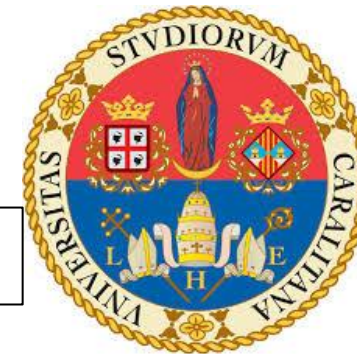


CDL BIOTECNOLOGIE FARMACEUTICHE [60/97]



CI Biochimica e laboratorio di biochimica 108 ore (12 CFU)

Biochimica 48 ore (6 CFU) Prof.ssa Alessandra Olianas (1 semestre)

Laboratorio di biochimica 60 ore (6 CFU) Prof.ssa Francesca Pintus (2 semestre)

[24 ore (3 CFU) lezioni frontali + 36 ore (3 CFU) laboratorio]

Lezioni :	Lunedì- 9-11	aula 7 <u>Blocco H2 (ex H - D2)</u>
	Mercoledì 11-13	aula 202 blocco F
	Venerdì 9-11	aula 7 <u>Blocco H2 (ex H - D2)</u>

Prof.ssa Alessandra Olianas



Dip. Scienze della Vita e dell'Ambiente
Sezione Biomedica (laboratorio di Biochimica)
Blocco D scala C
Tel. 070/6754507 (studio)

Ricevimento studenti: **si riceve per appuntamento**

olianas@unica.it



UniCa > Ateneo > Docenti e ricercatori > Olianas Alessandra

Alessandra Olianas

Dipartimento di Scienze della vita e dell'ambiente

Ruolo Professore associato

Area scientifico disciplinare Scienze biologiche

Settore scientifico disciplinare BIO/10 BIOCHIMICA

Email olianas@unica.it

Telefono 070/675-4507

Indirizzo cittadella universitaria 09046 Monserrato

Curriculum

Insegnamenti

Materiale didattico

Altre Attività

Tesi

Ricerca

Avvisi

Agenda



Materiale didattico Biochimica CDL Biotecnologie farmaceutiche

Lezioni di Biochimica applicata

Data: 09 marzo 2026

Materiale didattico di Biochimica CDL Chimica

Data: 09 marzo 2026

ACS lessons 2025-2026

Data: 29 ottobre 2025

 Curriculum

 Insegnamenti

 **Materiale didattico**

 Altre Attività

 Tesi

 Ricerca

 Avvisi

 Agenda

Prof. Alessandra Olianas



E' vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma.

E' inoltre vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzate espressamente dall'autore.

Di seguito titolo, autore e editore delle fonti da cui sono state prese le immagini e i video mostrati durante le lezioni di Biochimica come supporto didattico e utili per la preparazione dell'esame:

Nelson, Cox.

I Principi di Biochimica di Lehninger. Zanichelli

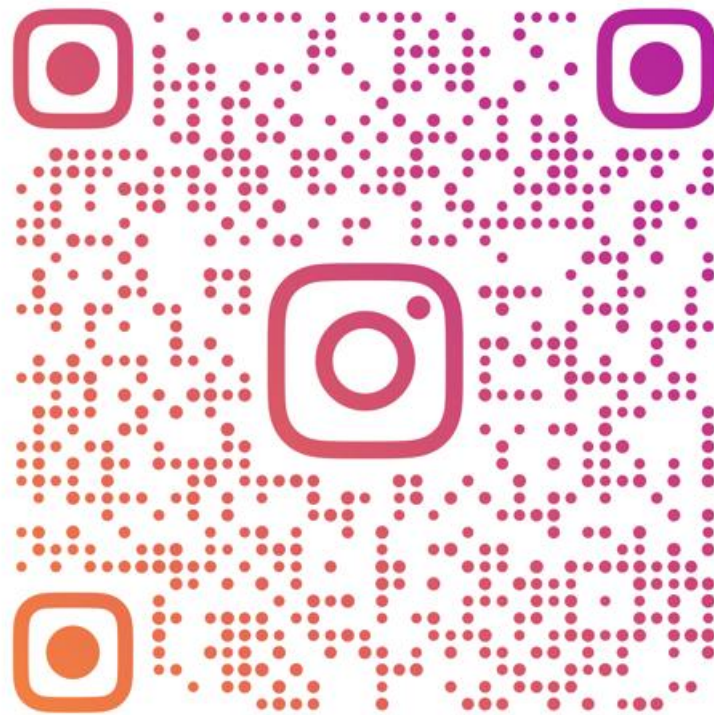
Voet, Voet. Pratt.

Fondamenti di Biochimica. Zanichelli

Berg, Tymoczko, Stryer. **Biochimica.** Zanichelli

Adesione e l'utilizzo dei canali WhatsApp

Gli studenti troveranno le istruzioni nel primo post del nostro profilo instagram

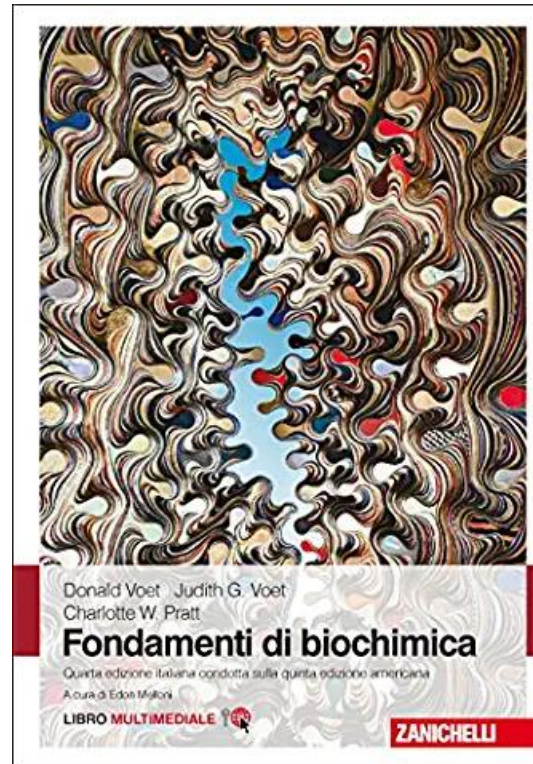


UNICA_BIOFARM



Nelson, Cox.

I Principi di Biochimica di Lehninger. Zanichelli



Voet, Voet. Pratt.

Fondamenti di Biochimica. Zanichelli

PROGRAMMA DEL CORSO

- **Glucidi. nomenclatura e classificazione, richiami di stereoisomeria. Anomeria, mutarotazione. Legame glicosidico. Disaccaridi di interesse biologico. Polisaccaridi.**
- Aminoacidi: nomenclatura e classificazione, proprietà acido-base degli aminoacidi, pKa, pl. Curve di distribuzione ionica. Legame peptidico proprietà acido-base di peptidi e proteine
- Proteine: struttura secondaria, terziaria, e quaternaria. Modificazioni post-traduzionali, glicosilazione.
- Le basi puriniche e pirimidiniche. I nucleotidi.
- Lipidi: Acidi grassi. Nomenclatura. Classificazione e struttura dei lipidi. Trigliceridi, fosfoglicerolipidi, sfingolipidi, colesterolo.
- Eme e emoproteine. Mioglobina ed emoglobine, caratteristiche strutturali e ruoli biologici. Curve di ossigenazione, cooperatività e allosteria.
- Cinetica enzimatica. Catalisi enzimatica. Equazione di Michaelis e Menten, K_m , K_{cat} , V_{max} , V_0 . Equazione dei doppi reciproci. Interpretazione dei grafici. Inibitori reversibili e irreversibili. Modulazione covalente e allosterica dell'attività enzimatica.
- Vitamine e coenzimi: vitamina A, D e C. Coenzimi nicotinammidici e flavinici, coenzima A, Tiamina pirofosfato, piridossal-fosfato, biotina. Struttura e meccanismi di reazione.

Metabolismo e metabolismo energetico, anabolismo, catabolismo. Produzione di energia, trasporto, stoccaggio dell'energia metabolica: ATP e analoghi.

- **Metabolismo glucidico**: glicolisi e gluconeogenesi, cenni di regolazione ormonale, glicolisi aerobica e anaerobica. Sistemi navetta del NADH e fermentazioni lattiche e alcoliche. Metabolismo del piruvato.

- Ciclo dell'acido citrico, reazioni e meccanismi catalitici.

- **Metabolismo lipidico**: Mobilizzazione degli acidi grassi. beta-ossidazione, reazioni e regolazione. Chetogenesi.

- **Metabolismo proteico**: ruoli biologici degli amminoacidi, transaminazione, deaminazione ossidativa, destino dell'ammoniaca, ciclo dell'urea.

- Fosforilazione ossidativa: Catena respiratoria, organizzazione dei complessi redox, ATP sintasi e suo meccanismo, controllo respiratorio, agenti disaccoppianti.

ESAME Biochimica (**Scritto e orale**).

- **La prova scritta** di Biochimica è valutabile ai fini dell'esame finale e si svolgerà sui seguenti argomenti:
- Struttura e proprietà acido-base di aminoacidi e peptidi;
- Struttura delle proteine, carboidrati, lipidi, nucleotidi.
- Proprietà delle proteine respiratorie. Interpretazione delle curve di legame.

La valutazione della verifica non è ritenuta definitiva fino a che lo studente non avrà dimostrato nella prova orale finale di aver recuperato tutti gli argomenti non sufficienti nella prova scritta.

VERIFICA SCRITTA A GENNAIO (Data da definire)

Lo studente può ripetere, il giorno dell'esame il test scritto o riportare gli argomenti all'orale.



Facoltà di Biologia e Farmacia

Insegnamento	Codice AD	Semestre	2027						
			GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG
BIOLOGIA MOLECOLARE CON LABORATORIO	FA/0259	1°	20	3, 19				11	2, 16
MICROBIOLOGIA CON LABORATORIO	FA/0263	1°	19	2, 16				17	1, 15
GENETICA CON LABORATORIO	FA/0264	1°	22	18	19 (FC)			23	13, 27
CHIMICA E METODOLOGIE COMPUTAZIONALI FARMACEUTICHE	FA/0197	1° e 2°	21*	16*		2(FC)		25	23
SCIENZE BIOCHIMICHE E LABORATORIO DI BIOCHIMICA	FA/0260	1° e 2°	29*	22*		22 (FC)		22	19
FISIOLOGIA GENERALE E CELLULARE	FA/0196	2°	22*	26*		16 (FC)		16	2, 22
ECONOMIA AZIENDALE	FA/0266	2°						21 (h 17.30)	5 (h 17.30) 26 (h 17.30)
FARMACOLOGIA GENERALE	FA/0198		20	4	4 (FC)			14*	8, 22

NB: le date in rosso sono appelli riservati agli studenti fuori corso

*appelli riservati agli studenti iscritti ad anni successivi al 2° del CdS in Biotecnologie (curriculum farmaceutico) - esami comuni

Sospensione delle lezioni del 2 ANNO
(2 novembre)

Per poter sostenere esami del
propedeutici del 1 anno

TUTORAGGIO

GIORNI E AULE DA DEFINIRE

GLUCIDI

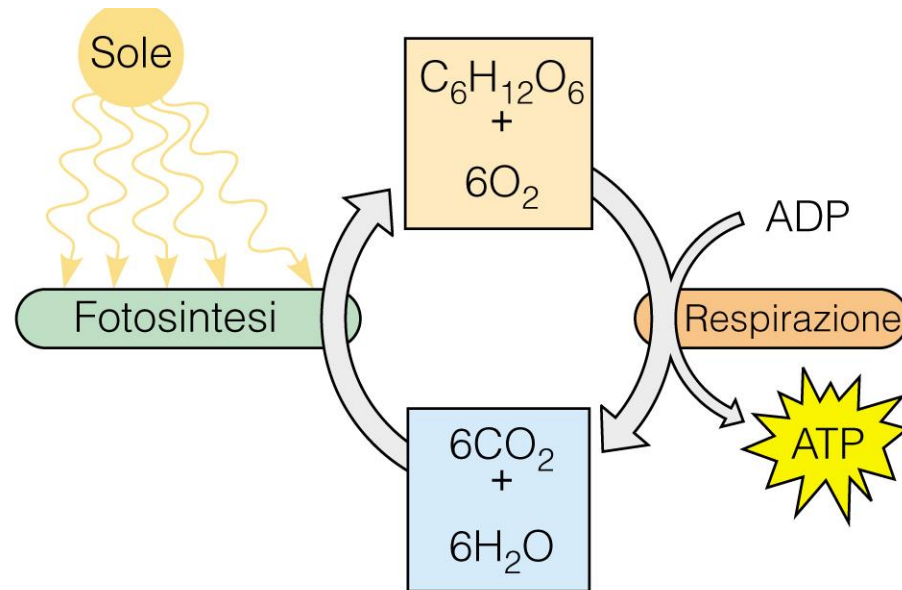
CARBOIDRATI



Glucidi = saccaridi

(Greek: sakcharon, zucchero)

Principale ciclo energetico della biosfera
si basa sul metabolismo dei carboidrati



Molto abbondanti nelle molecole biologiche

Funzioni dei Glucidi

- Fornire energia chimica
- Sostegno (parete cellulare vegetale)
- Protezione (parete batterica)
- Lubrificanti delle giunture scheletriche
- Adesione tra cellule
- "Riconoscimento" cellulare



carboidrati

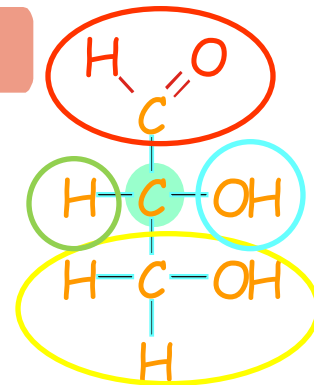
Monosaccaridi
Es. glucosio

Oligosaccaridi
glicosidi

Polisaccaridi
glicani

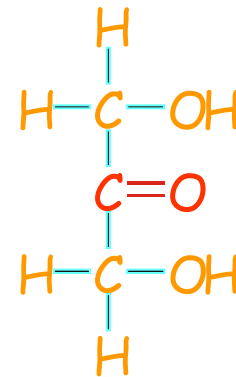
Monosaccaridi
Polialcoli con un gruppo aldeidico
o chetonico

aldosi



Gliceraldeide

chetosi

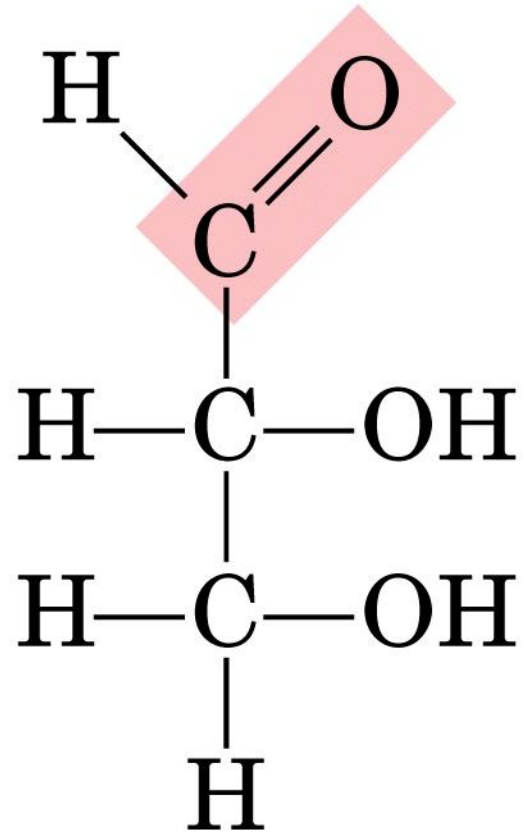


Diidrossiacetone

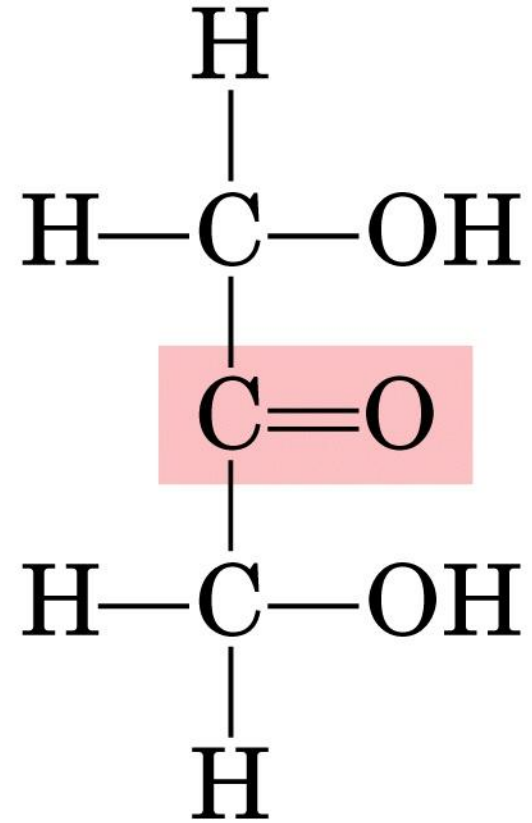
Classificazione:

- gruppo funzionale***
- numero di atomi di C***

ALDOSO



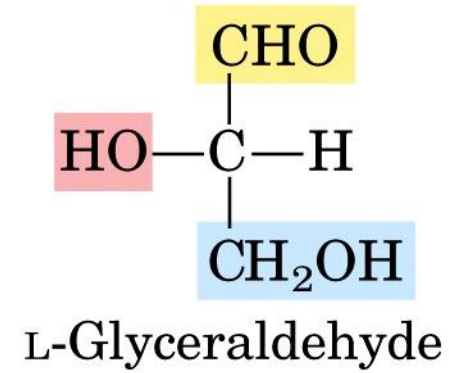
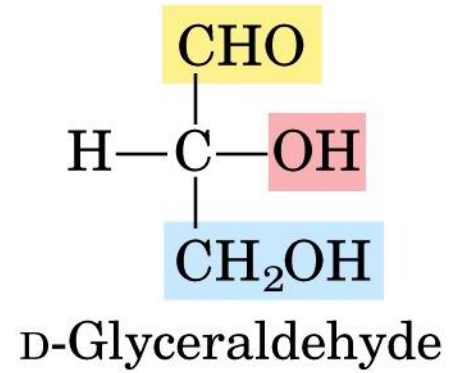
gliceraldeide



CHETOSO

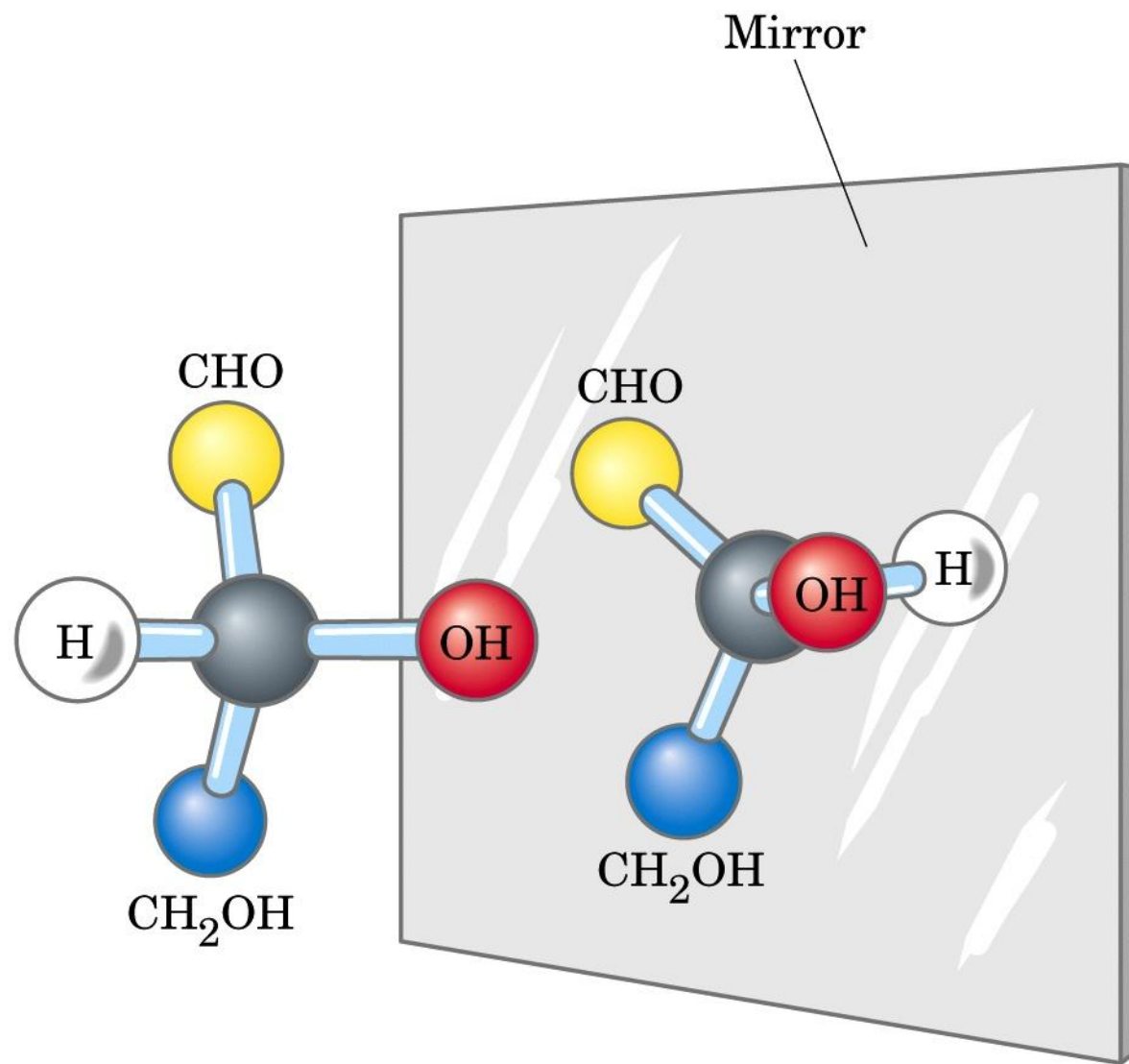
diidrossiacetone

Proiezioni di Fischer

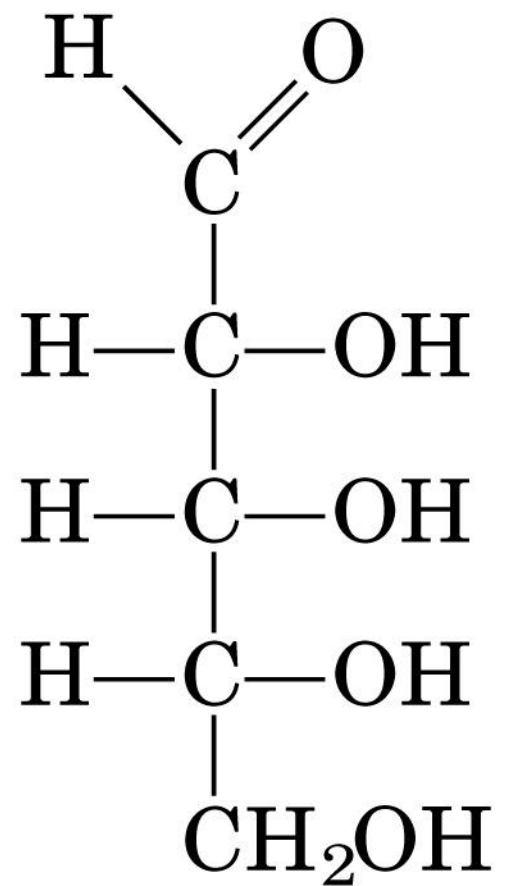


ENANTIOMERI

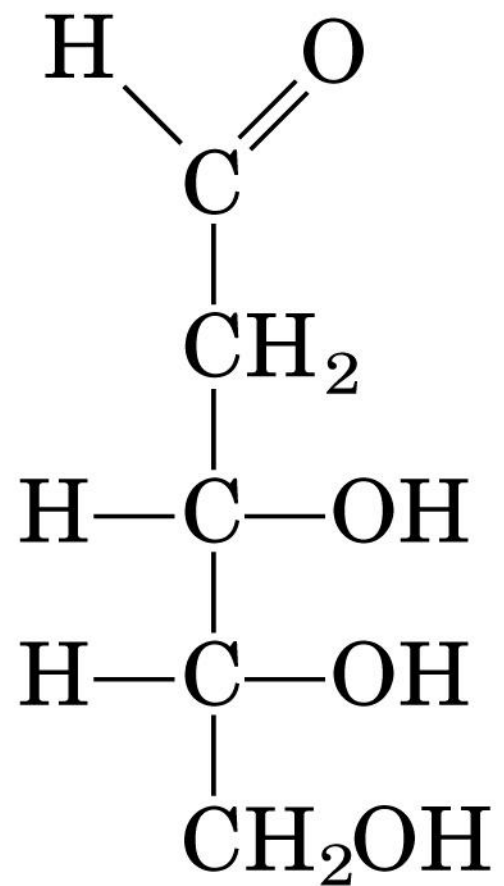
Differiscono nella configurazione intorno al carbonio chirale.



