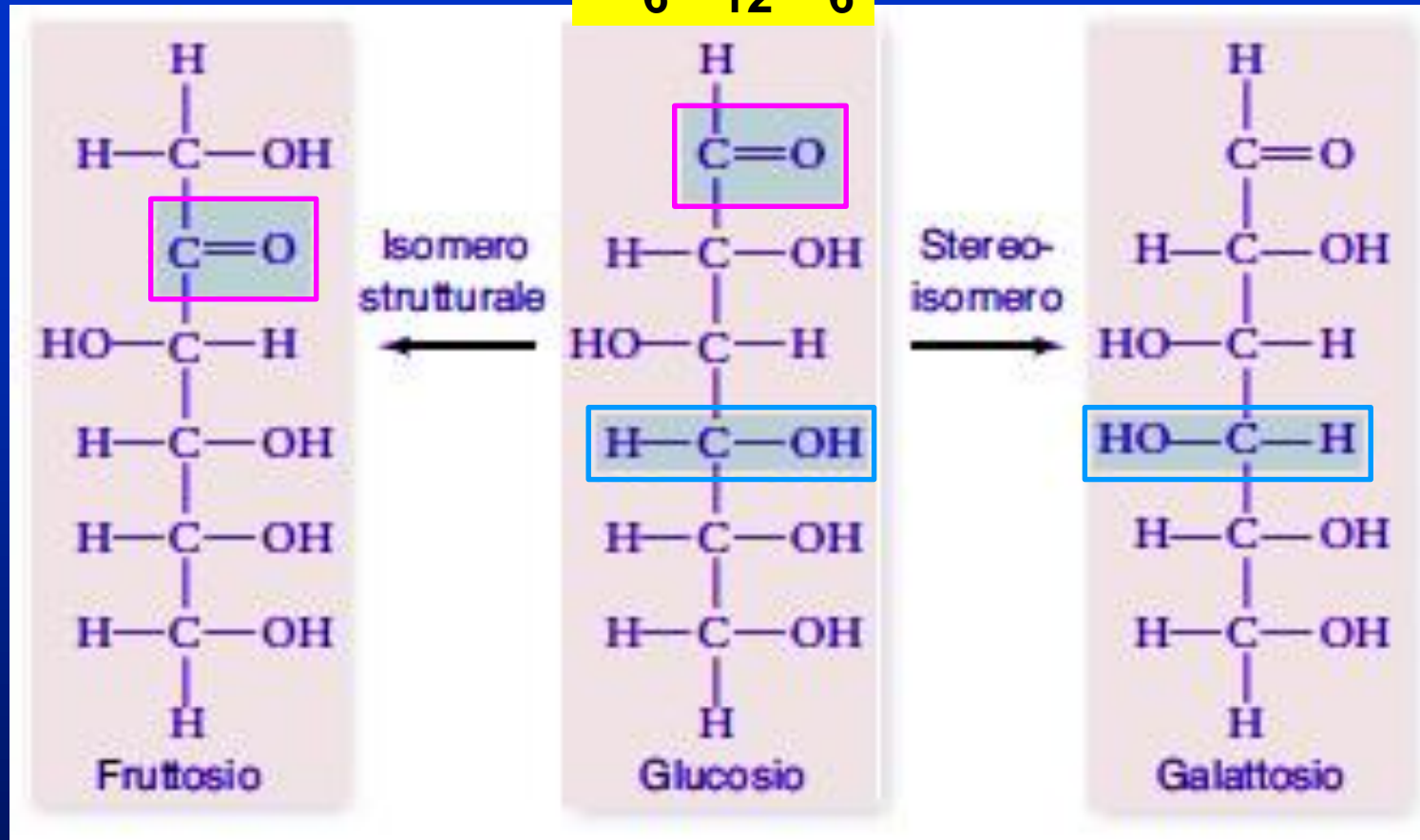
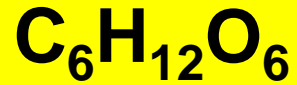


Molti monosaccaridi hanno la stessa formula, ma differiscono nella distribuzione spaziale degli atomi, dando origine a **isomeri**, i quali possono essere **isomeri strutturali**, quando gli stessi gruppi chimici sono legati a diversi atomi di C, oppure **stereoisomeri**, quando gli stessi gruppi chimici sono legati agli stessi atomi di C, ma con diverso orientamento.

I gruppi ossidrilici (–OH) di un monosaccaride possono essere sostituiti da altri gruppi funzionali, dando origine a **DERIVATI DEI MONOSACCARIDI**.

Ad esempio la **glucosammina** e la **N-acetilglucosammina**.

