

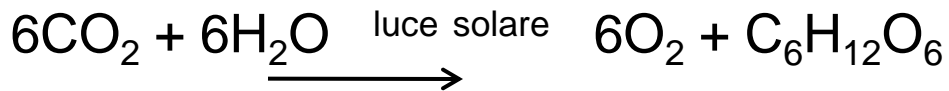
GLUCIDI parte A

GLUCIDI (CARBOIDRATI)

➤ SI TROVANO OVUNQUE: CIBI (FRUTTA, VERDURA E CEREALI; LEGNO E PIANTE



➤ VENGONO SINTETIZZATI DALLE PIANTE VERDI ATTRAVERSO LA FOTOSINTESI:



➤ SONO SOLIDI CRISTALLINI INCOLORI POLARI, SOLUBILI IN ACQUA, DOLCI

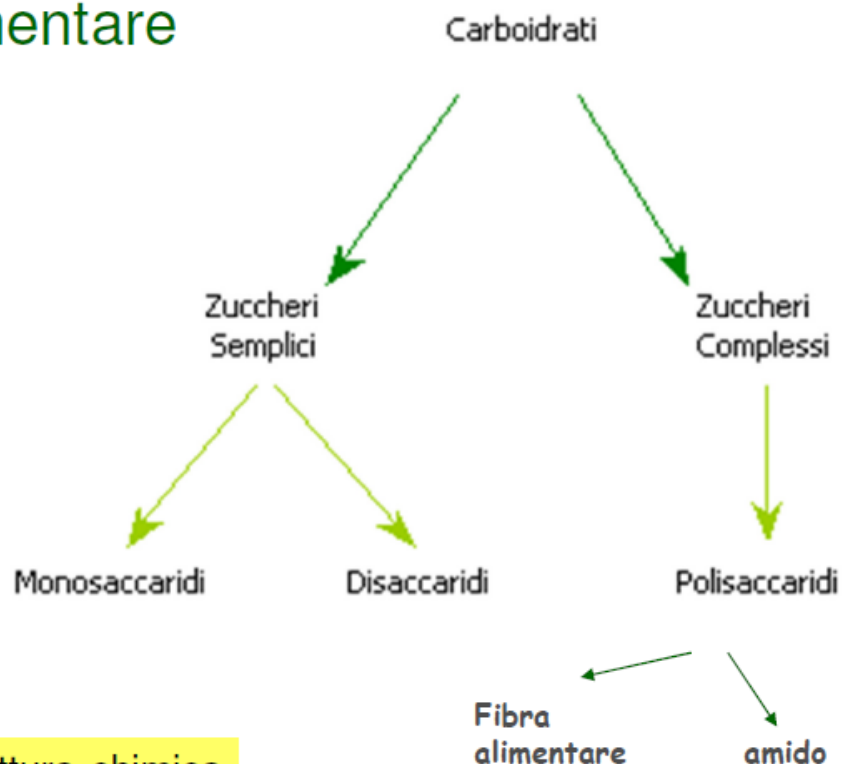


Nel corpo umano i glucidi rappresentano solo l'1% in peso, ma hanno notevole importanza nutrizionale dovendo costituire, in una dieta normale, il 55-65% delle calorie totali. D'altra parte essi sono anche i nutrienti più accessibili dal punto di vista economico in quanto costituenti principali dei cereali, dei legumi, della frutta e di numerosi altri prodotti vegetali.

Funzione	Nutrienti		Alimenti
Energetica	<u>Glucidi</u>	Zuccheri	zucchero, sciroppo di glucosio, melassa, miele
		Sostanze amidacee	farina e derivati, pane, cracker, pasta, patate, vegetali farinosi (castagne)
	<u>Lipidi</u>	burro, lardo, strutto, olio di margarina, oli di semi, frutta oleosa (noci, mandorle, formaggi)	
	<u>Protidi</u>	carni in genere, pollame, prodotti ittici, latte, uova, legumi, cereali	

Glucidi di interesse alimentare

Gli zuccheri semplici sono presenti naturalmente negli alimenti primari o, in forma raffinata, utilizzati come tali (saccarosio) o incorporati in alimenti e bevande (saccarosio, sciroppo di glucosio a contenuto variabile di fruttosio) per aumentarne la gradevolezza



Altre sostanze riconducibili alla struttura chimica dei carboidrati sono i polialcoli, presenti, oltre che in piccola quantità nella frutta (sorbitolo), in un numero crescente di alimenti ipocalorici o acariogeni, dove sostituiscono in tutto o in parte gli zuccheri disponibili.

Una percentuale limitata di amido può non essere assimilata, e viene definita Amido Resistente.



Cereali e derivati



Con il nome di **cereali** si comprendono diverse specie tutte appartenenti alla famiglia delle **Graminacee**, ad eccezione del grano saraceno che appartiene alla famiglia delle **Poligonacee**, ormai una coltura minore.

La coltivazione dei cereali è indirizzata prevalentemente alla produzione di cariossidi che, in quanto ricche in amido, si prestano a fornire gran parte delle calorie necessarie alla dieta umana.



I principali cereali coltivati sono :

Frumenti, orzo, avena e segale sono tutte specie con caratteri morfologici, fisiologici ed ecologici assai simili e costituiscono il gruppo dei cereali **microtermi**, ossia con basse esigenze termiche, che in Italia sono coltivati in prevalenza con ciclo autunno-primaverile.

Riso, mais, sorgo e miglio costituiscono il gruppo dei cosiddetti **cereali macrotermi**, che hanno elevate esigenze termiche e svolgono il loro ciclo nel periodo primaverile-estivo, quando quindi le temperature sono sufficientemente elevate.



FRUMENTO

Il frumento è una delle principali risorse alimentari dell'umanità.

La produzione mondiale di frumento si avvicina attualmente ai 600 milioni di tonnellate e costituisce circa il 30% della produzione mondiale dei cereali; il frumento rappresenta da solo circa il 17% degli scambi internazionali di prodotti agricoli. Da questi dati si comprende l'importanza economica e politica della produzione e commercializzazione del frumento, destinato per oltre il 75% all'alimentazione umana, per il 15% all'alimentazione animale ed il restante per usi non alimentari.

FRUMENTO

La selezione operata dall'uomo nel corso dei secoli ha riguardato essenzialmente i due principali tipi di frumento, il *Triticum aestivum* o frumento tenero e il *T. durum* o frumento duro; il primo si è diffuso principalmente in aree fresche temperate e con buona piovosità, l'altro grazie alla maggiore tolleranza alla carenza idrica si è sviluppato ed adattato soprattutto ai climi caldo-aridi del Mediterraneo. Anche in Italia la diffusione delle due specie è legata a fattori agro-climatici.

La farina di grano tenero (tenero perché è un tipo di grano che si rompe facilmente) ha un aspetto polverulento, impalpabile, con granuli piccoli a spigoli tondeggianti è di colore bianco. E' solitamente viene impiegata nella **panificazione** e prodotti lievitati,. La farina di grano tenero contiene meno proteine rispetto e un assorbimento di acqua minore rispetto alla farina di grano duro.



La semola di grano duro viene ottenuta dalla prima macinazione del grano duro, un tipo di grano che si rompe difficilmente, e possiede una grana grossolana, a spigoli netti, di colore giallo-ambrato. La farina di grano duro contiene più proteine e glutine rispetto alla farina del grano tenero e possiede una capacità di assorbimento di acqua maggiore. **I prodotti preparati con farina di grano duro hanno una conservazione migliore, un minore indice glicemico e contengono carotenoidi, pigmenti organici capaci di legare ed eliminare i radicali liberi (antiossidanti).**



Cariosside dei cereali

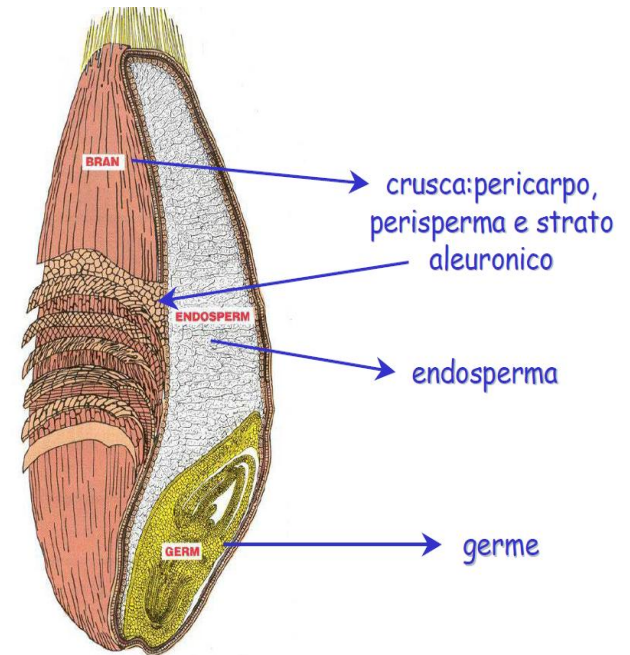
La cariosside dei cereali è un frutto il cui corpo fruttifero è tutt'uno con il seme mediamente di piccole dimensioni.

Il **pericarpo** ed il perisperma costituiscono la parte più esterna costituita da tegumenti o involucri (8% in peso), detti crusca. Comprendono parecchi strati, hanno una funzione protettiva e sono ricchi di cellulosa, vitamine del gruppo B e sali minerali.

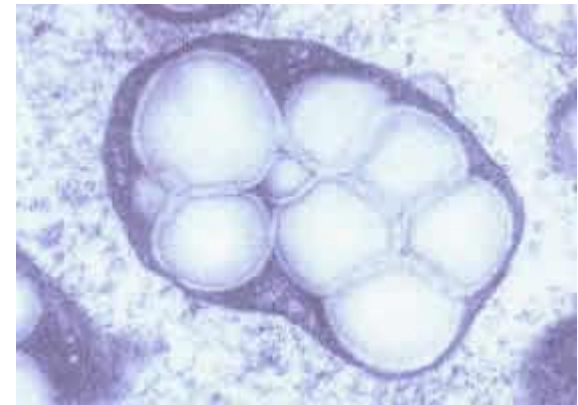
Lo **strato aleuronico** ricco di proteine, vitamine del gruppo B e Sali minerali

L'**endosperma** o mandorla farinosa (87-89% in peso). E' costituito da cellule in cui sono immagazzinati i principali nutrienti (glucidi e proteine) in forma insolubile, resi poi disponibili ad opera di enzimi durante la germinazione o la conservazione. L'**amido** è sotto forma di granuli caratteristici per forma e dimensione per ogni cereale e ciò consente il riconoscimento degli sfarinati attraverso una semplice analisi microscopica.

