

# Prodotti Dietetici

## *I GLUCIDI*



I **glucidi** (dal greco *glucos*, dolce) o **carboidrati**, sono composti costituiti da **carbonio, idrogeno e ossigeno** (sostanze ternarie) che conferiscono sapore, consistenza e varietà agli alimenti. Inoltre i carboidrati rappresentano la fonte principale di energia del nostro organismo e conseguentemente occupano un posto preminente nella dieta dell'uomo.



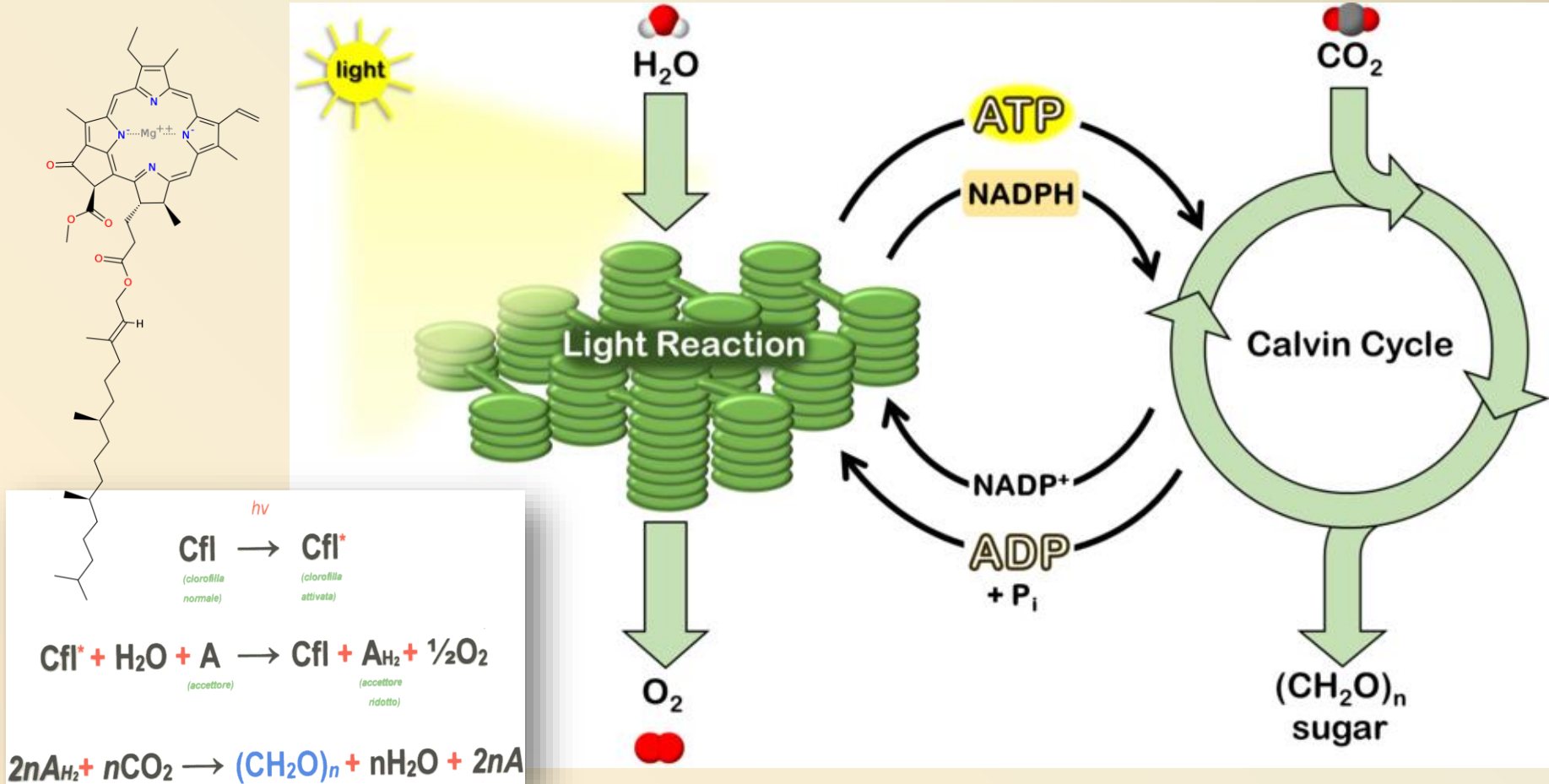


## Principali funzioni:

- energetica (anche di riserva)
- plastica o di sostegno (glicoproteine)
- regolatoria (acidi nucleici)
- edulcorante



La produzione di carboidrati in natura avviene nelle piante verdi mediante il processo di **fotosintesi clorofilliana**, che catalizza la conversione dell'anidride carbonica ed acqua in D(+)-glucosio.