ISOMERI DEI MONOSACCARIDI

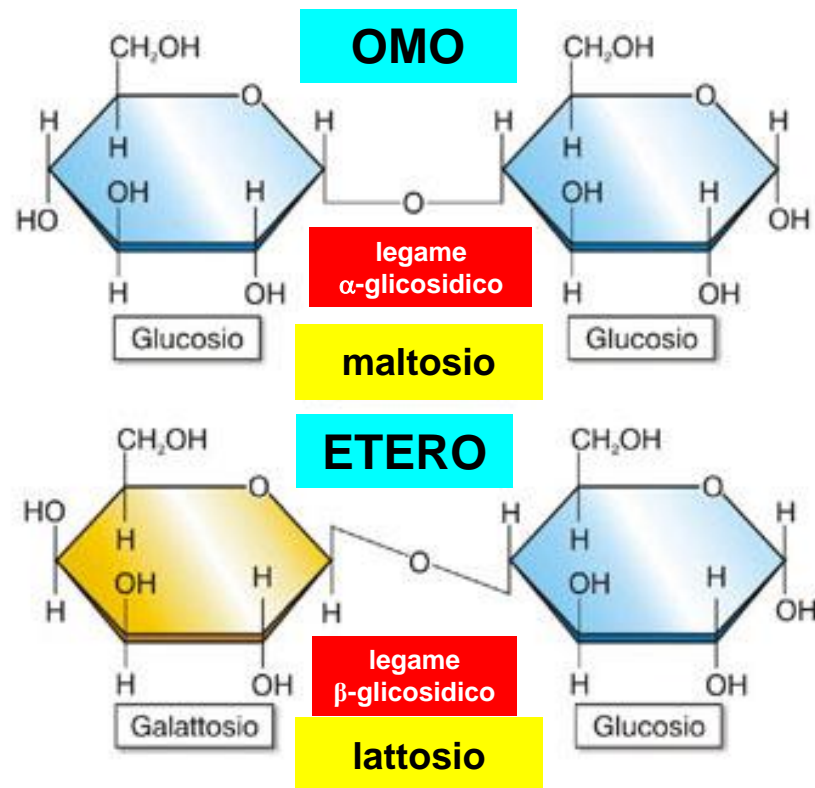
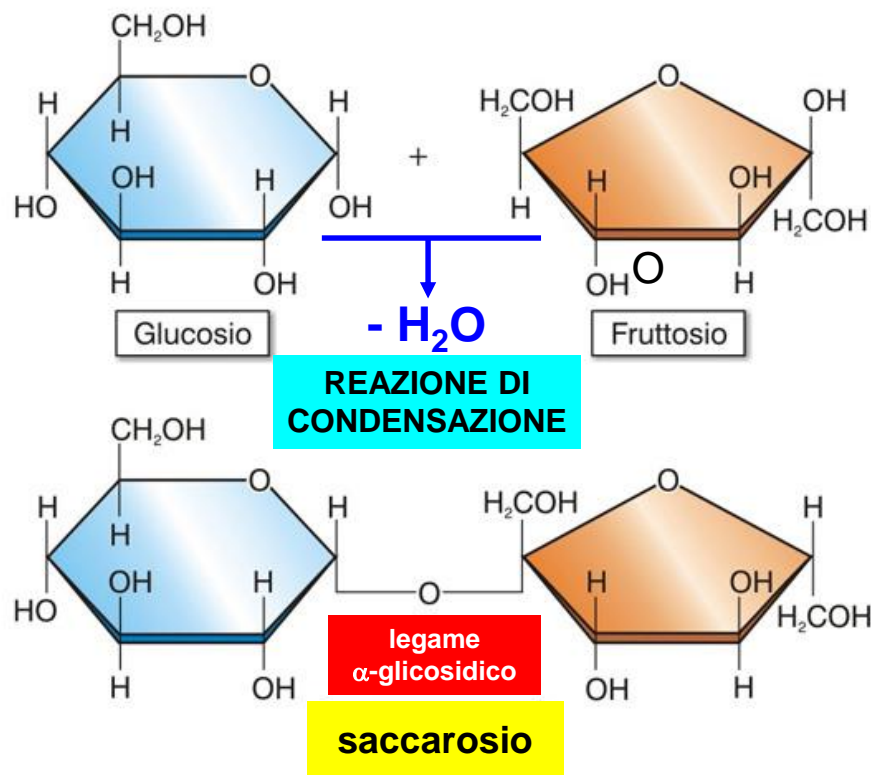


Isomeri strutturali: gli stessi gruppi chimici sono legati a diversi atomi di C.