Ball-and-stick models

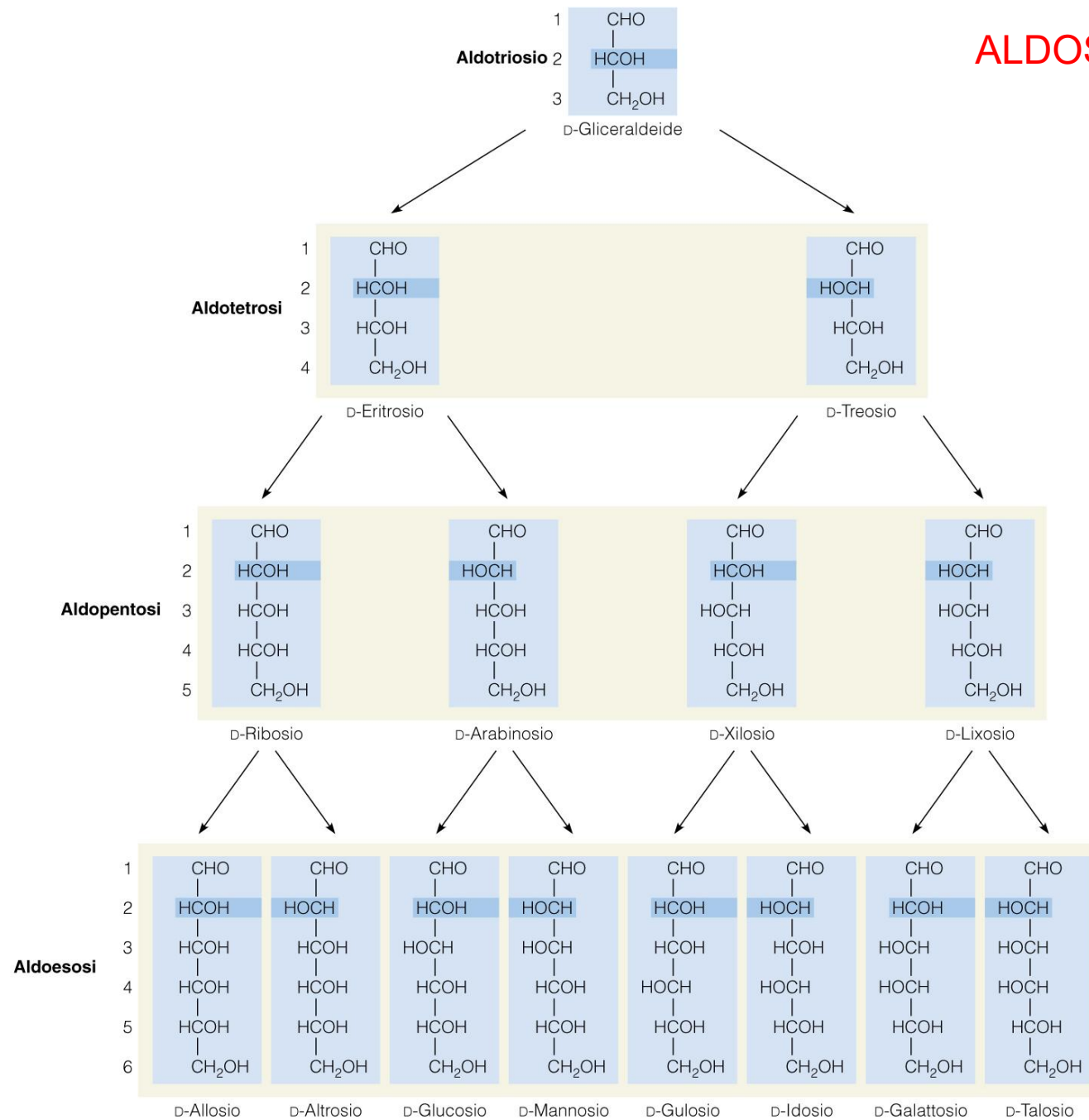


D-ribosio

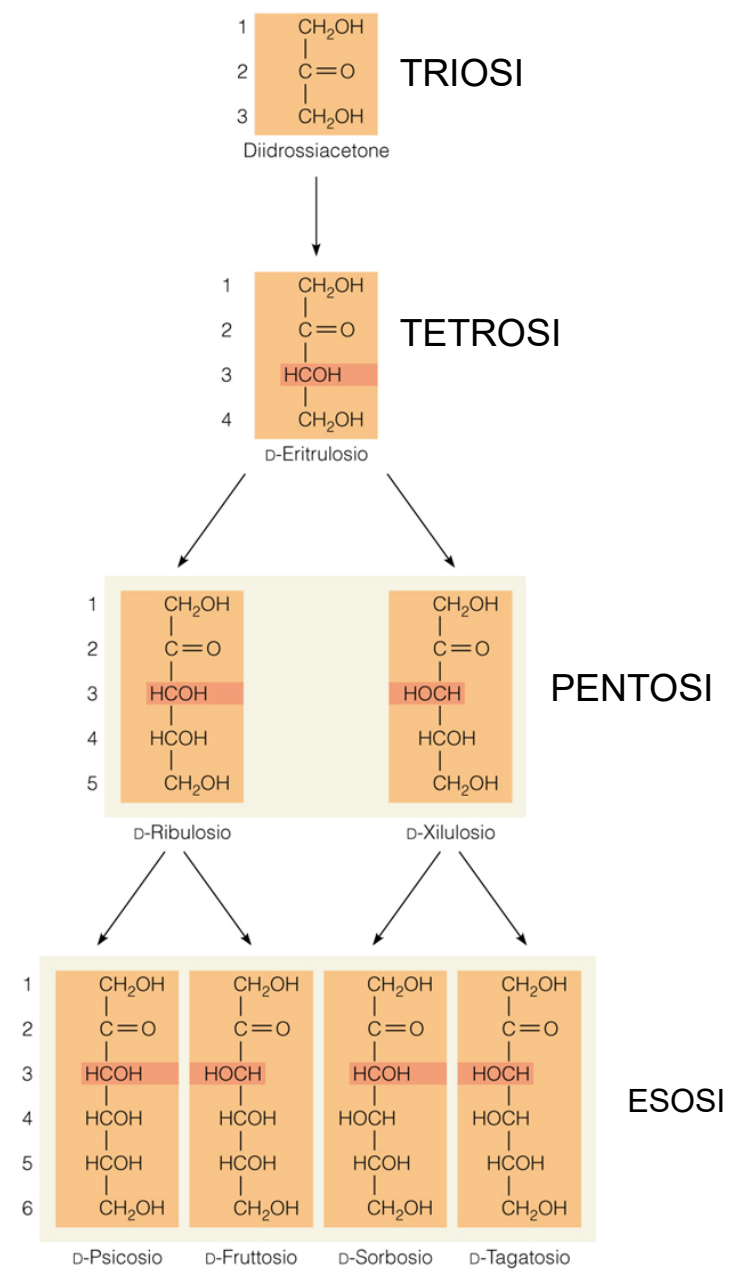


D-desossiribosio

ALDOSI

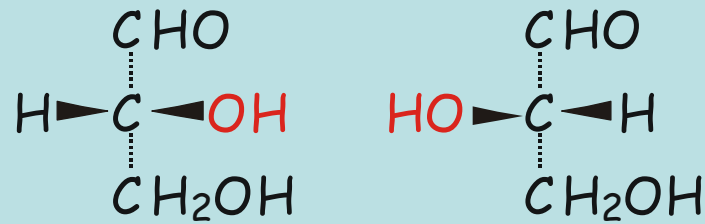


CHETOSI



(b) D-Chetosi

(Fischer projection)

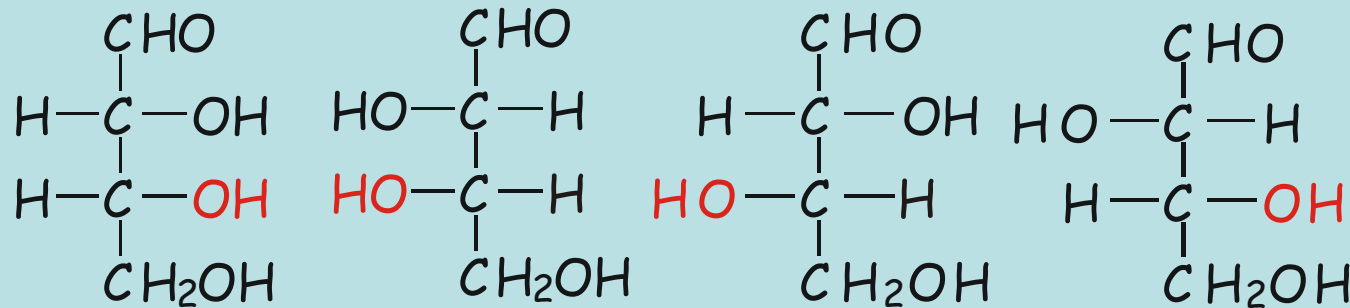


D-Gliceraldeide

L-Gliceraldeide

- Gliceraldeide: contiene un carbonio asimmetrico e forma due enantiomeri

Enantiomeri



D-Eritrosio

L-Eritrosio

L-Treosio

D-Treosio

Epimeri

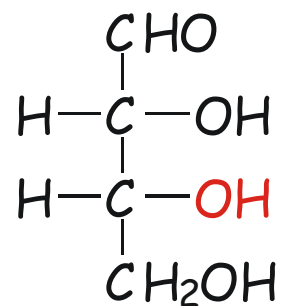
- il carbonio asimmetrico più lontano dal Gruppo aldeidico determinan la configurazione D o L

2^n stereoisomeri (n = numero di centri chirali)

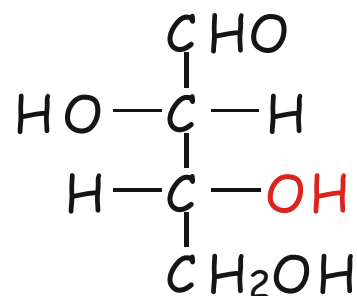


EPIMERI

**DIFFERISCONO NELLA CONFIGURAZIONE
DI UNO SOLO DEI CENTRI CHIRALI**

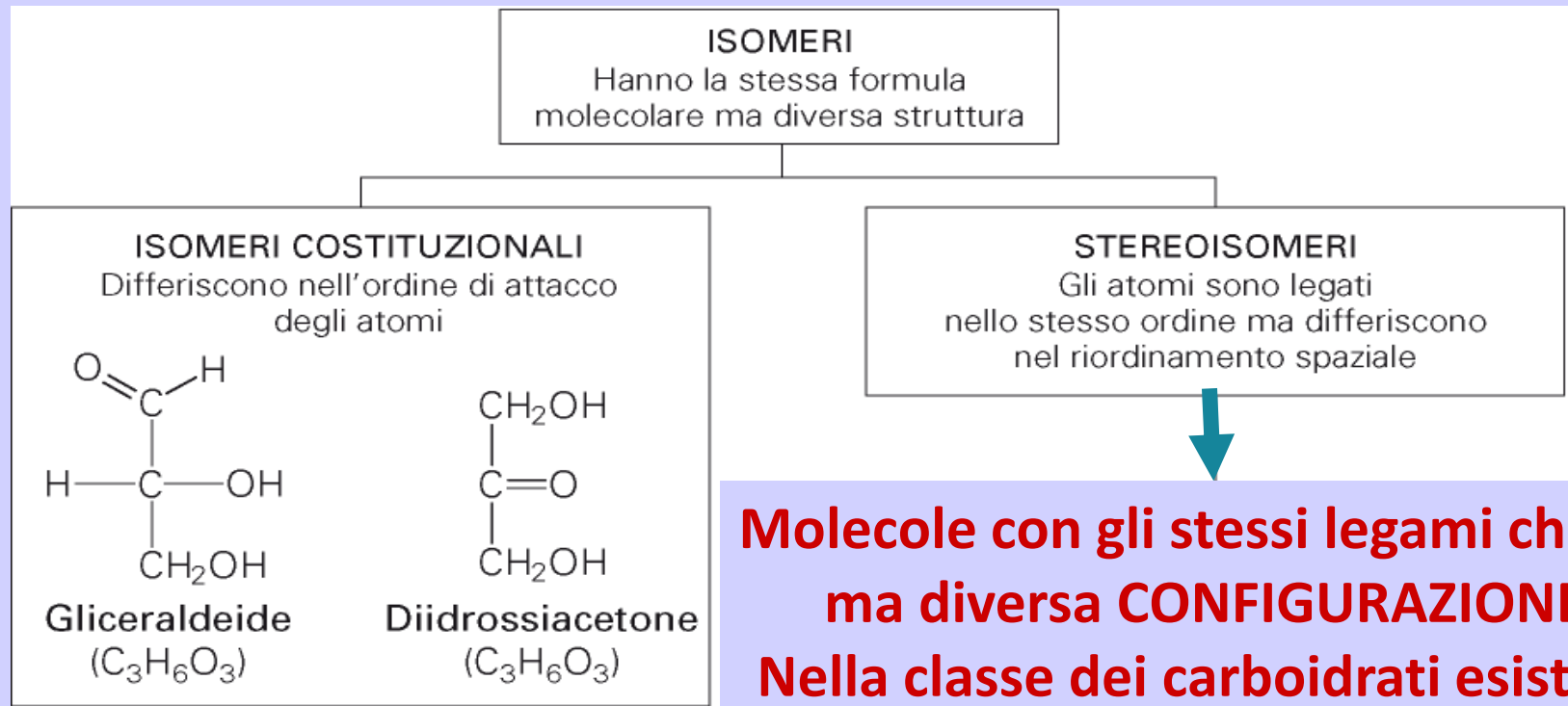


D-Eritrosio



D-Treosio

STEREISOMERIA DEGLI ZUCCHERI



**Molecole con gli stessi legami chimici
ma diversa CONFIGURAZIONE.
Nella classe dei carboidrati esistono
due tipi di stereoisomeri:
ENANTIOMERI**

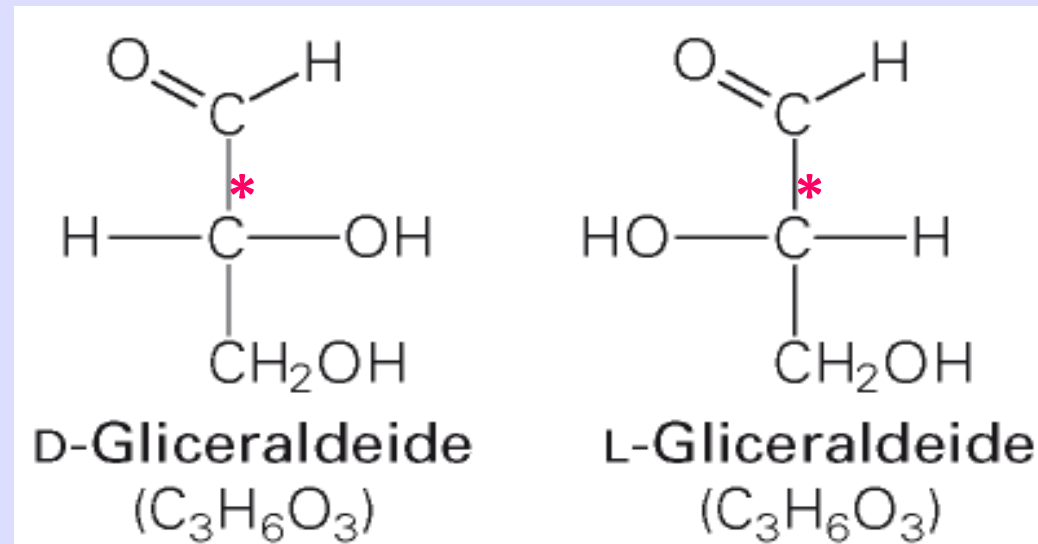
**Presenza di 1 o più atomi di carbonio
tetraedrici ASIMMETRICI (CHIRALI)**

Si definisce uno zucchero D o L in base alla configurazione dell'ultimo centro chirale (cioè il centro chirale più lontano dal C-carbonilico).

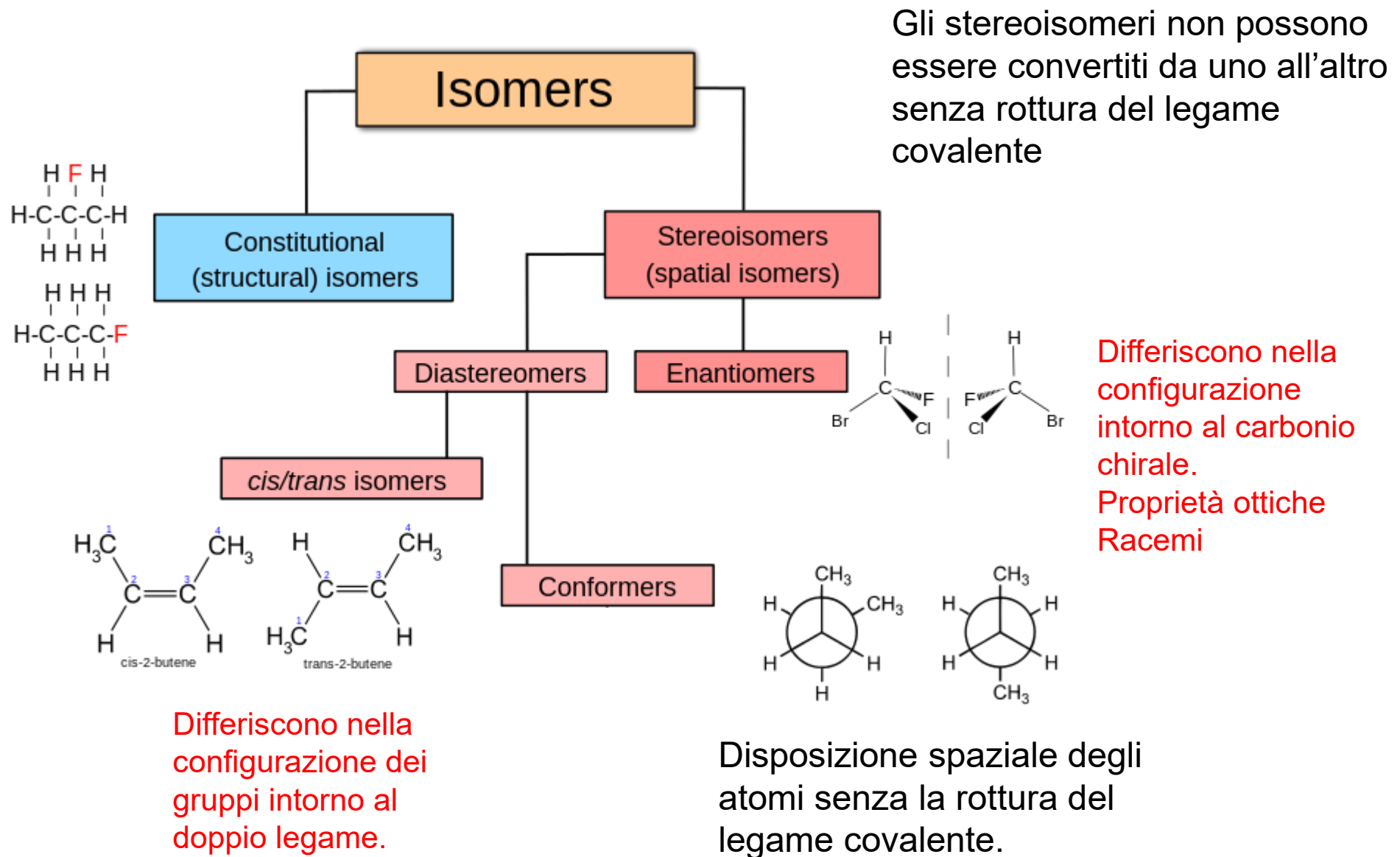
Nella proiezione lineare dello zucchero (proiezione di Fisher), posto in alto il carbonio più ossidato:

l'-OH legato all'ultimo centro chirale va a destra nei D-zuccheri

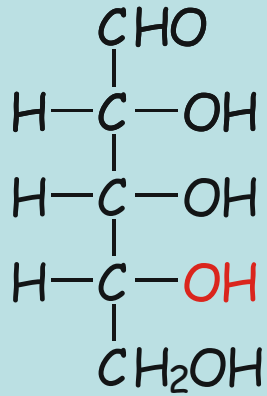
l'-OH legato all'ultimo centro chirale va a sinistra negli L-zuccheri



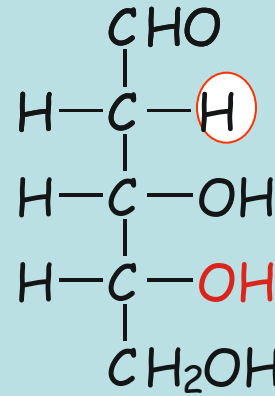
Ad eccezione del diidrossiacetone tutti gli altri monosaccaridi sono composti chirali: hanno reattività chimica simile ma proprietà fisiche e ruoli biologici differenti. Per, es. interagiscono diversamente con la luce polarizzata, sono otticamente attivi (possono ruotare il piano della luce polarizzata verso destra (+) o verso sinistra (-))



pentosi

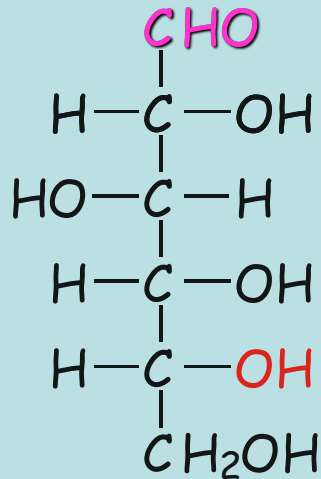


D-Ribosio
(RNA)

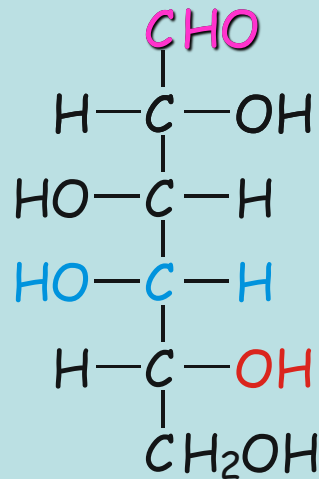


2-Deossi-D-ribosio
(DNA)

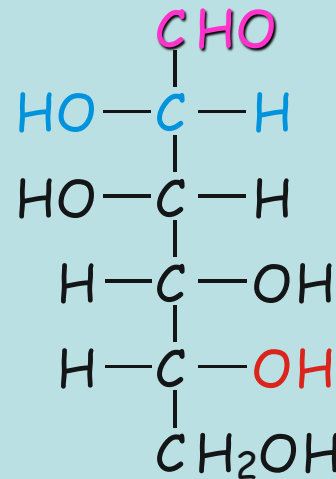
esosi



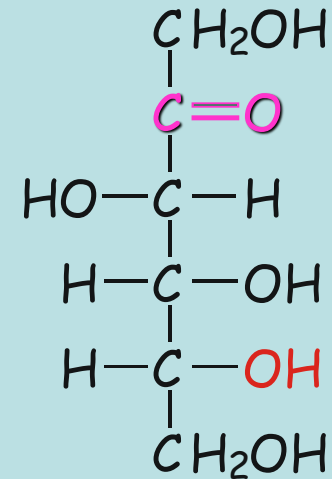
D-Glucosio



D-Galattosio



D-Mannosio

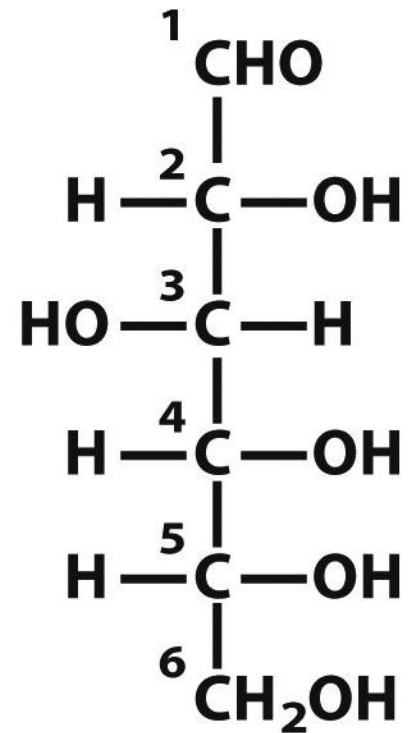


D-Fruttosio

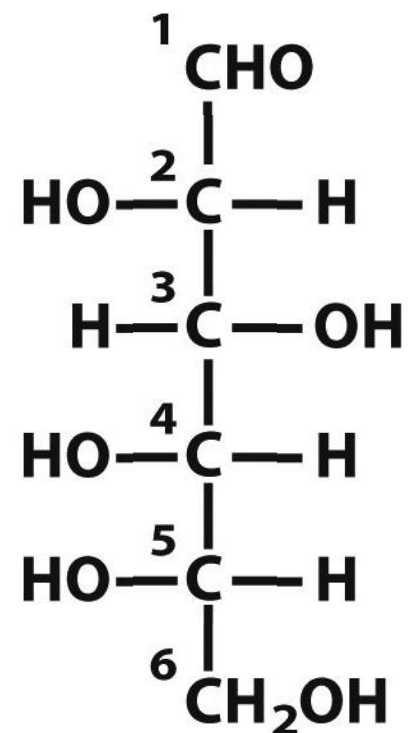
- **epimeri** = differiscono nella configurazione di un carbonio chirale