Chimicamente possono essere considerati come **aldeidi (aldosi)** o **chetoni (chetosi)** di alcoli polivalenti, con formula bruta **(CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>**. A seconda del grado di polimerizzazione si avranno triosi (3 atomi di carbonio), tetraosi (4 C), pentaosi (5 C), esosi (6 C), eptosi (7 C), ecc. Pertanto i diversi carboidrati possono essere classificati in funzione del numero di unità monomeriche.





# Principali carboidrati di interesse nutrizionale

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

DP\* = grado di polimerizzazione



Dal punto di vista strutturale, la forma del glucosio solitamente presente in natura è **destrogira** ( $[\alpha]_D^{20} = + 52,7^\circ$ ), mentre il fruttosio è presente in natura nella forma **levogira** ( $[\alpha]_D^{20} = - 92,4^\circ$ ), comunque **entrambi sono inclusi nella serie D** in quanto le loro configurazioni assolute sono correlate alla D-gliceraldeide.

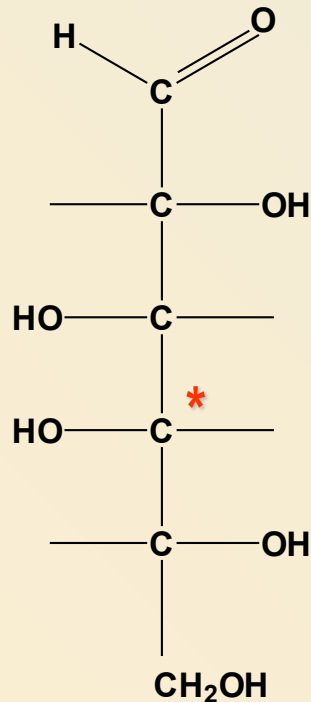


# Numero di atomi di carbonio asimmetrici: stereoisomeri e coppie enantiomorfe ( $2^n$ )

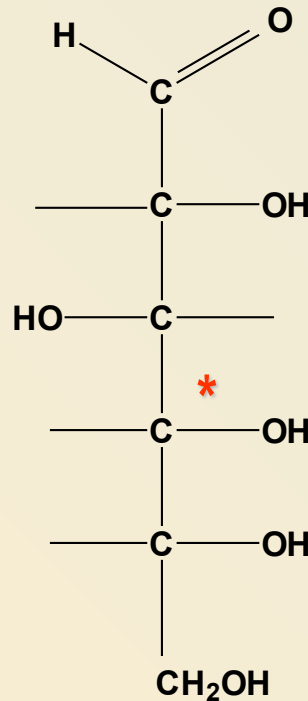
Monosaccaride	Numero di atomi di carbonio asimmetrici	Numero di stereoisomeri	Numero di coppie enantiomorfe
<b>Aldotriosi e chetotetraosi</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Aldotetraosi e chetopentosi</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Aldopentosi e chetoesosi</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
<b>Aldoesosi</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>8</b>



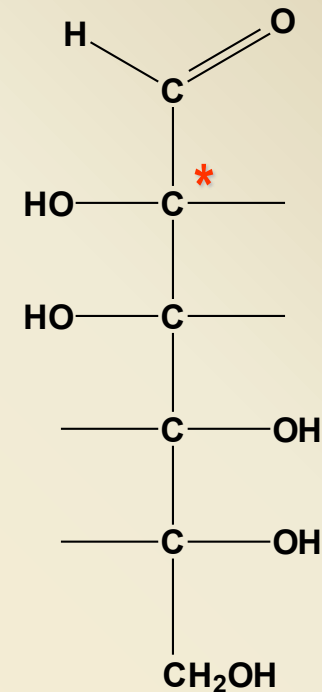
Due monosaccaridi che differiscono tra loro unicamente per la configurazione di uno solo degli atomi di carbonio asimmetrici, sono definiti **epimeri**.



D galattosio



D glucosio



D mannosio

Il D-glucosio e il D-galattosio sono epimeri in quanto cambia solo la configurazione rispetto al C4. Analogamente il D-mannosio è epimero in C2 del D-glucosio.