Embrione o germe (2-4% in peso). Futura pianta, è ricco di proteine, lipidi, zuccheri solubili, vitamine liposolubili tra cui prevale la vitamina E e Sali minerali.



AMILOPLASTI



PLASTIDI

I plastidi sono organuli specifici delle cellule vegetali.

I plastidi sono costituiti come i mitocondri da un involucro fatto da **due membrane bistratificate** la **MEMBRANA ESTERNA** e la **MEMBRANA INTERNA** all'interno delle quali si trova lo **STROMA** o **MATRICE**, fluido contenente vari metaboliti ed intermedi di reazione, ioni, proteine, ribosomi, DNA, lipidi.

La **MEMBRANA ESTERNA** attua il riconoscimento ed il trasferimento all'esterno di componenti plastidiali sintetizzati all'interno, mentre la **MEMBRANA INTERNA** regola il flusso di metaboliti e ioni inorganici.

Sulle membrane sono inseriti numerosi enzimi che partecipano a vari processi metabolici.

I plastidi hanno ribosomi e DNA propri rispetto a quelli della cellula e perciò possono svolgere sintesi proteica autonoma.

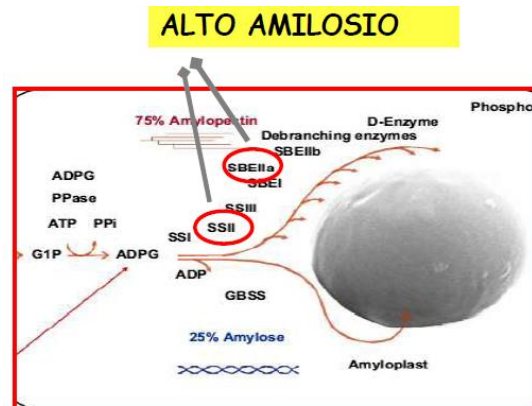
CLOROPLASTI,
AMILOPLASTI
CROMOPLASTI

- Svolgono la fotosintesi
- Contengono amido
- Contengono pigmenti lipidici

BIOSINTESI DELL'AMIDO

- Il granulo di amido viene formato attraverso due vie biosintetiche:
- 1. una che porta alla formazione di amilopectina
- 2. un'altra che porta alla formazione di amilosio

Se interrompiamo la catena che porta alla formazione di amilopectina, rendendo inattivo (silenziando) uno o più geni coinvolti nella sua sintesi, il risultato dovrebbe essere la sintesi di una maggiore quantità di amilosio



Composizione della cariosside di grano e delle sue regioni anatomiche

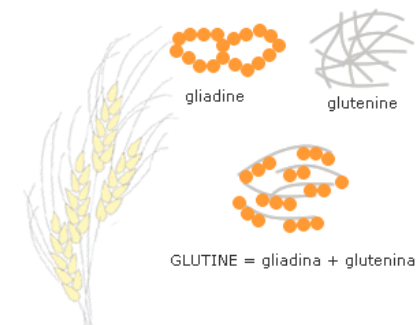
(valori medi - g/100g di sostanza secca)

Regione anatomica della cariosside	Percentual e della cariosside	Amido e altri carboidrati	Protein e	Lipidi	Cellulosa Emicellulosa Pentosani	Sostanz e minerali
		%	%	%	%	%
Tegumenti	9	14.0	12.8	2.4	65.2	5.6
Strato aleuronico	8	12	32	8	38	10
Germe	3	20	38	15	22	5
Endosperma	80	83	11	3	2	1.0

Glutine

È un complesso proteico viscoelastico costituito da un insieme eterogeneo di gliadine e glutenine, associate da legami covalenti (disolfuro) e legami non covalenti (idrogeno, ionici), nonché da interazioni idrofobiche.

È costituito per il 75-85% da proteine, 5-7% da lipidi, 5-10% amido e 5-8% acqua. Nella cariosside di frumento o nella semola/farina il complesso viscoelastico del glutine non è presente; si forma solo in seguito all'idratazione della semola/farina e alla formazione dell'impasto e si ottiene per successiva lisciviazione (lavaggio con acqua) dell'impasto stesso. Le caratteristiche del glutine sono di grande importanza per la trasformazione tecnologica del frumento e per la destinazione d'uso dei semilavorati (semole/farine)



Composizione dei cereali: carboidrati

I carboidrati sono i maggiori costituenti in peso dei cereali e dei derivati.

AMIDO: i cereali sono una buona fonte di amido principale costituente, localizzato esclusivamente nell'endosperma in forma di granuli. La morfologia e le dimensioni dei granuli sono diverse a seconda della specie botanica.

frumento:	55% di amido
mais:	65% di amido
riso:	70% di amido

Nel granulo d'amido, l'amilosio rappresenta solo il 20-25 %, ma questi valori possono essere inferiori nelle varietà dette cerose.

L'amido può essere più o meno velocemente digeribile e retrogradabile a seconda dei cereali (alta tendenza alla retrogradazione nel frumento e mais, bassa nel riso)

FIBRA: pentosani, cellulosa, β -glucani (orzo, avena), lignina e composti fenolici si trovano soprattutto negli strati tegumentali.

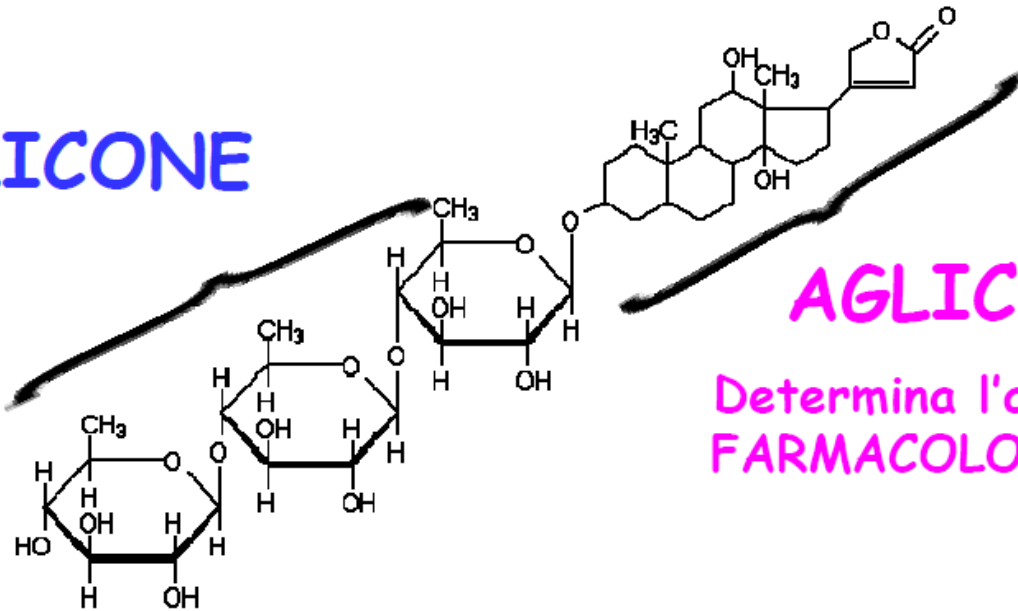
Funzione dei carboidrati (o GLUCIDI):

- 1) Fonte di energia e carbonio per organismi non fotosintetici: glucosio, glicogeno, lattosio, amido e saccarosio
- 2) Elementi strutturali e di supporto: **cellulosa, chitina, mureina, ribosio e deossiribosio, acido ialuronico**
- 3) Adesione cellulare ad altre cellule e meccanismi di riconoscimento e identificazione: (glicoproteine, glicolipidi)
- 6) Farmaci (antibiotici): glicosidi



Glicosidi

GLICONE



AGLIGONE

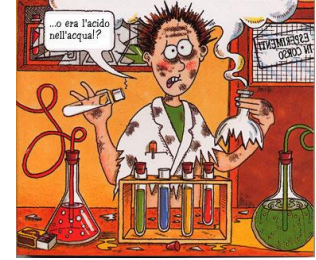
Determina l'azione
FARMACOLOGICA

SOLUBILITA'

TOSSICITA'

INTENSITA' dell' azione farmacologica

CHIMICA



I **glucidi** o **carboidrati** sono **macromolecole organiche** molto **abbondanti** in natura.

Dal punto di vista chimico sono **poliidrossialdeidi** o **poliidrossichetoni**.

In base alla loro complessità sono distinti in:
monosaccaridi,
oligosaccaridi
polisaccaridi.

Il glucosio rappresenta il monosaccaride più importante per la biochimica dei mammiferi, essendo il combustibile principale. Il ribosio, il galattosio e il glicogeno sono altri zuccheri con rilevanza biologica.

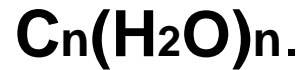
Tabella 1. Principali carboidrati di interesse agroalimentare

Classe (DP)*	Gruppo	Componenti
Zuccheri (1-2)	Monosaccaridi	Glucosio, fruttosio, galattosio
	Disaccaridi	Saccarosio, maltosio, lattosio
	Polioli	Sorbitolo, mannitolo, xilitolo, lattitolo, maltitolo
Oligo saccaridi (3-9)	Malto- oligosaccaridi	Maltodestrine
	altri oligosaccaridi	Raffinosio, stachiosio, fructooligosaccharidi, galattooligosaccaridi
Poli saccaridi (>9)	Amido	Amilosio, amilopectine, amidi modificati
	Polisaccaridi non amidacei	Cellulosa, emicellulosa, pectine, carragenine, idrocolloidi

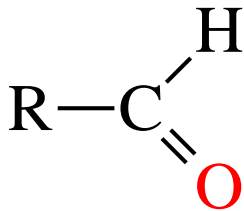
DP* = grado di polimerizzazione

LA CHIMICA DEI CARBOIDRATI

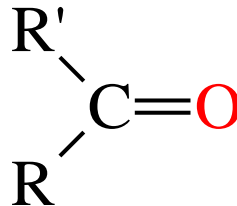
La maggior parte dei **carboidrati**, detti anche **saccaridi** o **glucidi**, è riconducibile alla formula chimica generale



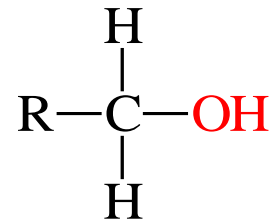
Presentano almeno un gruppo **aldeidico** o **chetonico** e **molte funzionalità alcoliche** coniugate a ciascun atomo di carbonio.