D-glucosio



L-glucosio

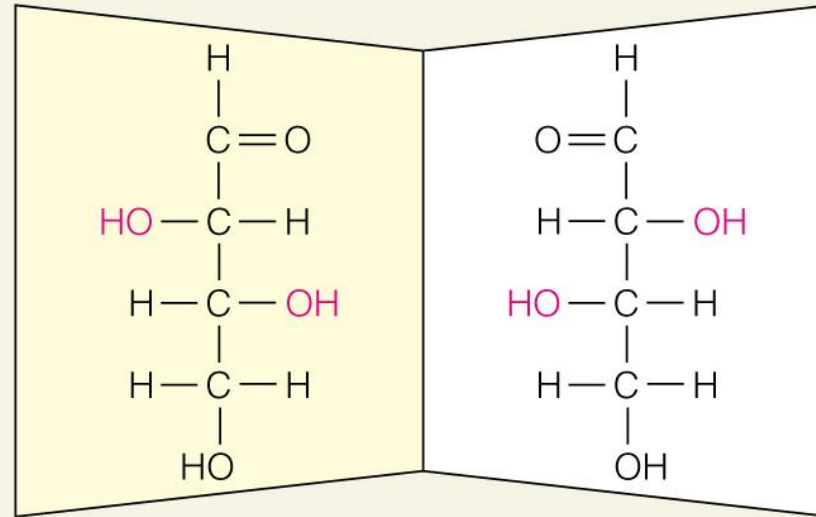


Devo invertire la configurazione di ogni centro chirale

Isomeri configurazionali

Enantiomeri

Stereoisomeri che sono immagini speculari uno dell'altro

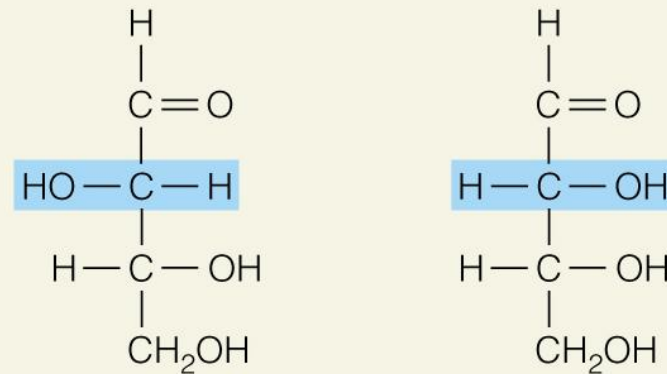


D-Treosio

L-Treosio

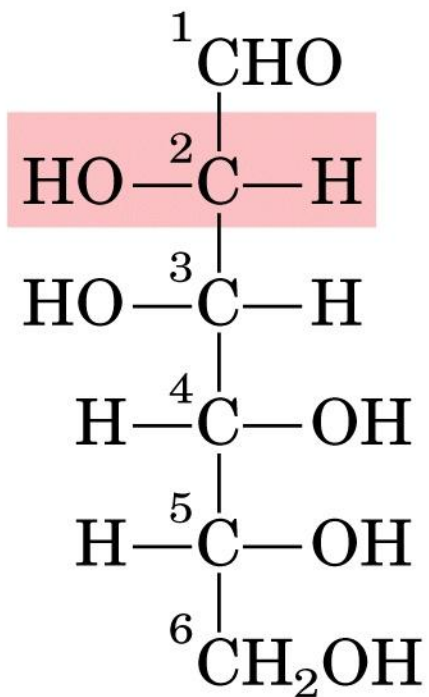
Epimeri

Stereoisomeri che non sono immagini speculari uno dell'altro

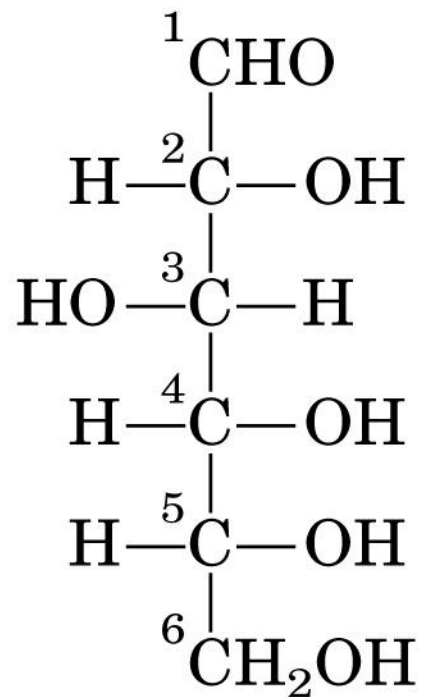


D-Treosio

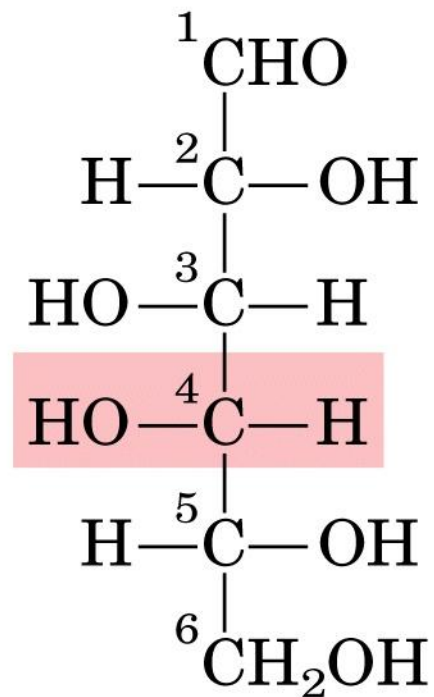
D-Eritrosio



D-mannosio
epimero in C-2

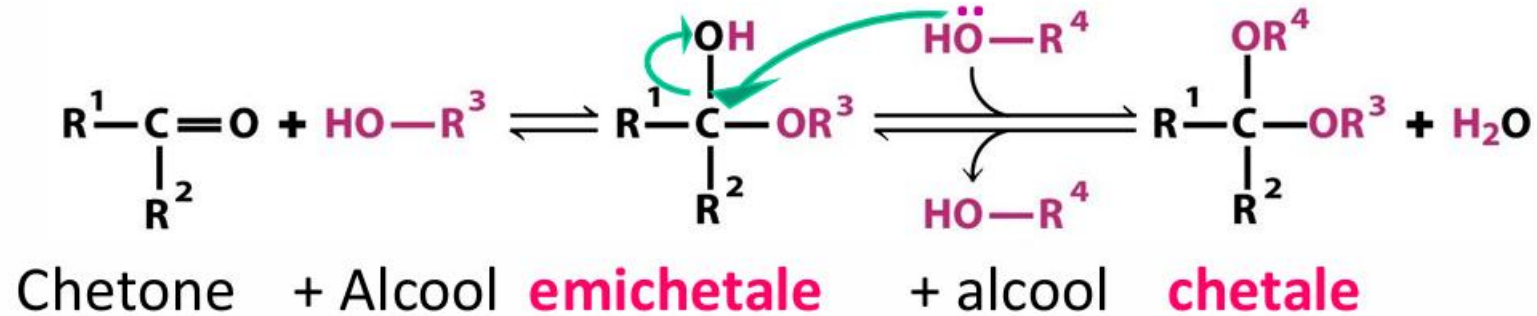
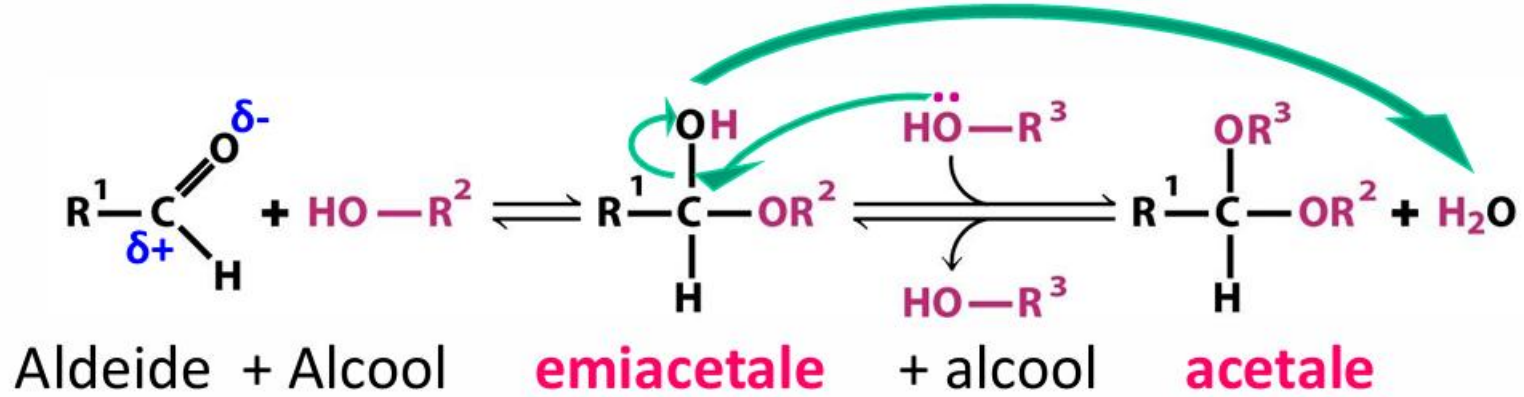


D-glucosio

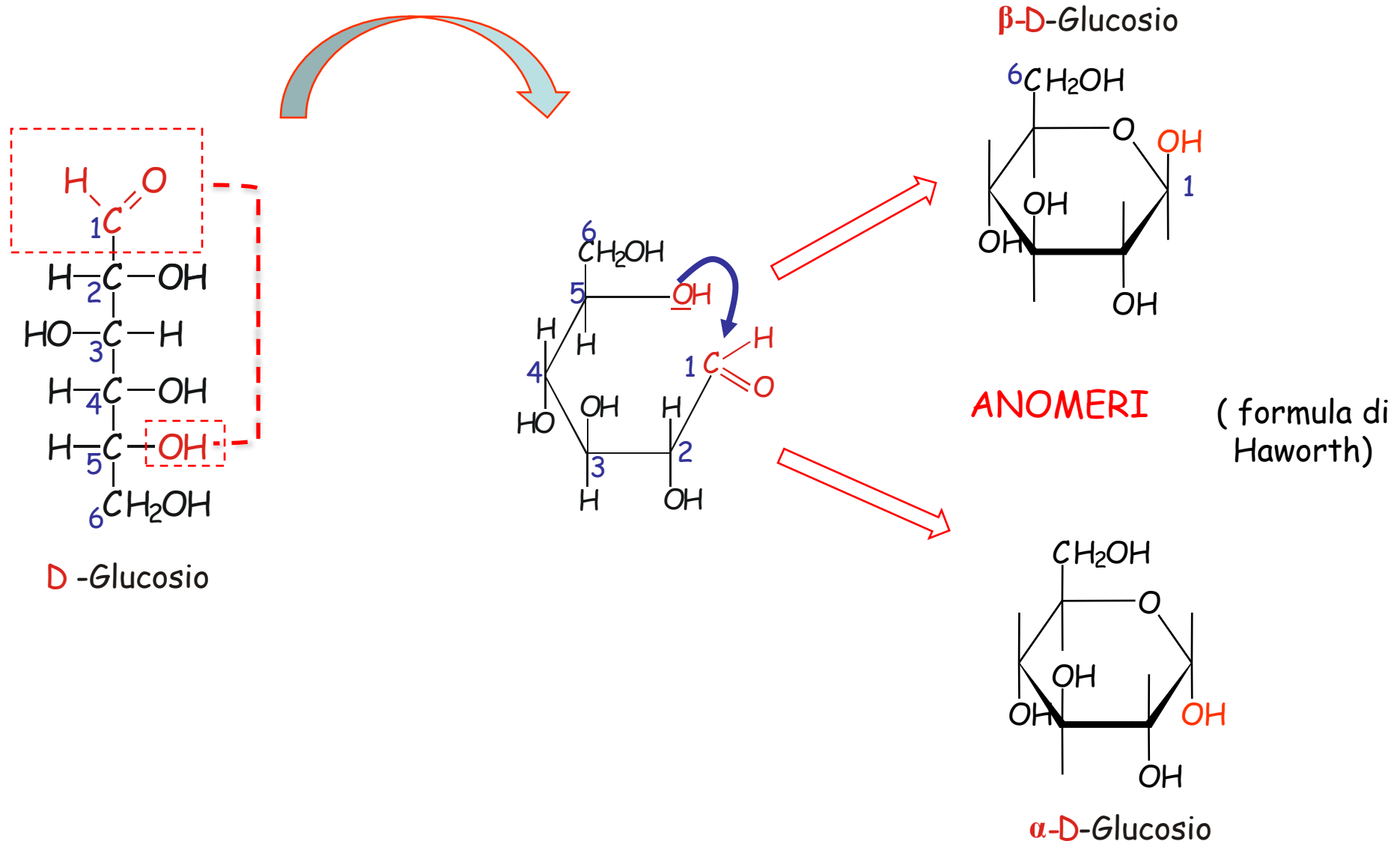


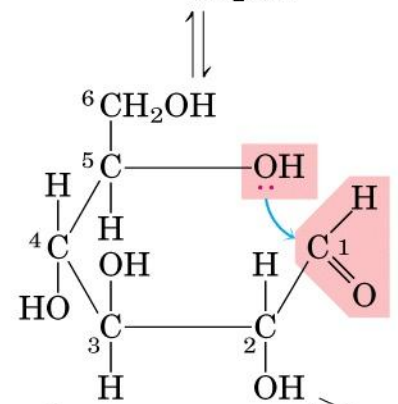
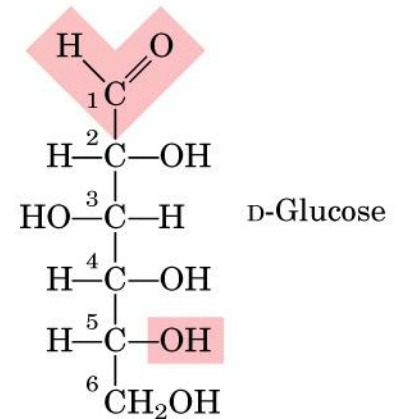
D-galattosio
epimero in C-4

Formazione di un ACETALE



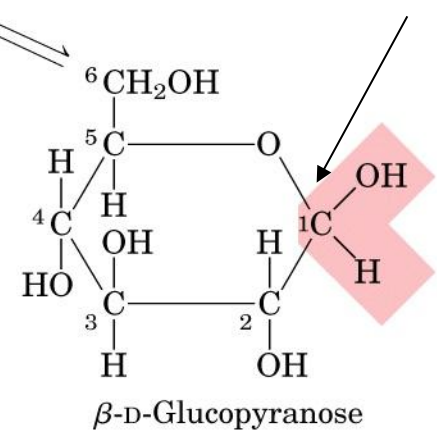
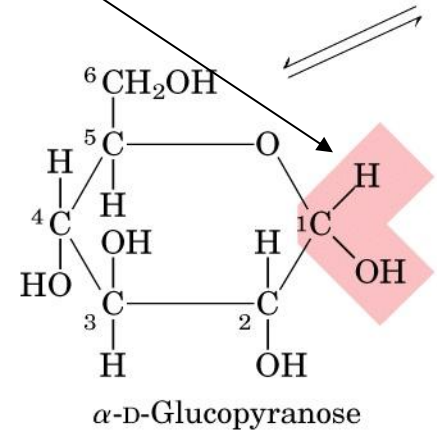
Il glucosio forma un anello facendo interagire il gruppo aldeidico con l'ossidrile in posizione 5





*Carbonio
anomerico*

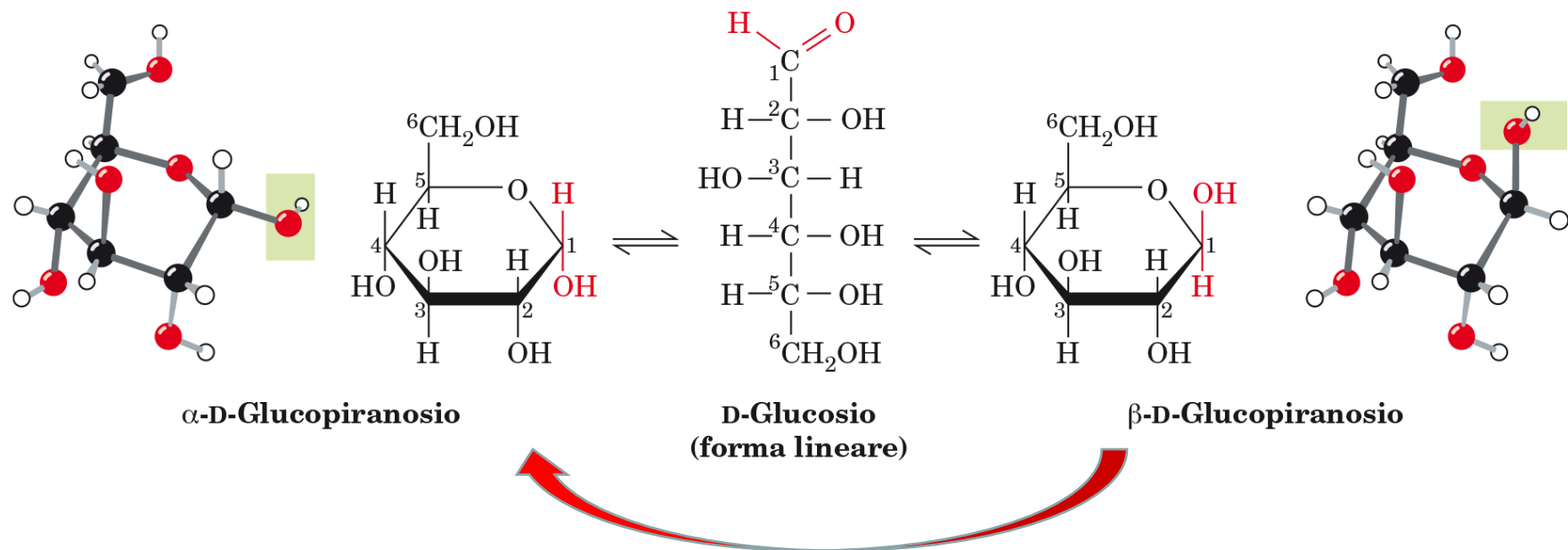
*Carbonio
anomerico*



mutarotation

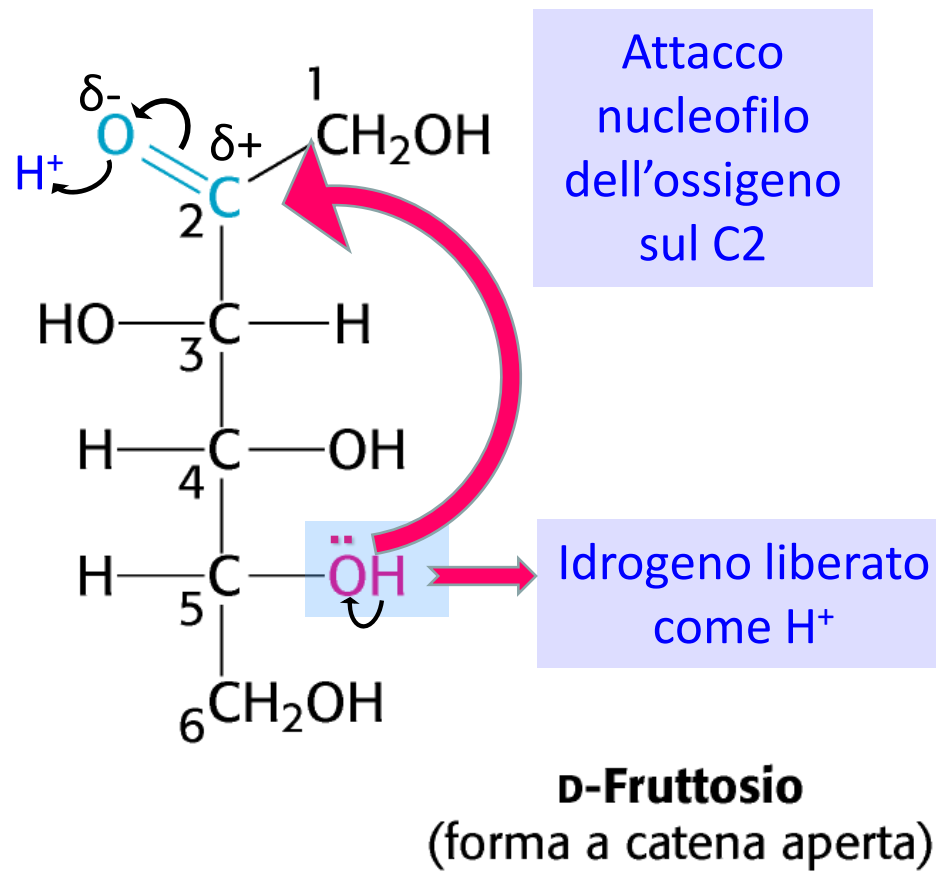
anomeri

MUTAROTAZIONE

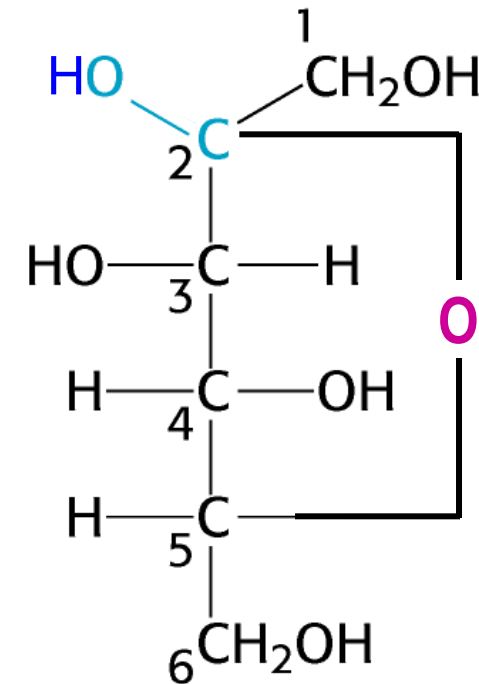


Ciclizzazione dei monosaccaridi chetosi.