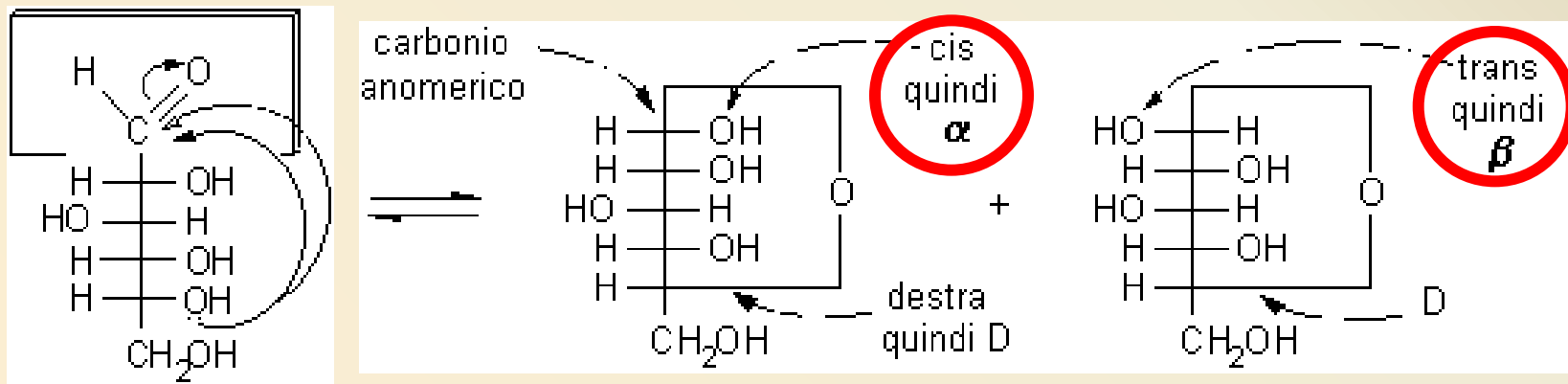


# Stereoisomeria dei monosaccaridi

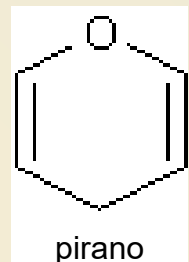
- I monosaccaridi in cui è presente lo stesso numero di atomi di carbonio comprendono una serie di forme molecolari (**stereoisomeri**) con identica formula di struttura, ma diversi arrangiamenti tridimensionali dei rispettivi atomi e gruppi funzionali.
- Il numero degli atomi di carbonio asimmetrici (atomi di carbonio ai quali quattro differenti atomi o gruppi sono chimicamente legati) determina il numero di stereoisomeri che sono presenti.
- Gli stereoisomeri che presentano un'immagine speculare uno dell'altro sono noti come **enantiomeri** o coppia enantiomorfa, mentre stereoisomeri non speculari sono comunemente definiti **diastereoisomeri**.



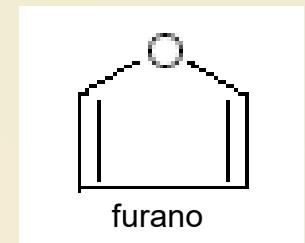
Gli esosi possono dare origine a strutture cicliche. La formazione delle strutture **piranosiche** è resa possibile dalla formazione di un legame semiacetalico del gruppo ossidrilico alcolico dell'atomo di carbonio 5 con l'atomo di carbonio aldeidico. Si forma un nuovo centro di asimmetria sul C1 generando due forme stereoisomere, più precisamente due diastereoisomeri (**anomeri  $\alpha$  e  $\beta$** )