Stereoisomeri: gli stessi gruppi chimici sono legati agli stessi atomi di C, ma con diverso orientamento.

GLUCIDI

DISACCARIDI



I **disaccaridi** sono formati da due monosaccaridi, uniti mediante una reazione di condensazione con eliminazione di una molecola di H_2O . Il legame covalente è detto **legame glicosidico**.

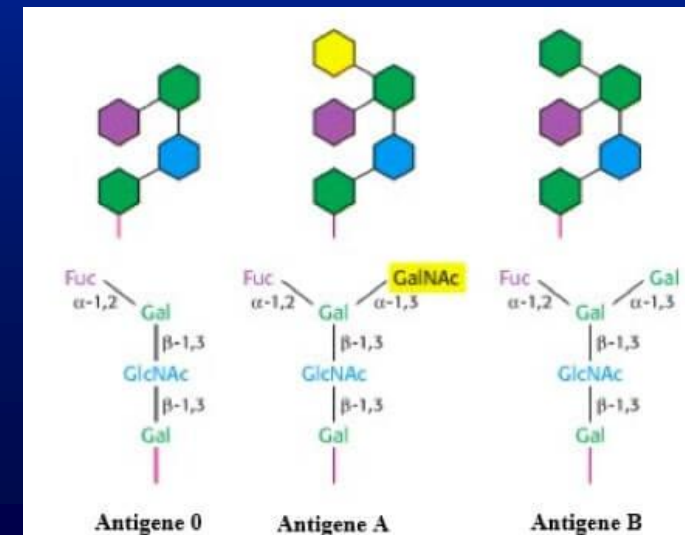
A seconda che il gruppo $-OH$ del C1 coinvolto nel legame sia in configurazione α o β , si formerà un **legame α-glicosidico** o un **legame β-glicosidico**. Le due molecole di monosaccaride possono essere uguali, come ad esempio, nel **maltosio**, **formato da due molecole di α-glucosio**, o diverse, come ad esempio, nel **saccarosio** (zucchero da tavola), **formato da α-glucosio e β-fruttosio**.

GLUCIDI

OLIGOSACCARIDI

OLIGOSACCARIDI: contengono da 3 a ~20 monosaccaridi, uniti da diversi tipi di legami glicosidici; molti possiedono altri gruppi funzionali che conferiscono loro proprietà speciali. Gli oligosaccaridi sono spesso legati covalentemente a proteine (formando **glicoproteine**) o a lipidi (formando **glicolipidi**) sulla superficie cellulare esterna, dove funzionano da **segnali di riconoscimento**.

- **OMO-OLIGOSACCARIDI:** sono costituiti da un unico tipo di subunità monomeriche.
- **ETERO-OLIGOSACCARIDI** o **OLIGOSACCARIDI COMPLESSI:** costituiti da diversi tipi di subunità monomeriche (es. **RAFFINOSIO**= glucosio+fruttosio+galattosio). I diversi **gruppi sanguigni umani del sistema AB0** devono la propria specificità a modeste differenze nelle catene oligosaccaridiche complesse legate a uno specifico glicolipide presente nella membrana plasmatica dei globuli rossi e sporgenti sulla loro superficie esterna.