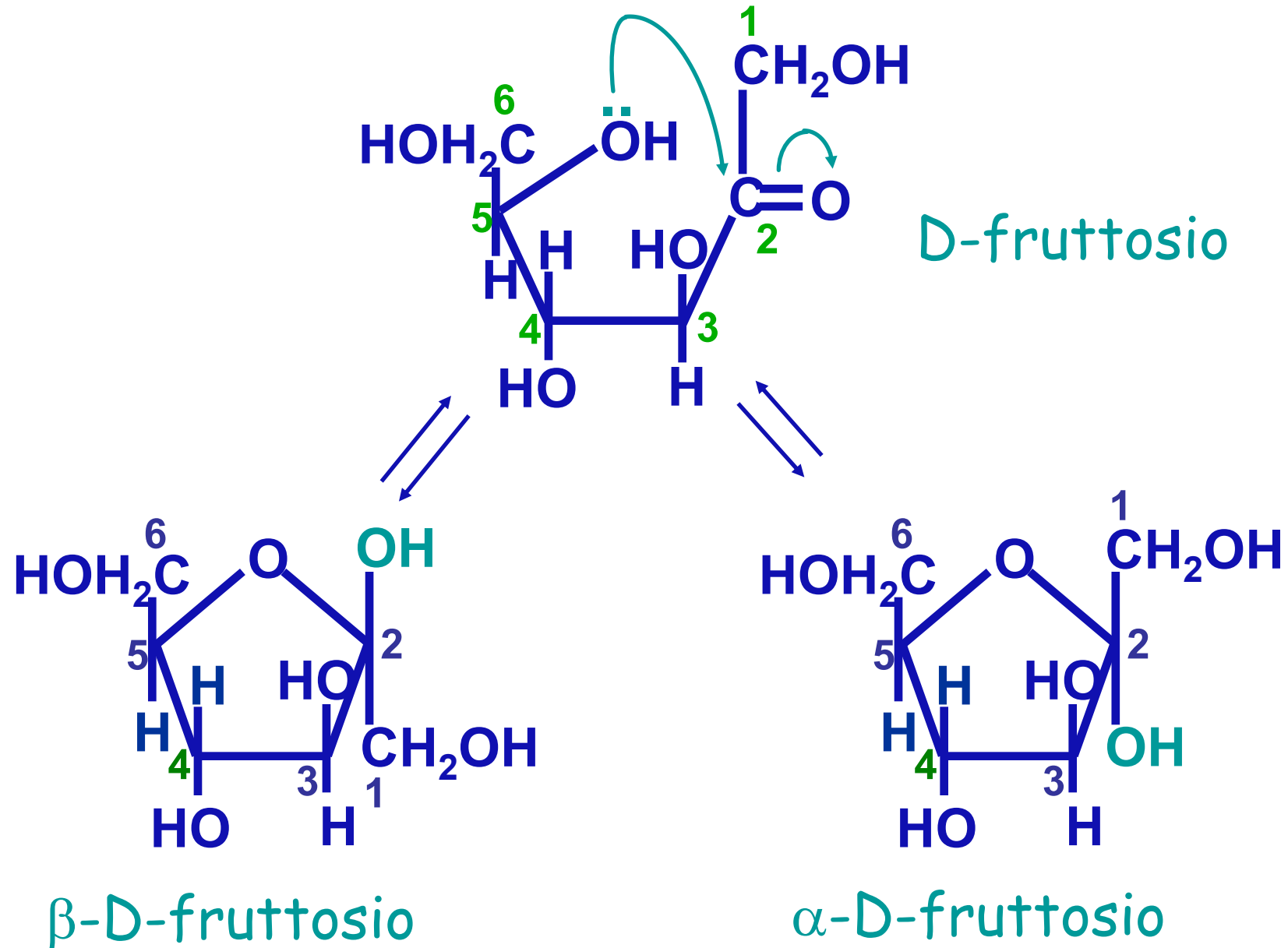
Fruttosio: legame emichetalico fra il carbonio carbonilico in C-2 e il gruppo alcolico in C-5: anello a 5 atomi



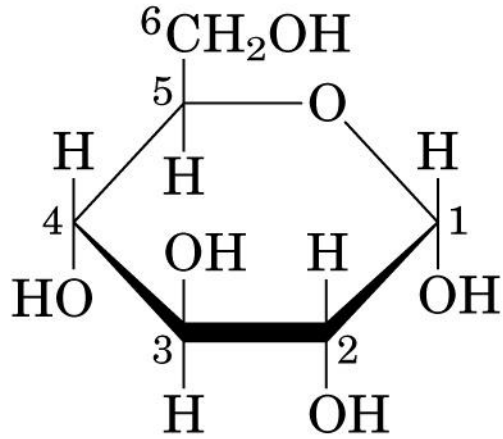
Il carbonio ANOMERICO del fruttosio è il C-2, diventa un Carbonio sp³ chirale



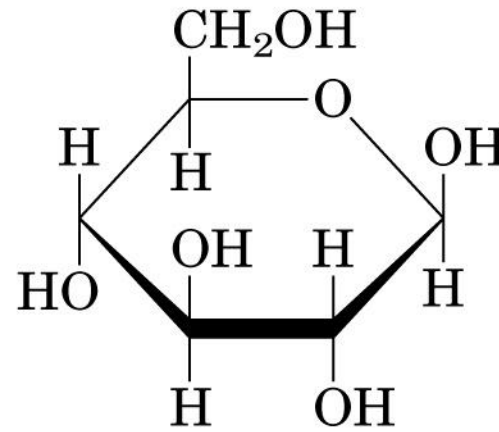
Ciclizzazione del fruttosio



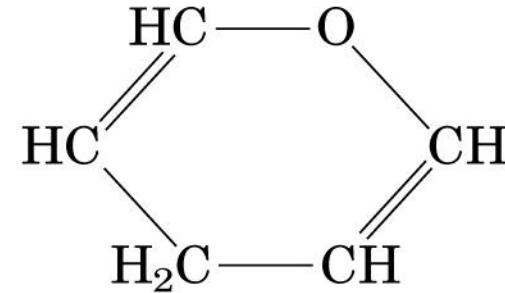
Formule in prospettiva di Haworth



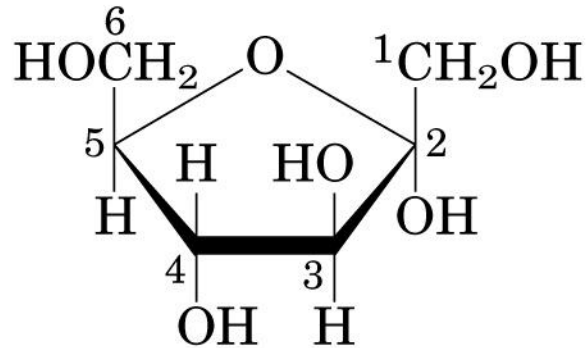
α -D-Glucopyranose



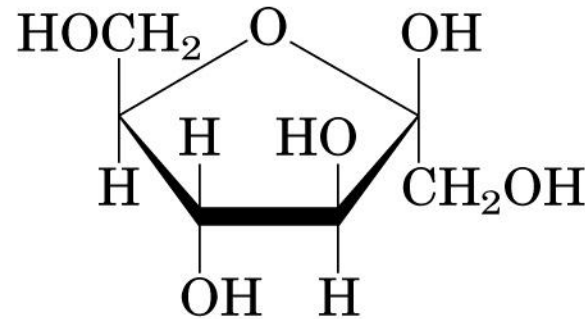
β -D-Glucopyranose



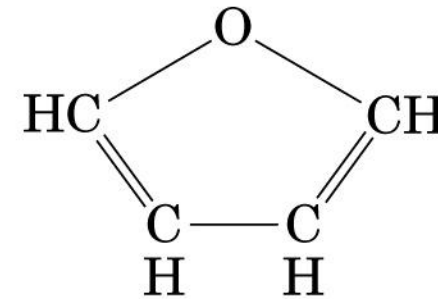
Pyran



α -D-Fructofuranose

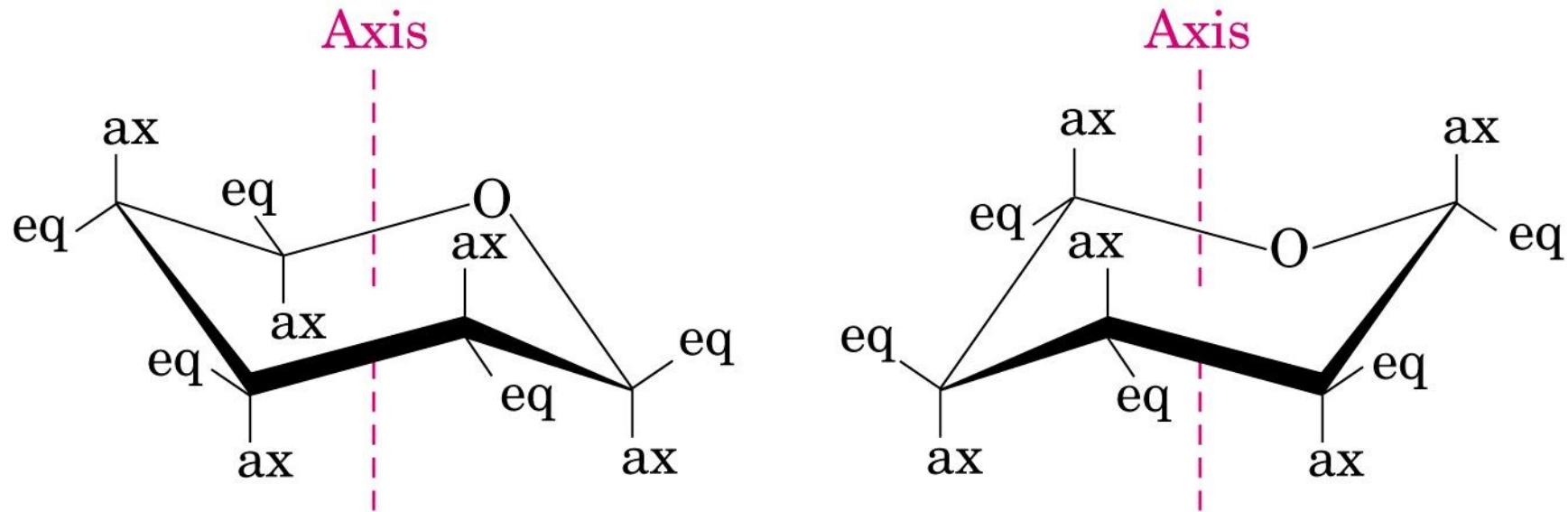


β -D-Fructofuranose



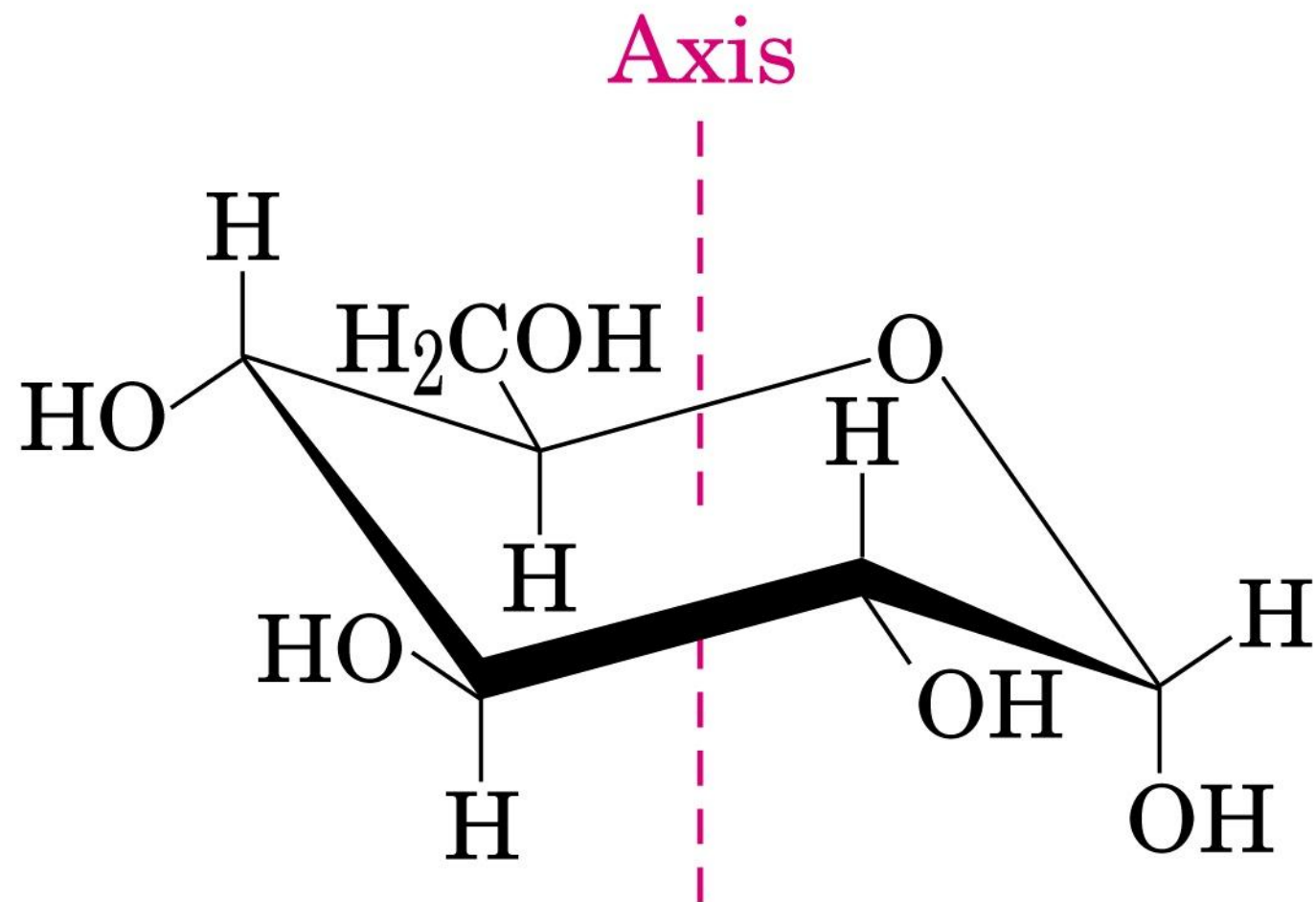
Furan

L'anello piranosico a sei membri non è esattamente planare



Two possible chair forms
(a)

Due **conformazioni** a sedia del **β -D GLUCOPIRANOSIO**
interconvertibili senza rottura di legami

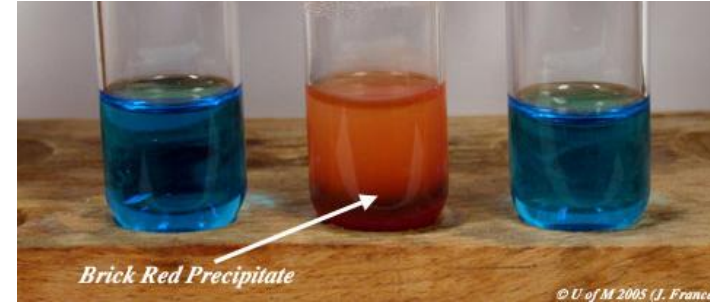
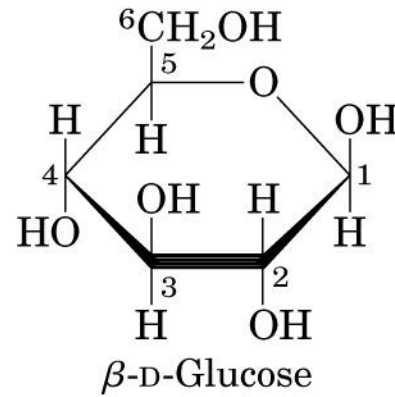


α -D-Glucopyranose
(b)

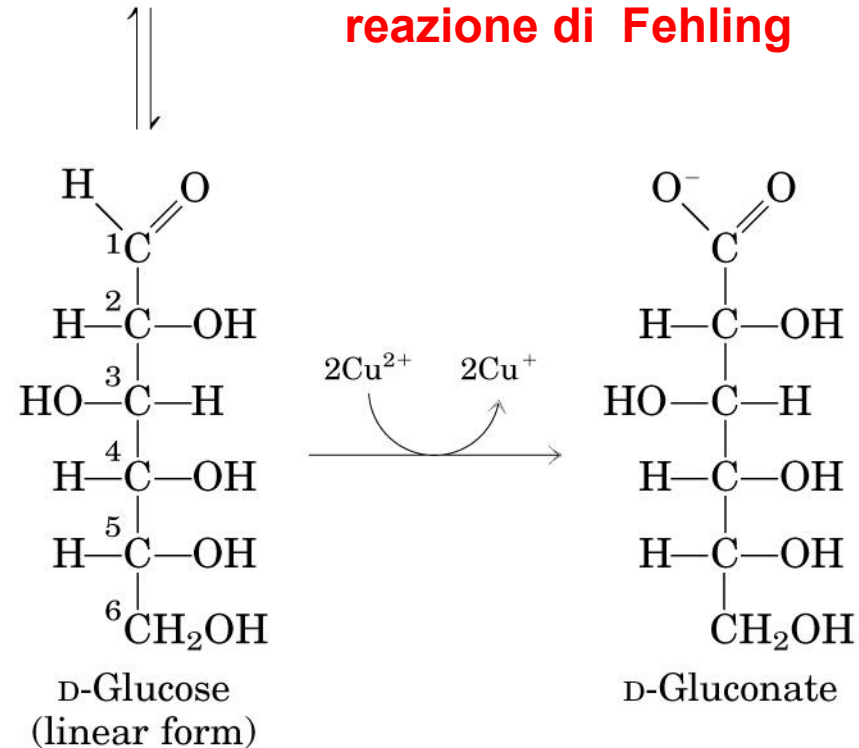
I monosaccaridi sono riducenti:

L'ossidazione del carbonio anomero a gruppo carbossilico e la riduzione dello ione rameico Cu^{2+} a rameoso Cu^+

Determinazione quantitativa degli zuccheri



reazione di Fehling



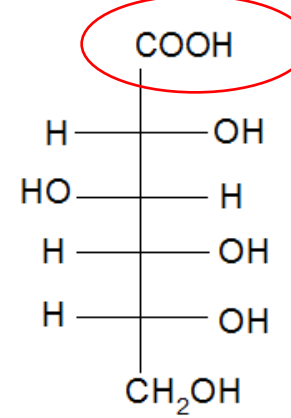
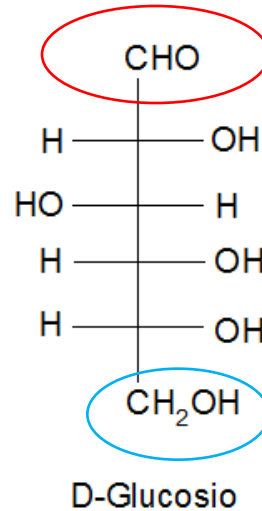
(a)

Derivati biologici degli zuccheri

Ossidazione
chimica o
enzimatica di
un aldoso

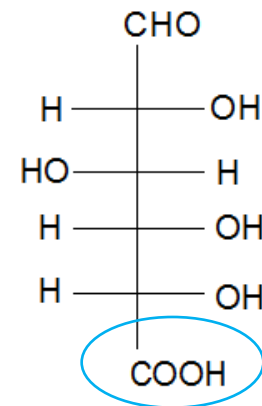


ACIDI



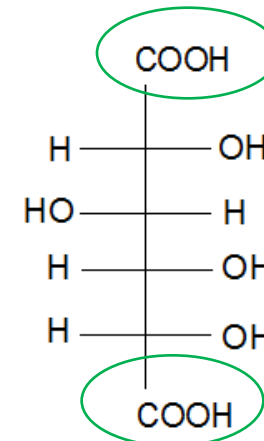
Acidi ALDONICI

Acido Gluconico



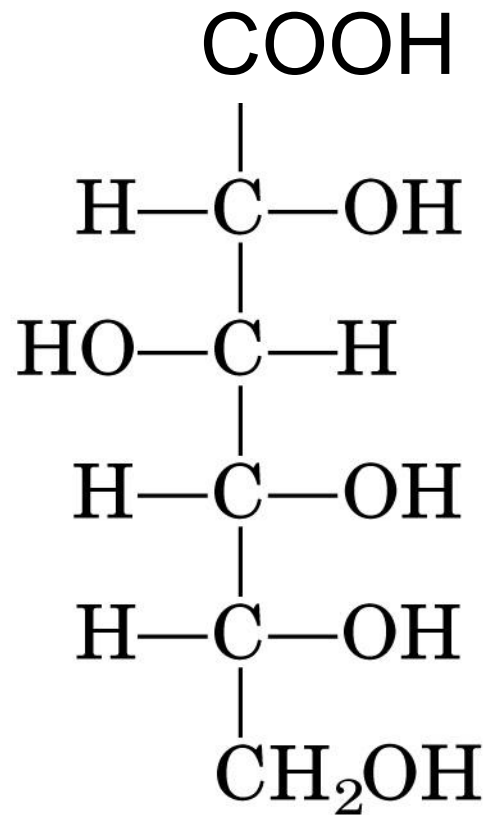
Acidi URONICI

Acido Glucuronico

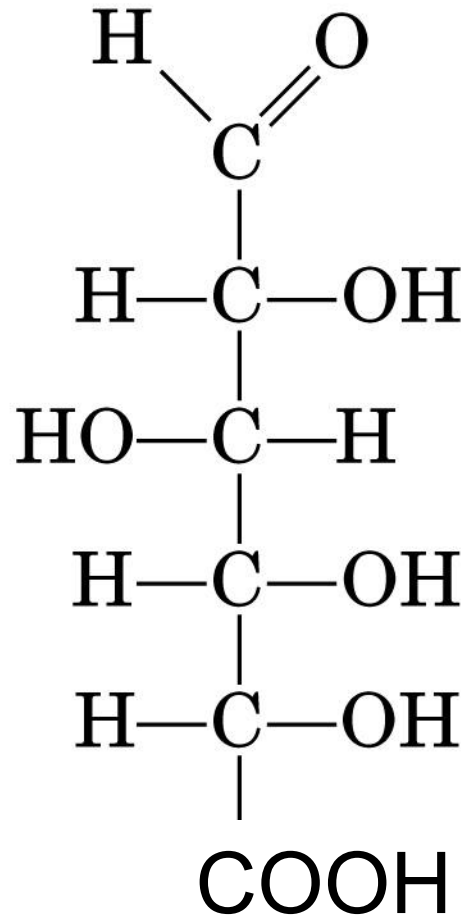


Acidi ALDARICI

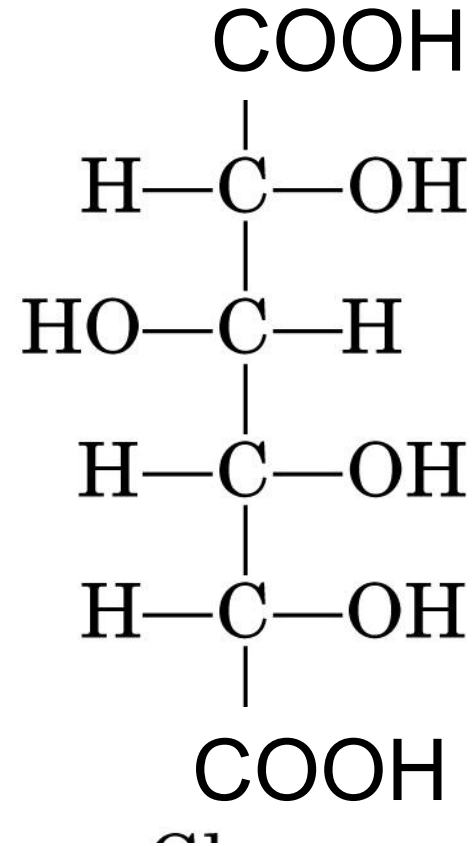
Acido Glucarico



acido gluconico

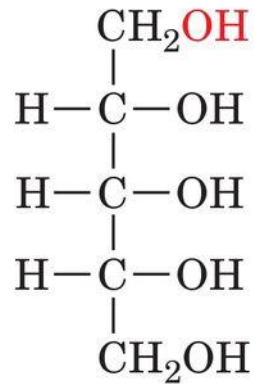


acido glucuronico



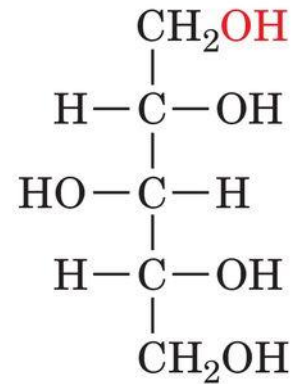
acido glucarico

Derivati biologici degli zuccheri



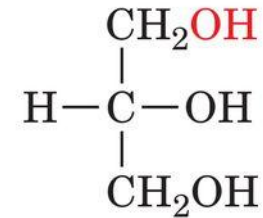
Ribitol

(ribosio)

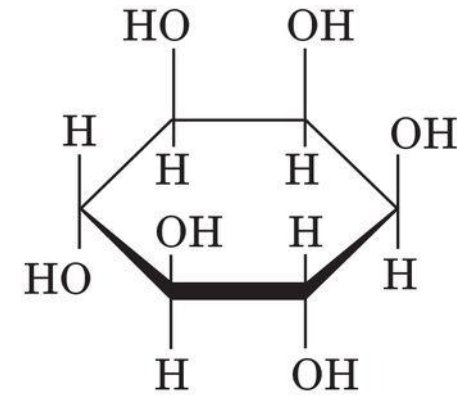


Xylitol

(xilulosio)



Glycerol



***myo*-Inositol**

**Riduzione di un
aldosio o
chetosio**



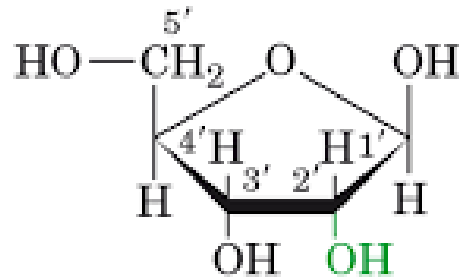
ALDITOLI (polialcoli)