### Conformazione lineare e ciclica del D(+)-glucosio

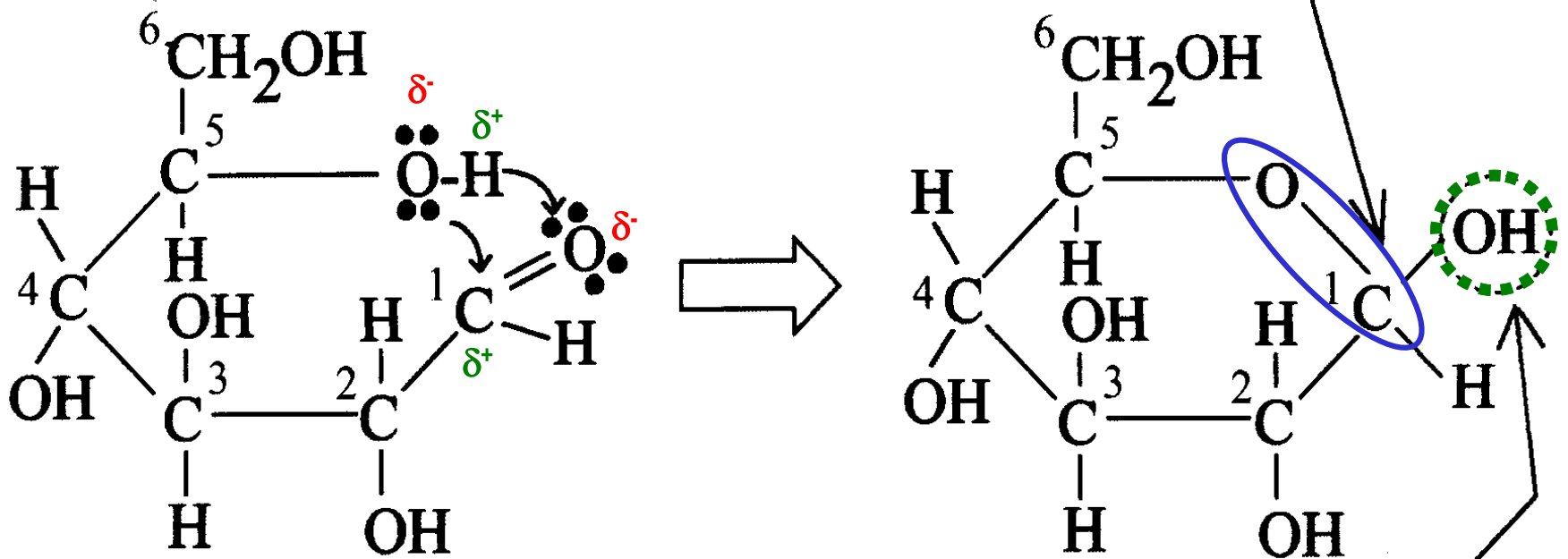


- Si definiscono **anomeri** gli stereoisomeri che differiscono tra loro per la **posizione dell'ossidrile semiacetalico**, cioè per la configurazione intorno al nuovo centro di asimmetria originato dalla ciclizzazione del monosaccaride.
- Tutti gli aldosi con 5 e 6 atomi di carbonio formano anelli piranosici e possono esistere in forme anomeriche.
- Anche i chetosi possono originare forme cicliche e quindi esistere come forme anomeriche  $\alpha$  e  $\beta$ . In questo caso il gruppo ossidrilico alcolico del carbonio 5 si unisce al gruppo carbonilico del carbonio 2, formando un emichetale che genera una ciclizzazione a cinque atomi (**anello furanosico**).



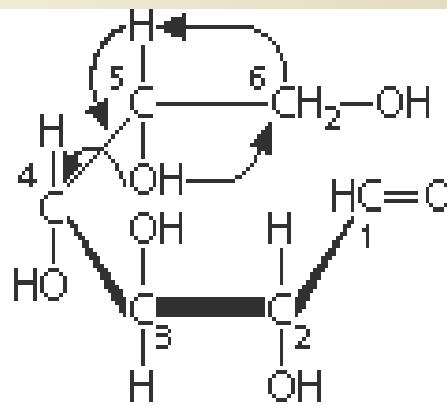
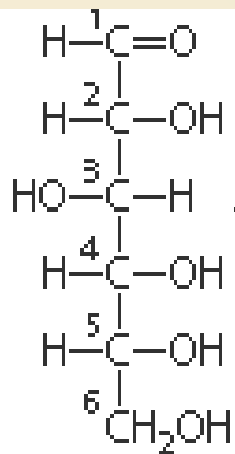
# La formazione delle strutture piranosiche

C anomero

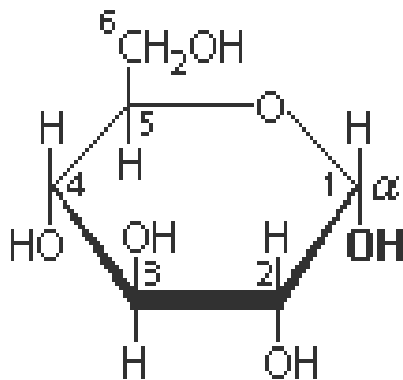


ossidrilie  
emiacetalico

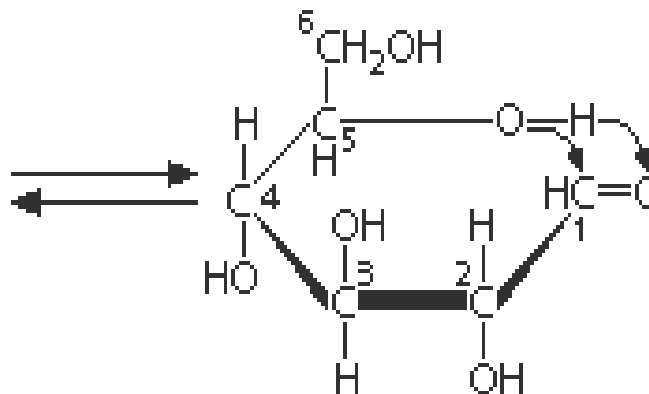




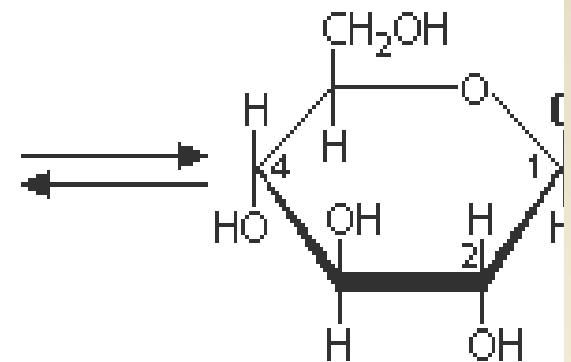
**③ NELLA MISCELA DI EQUILIBRIO, % DELL'ANOMERO  $\beta$  È MAGGIORE PER VIA DELLA MAGGIOR STABILITÀ**



$\alpha$ -D-Glucosio (36%)