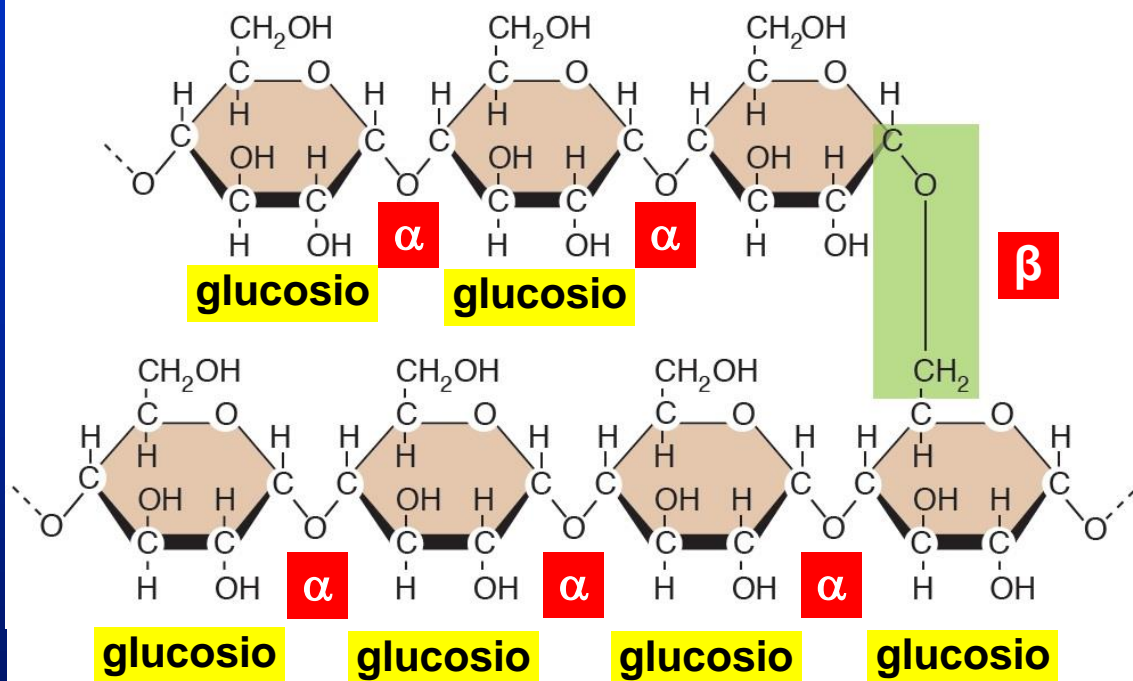


Gruppo	Residuo caratteristico	Anticorpi presenti	Genotipo
O	-	Anti-A; Anti-B	ii
A	N-acetilgalattosamina	Anti-B	I ^A i o I ^A I ^A
B	galattosio	Anti-A	I ^B i o I ^B I ^B
AB	N-acetilgalattosamina; galattosio	-	I ^A I ^B

GLUCIDI

POLISACCARIDI – GLICOGENO

POLISACCARIDI DI DEPOSITO o DI RISERVA



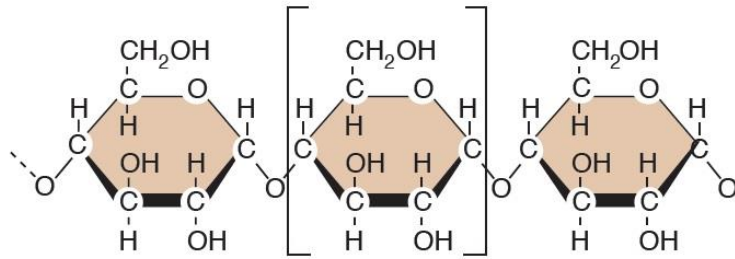
Il glicogeno è un polimero non lineare del glucosio. Le subunità sono unite con legami **1,4-alfa-glicosidici** e legami **1,6-beta-glicosidici** con l'atomo di carbonio 6 a dare le ramificazioni laterali

Nei mammiferi una forma di immagazzinamento del glucosio, è il **glicogeno**, un polimero del glucosio, che può essere utilizzato rapidamente in caso di carente apporto alimentare. Nell'uomo esso è depositato prevalentemente nel **FEGATO** e nei **MUSCOLI SCHELETRICI**.

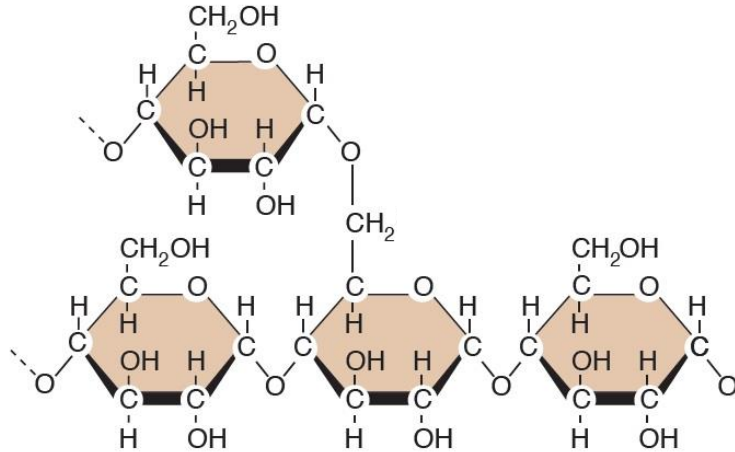
► L'idrolisi del glicogeno fornisce **GLUCOSIO** alle cellule (quando necessario)