Aldeide



Chetone



Alcool

I Carboidrati

- I carboidrati o saccaridi sono derivati della gliceraldeide o del diidrossiacetone
- I MONOSACCARIDI sono costituiti da una singola unità di poliidrossialdeide o chetone.
- Gli OLIGOSACCARIDI sono costituiti da circa dieci unità monosaccaridiche unite mediante legami glicosidici
- I POLISACCARIDI contengono molte unità monosaccaridiche unite a formare catene lineari o ramificate



Amido e cellulosa sono di natura vegetale dove svolgono una funzione di deposito il primo e strutturale il secondo

Gli analoghi animali sono il glicogeno e i polisaccaridi della matrice extracellulare detti glicosoamminoglicani (GAG)

MONOSACCARIDI



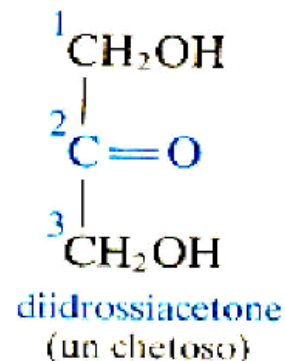
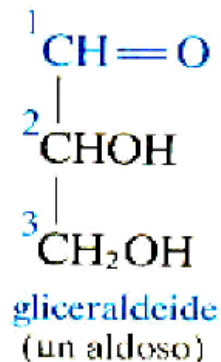
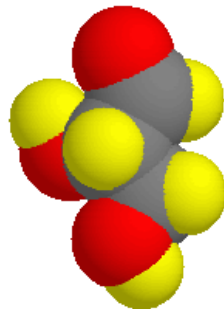
MONOSACCARIDI

Vengono classificati:

- in base al numero di atomi di carbonio presenti (es. **triosi**, **pentosi**, **esosi**).
- in base al carbonile aldeidico (**aldosi**) o chetonico (**chetosi**).

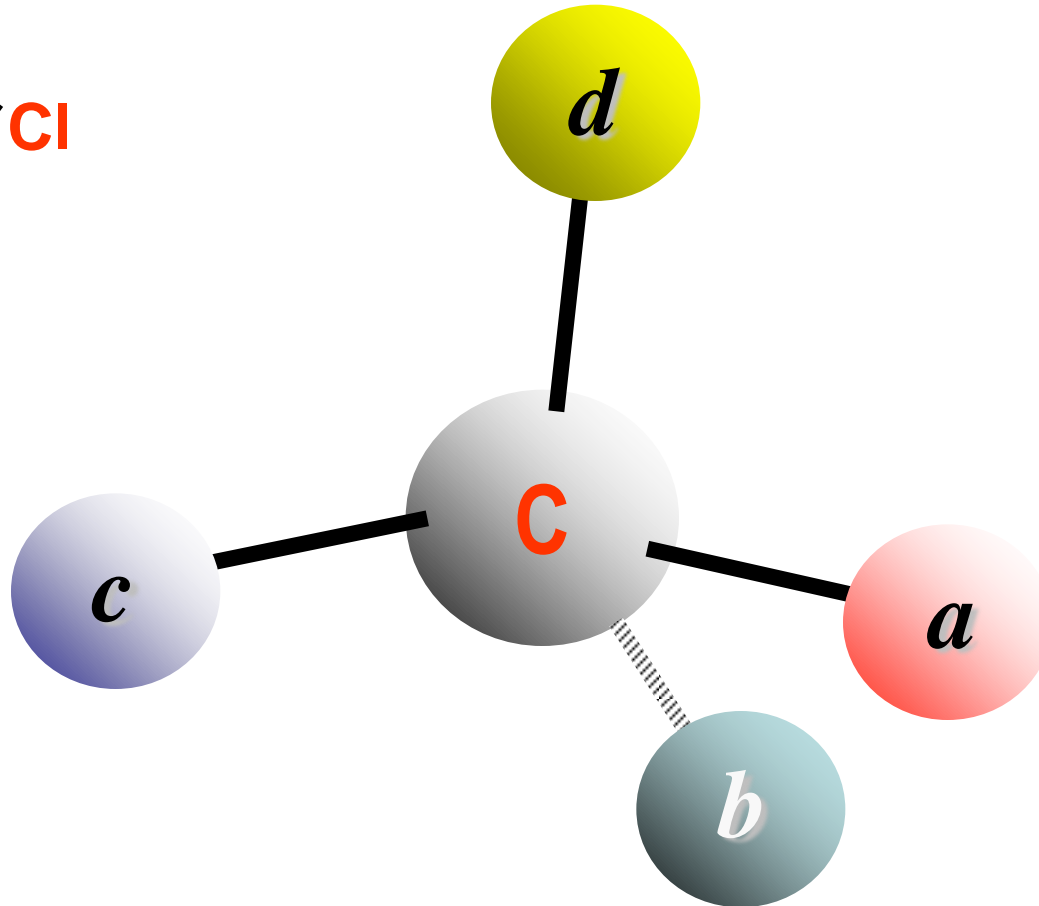
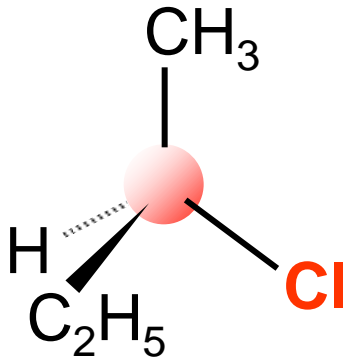
Esistono due triosi soltanto:

La **gliceraldeide** è l'aldoso più semplice, il **diidrossiacetone** è il chetoso più semplice.



*Negli **aldosi** la catena viene numerata a partire dal carbonio aldeidico. In quasi tutti i **chetosi** il carbonile si trova nel C 2.*

Carbonio asimmetrico

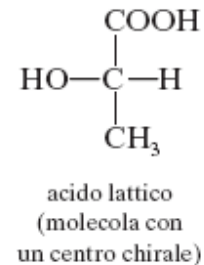
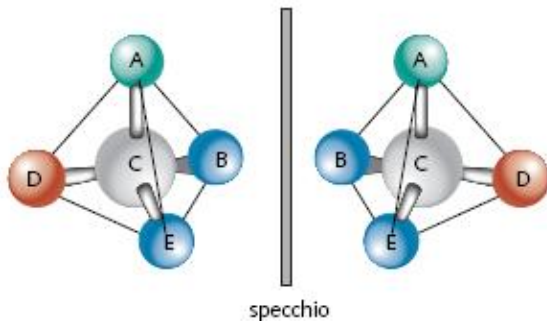


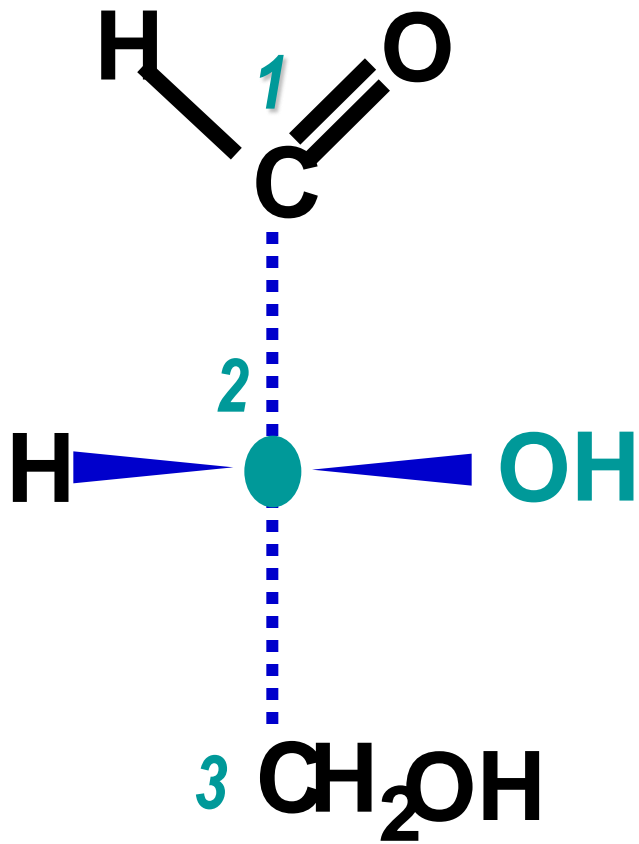
L'atomo di **Carbonio** è ibridato sp^3 ed è legato a **quattro** **sostituenti diversi**



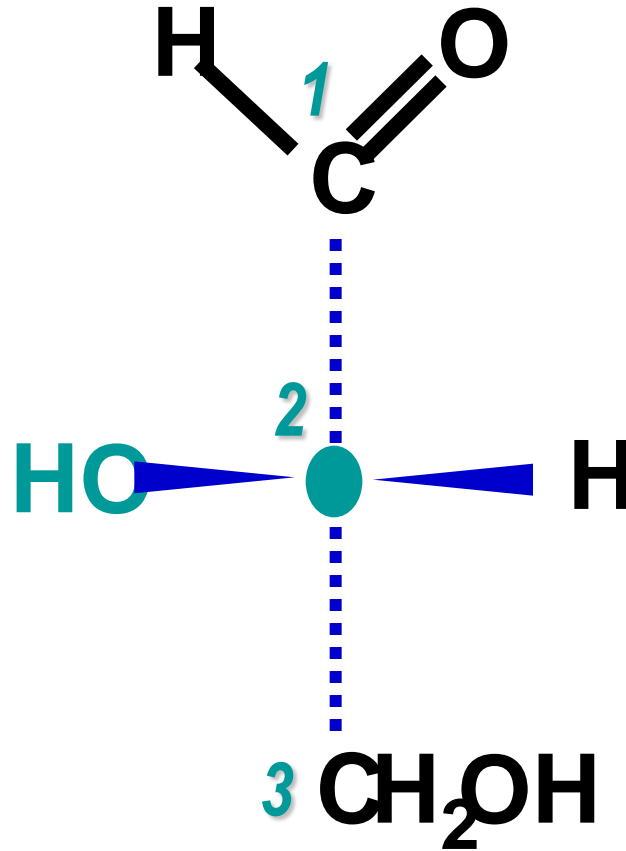
Questi atomi di carbonio sono definiti **centri chirali e danno origine a molecole chirali** che sono degli **isomeri**. Sono esattamente identiche tranne che per una piccola differenza: sono diverse fra loro in modo analogo a come la mano sinistra differisce dalla destra.