Derivati biologici degli zuccheri

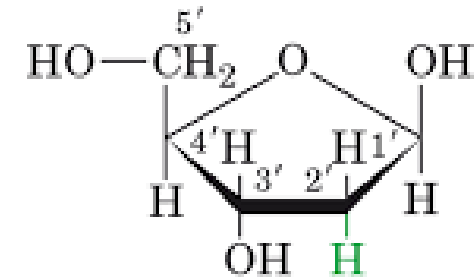
Sostituzione di
un -OH con un
-H



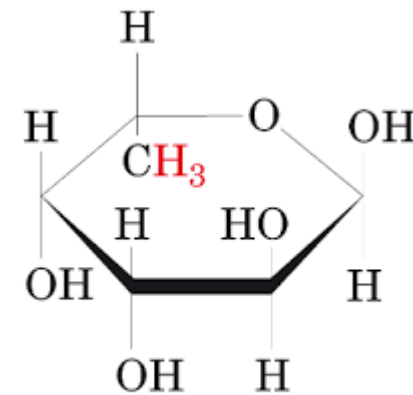
DEOSSIZUCCHERI



Ribosio



Deossiribosio



α -L-Fucosio

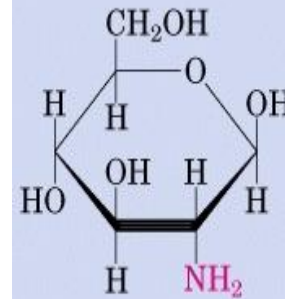


Derivati biologici degli zuccheri

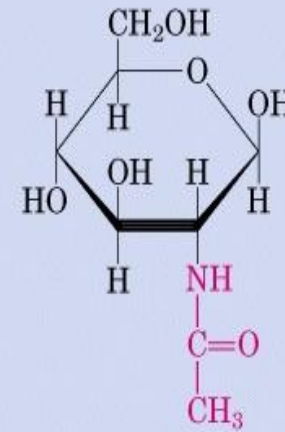
Sostituzione di un
–OH con un
gruppo amminico
che è spesso
acetilato



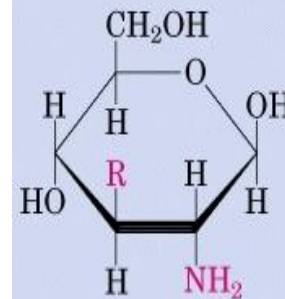
AMMINOZUCCHERI



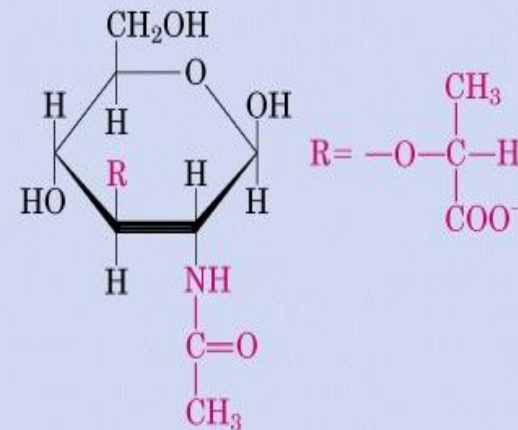
β-D-Glucosamine



N-Acetyl-*β*-D-glucosamine

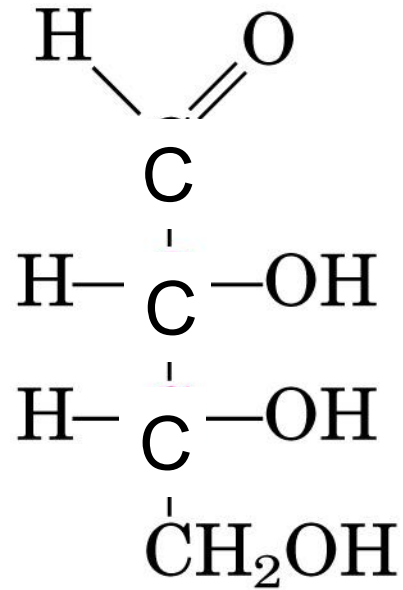


Muramic acid

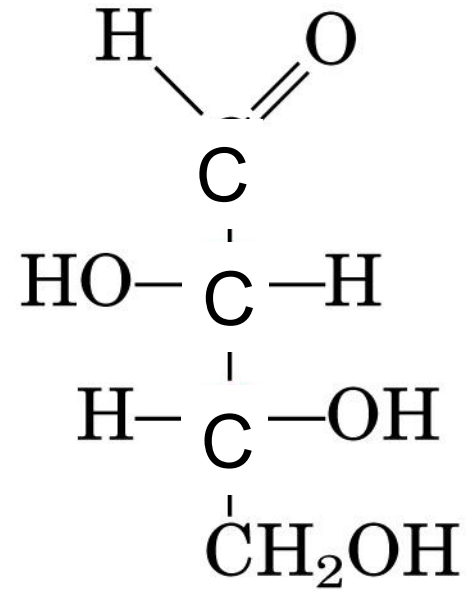


N-Acetylmuramic acid

Quali sono gli atomi di carbonio asimmetrici o chirali??

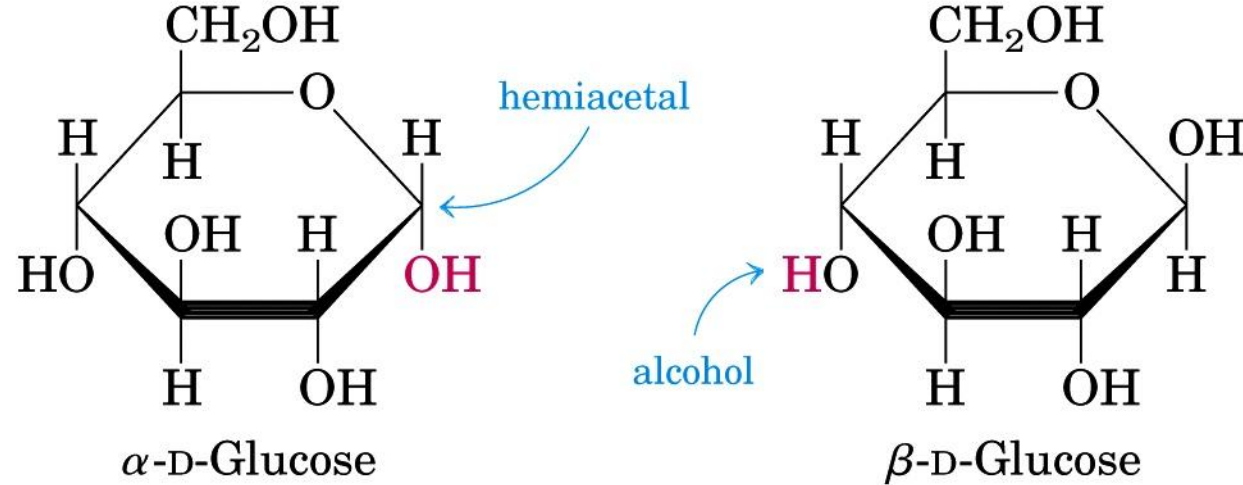


D-eritrosio

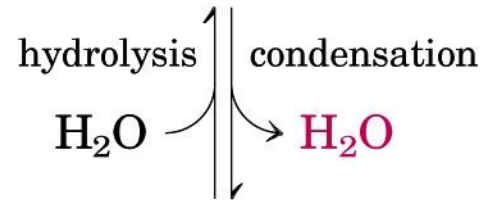


D-treosio

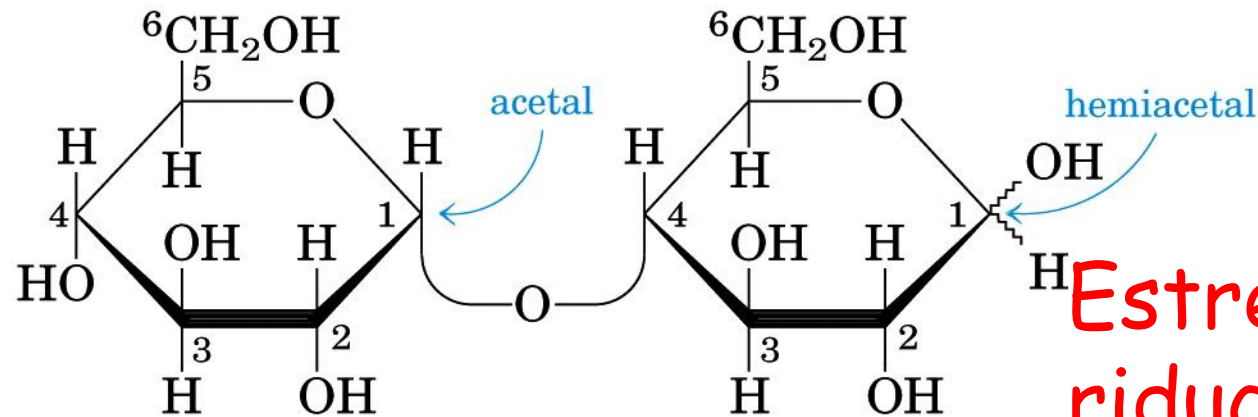
DISACCARIDI: GLICOSIDI



Il C1 dell'anomero α del primo Glucosio si lega all'O4 del secondo Glucosio

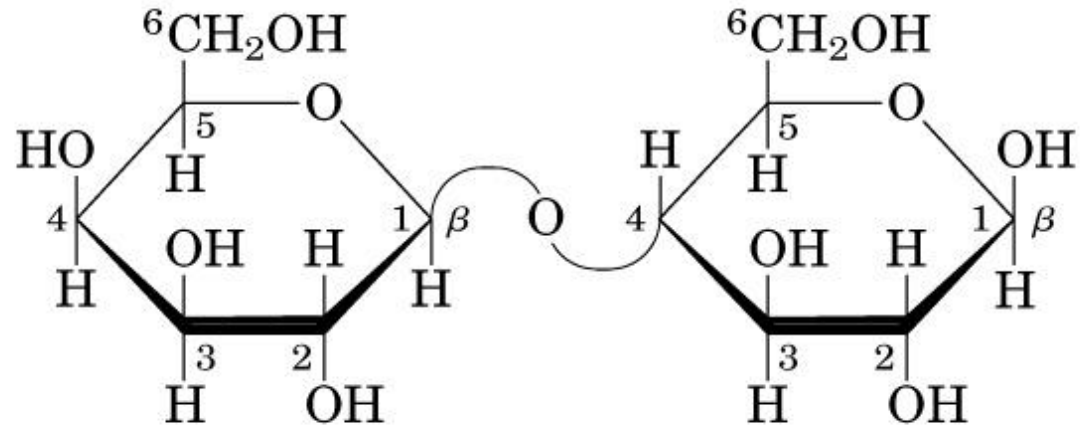


Legame EMIACETALICO =
O-GLICOSIDICO



Estremità
riducente

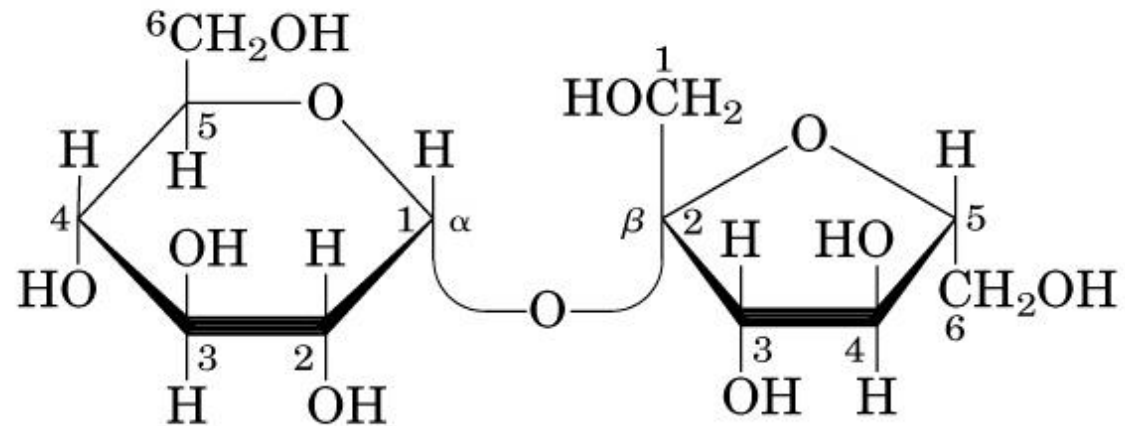
Lattosio:
 β -galattosio + β -glucosio



Lactose (β form)

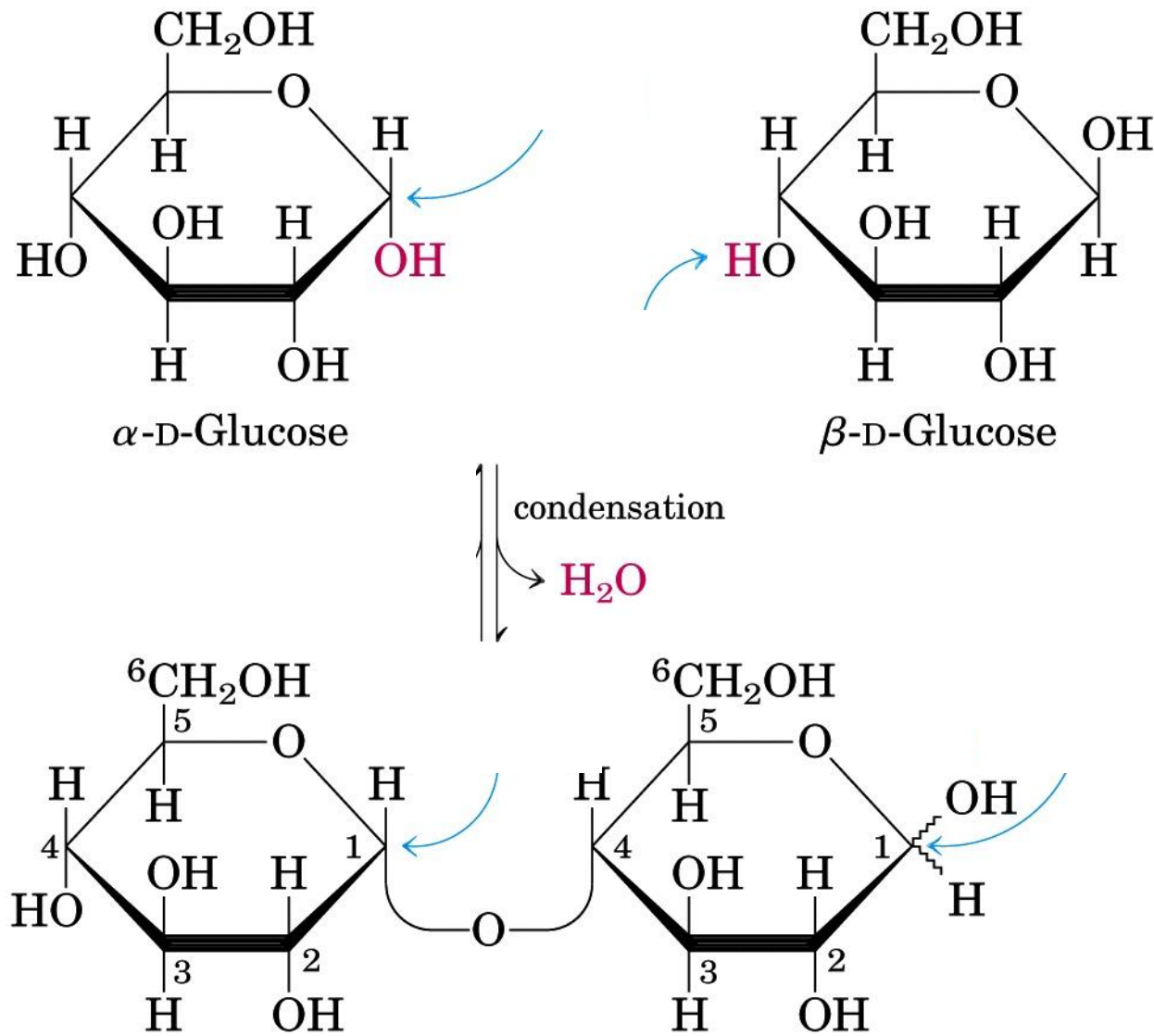
β -D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β -D-glucopyranose
 Gal(β 1 $\rightarrow$ 4)Glc

Saccarosio:
 α -glucosio + β -fruttosio
Non riducente



Sucrose

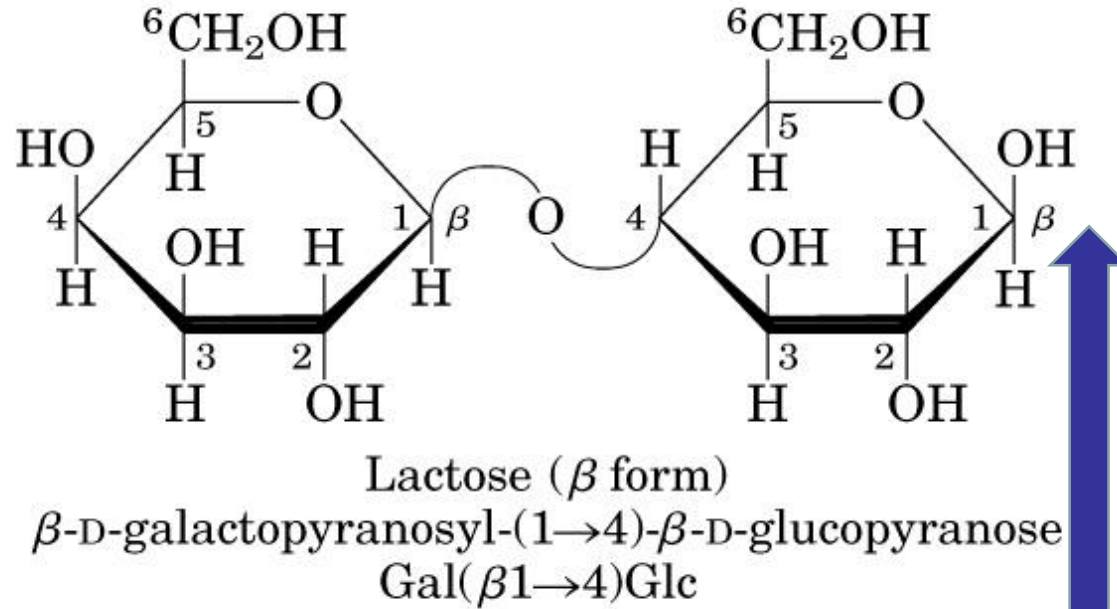
α -D-glucopiranosil- β -D fruttofuranoside
 Fru(β 2 $\leftrightarrow$ 1 α)Glc



MALTOSIO (α -D-glucopiranosil $\cdot(1\rightarrow4)$ D-glucopiranosio)

Lattosio:

β -D-galattosio + β -D-glucosio



Lactose or milk sugar occurs naturally only in milk , where its concentration range from 0 to 7% depending on the species.

Lactose is a reducing sugar because it presents a free anomeric carbon of its glucose residue

β -D-fruttosio + α -D-glucosio

Chemical structure of the disaccharide cellobiose, showing two glucose units linked by a β -1,4-glycosidic bond. The left glucose unit is in a chair conformation with its anomeric carbon (C1) in the α position. The right glucose unit is in a chair conformation with its anomeric carbon (C1) in the β position. The bond is labeled with α and β .

$$\beta\text{-D-fructofuranosyl } \alpha\text{-D-glucopyranoside}$$

$$\text{Fru}(\beta 2 \leftrightarrow 1 \alpha) \text{Glc}$$

Sucrose is not a reducing sugar because anomeric carbon atoms (C1 of the glucose and C2 of the fructose) make glycosidic bond.

carboidrati

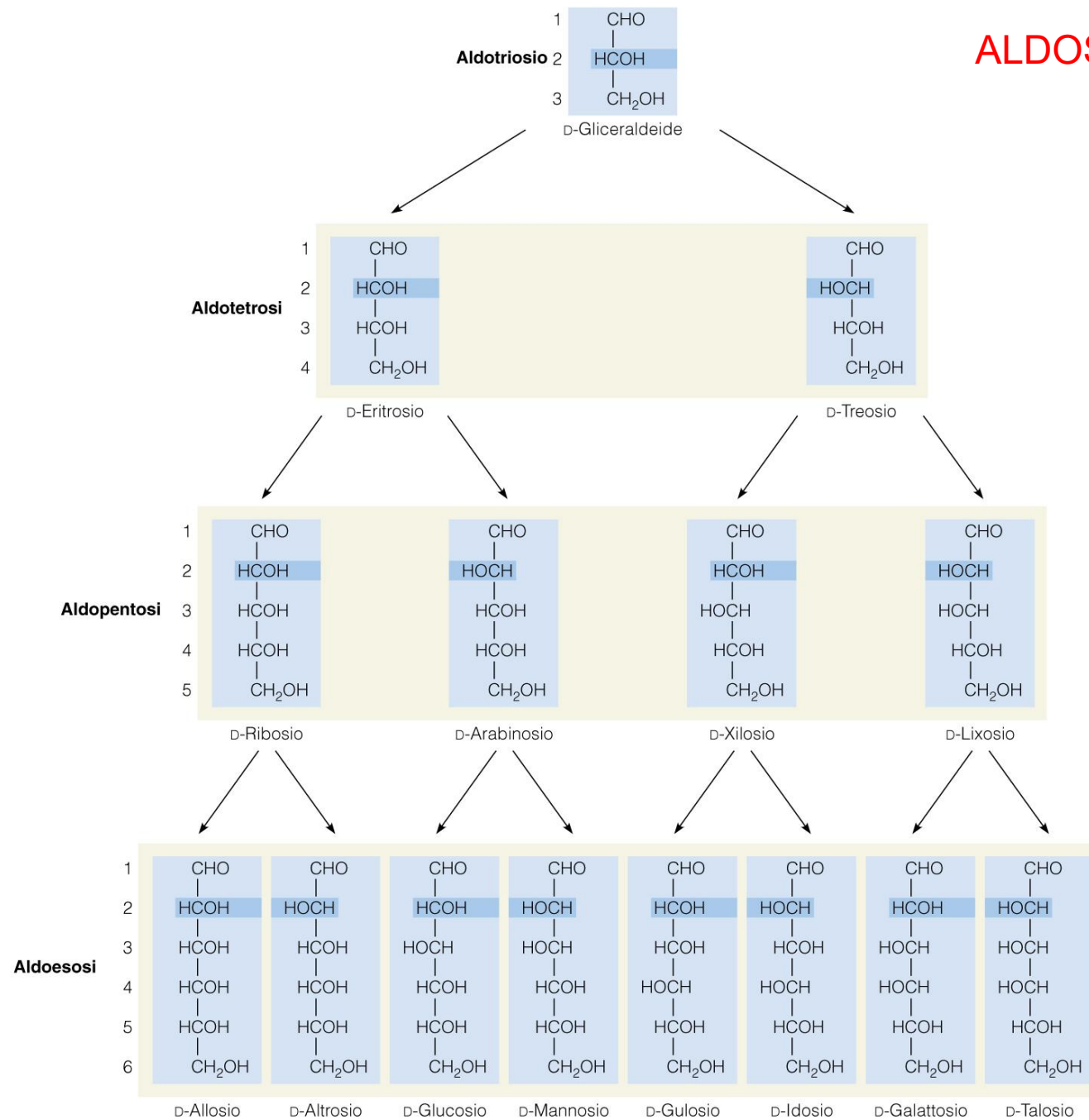
```
graph TD; A[carboidrati] --> B[Monosaccaridi<br/>Es. glucosio]; A --> C[Oligosaccaridi<br/>glicosidi]; A --> D[Polisaccaridi<br/>glicani];
```