GLUCIDI

POLISACCARIDI – AMIDO

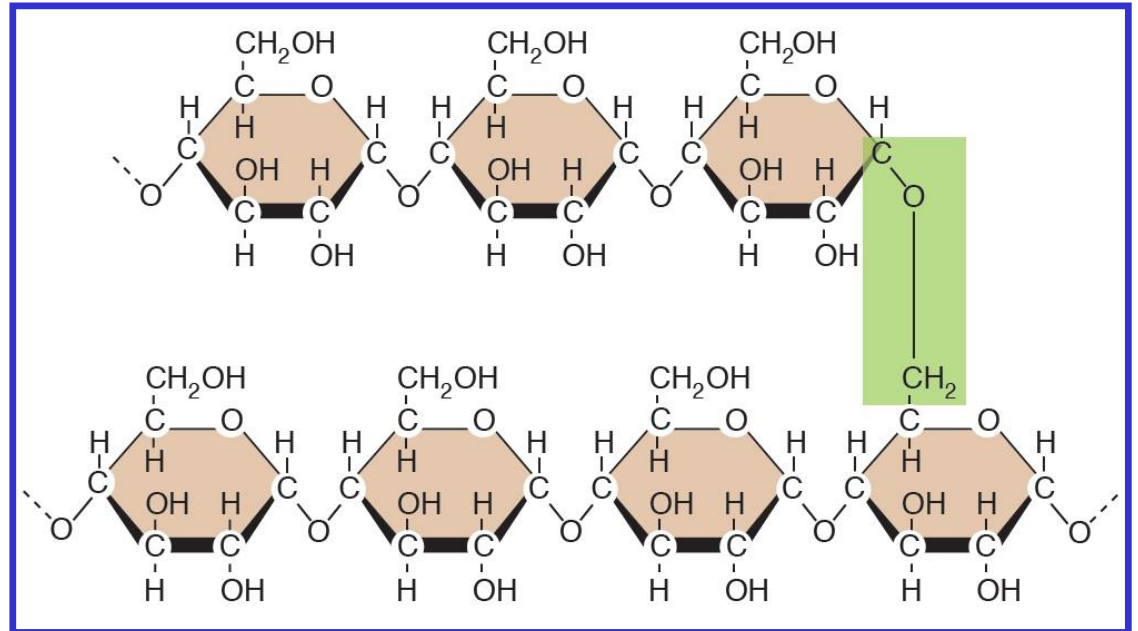


Amilosio



Amilopectina

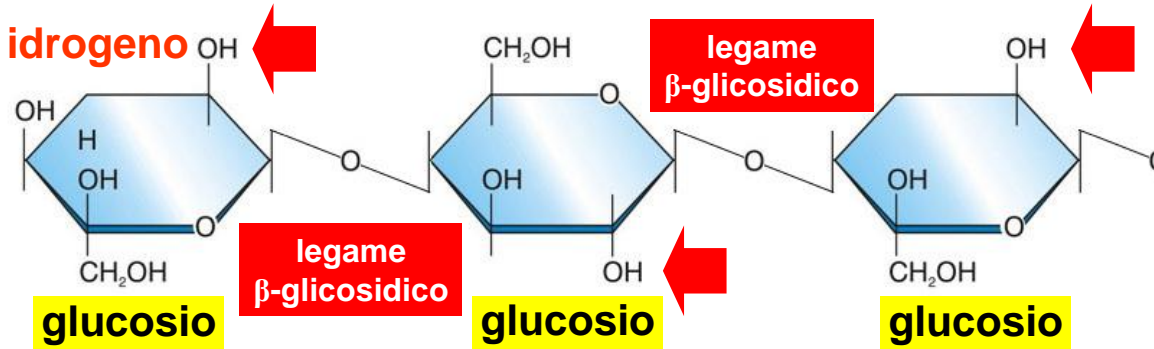
GLICOGENO



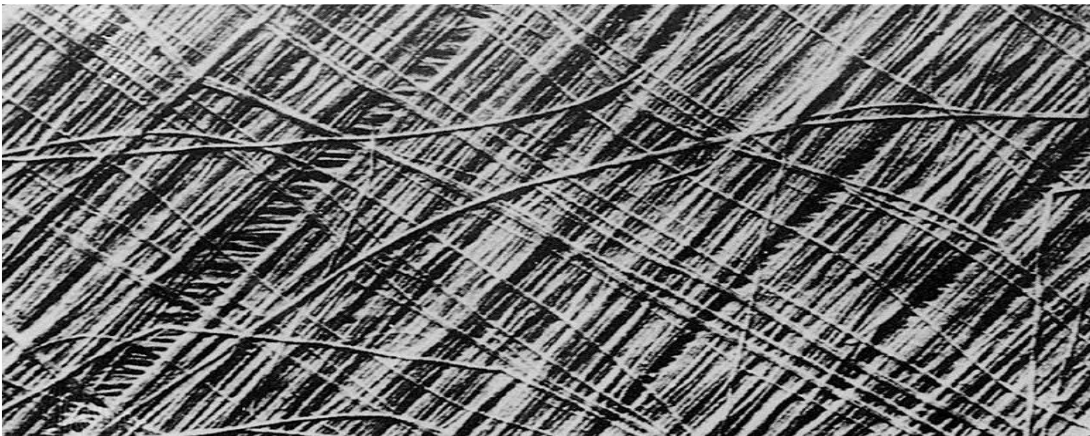
GLUCIDI

POLISACCARIDI – CELLULOSA

Cellulosa =
polimero lineare
del glucosio.