Gli isomeri non sovrapponibili ma che sono immagini speculari sono chiamati **enantiomeri**.



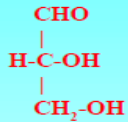


D-gliceraldeide

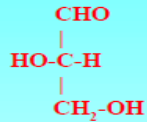


L-gliceraldeide

GLICERALDEIDE



D(+)-gliceraldeide



L(-)-gliceraldeide

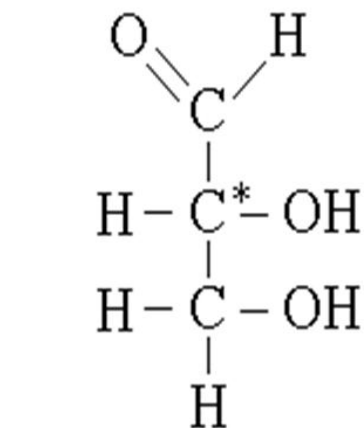
Esistono **due stereoisomeri della gliceraldeide**, la **forma D** e la **forma L**, che si distinguono per la diversa conformazione dell'atomo centrale della molecola, che è un **atomo chirale** o asimmetrico.

I due stereoisomeri sono l'uno l'immagine speculare dell'altro e presentano proprietà chimiche identiche, ma diverse proprietà fisiche.

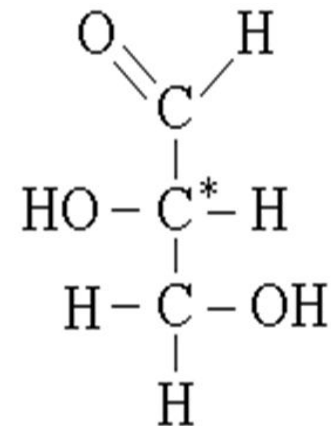
Tipicamente presentano **proprietà ottiche** diverse (potere rotatorio specifico identico per valore assoluto ma opposto per segno) e, per questo, vengono anche definiti **isomeri ottici**. D- ed L-gliceraldeide possono essere considerati le molecole capostipite di due famiglie di isomeri di monosaccaridi: gli **isomeri della serie D** e quelli della **serie L**.

I MONOSACCARIDI

Gli aldosi presenti nei viventi sono tutti derivati dalla **D-Gliceraldeide** per aggiunta di uno o più **H-C-OH** (funzionalità alcolica secondaria).

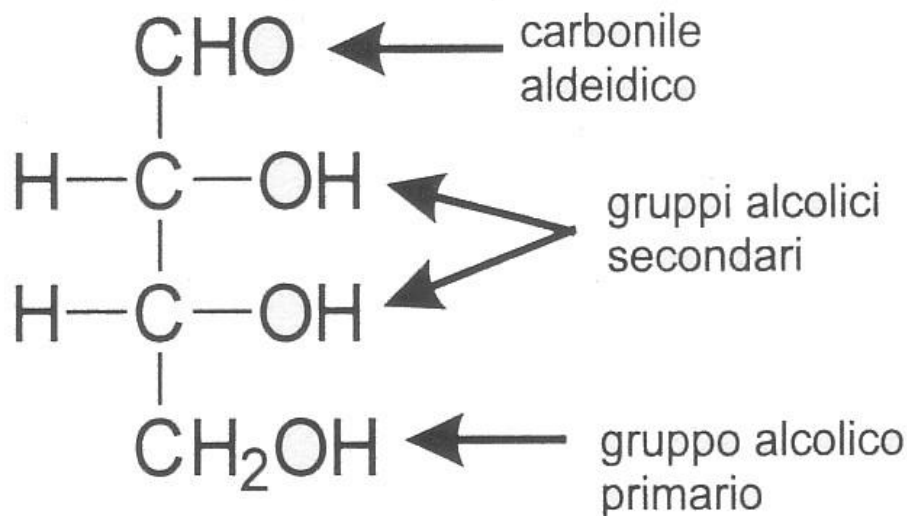


D-gliceraldeide
(destrogira)

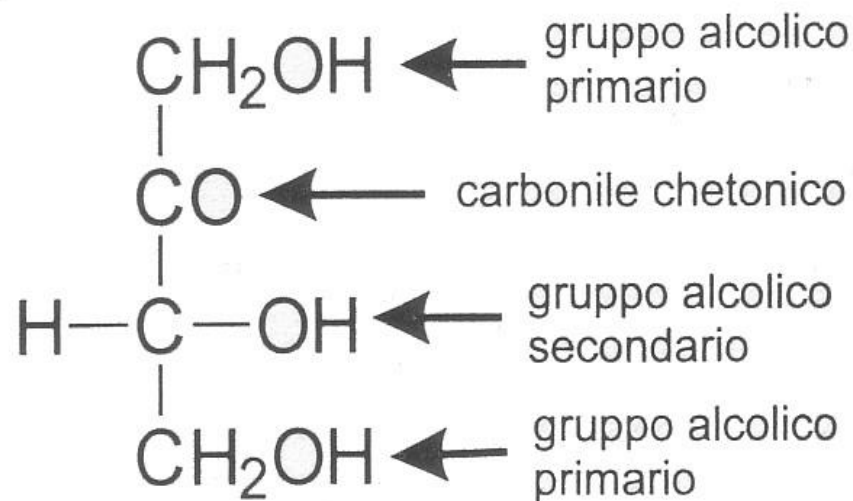


L-gliceraldeide
(levogira)

CARATTERISTICHE GENERALI DI UN GLUCIDE

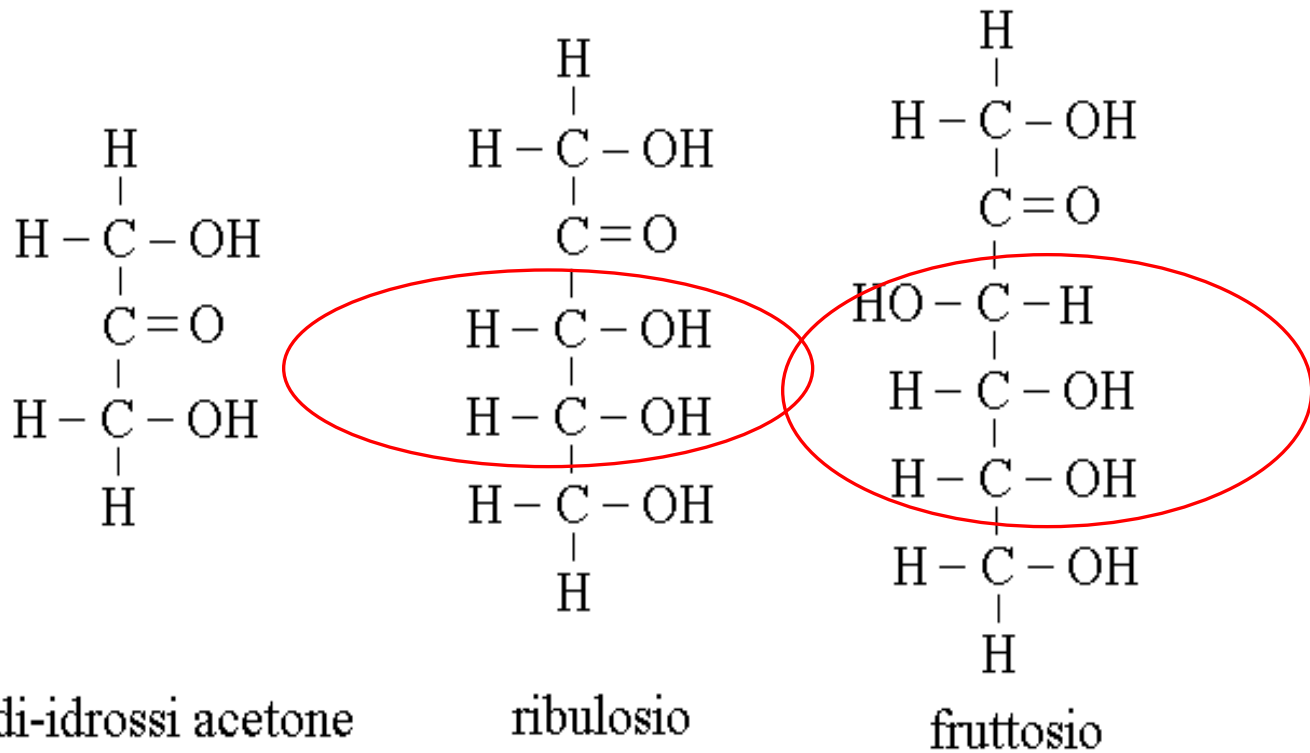


UN ALDOSO



UN CHETOSO

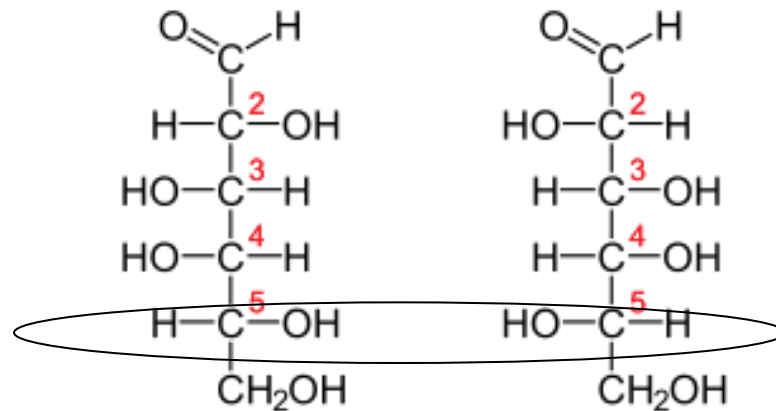
I chetosi invece derivano dal di - idrossiacetone