Monosaccaridi
Es. glucosio

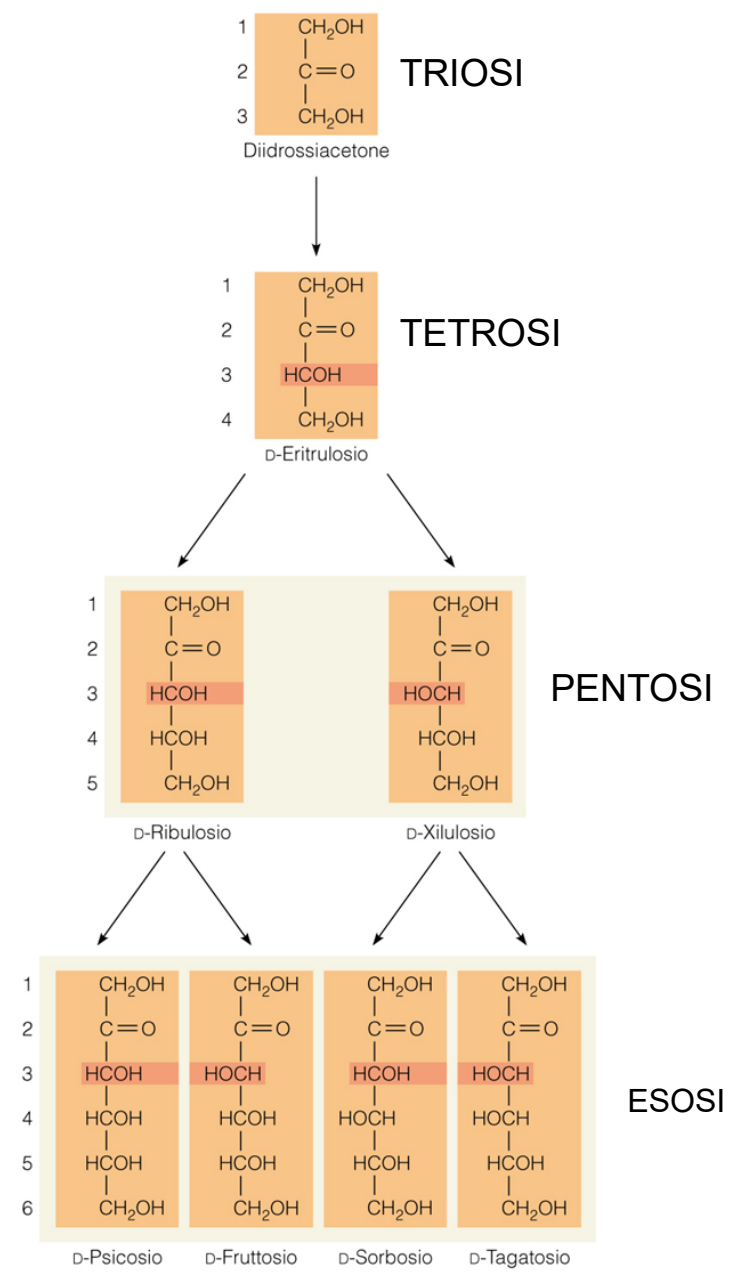
Oligosaccaridi
glicosidi

Polisaccaridi
glicani

ALDOSI

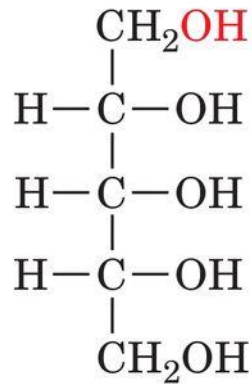


CHETOSI



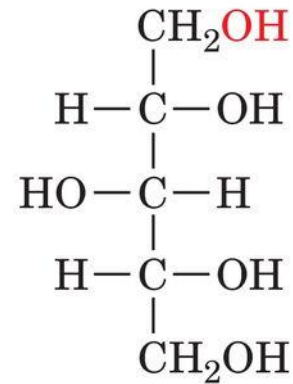
(b) D-Chetosi

Derivati biologici degli zuccheri



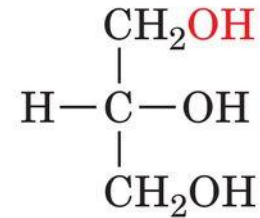
Ribitol

(ribosio)

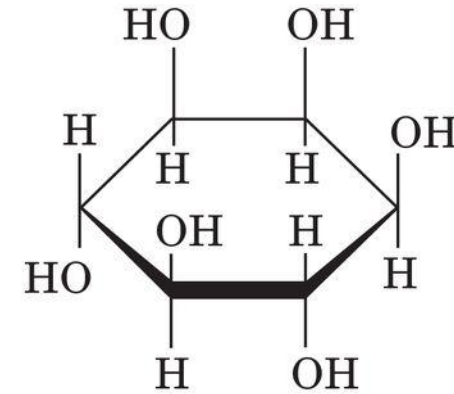


Xylitol

(xilulosio)



Glycerol



***myo*-Inositol**

**Riduzione di un
aldosio o
chetosio**

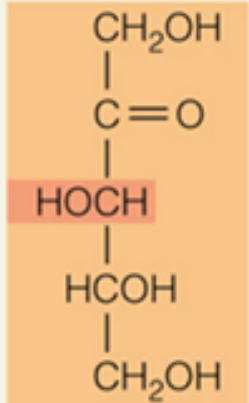


ALDITOLI (polialcoli)

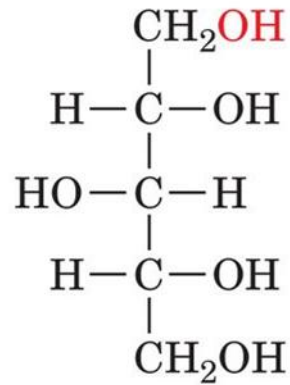
Importanza commerciale come
dolcificanti nelle gomme e
caramelle senza zucchero

Zuccheri di importanza commerciale:

Si estrae **da diversi tipi di verdure e di legni**. Chiamato zucchero del legno, industrialmente è ricavato dalla corteccia di alcuni alberi ad alto fusto, in particolare dalla betulla.

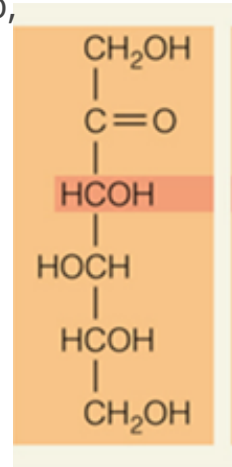


D-Xilulosio



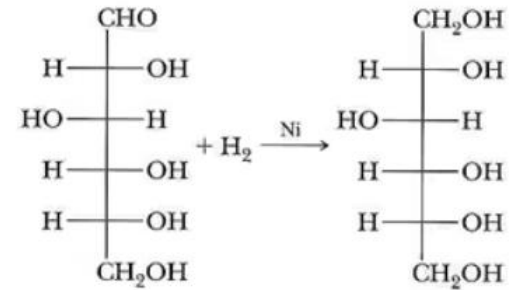
-Xylitol

Importanza commerciale come dolcificanti nelle gomme e caramelle senza zucchero



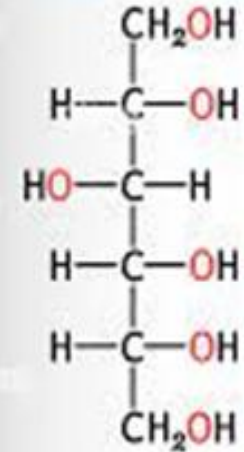
D-Sorbosio

Riduzione del gruppo aldeidico del glucosio,



RIDUZIONE DEL GLUCOSIO A SORBITOLO

Sorbitol



Il sorbitolo così ottenuto viene indirizzato soprattutto alla produzione di caramelle e chewingum senza zucchero, prodotti dolciari in genere ed alimenti dietetici per i diabetici

Il sorbitolo viene infatti assorbito in modo parziale ed incompleto dall'intestino, e non stimola la secrezione di insulina.



POLISACCARIDI

Polimeri ad elevata massa molecolare

La maggior parte dei carboidrati presenti in natura si presenta come polisaccaridi, polimeri di peso molecolare medio-alto (20.000 Da).

I polisaccaridi sono chiamati anche GLICANI

Le unità monosaccaridiche differiscono:

- Nella lunghezza della loro catena ,
- Nel tipo di legami tra le unità,
- Nel grado di ramificazione.

POLISACCARIDI (glicani)

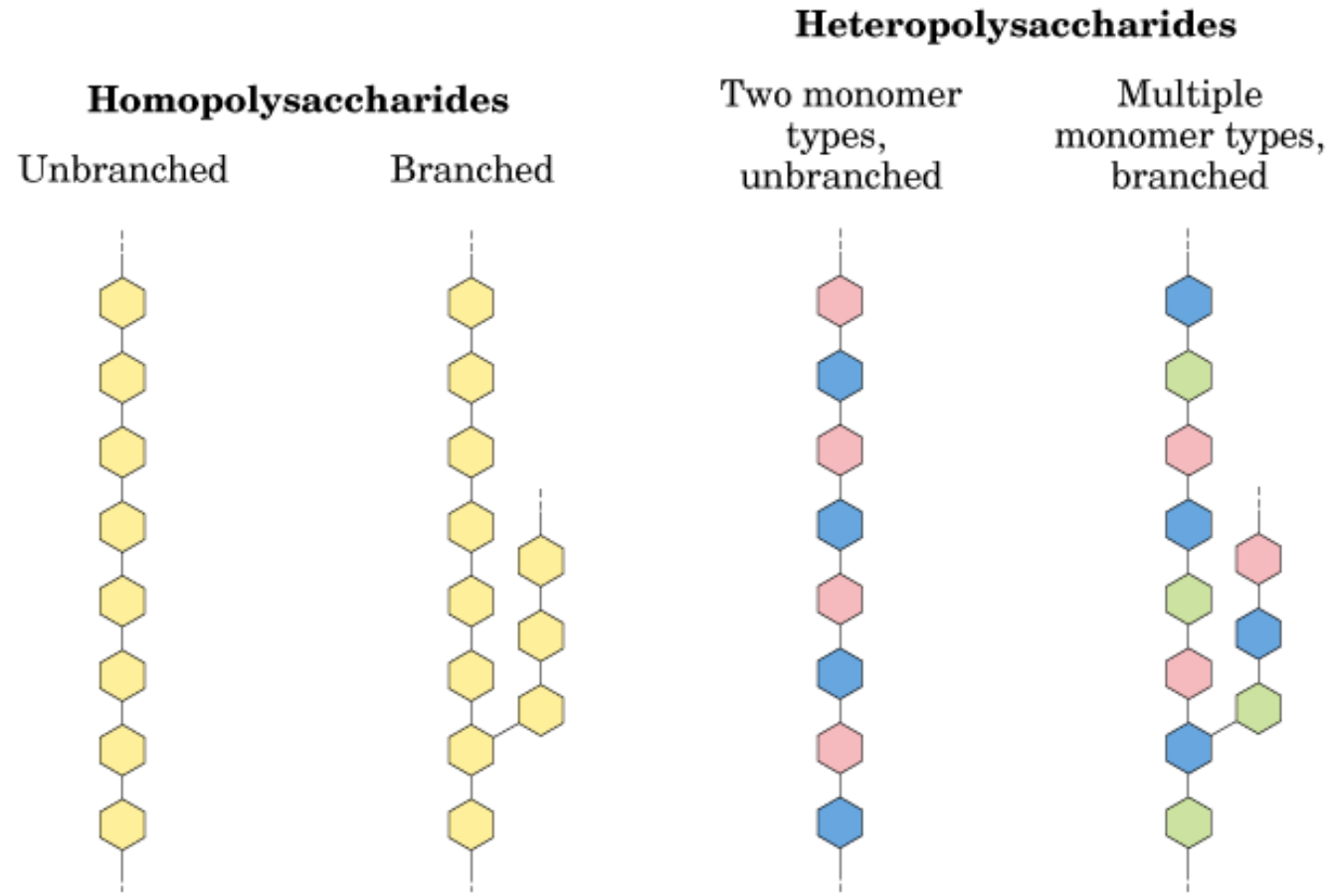
Polimeri ad elevata massa molecolare

OMOPOLISACCARIDI

1 solo tipo di unità monomerica

ETEROPOLISACCARIDI

2 o più tipi di unità



OMOPOLISACCARIDI

FUNZIONI

```
graph TD; A[FUNZIONI] --> B[Alcuni omopolisaccaridi fungono da elementi strutturali nelle pareti delle cellule vegetali e negli esoscheletri animali.]; A --> C[Alcuni omopolisaccaridi fungono da forme di immagazzinamento (usati come combustibili)]; B --> D[STRUTTURALI]; D --> E[Cellulosa (piante)]; D --> F[Chitina (insetti)]; E --> G[Legami beta-glicosidici]; C --> H[DI RISERVA]; H --> I[Amido (piante)]; H --> J[Glicogeno (animali)]; I --> K[Legami alfa-glicosidici];
```

Alcuni omopolisaccaridi fungono da elementi strutturali nelle pareti delle cellule vegetali e negli esoscheletri animali.

STRUTTURALI

Cellulosa (piante)

Chitina (insetti)

Legami beta-glicosidici

Alcuni omopolisaccaridi fungono da forme di immagazzinamento (usati come combustibili)

DI RISERVA

Amido (piante)

Glicogeno (animali)

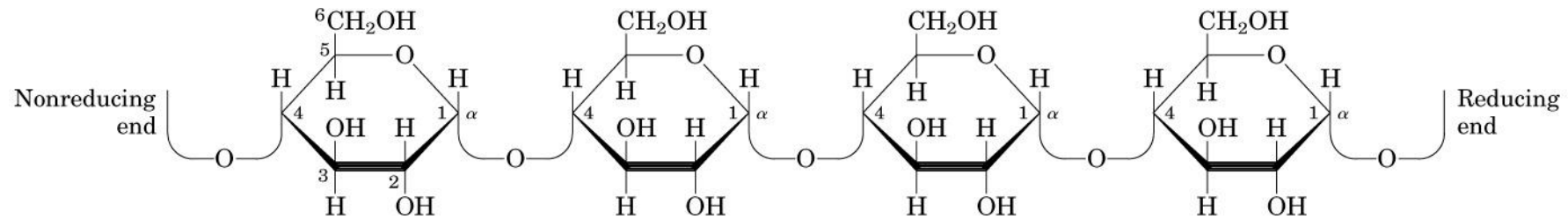
Legami alfa-glicosidici

NEI CLOROPLASTI DELLE PIANTE:

Omopolisaccaridi di **riserva: Amido (α -glucosio)**

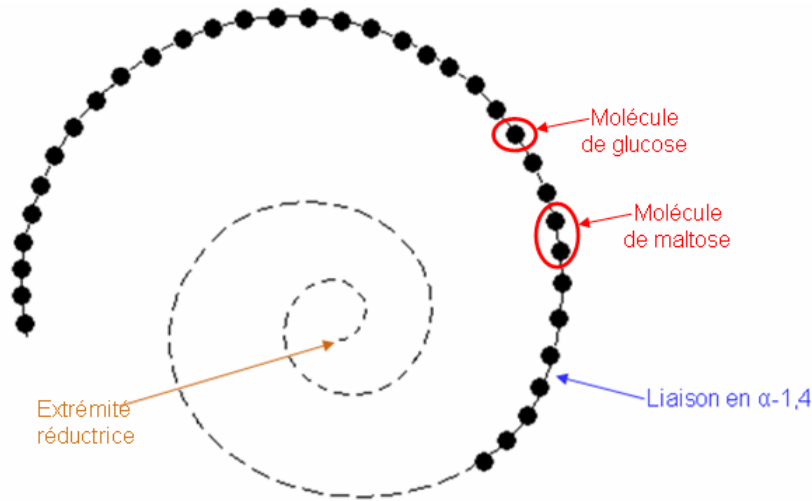
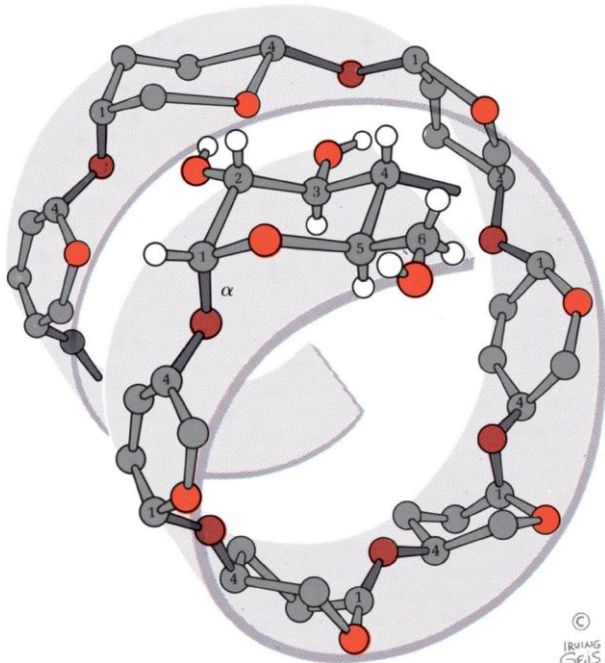
Contiene due tipi di polimeri del glucosio

Amiloso a catena lineare + **amilopectina** a catena ramificata



(a)

amiloso



Amylose

Forma elicoidale

L'amiloso è una catena lineare ed è costituita da lunghe catene non ramificate di residui di D-glucosio collegati da legami ($\alpha 1 \rightarrow 4$) (come nel maltosio).

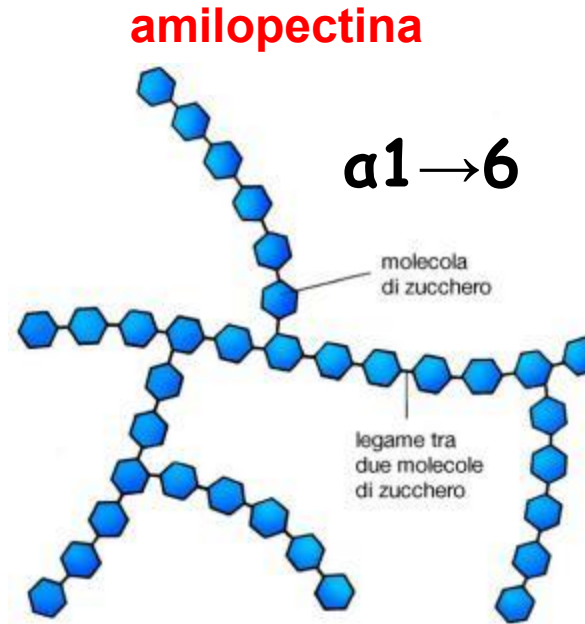
Peso molecolare: da poche migliaia a più di un milione.

Omopolisaccaridi di **riserva: Amido (α -glucosio)**

amiloso a catena lineare + **amilopectina** a catena ramificata

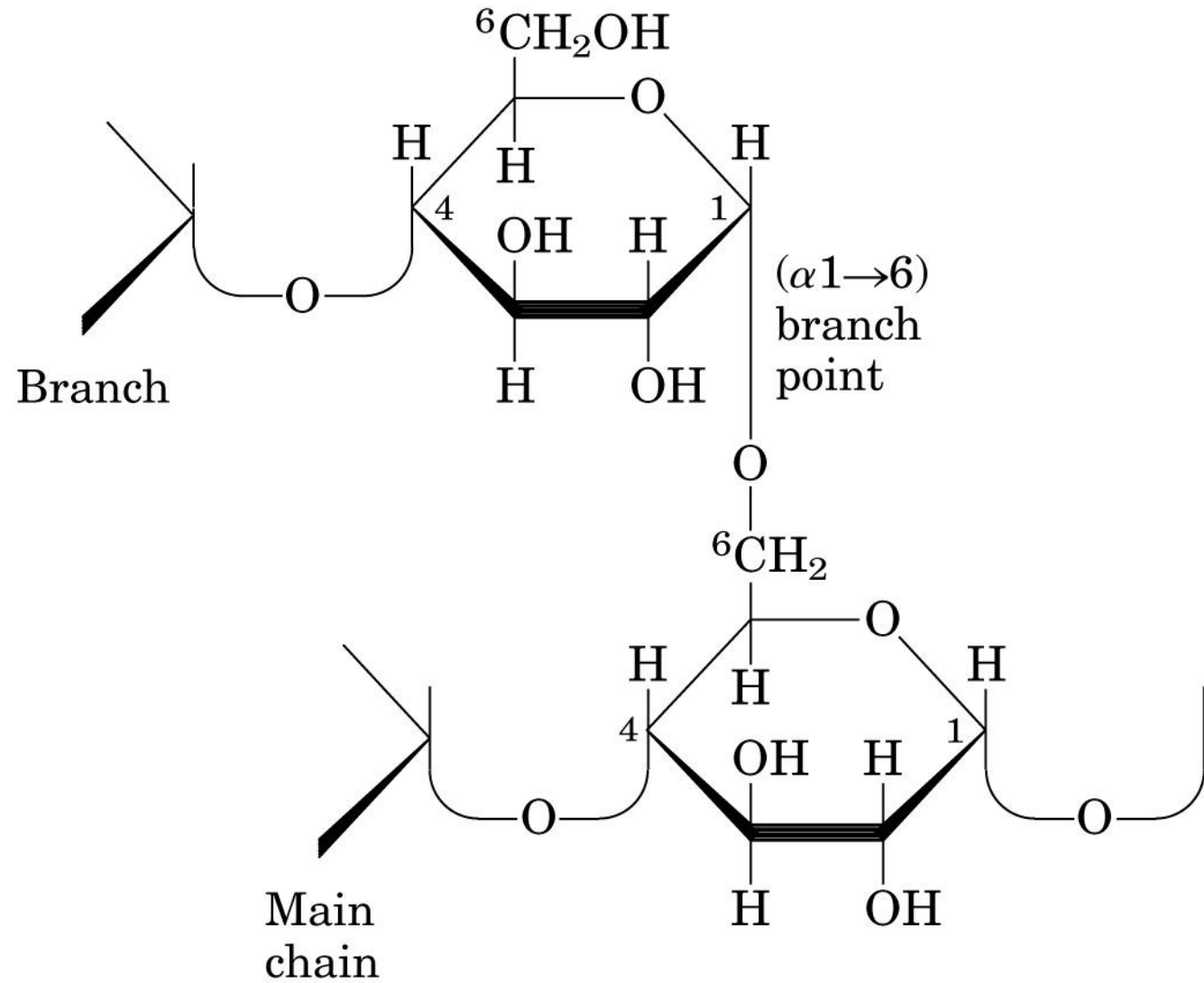
AMILOPECTINA

ha un peso molecolare elevato (fino a 200 milioni) e la sua catena è molto ramificata



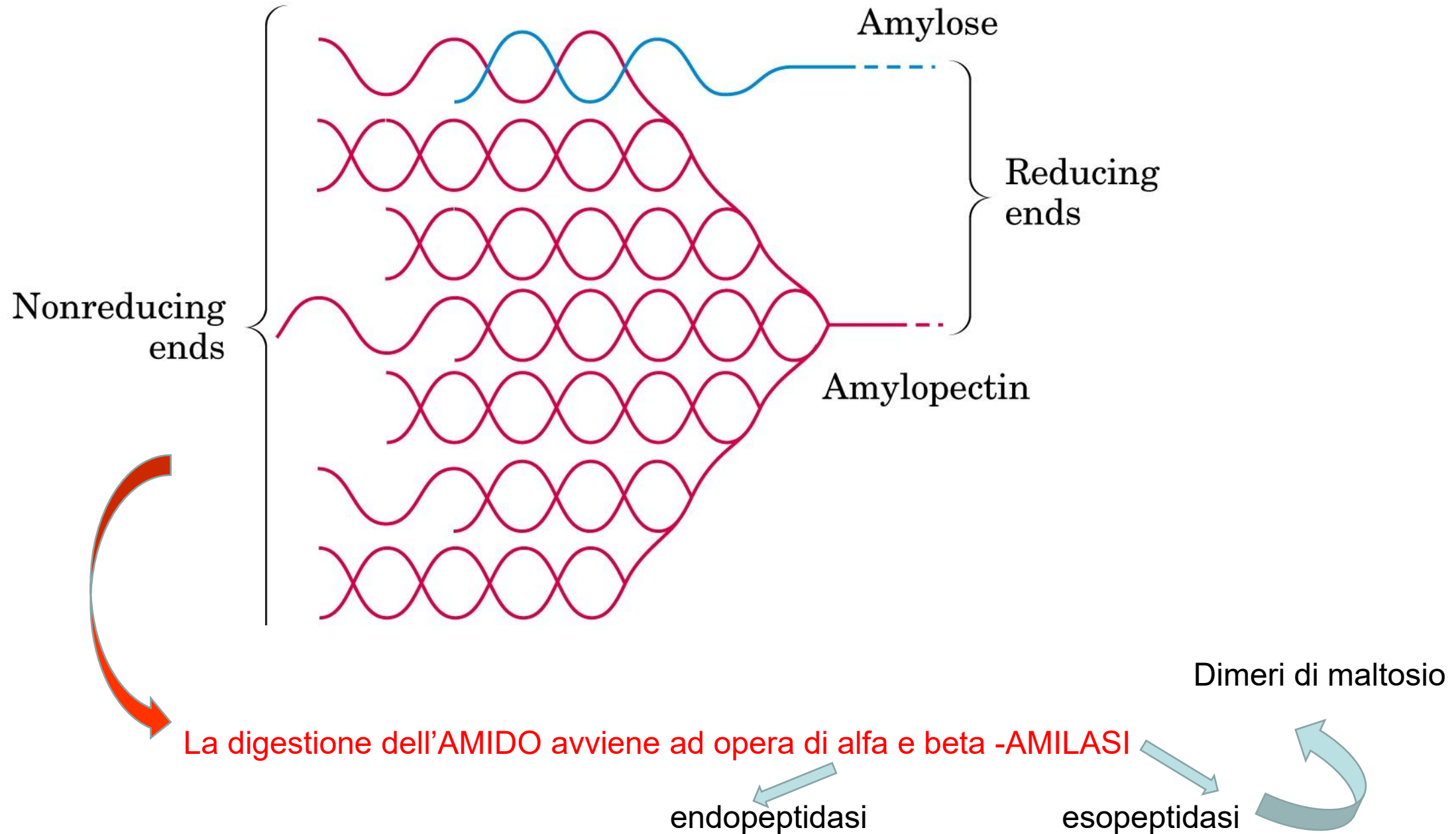
I legami glicosidici che si uniscono seguendo i residui di glucosio nelle catene di amilopectina sono ($\alpha 1 \rightarrow 4$) ;
i punti di diramazione (ogni 12-30 residui) sono ($\alpha 1 \rightarrow 6$)