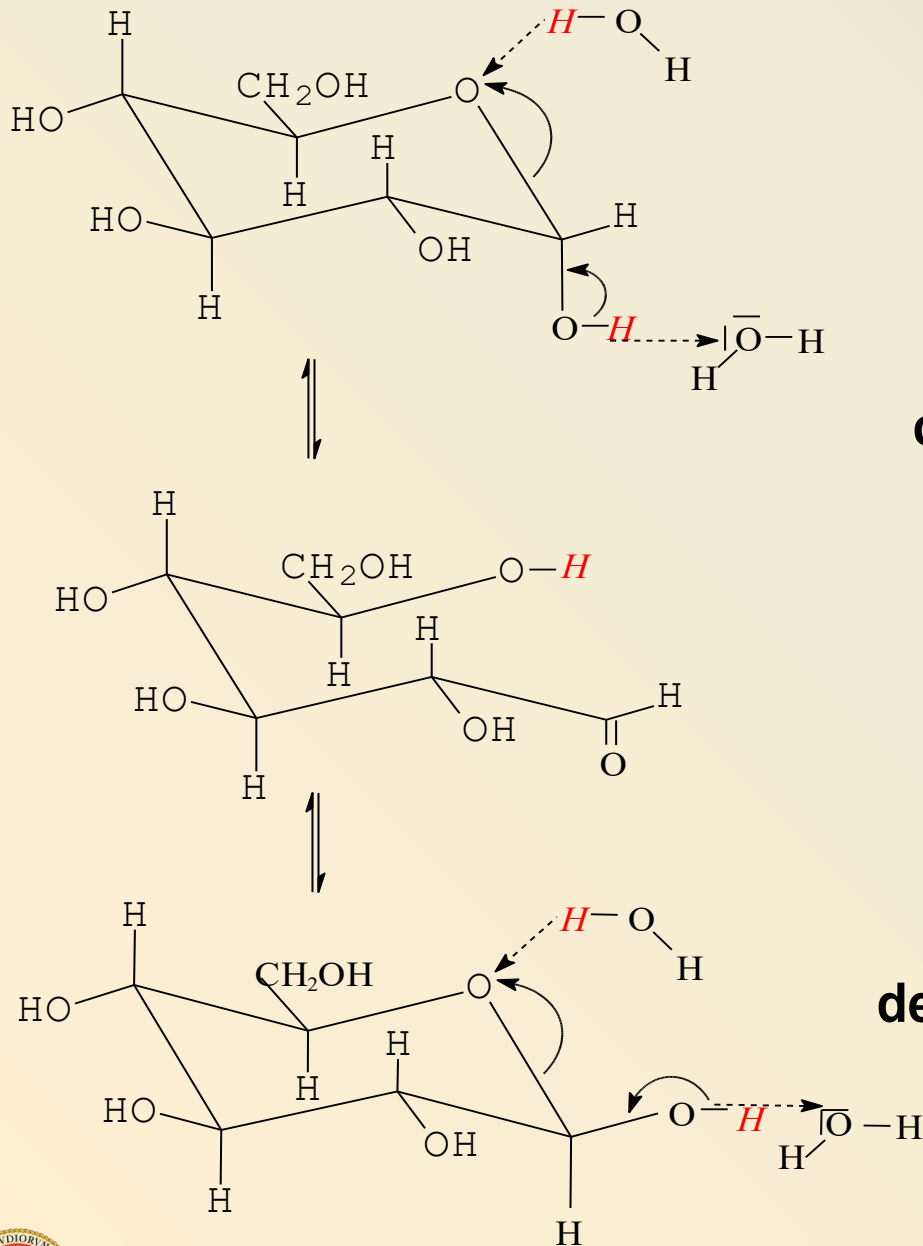


D-Glucosio (<0,1%)



$\beta$ -D-Glucosio (64%)

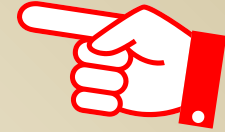




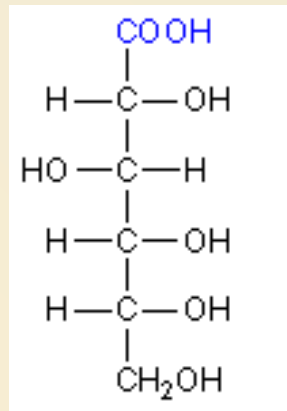
**Il fenomeno si spiega ammettendo che una piccola parte delle molecole di glucosio, a causa dello scambio di ioni  $H^+$  con le molecole di acqua, passi dalla forma ciclica a quella aperta e si richiuda generando l'anomero (soprattutto  $\rightarrow\beta$ ). Il potere rotatorio diminuisce fino ad assestarsi ad un valore intermedio tra l'angolo di rotazione dell'anomero  $\alpha$  e quello dell'anomero  $\beta$ .**



# Derivati dei monosaccaridi



① Per **ossidazione del C aldeidico** si formano gli acidi poliossidicarbossilici detti **acidi aldonici**. Ad esempio, dal D-glucosio si ottiene l'**acido gluconico** (il fosfogluconico è un importante intermedio del metabolismo dei carboidrati).