Proiezione di Fischer

Questo sistema è stato esteso a tutti i monosaccaridi nel modo seguente:

- Se il carbonio stereogeno più lontano dal gruppo aldeidico o chetonico ha l'ossidrile a destra, il composto è un monosaccaride della serie D viceversa è della serie L



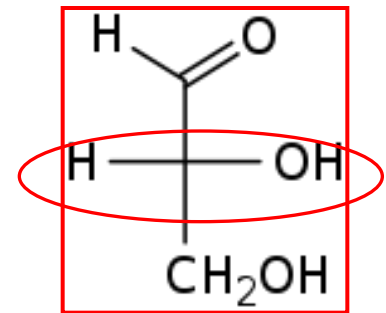
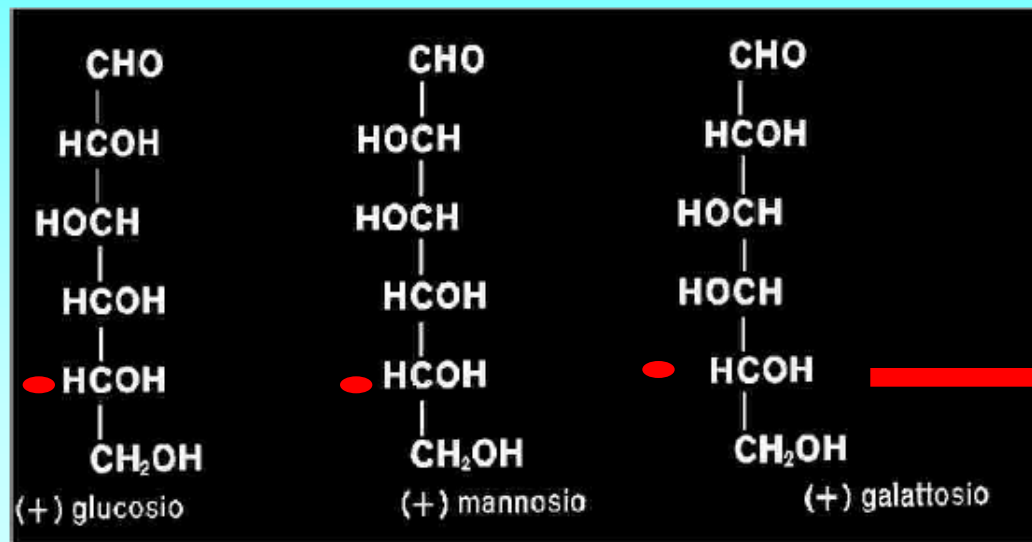
D-Galactose

L-Galactose

I monosaccaridi contengono più **atomi chirali** e quindi esistono in natura come **diastereoisomeri** (non sovrapponibili e non immagine speculare).

IL GLUCOSIO $C_6H_{12}O_6$

3 DEI 16 STEREOISOMERI



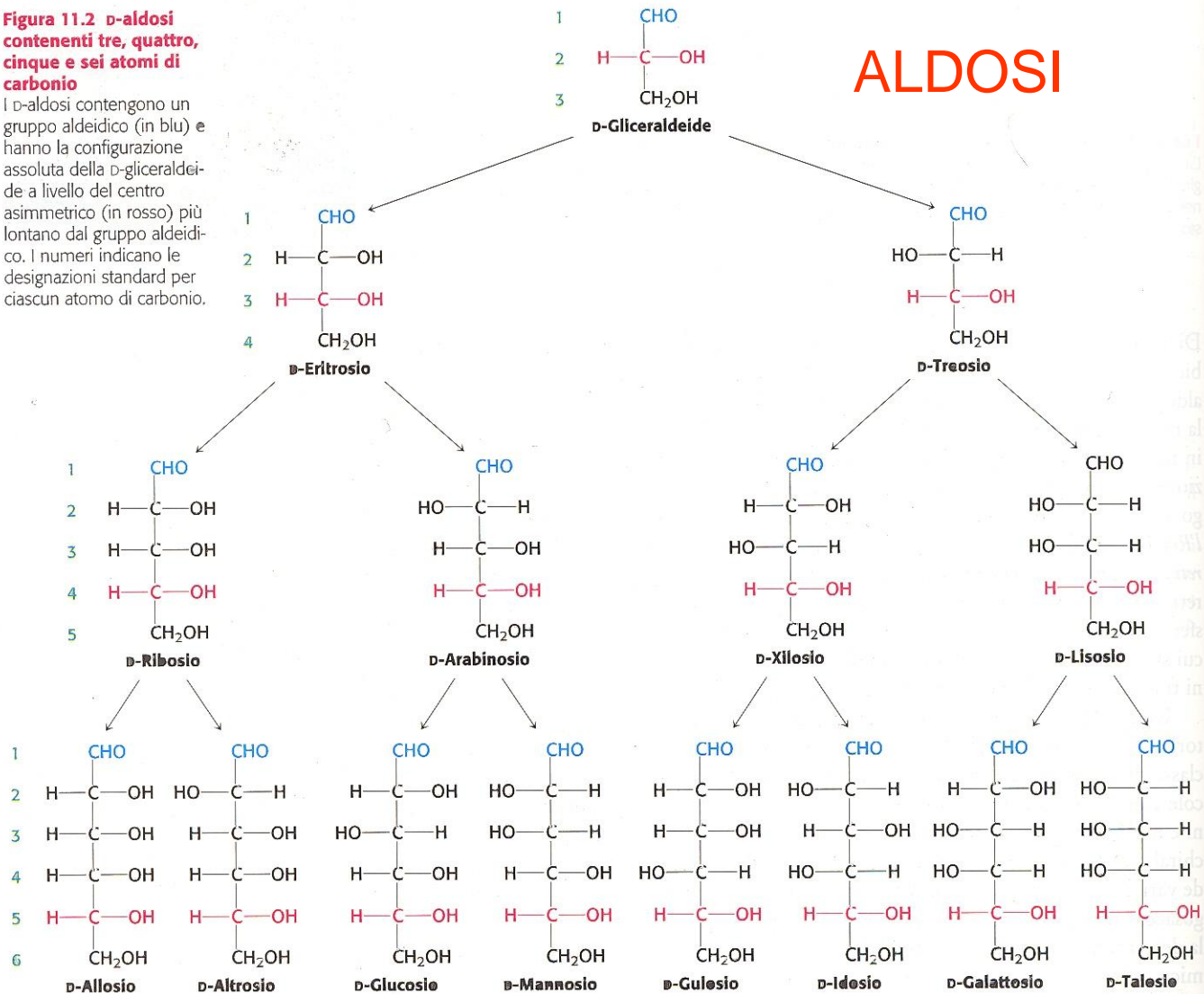
D gliceraldeide

MONOSACCARIDI

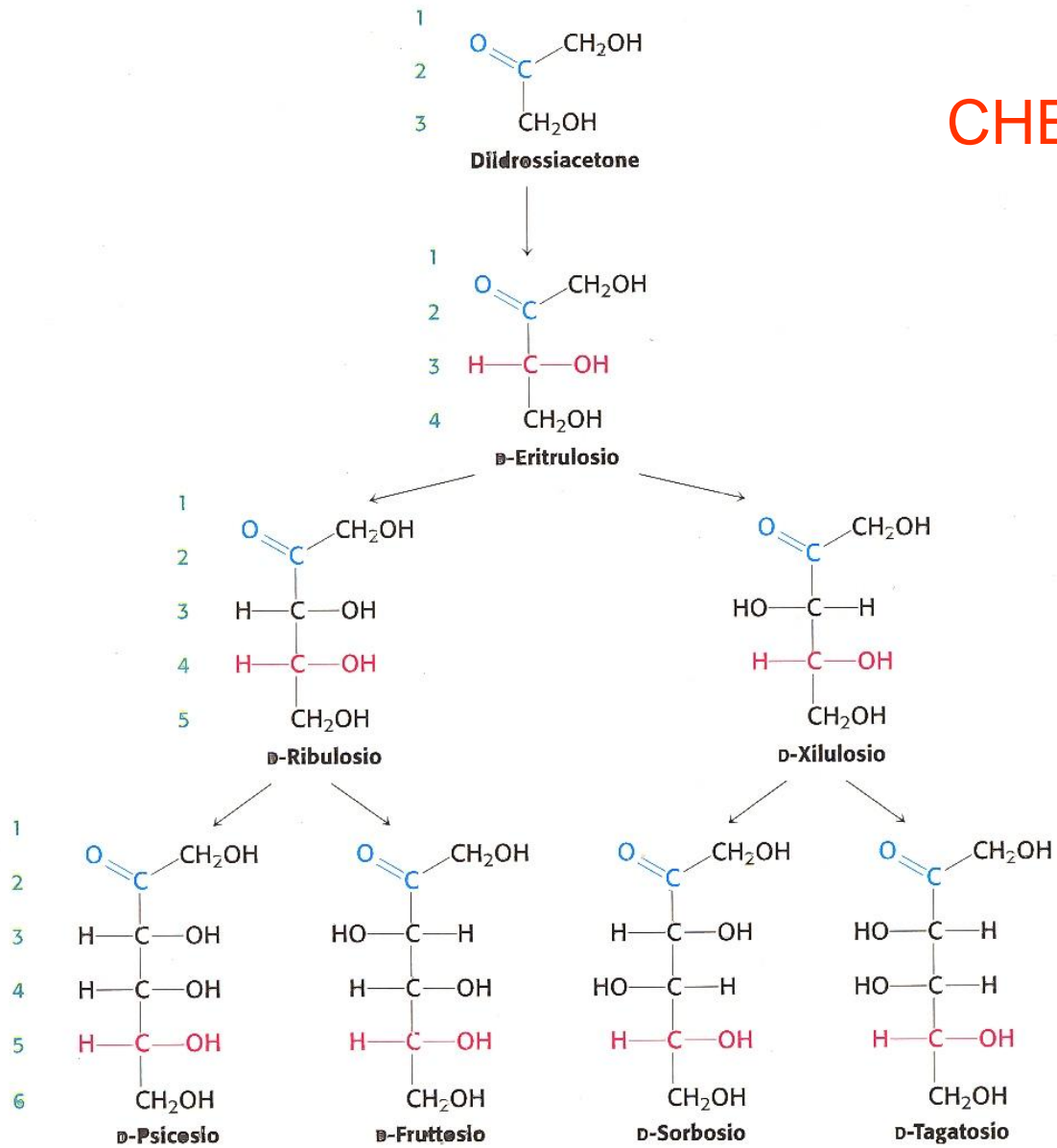
I carboidrati o saccaridi sono derivati della gliceraldeide o del diidrossiacetone