Un punto di ramificazione
dell'**amilopectina**
circa ogni 20 residui



(b)

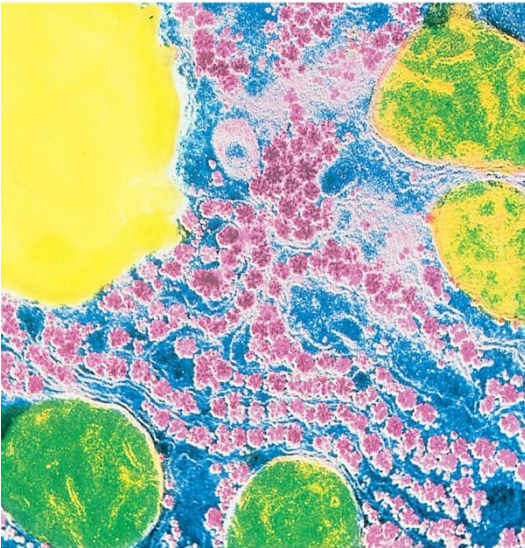
- **PERCHE' si accumula AMIDO e NON GLUCOSIO?**
- **PERCHE' sono altamente RAMIFICATI?**



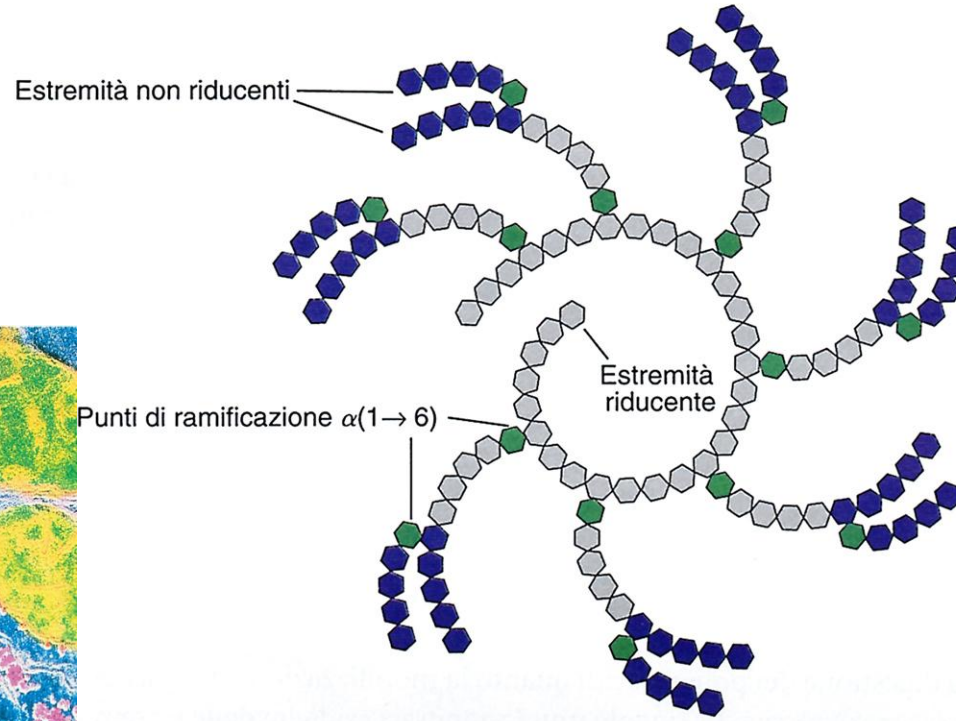
Omopolisaccaridi di **riserva**

Glicogeno (α -glucosio)

La struttura del glicogeno è uguale all'amilopectina ma il glicogeno è più maggiormente ramificato (ogni 8-12 residui)



CNRI/Science Photo Library/Photo Researchers



Glicogeno

Abbondante nel fegato (circa il 7% del peso umido) e nel muscolo scheletrico. Negli epatociti il glicogeno si trova in grossi granuli che contengono, in forma strettamente legata, gli enzimi responsabili della sintesi e degradazione del glicogeno.

Perche' il glucosio deve essere conservato come glicogeno?

La concentrazione di glicogeno, che è insolubile e contribuisce poco all'osmolarità del citosol, è di circa 0,01 M.

Se il glucosio fosse 0,4 M, l'osmolarità sarebbe elevata, portando all'ingresso osmotico di acqua che potrebbe rompere la cellula.

Il glicogeno negli animali è conservato sotto forma di granuli nelle cellule epatiche e nel tessuto muscolare scheletrico.

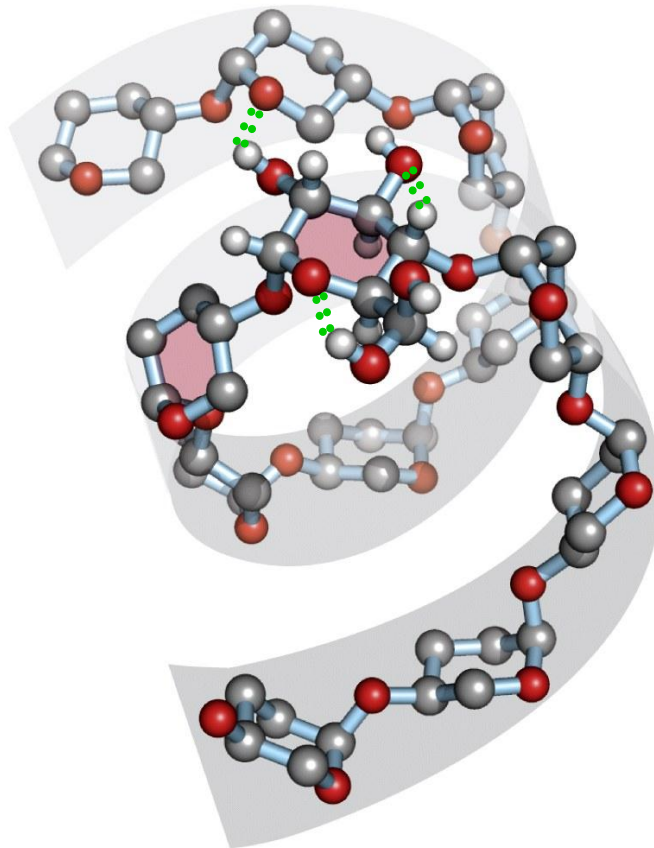
È vantaggioso per la cellula conservare glucosio sotto forma di polimeri:

Infatti, se gli epatociti dovessero contenere in forma monosaccaridica la quantità di glucosio che immagazzinano sotto forma di glicogeno, la concentrazione di glucosio intracellulare sarebbe elevatissima, ciò significherebbe un'osmolarità elevatissima che porterebbe alla lisi cellulare per assunzione di acqua dall'esterno.

Inoltre la cellula non potrebbe portar dentro altro glucosio: occorrerebbe una spesa energetica insostenibile per il trasporto contro gradiente del glucosio.

Le catene di polisaccaridi possono assumere una struttura tridimensionale, dettata dalla rotazione che può avvenire **liberamente intorno al legame glicosidico**.

Le catene glucidiche di amilosio, amilopectina e glicogeno tendono ad avvolgersi a spirale assumendo una conformazione ad elica. Queste catene spiralizzate aggregano formando granuli di deposito.



Le eliche polisaccaridiche sono stabilizzate da legami H fra i gruppi OH dei residui di glucosio

Donatore di
legame idrogeno

Accettore di
legame idrogeno



Figure 7-20b
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

Destrani

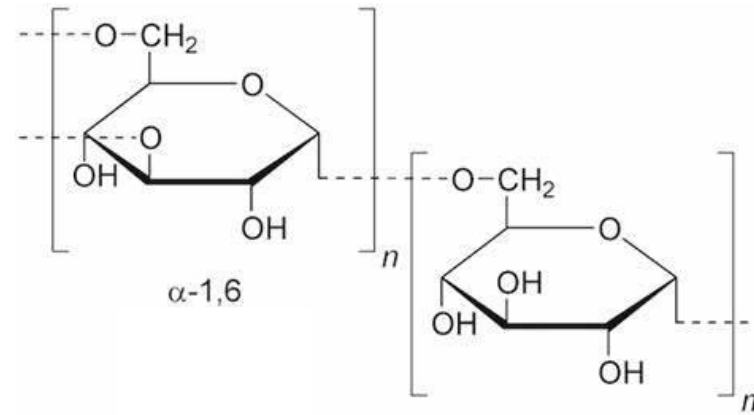


polisaccaridi batterici e nel lievito

(α 1- $\rightarrow$ 6) poli-D-glucosio

(α 1- $\rightarrow$ 4) ramificazioni

(α 1- $\rightarrow$ 4) o (α 1- $\rightarrow$ 2) ramificazioni



La placca dentale, formata da batteri che crescono sulla superficie dei denti, è ricca di **destrani**, che sono adesivi e permettono ai batteri di aderire ai denti e tra di loro.

I destrani forniscono anche una fonte di glucosio per il metabolismo batterico.

I destrani sintetici sono utilizzati in diversi prodotti commerciali (ad esempio, Sephadex) che servono nel frazionamento delle proteine mediante cromatografia ad esclusione dimensionale

OMOPOLISACCARIDE : FUNZIONE STRUTTURALE

Cellulosa:

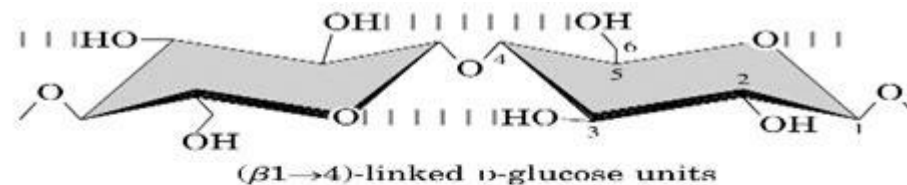
Pareti cellulari delle piante (steli, steli, tronchi e tutte le parti legnose del corpo della pianta)

Molecola lineare

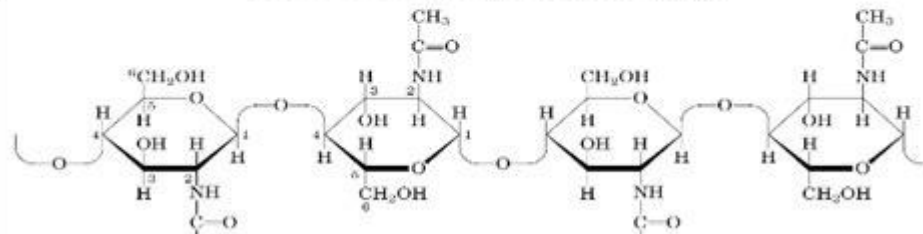
Non è ramificata

10,000 a 15,000 unità di D-glucosio.

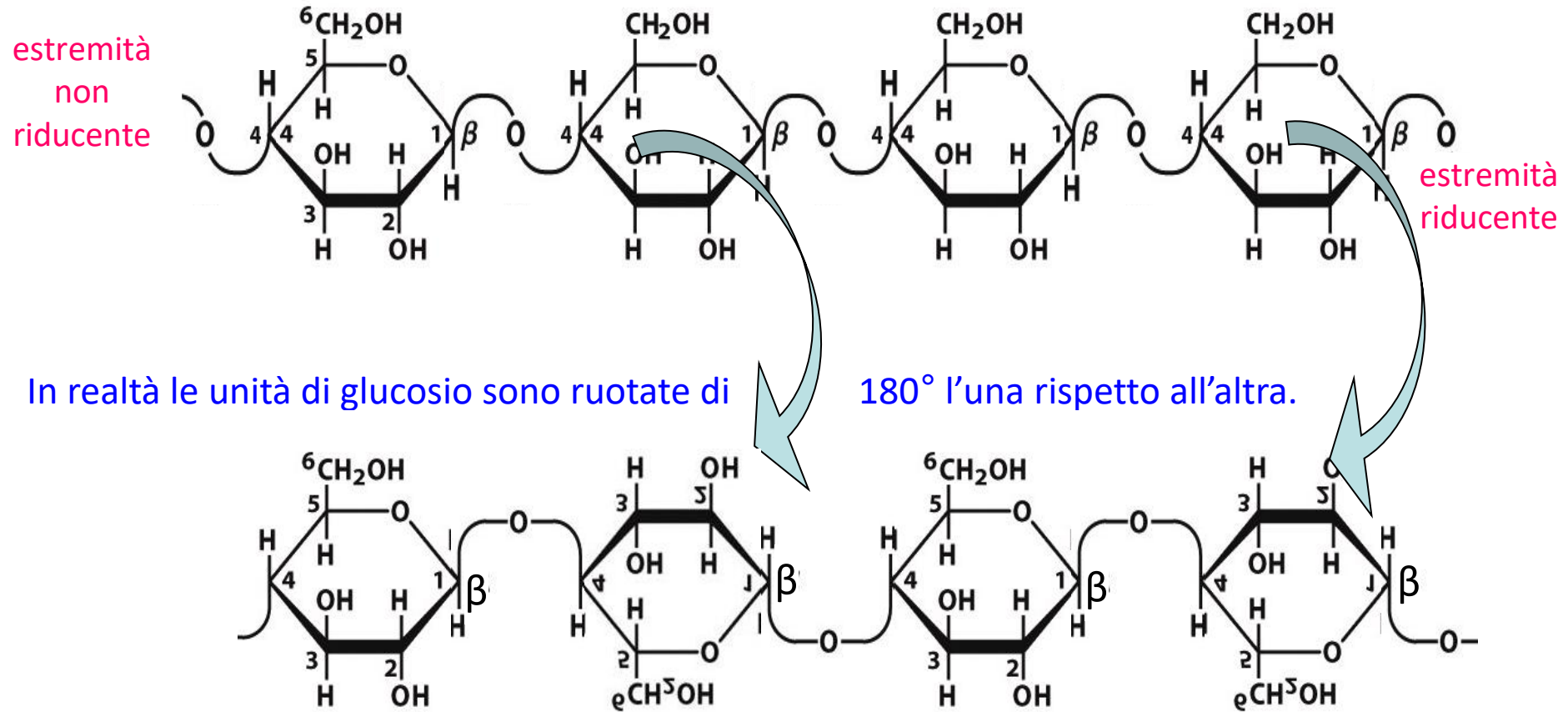
Glucosio ha una configurazione β



Disaccaride: β -cellobiosio



CELLULOSA: polisaccaride lineare costituito da unità di D-glucosio unite da legami O-glucosidici β -(1 $\rightarrow$ 4).



Omopolisaccaridi STRUTTURALI

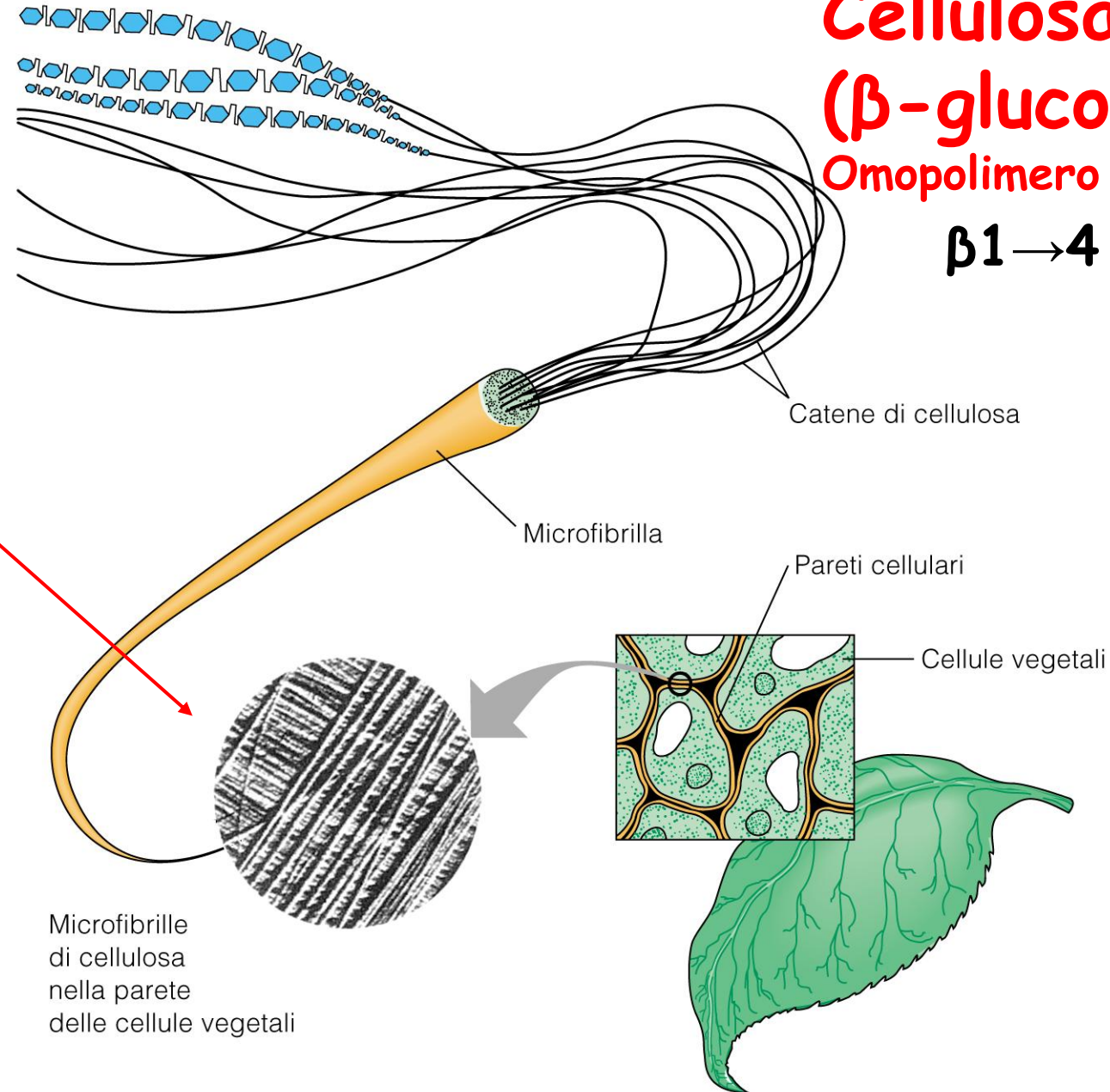
Cellulosa:
(β -glucosio)
Omopolimero lineare

$\beta 1 \rightarrow 4$

Le catene lineari di cellulosa risultano avere una conformazione rigida, ideale per il ruolo strutturale della cellulosa.

Più catene lineari (circa 80) si affiancano e si associano attraverso un gran numero di legami idrogeno tra i gruppi OH (intracatena e intercatena).

Il risultato è la formazione di una microfibrilla molto resistente che va a costituire la parete della cellula vegetale



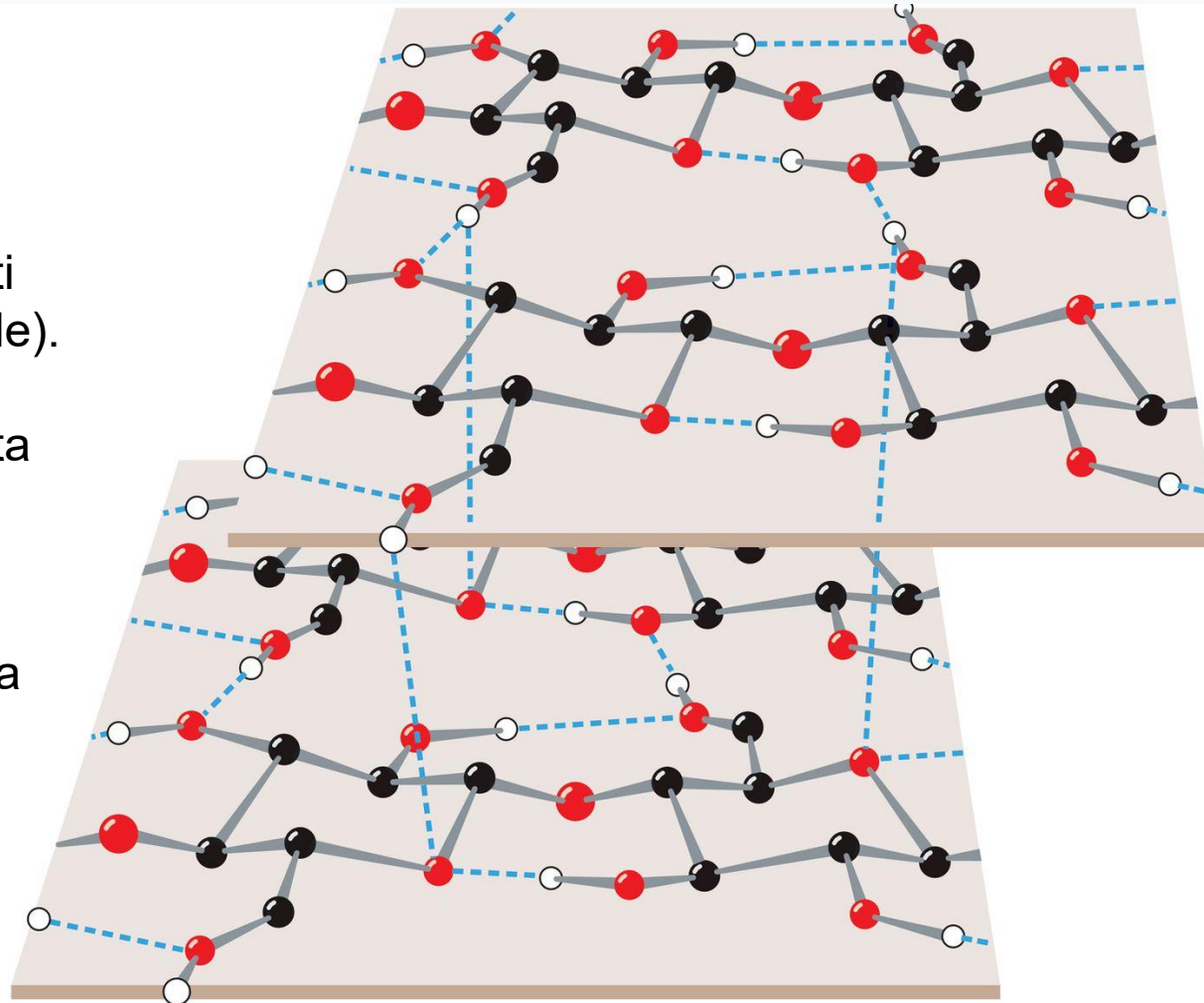
Microfibrille
di cellulosa
nella parete
delle cellule vegetali

Cellulosa:

Conformazione compatta e completamente estesa

Catene di cellulosa si allineano formando **NASTRI PIATTI** (foglietti impilati in senso verticale).