Nei vegetali è anche presente la **cellulosa**, che ha una funzione strutturale. Considerando l'abbondanza sul pianeta, la cellulosa è il materiale organico più abbondante sulla Terra, nonché il più abbondante tra i carboidrati. La cellulosa è un **omopolimero non ramificato** costituito da ~10.000 subunità di β -glucosio, unite da legami β -1,4 glicosidici.

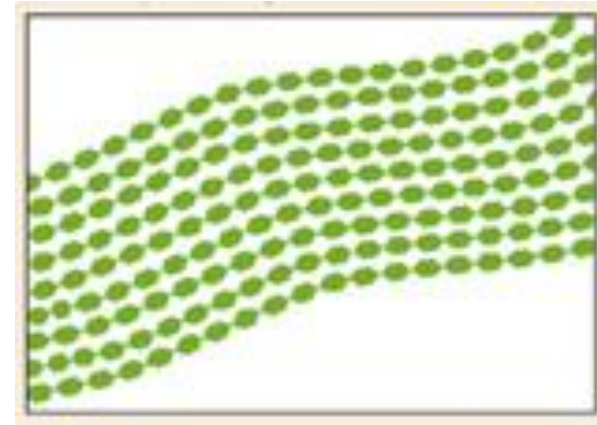
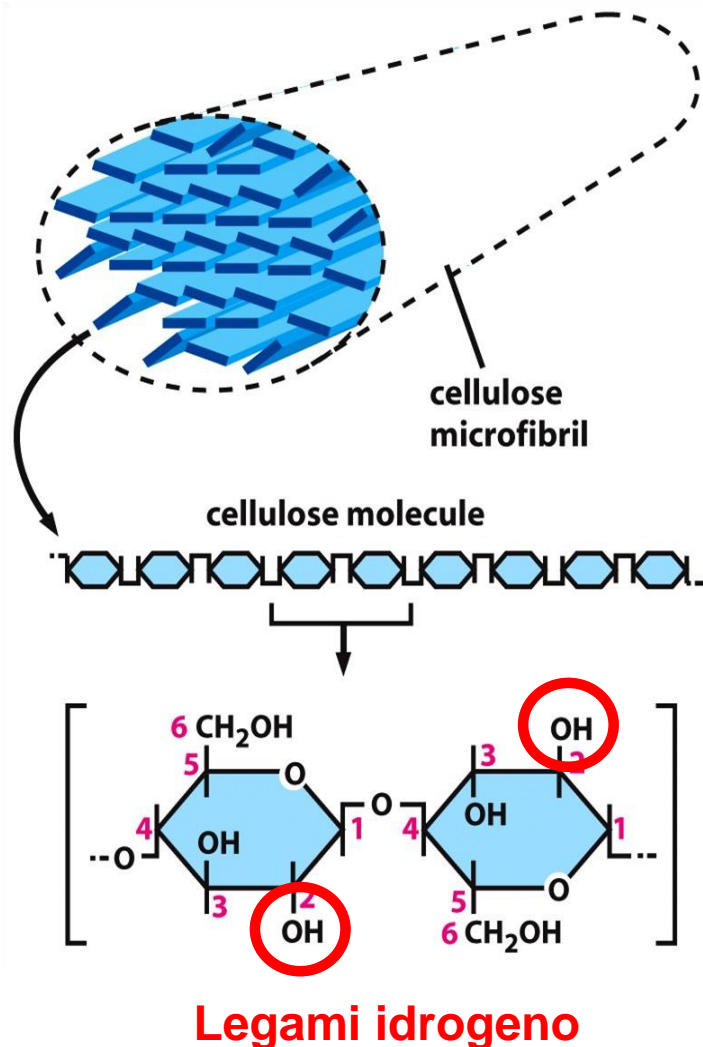


Ogni molecola di β -glucosio è ruotata di 180° rispetto alla precedente e alla successiva.