Figura 11.2 D-aldosi contenenti tre, quattro, cinque e sei atomi di carbonio

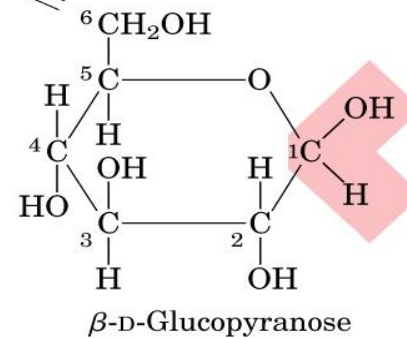
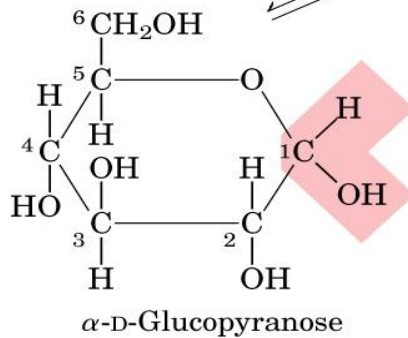
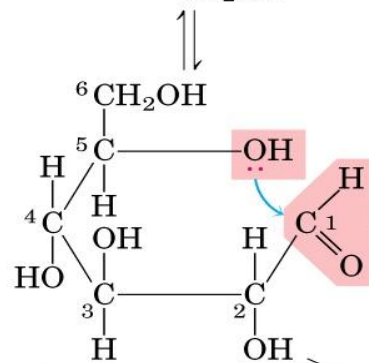
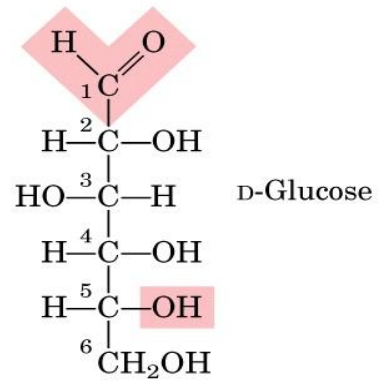
I D-aldosi contengono un gruppo aldeidico (in blu) e hanno la configurazione assoluta della D-gliceraldeide a livello del centro asimmetrico (in rosso) più lontano dal gruppo aldeidico. I numeri indicano le designazioni standard per ciascun atomo di carbonio.



CHETOSI



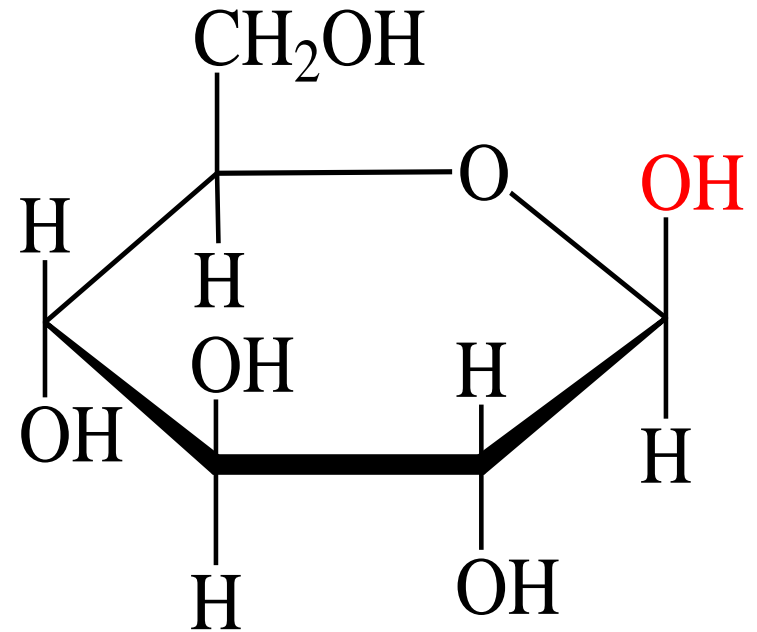
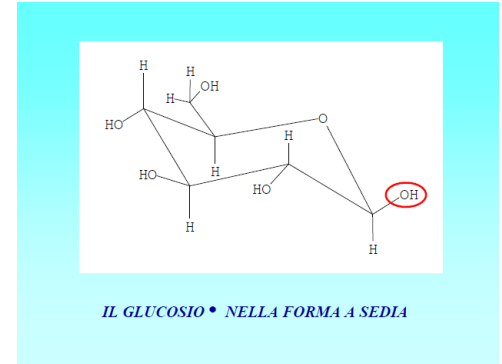
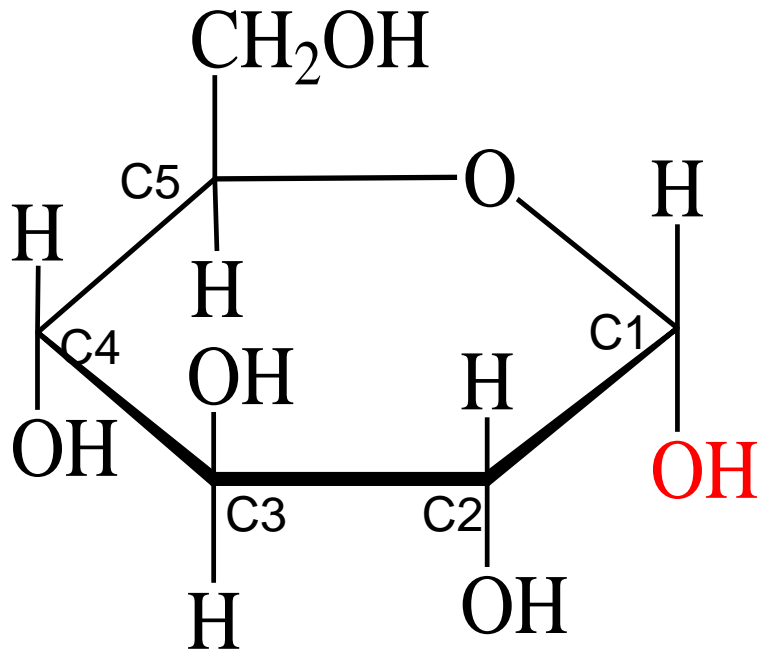
Ciclizzazione del glucosio



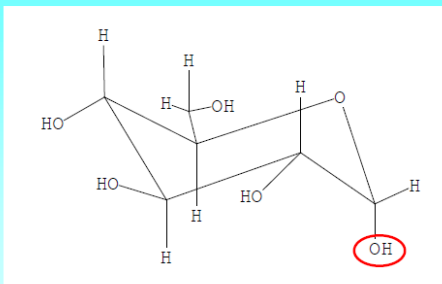
Formule di
Haworth \rightarrow

mutarotation

ANOMERI DEL GLUCOSIO

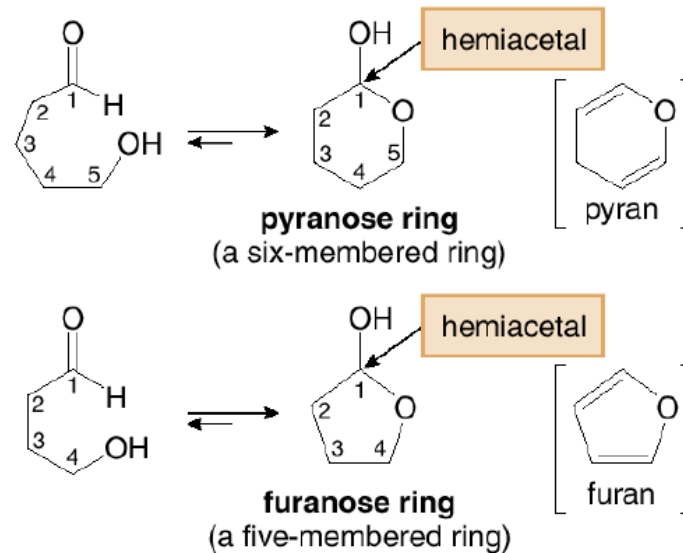


L'IBRIDAZIONE sp^3 DEGLI ATOMI DI CARBONIO FA SÌ CHE LA FORMA DELLA MOLECOLA NON SIA ESAGONALE PIANA, BENSÌ PIEGATA A "SEDIA".



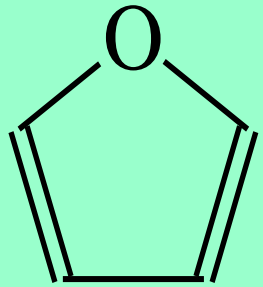
PIRANOSI e FURANOSI

I gruppi ossidrilici e carbonilici dei monosaccaridi possono subire una reazione di ciclizzazione intramolecolare per formare emiacetali ciclici a cinque o sei termini.

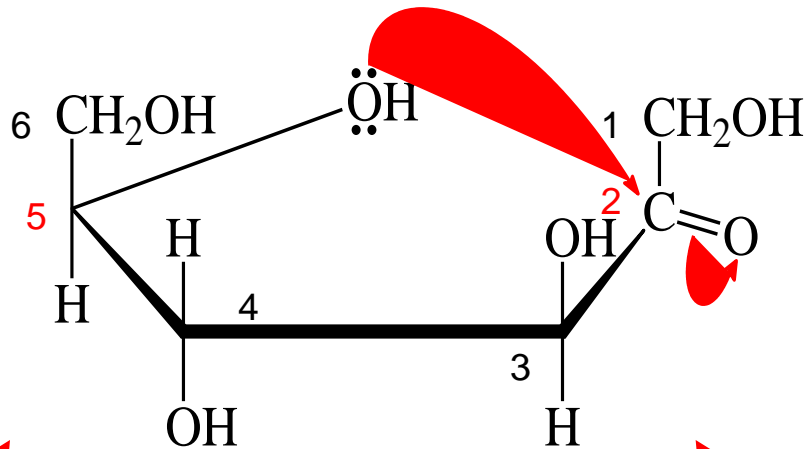


- A six-membered ring containing an O atom is called a *pyranose* ring.
- A five-membered ring containing an O atom is called a *furanose* ring.