La struttura è stabilizzata da legami idrogeno intermolecolari che la rendono insolubile in acqua nonostante la sua idrofilicità



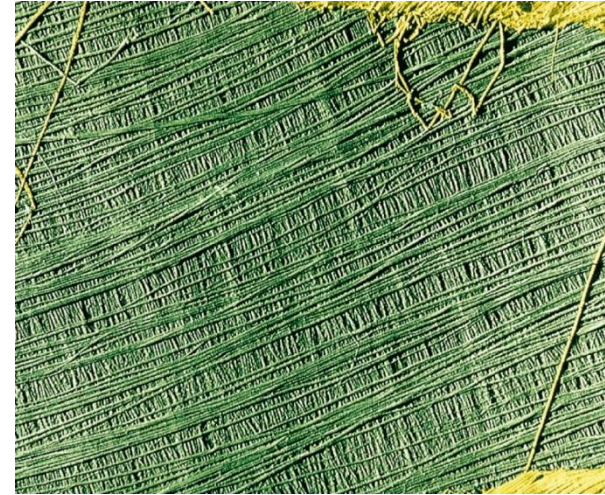
Illustration, Irving Geis. Image from the Irving Geis Collection, Howard Hughes Medical Institute. Reprinted with permission.

La maggior parte degli animali vertebrati non può utilizzare la cellulosa come fonte di combustibile, perché manca un enzima per idrolizzare i legami ($\beta 1 \rightarrow 4$)

Gli animali **ruminanti (pecore e capre)** ospitano microrganismi simbiotici nel rumine (il primo dei loro quattro compartimenti dello stomaco) che possono idrolizzare la cellulosa, consentendo all'animale di degradare la cellulosa alimentare dalle erbe morbide, ma non da piante legnose.

La fermentazione nel rumine produce acetato, propionato e β -idrossibutirrato, che l'animale utilizza per sintetizzare gli zuccheri nel latte

Le termiti digeriscono facilmente la cellulosa (e quindi il legno), ma solo perché il loro tratto intestinale ospita un microrganismo simbiotico, *Trichonympha*, che secerne cellulasi, che idrolizza i legami ($\beta 1 \rightarrow 4$)

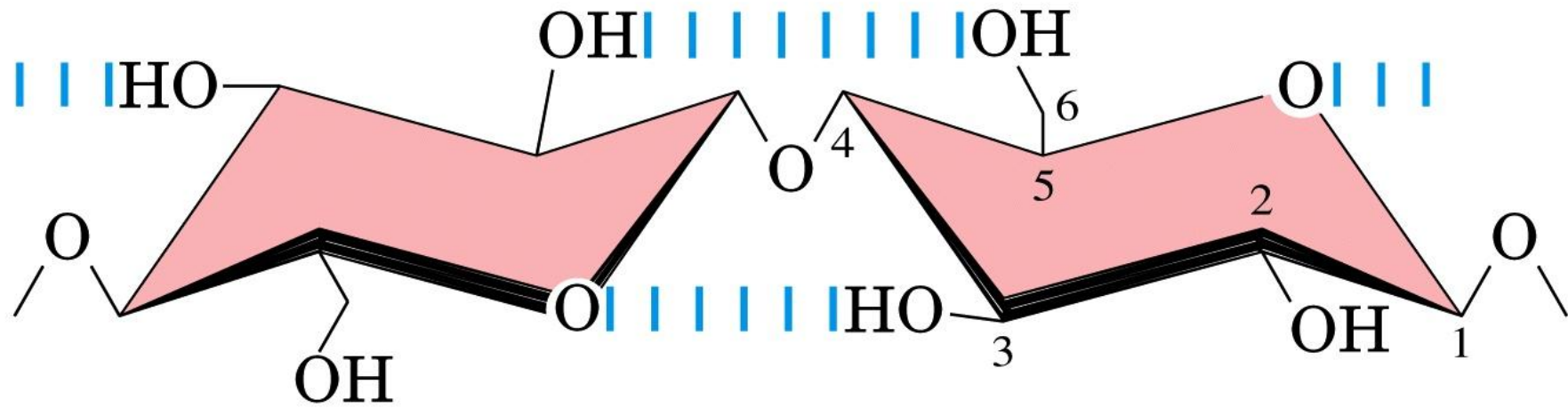


Glicogeno e amido, ingeriti con la dieta vengono idrolizzati dalle **α -amilasi e glicosidasi**, enzimi contenuti nella saliva e nell'intestino che rompono i legami ($\alpha 1 \rightarrow 4$) glicosidici tra le unità di glucosio.



Cellulosa:

due unità di glucosio in una catena di cellulosa



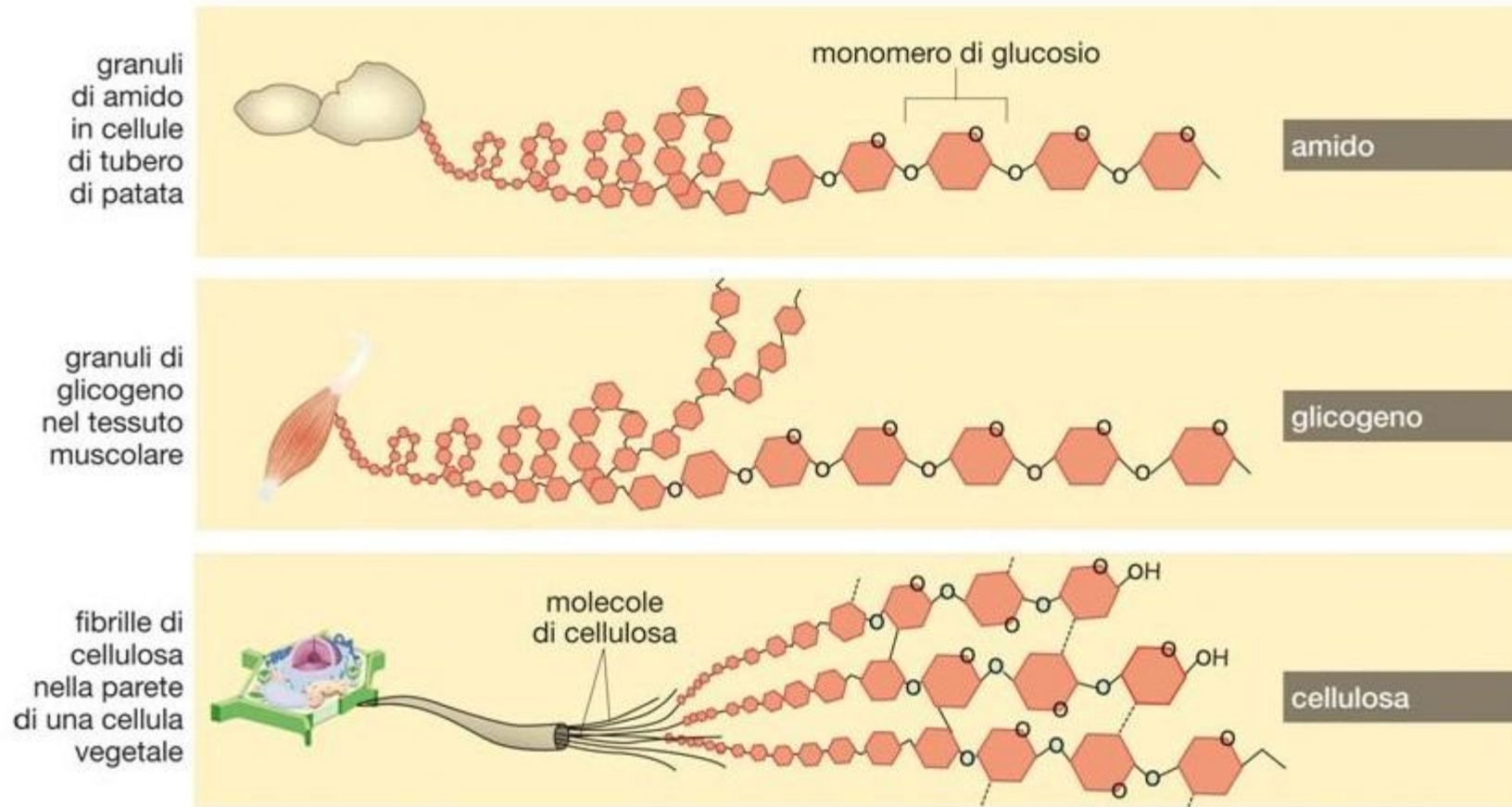
$(\beta 1 \rightarrow 4)$ -linked D-glucose units

(a)

I vertebrati non possiedono la CELLULASI!



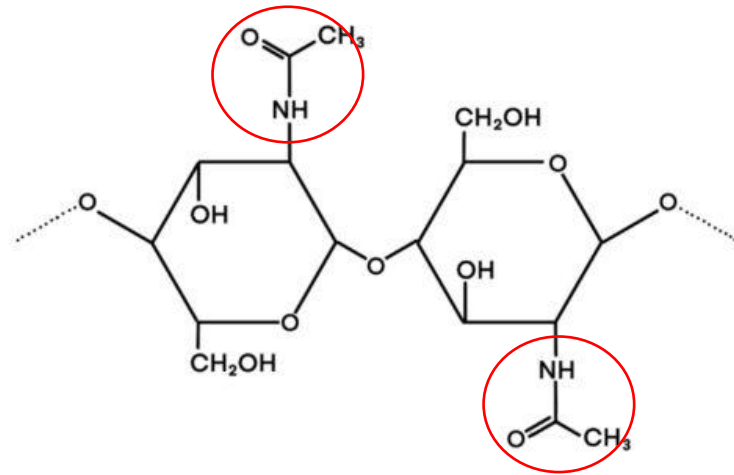
OMOPOLISACCARIDI



I monosaccaridi si uniscono a formare i carboidrati più complessi (detti **polisaccaridi**) tramite reazioni di condensazione ripetute.

Chitina: esoscheletro di insetti e crostacei

-parete cellulare di alghe, funghi e lieviti



Legami β 1- $\rightarrow$ 4

-OH $\rightarrow$ -NH-CO-CH₃

-N-acetil- β -D-glucosamina

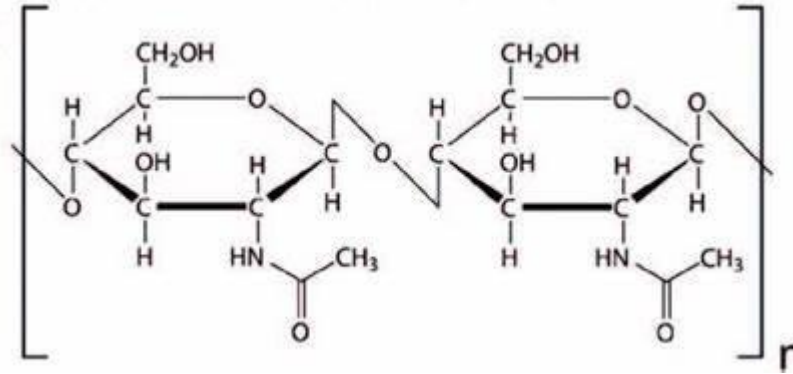
N-Acetylglucosamine



GlcNAc

Chitina

Componente principale degli esoscheletri duri degli artropodi: insetti, aragoste e granchi,



- Un omopolisaccaride lineare composto da N-acetilglucosamina con legame ($\beta 1 \rightarrow 4$).
- La differenza chimica rispetto alla cellulosa consiste nella sostituzione del gruppo ossidrilico in posizione C-2 con un gruppo amminico acetilato.
- La chitina forma fibre estese simili a quelle della cellulosa e, come quest'ultima, non può essere digerita dai vertebrati.

Abbreviations

Arabinose	Ara
Fructose	Fru
Fucose	Fuc
Galactose	Gal
Glucose	Glc
Mannose	Man
Rhamnose	Rha
Ribose	Rib
Xylose	Xyl

Glucuronic acid	GlcA
Galactosamine	GalN
Glucosamine	GlcN
<i>N</i>-Acetylgalactosamine	GalNAc
<i>N</i>-Acetylglucosamine	GlcNAc
Iduronic acid	IdoA
Muramic acid	Mur
<i>N</i>-Acetylmuramic acid	Mur2Ac
<i>N</i>-Acetylneuraminic acid (a sialic acid)	Neu5Ac

POLISACCARIDI (glicani)

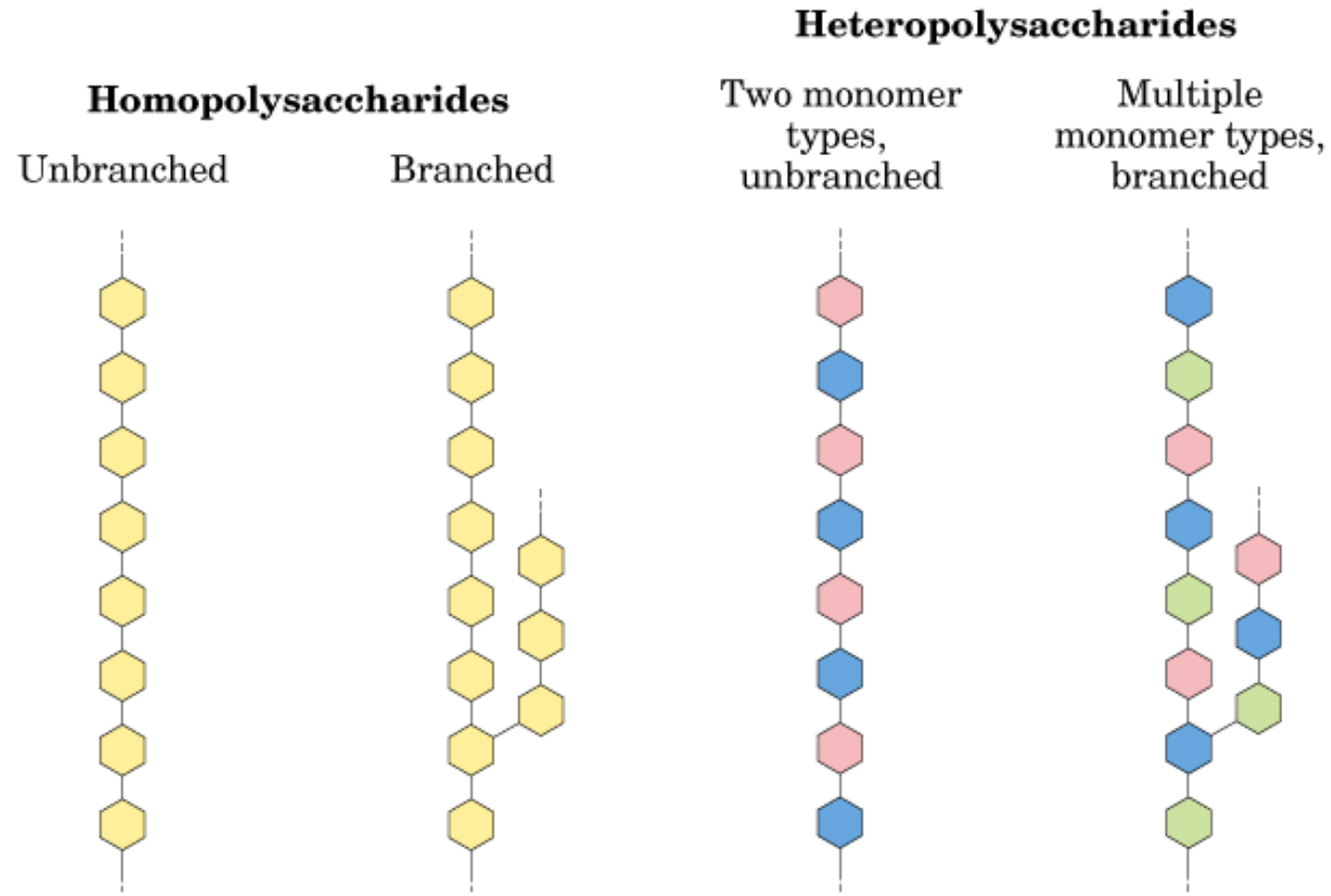
Polimeri ad elevata massa molecolare

OMOPOLISACCARIDI

1 solo tipo di unità monomerica

ETEROPOLISACCARIDI

2 o più tipi di unità



GLICOCONIUGATI

PROTEOGLICANI

Presenti nella matrice extracellulare, costituiti da **più molecole di glicosamminoglicani (etero-polisaccaridi) uniti covalentemente ad una proteina di membrana o secreta.**

Mediano l'attività di fattori di crescita, regolano l'assemblaggio delle fibre di collagene con cui interagiscono, contribuiscono alla resistenza meccanica del tessuto connettivo, modulano lo sviluppo di vari tessuti (cartilagine, tendini)

GLICOPROTEINE

Costituite da **proteine a cui sono legate catene oligosaccaridiche.** Sono presenti nella membrana plasmatica, nel sangue, nei fluidi biologici e nella matrice extracellulare. Costituiscono siti di riconoscimento per altre proteine sulla superficie delle cellule, sono coinvolte nei meccanismi di comunicazione cellulare e in tante altre funzioni.

GLICOLIPIDI

Lipidi di membrana legati a oligosaccaridi e fungono da siti di riconoscimento per diverse proteine

ETEROPOLISACCARIDI STRUTTURALI

Gli eteropolisaccaridi sono polisaccaridi costituiti dall'unione di differenti monosaccaridi mediante legami glicosidici..

Differiscono dagli omopolisaccaridi che invece sono costituiti dalla ripetizione monomerica dello stesso zucchero.

Categoria molto complessa sia per il tipo di monomeri sia per il tipo di legami che possono formare.

Si trovano nella parete cellulare dei batteri e nelle piante o nella matrice cellulare

- GLICOSAMMINOGLICANI
 - PEPTIDOGLICANI

- GLICOSAMMINOGLICANI

Eteropolisaccaridi **acidi** con funzioni strutturali.

Formano una matrice gelatinosa extracellulare capace di tenere insieme i componenti proteici della pelle e del tessuto connettivo

(cartilagine, tendini, pelle , vasi sanguigni)

Si trovano negli spazi extracellulari dei tessuti connettivi

Contengono proteine immerse in una matrice gelatinosa composta da questi eteropolisaccaridi non ramificati.

Non si trovano nelle piante.

Glicosaminoglicani:

Unità disaccaridiche ripetute (dimeri in cui uno dei due monomeri è un amminozucchero)

(1 acido uronico e 1 N-acetil amino-zucchero – ripetuto e lineare)

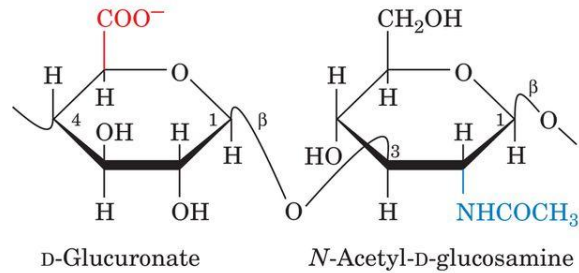
Uno dei due monosaccaridi è sempre
N-Acetyl-D-Glucosamina/
Galattosamina

L'altro è un **Acido Uronico**

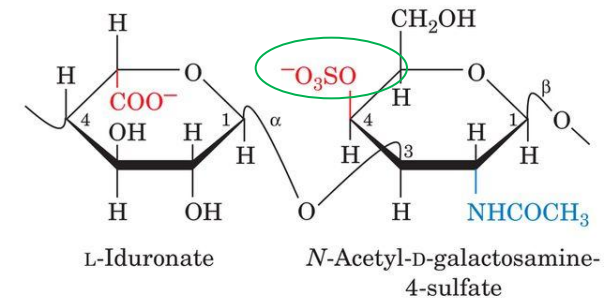
Spesso sono solforati



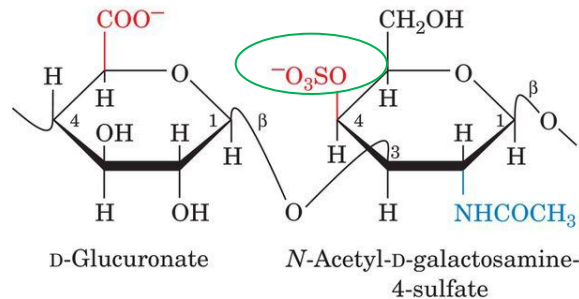
CONFORMAZIONE
ESTESA



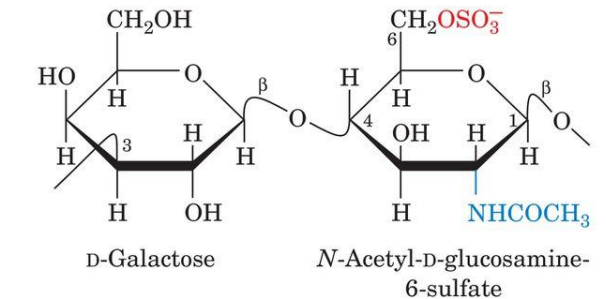
Hyaluronate



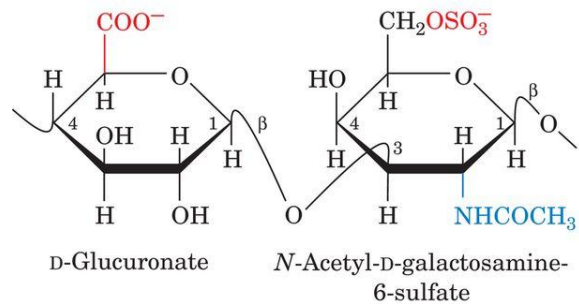
Dermatan sulfate



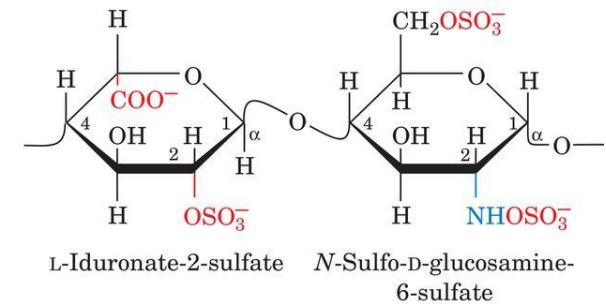
Chondroitin-4-sulfate



Keratan sulfate

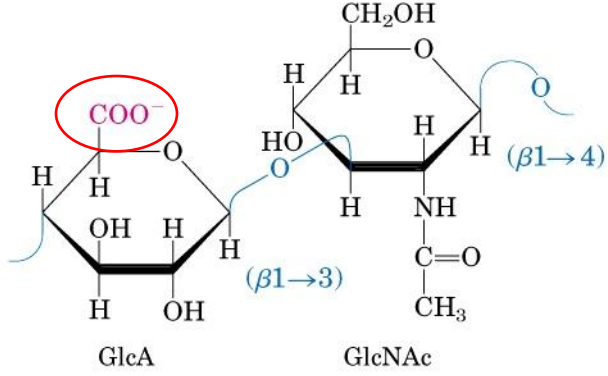
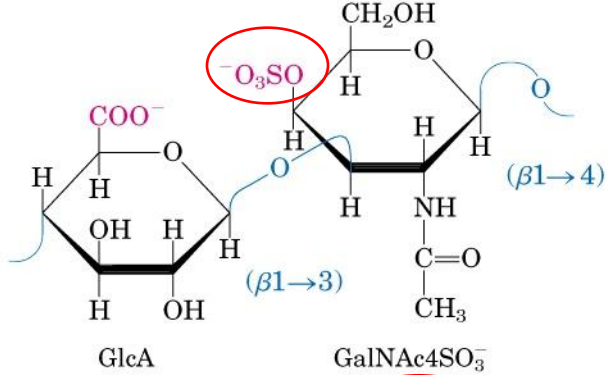
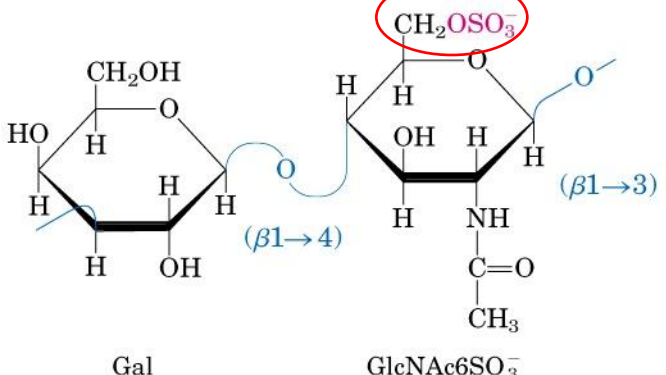


Chondroitin-6-sulfate



Heparin

N-Acetylglucosamine ■ GlcNAc

Glycosaminoglycan	Repeating disaccharide	Number of disaccharides per chain
Hyaluronate	 GlcA GlcNAc	~50,000 catene molto lunghe liquido sinoviale articolazioni, umor vitreo
Chondroitin 4-sulfate	 GlcA GalNAc4SO₃⁻	20-60 Resistenza alle cartilagine tendini
Keratan sulfate	 Gal GlcNAc6SO₃⁻	~25 cornea, osso, unghie

- GLICOSAMINOGLICANI

Funzione strutturale

Acido ialuronico (ialuronato)

Condroitin-4-solfato (Greek: chondros, cartilagine)

Condroitin-6-solfato

Dermatan solfato

Keratan solfato

Eparina

Eparan solfato