Fibre di cellulosa della parete cellulare di un'alga

GLUCIDI

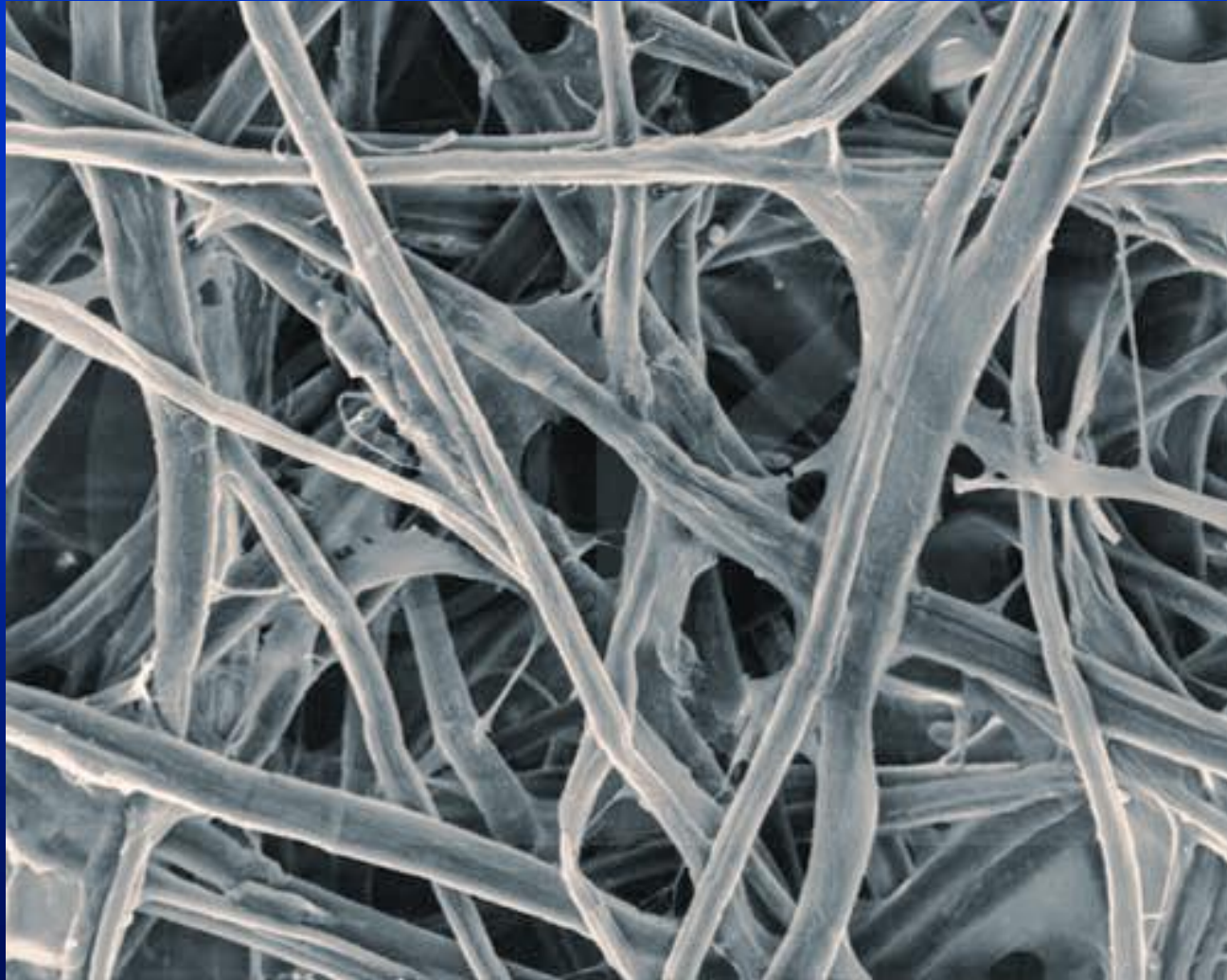
POLISACCARIDI – CELLULOSA



Molecole parallele di cellulosa formano legami a idrogeno, producendo microfibrille.

- Le **MICROFIBRILLE** hanno un diametro di ~5-10 nm; ciascuna microfibrilla è formata da 40-60 molecole di cellulosa.
- Le microfibrille spesso si avvolgono tra loro in una struttura simile a una corda, formando le **MACROFIBRILLE** (diametro ≥ 50 nm).

POLISACCARIDI STRUTTURALI: CELLULOSA



Fibre di cellulosa della parete cellulare di un'alga (SEM).

GLUCIDI

POLISACCARIDI – CELLULOSA

- Pochi organismi possiedono enzimi in grado di digerire la cellulosa, cioè in grado di idrolizzare i legami β -1,4 glicosidici.
- **L'uomo non li possiede** e la cellulosa presente negli alimenti non può essere utilizzata come nutrimento. Passa nel tratto digerente, aiutando il funzionamento dell'intestino, per essere poi eliminata con le feci.
- Alcuni microrganismi (procarioti) e alcuni funghi possono digerire la cellulosa trasformandola in glucosio, grazie agli enzimi della famiglia delle **cellulasi** (batteri simbiotici dei bovini, ovini, conigli e termiti).