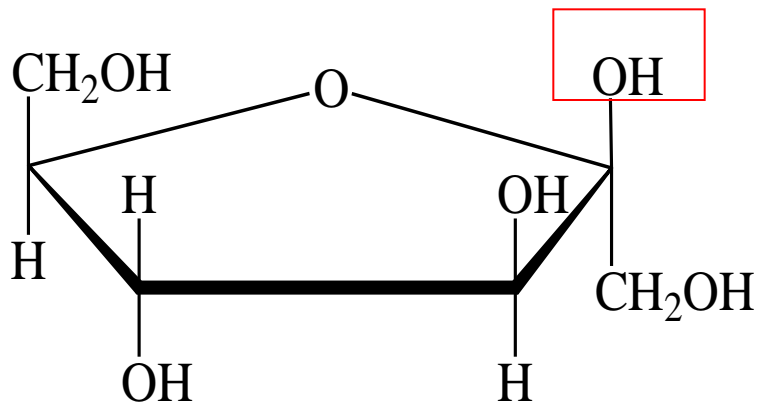
forme furanosiche cicliche del fruttosio



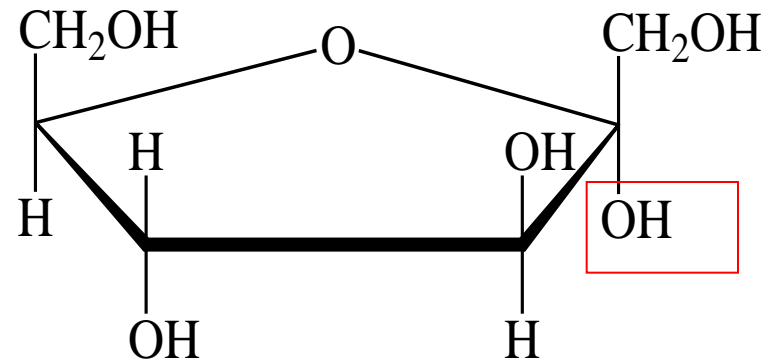
furano



D-fruttosio



β -D-fruttofuranosio



α -D-fruttofuranosio

Glucosio

- questo monosaccaride è il più importante degli esosi
- ha un potere edulcorante pari a circa il 70-80% di quello del saccarosio
- In soluzione, ruota a destra il piano della luce polarizzata: di qui il nome di "destrosio"
- Il glucosio è contenuto in una vasta gamma di alimenti, quali miele, frutta e vegetali
- **Il glucosio si ottiene per idrolisi di molti carboidrati, fra cui il saccarosio, il maltosio, la cellulosa, l'amido e il glicogeno.**

D(-)Fruttosio

- monosaccaride noto anche con il nome di **levulosio** in quanto le sue soluzioni ruotano il piano della luce polarizzata verso sinistra
- è presente, insieme al glucosio, nella frutta e quindi in tutti gli alimenti derivati dalla frutta, quali succhi, nettari, marmellate, ecc
- **Sciropi ad alto contenuto di fruttosio (High Fructose Corn Syrup = HFCS)** vengono normalmente prodotti dall'amido mediante un processo enzimatico che prevede in una prima fase la produzione di sciroppi di glucosio **ed una seconda fase di isomerizzazione del glucosio in fruttosio**. L'isomerizzazione del glucosio in fruttosio avviene tramite l'**enzima glucosio isomerasi** (enzima intracellulare ricavato da *Streptomyces murines*),

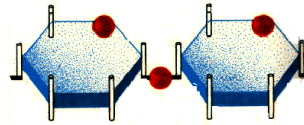
- Il fruttosio ha un elevato potere edulcorante (1,50), ben superiore, a quello del glucosio (0,74) e del saccarosio (1,00).
- a livello nutrizionale la sua assunzione ha limitate implicazioni negative in quanto il fruttosio è uno dei carboidrati che presenta uno dei più bassi valori di indice glicemico fra tutti gli alimenti.

DISACCARIDI

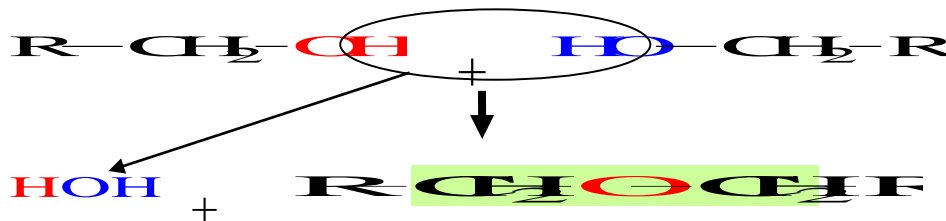


DISACCARIDI

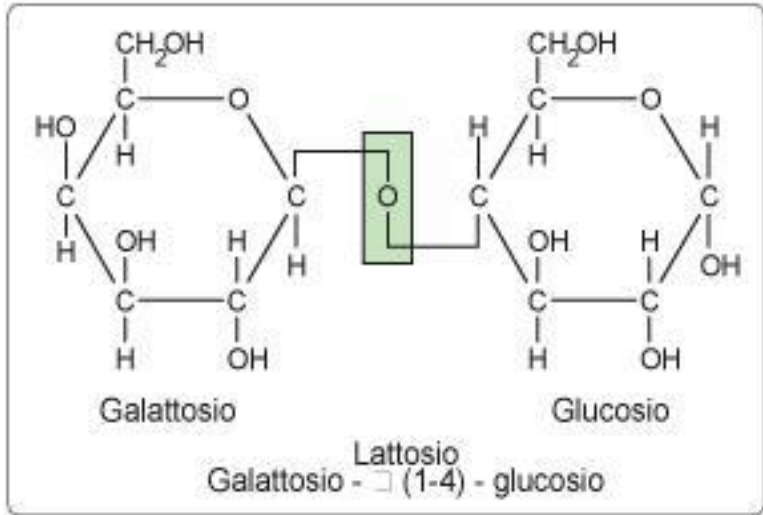
I **disaccaridi** si originano per condensazione del **gruppo ossidrilico anomero di un monosaccaride** con **il gruppo ossidrilico di un altro monosaccaride** e porta alla formazione di **glicosidi**.



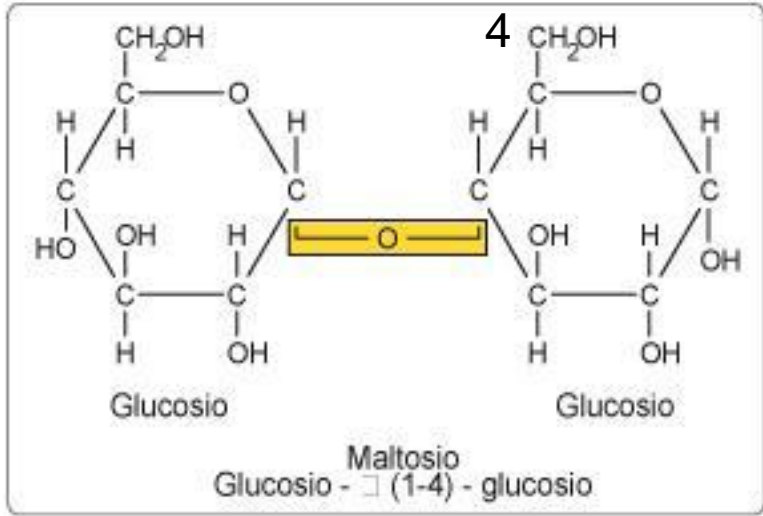
Se il legame coinvolge il **glucosio**, si utilizza anche il termine più specifico di **legame glucosidico**. Le unità monosaccaridiche connesse tramite legami glicosidici formano **oligosaccaridi (fino a 10 unità)** e **polisaccaridi (maggiori di 10)**. I **disaccaridi** invece sono formati da **due unità monosaccaridiche**. Essi comprendono diverse molecole di importanza fisiologica: il **maltosio**,