**acido gluconico**

② Per **ossidazione sia del C aldeidico che del C del gruppo ossidrilico primario** si ottengono acidi aldarici (poliidrossidicarbossilici). Questi acidi non hanno interesse in campo alimentare o significato biologico.

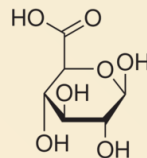
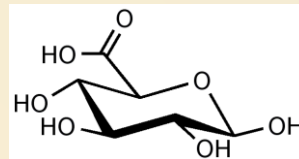
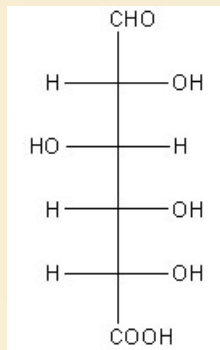


③ Una terza possibile via di ossidazione è quella in cui soltanto il C che porta il gruppo ossidrilico primario viene ossidato ad acido carbossilico con formazione degli **acidi uronici**.

Gli acidi uronici sono componenti delle **glicoproteine** e delle **pectine**, quest'ultime sono polisaccaridi di interesse alimentare.

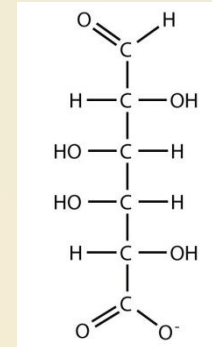


D-glucosio



acido **glucuronico**

D-galattosio

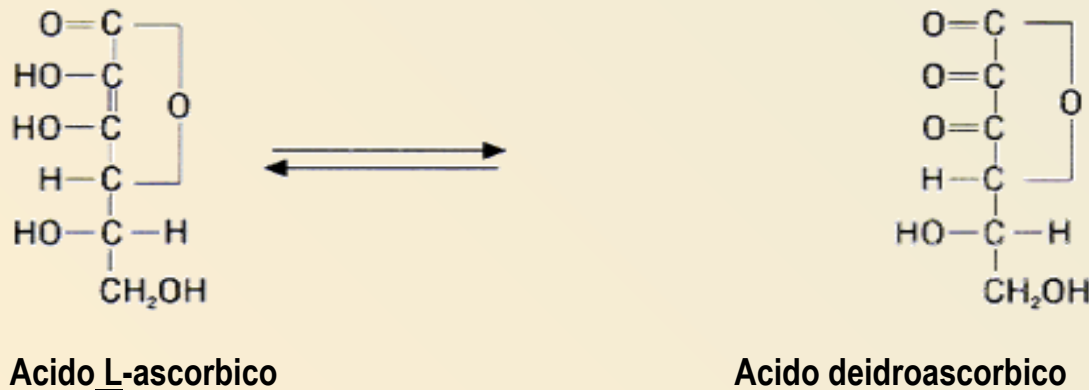


acido **galatturonico**



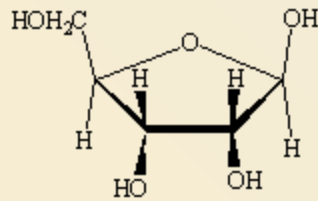
Gli acidi aldonici (ossidazione C aldeidico) e uronici (ossidazione C con ossidrile primario) lattonizzano facilmente formando anelli a 5 o a 6 atomi di C come il D- $\delta$ -gluconolattone ed il D- $\delta$ -glucuronolattone.

Un importante esempio di quest'ultimo tipo di acidi è **l'acido L-ascorbico** (vitamina C), che strutturalmente è il  $\gamma$ -lattone di un acido esonico che presenta una struttura endiolica agli atomi di carbonio 2 e 3. E' particolarmente instabile e si ossida facilmente ad acido deidroascorbico:

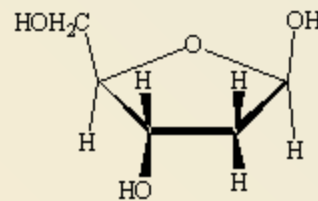


Altri importanti derivati dei monosaccaridi sono:

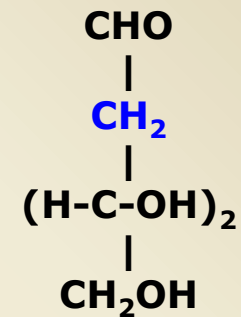
- gli **zuccheri fosfati**, presenti in tutte le cellule viventi
- i **deossi zuccheri**, largamente presenti in natura, quale 2-deossi-D-ribosio costituente dell'acido deossiribonucleico:



$\beta$ -D-ribosio



2-deossi- $\beta$ -D-ribosio



- gli **ammino zuccheri**, fra i quali la D-glucosammina componente principale della **chitina**.