Le cellulasi sono una **famiglia** di enzimi ad attività combinata:

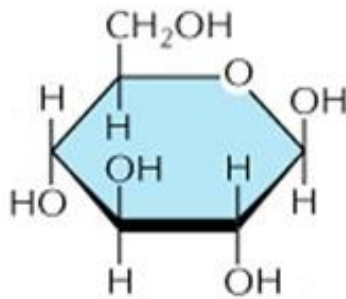
- 1) **Endocellulasi**: rompe i legami di questa struttura cristallina esponendo le singole catene.
- 2) **Esocellulasi**: preleva per idrolisi, da due a quattro unità dalle estremità delle catene prodotte dando luogo a tetrasaccaridi, trisaccaridi (cellotriosio) o disaccaridi (cellobiosio).
- 3) **Cellobiasi** o beta glucosidasi: idrolizza i prodotti dell'enzima precedente formando singoli monosaccaridi di glucosio

GLUCIDI

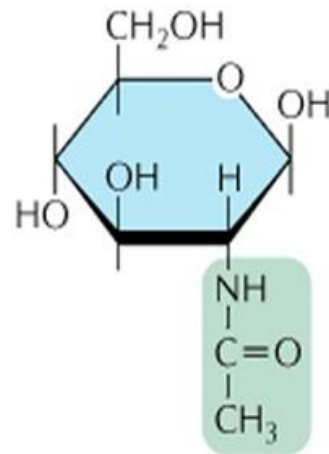
POLISACCARIDI – CHITINA

La **chitina** costituisce l'esoscheletro degli artropodi, un rivestimento rigido che circonda le parti molli dell'animale, e forma la parete cellulare di molti funghi.

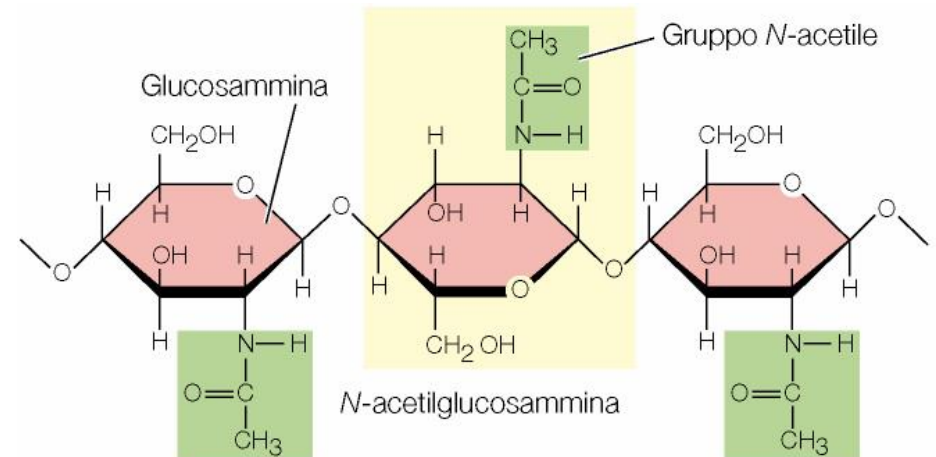
Strutturalmente è simile alla cellulosa (molecole lineari unite da molti legami a idrogeno), ma il monomero di base è la **N-acetilglucosammina** (NAG, derivato del glucosio).



glucosio



N-acetilglucosammina
(NAG)



Ogni molecola di N-acetilglucosammina è ruotata di 180° rispetto alla precedente e alla successiva.

GLUCIDI

POLISACCARIDI – FIBRA ALIMENTARE

L'apporto glucidico dalla dieta umana comprende anche una quota “non disponibile” ai fini nutritivi, ossia la **FIBRA ALIMENTARE**, costituita da tutti i **polisaccaridi non amidacei** (cellulosa, emicellulosa, pectina, lignina delle pareti cellulari vegetali e gomme, mucillagini e altre secrezioni vegetali), la quale è caratterizzata da **legami β -glicosidici che gli enzimi prodotti dall'organismo umano non sono in grado di scindere**.



La fibra alimentare ha importanza per l'AZIONE MECCANICA CHE SVOLGE NELL'INTESTINO favorendo la peristalsi ed il movimento del chimo attraverso l'intestino, grazie alle sue proprietà gelificanti e idrofile.