etere



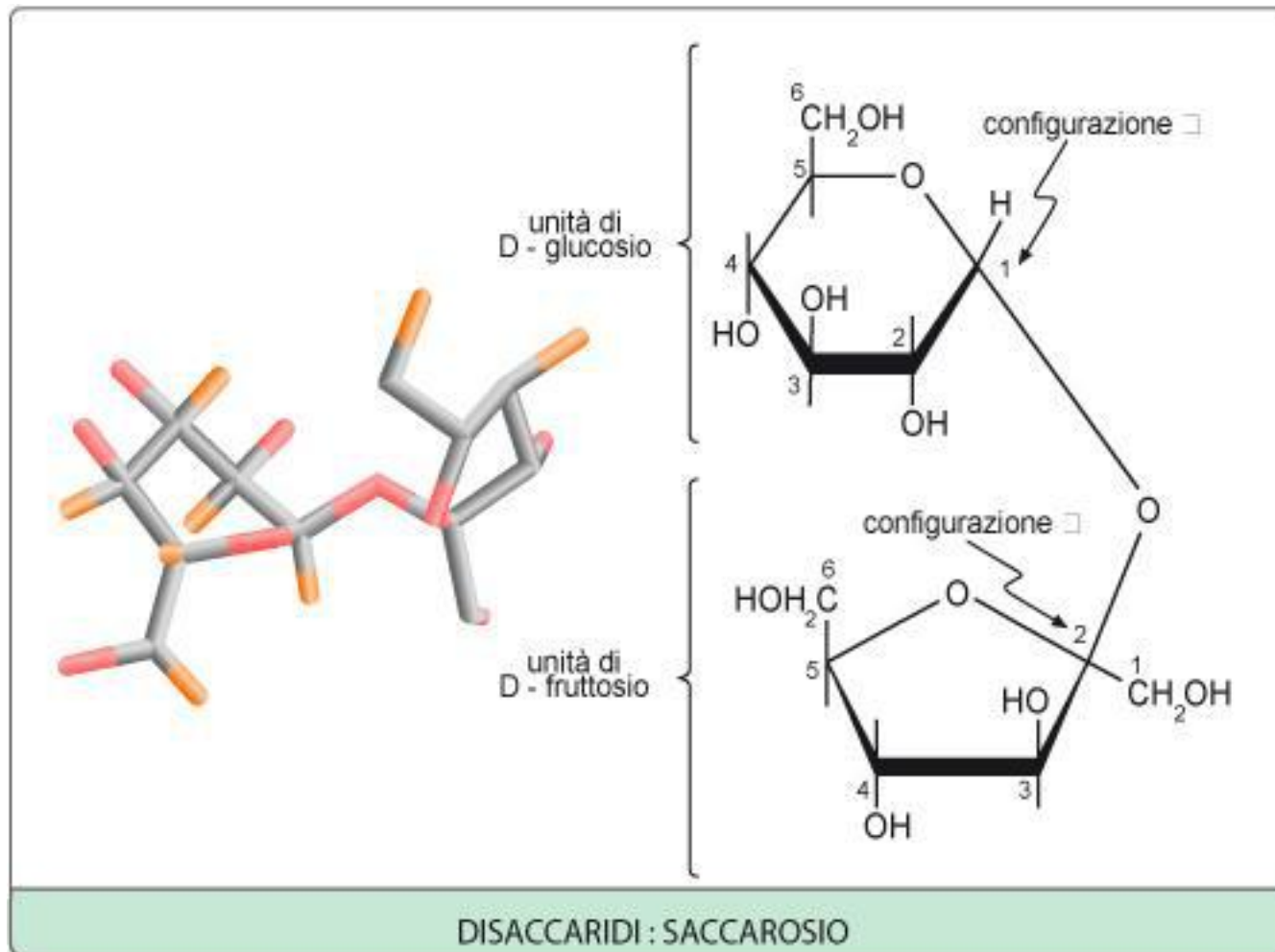
β 1-4



α 1-4

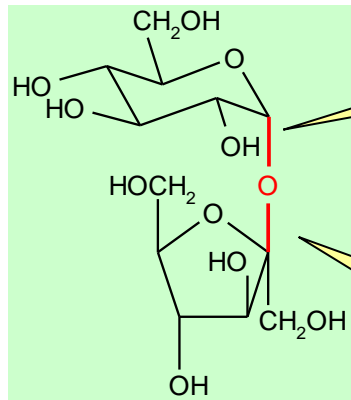
LATTOSIO E MALTOSIO

Zucchero da cucina



α 1-2

Il saccarosio



Legame α al glucosio

Il comune zucchero da tavola estratto dalla barbabietola o dalla canna, presente anche in molti altri vegetali

Legame β al fruttosio

Saccarosio

Zucchero non riducente

α -D- glucopiranosil-(1 \rightarrow 2)- β -D fruttofuranoside

Lo zucchero invertito

In ambiente debolmente acido (industrialmente si usa l'acido citrico) o per azione dell'enzima invertasi il saccarosio si idrolizza prontamente nei due monosaccaridi che lo costituiscono.

Questo processo viene detto "inversione" e la miscela che si ottiene zucchero invertito a causa dell'effetto dell'idrolisi sulle proprietà di rotazione ottica della soluzione.

I DISACCARIDI

Sono formati da due monosaccaridi, uniti con legame etere (tra 2 OH- con perdita di H₂O) (**legame O-glucosidico**). I più importanti in biochimica umana sono:

SACCAROSO = GLUCOSO + FRUTTOSO (è lo zucchero di canna)

LATTOSO = GALATTOSO + GLUCOSO (è lo zucchero del latte)

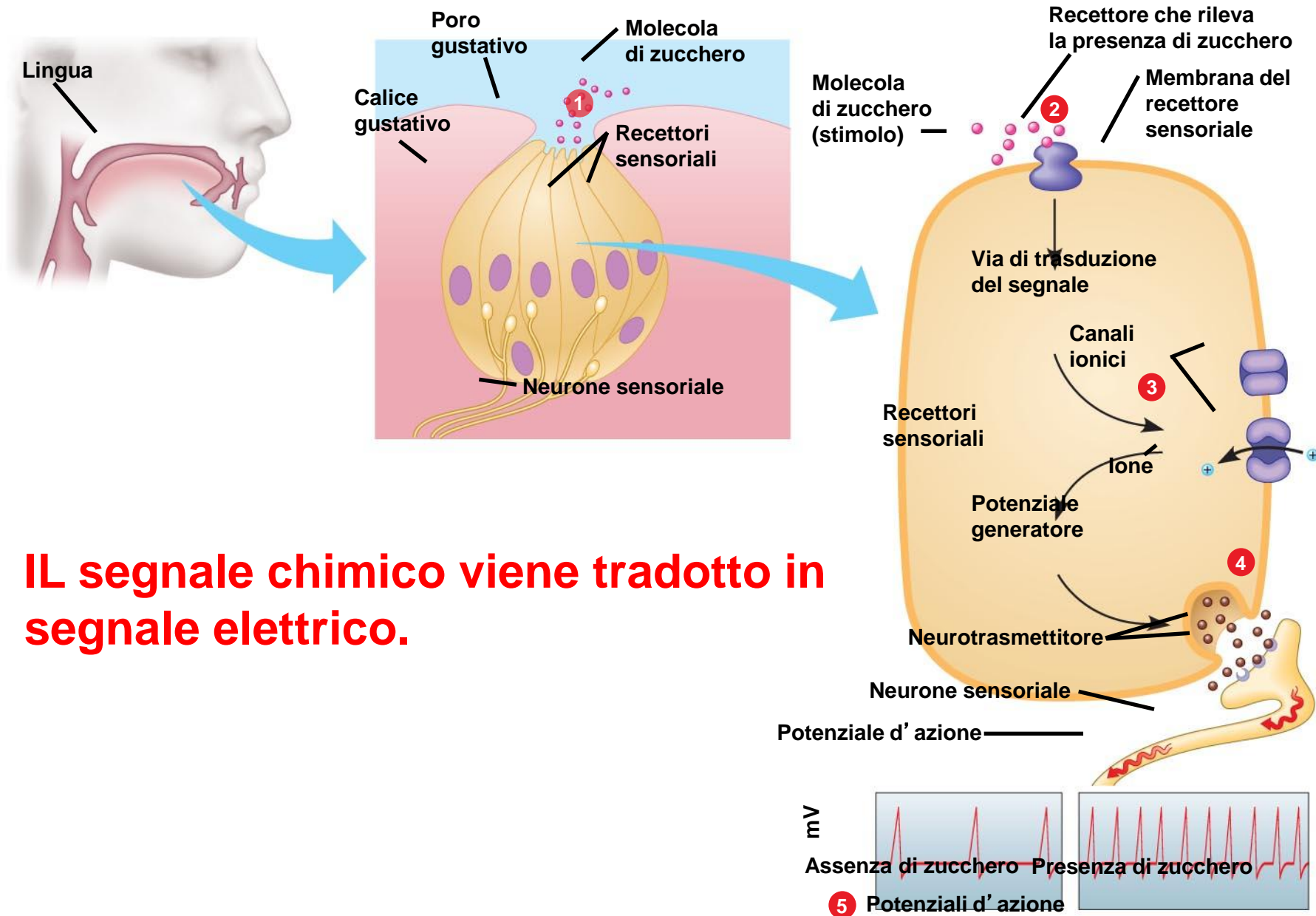
MALTOSIO = GLUCOSO + GLUCOSO (è lo zucchero del malto)

Enzimi idrolitici specifici (idrolasi) situati sull'epitelio intestinale idrolizzano il legame glucosidico e consentono l'assorbimento dei monosaccaridi. Il deficit di lattasi causa **l'intolleranza al lattoso** (diarrea da fermentazione batterica del lattoso non assorbito).

Il potere dolcificante

Gli zuccheri hanno un sapore dolce perché si legano ai recettori del «dolce» presenti sulla lingua.

Composto	Dolcezza rispetto al saccarosio
Zuccheri naturali	
Lattosio	Meno dolce
Maltosio	Stessa dolcezza
Glucosio	Un po' più dolce
Fruttosio	4 volte più dolce
Dolcificanti artificiali	
Ciclamato	30 volte più dolce
Aspartame	150 volte più dolce
Saccarina	450 volte più dolce
Saccarosio	600 volte più dolce



IL segnale chimico viene tradotto in segnale elettrico.

Potere dolcificante degli zuccheri

- **Potere dolcificante**
- Detti anche edulcoranti, i dolcificanti vengono classificati in base a diverse caratteristiche, la più importante delle quali è il **potere dolcificante**.
- **Questo parametro attribuisce ad ogni singola sostanza un determinato valore numerico, calcolato sulla base della capacità addolcente.**
- Il riferimento, che corrisponde ad un potere edulcorante pari ad uno, è dato dal comune zucchero da cucina o [saccarosio](#).
- Esprimendo il concetto in termini più tecnici, il potere dolcificante è "il rapporto tra la concentrazione di una soluzione di saccarosio e quella di un dolcificante che ha la stessa intensità di sapore".
- Ad esempio, se una soluzione acquosa contenente 0,25 grammi di acesulfame, produce un sapore dolce analogo a quello di una soluzione contenente 50 grammi di zucchero a parità di volume e nello stesso solvente di conseguenza, il potere dolcificante dell'acesulfame è pari a 200 (50/0.25).

Potere edulcorante di alcuni carboidrati

<u>Zuccheri</u>	Potere edulcorante	<u>Alditoli</u>	Potere edulcorante
Saccarosio	1.00	Xilosio	0.90
Glucosio	0.74	Sorbitolo	0.70
Fruttosio	1.50	Mannitolo	0.50
Galattosio	0.60	Lattitolo	0.30
Lattosio	0.30	Maltitolo	0.75
Maltosio	0.50	Isomalto	0.45 □ 0.60

* calcolato assumendo il valore 1 per il disaccaride saccarosio