# GLUCOSIO

- è il monosaccaride più importante degli esosi
- è contenuto in una vasta gamma di alimenti, quali miele, frutta e vegetali
- in soluzione, **ruota a destra il piano della luce polarizzata**: di qui il nome di "destrosio"
- ha un potere edulcorante pari a circa il 70-80% di quello del saccarosio
- si ottiene per idrolisi di molti carboidrati, fra cui il saccarosio, il maltosio, la cellulosa, l'amido e il glicogeno. Industrialmente può essere ottenuto per via enzimatica da amido ottenuto come sottoprodotto del mais
- può reagire facilmente con aminoacidi ed essere coinvolto in reazioni di imbrunimento non enzimatico (reazione di Maillard)

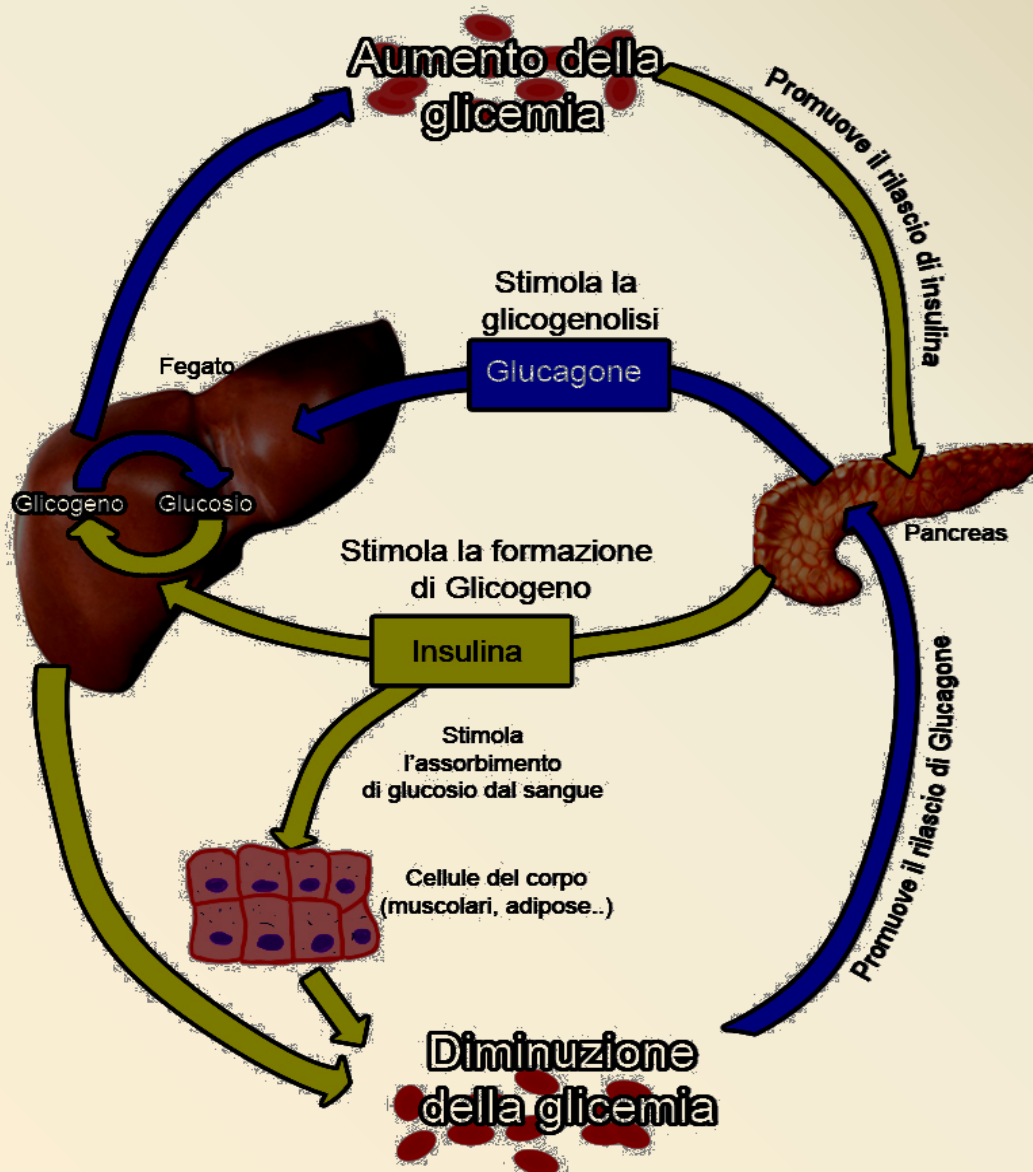


Ai fini di un adeguato stato di salute è necessario che nel sangue sia presente una quantità di glucosio pari a circa **90 – 100 mg/dl**. Questa concentrazione è fondamentale perchè il cervello può utilizzare solo glucosio come combustibile e non possiede depositi di glicogeno.

Quando la glicemia scende sotto questi valori il cervello ha difficoltà a funzionare per cui entrano in gioco una serie di meccanismi biochimici che portano a mantenere stabili i valori di glucosio. Il cervello utilizza circa 100-150 g/die di glucosio.



# Ricordarsi gli equilibri che regolano la glicemia...



a) Condizioni di sazietà: prevale l'insulina ed il suo effetto anabolico



b) Condizioni di digiuno: prevale il glucagone ed il suo effetto catabolico



Soluzioni di carboidrati-elettroliti	Le soluzioni di carboidrati-elettroliti contribuiscono al mantenimento di prestazioni di resistenza durante l'esercizio fisico prolungato	Per poter recare l'indicazione, le soluzioni di carboidrati-elettroliti devono contenere 80-350 kcal/L da carboidrati e almeno il 75 % dell'energia deve essere fornito da carboidrati capaci di indurre un'elevata risposta glicemica, quali glucosio, polimeri di glucosio e saccarosio. Inoltre le bevande devono contenere tra 20 mmol/L (460 mg/L) e 50 mmol/L (1 150 mg/L) di sodio e devono avere un'osmolarità compresa tra 200 e 330 mOsm/kg di acqua.
Soluzioni di carboidrati-elettroliti	Le soluzioni di carboidrati-elettroliti aumentano l'assorbimento di acqua durante l'esercizio fisico	Per poter recare l'indicazione, le soluzioni di carboidrati-elettroliti devono contenere 80-350 kcal/L da carboidrati e almeno il 75 % dell'energia deve essere fornito da carboidrati capaci di indurre un'elevata risposta glicemica, quali glucosio, polimeri di glucosio e saccarosio. Inoltre le bevande devono contenere tra 20 mmol/L (460 mg/L) e 50 mmol/L (1 150 mg/L) di sodio e devono avere un'osmolarità compresa tra 200 e 330 mOsm/kg di acqua.

REG. UE 432/2012

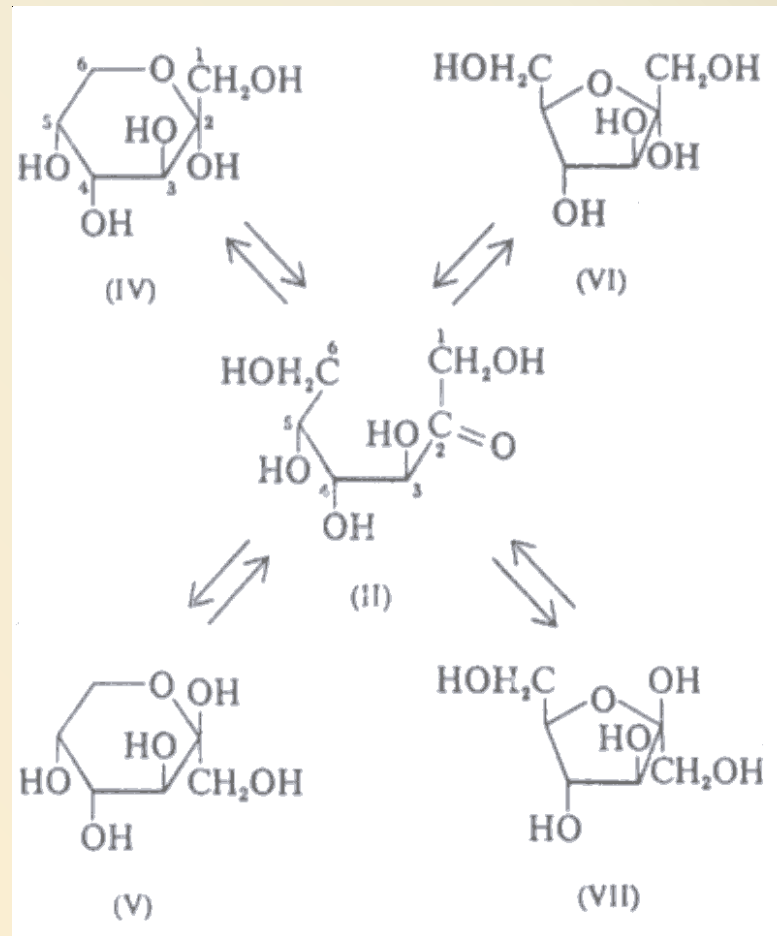


# D(-)FRUTTOSIO

- è presente insieme al glucosio nella frutta e quindi in tutti gli alimenti derivati dalla frutta (succhi, nettari, marmellate, ecc.) e nel miele
- monosaccaride noto anche con il nome di levulosio in quanto le sue soluzioni **ruotano il piano della luce polarizzata verso sinistra**
- sciroppi 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 in natura è presente nella la **forma furanosica**, mentre allo stato cristallino presenta la **forma piranosica**.



## D(+)-GALATTOSIO

- il galattosio è uno **zucchero riducente, destrogiro**
- non si trova allo stato libero ma è abbondante allo stato combinato, è **uno dei costituenti del disaccaride lattosio** ed entra nella composizione di glucidi più complessi
- il D-glucosio e il D-galattosio sono epimeri in quanto cambia solo la configurazione rispetto al carbonio 4
- è relativamente poco solubile in acqua
- è fermentescibile
- ha un potere dolcificante (0,60) inferiore a quello del glucosio



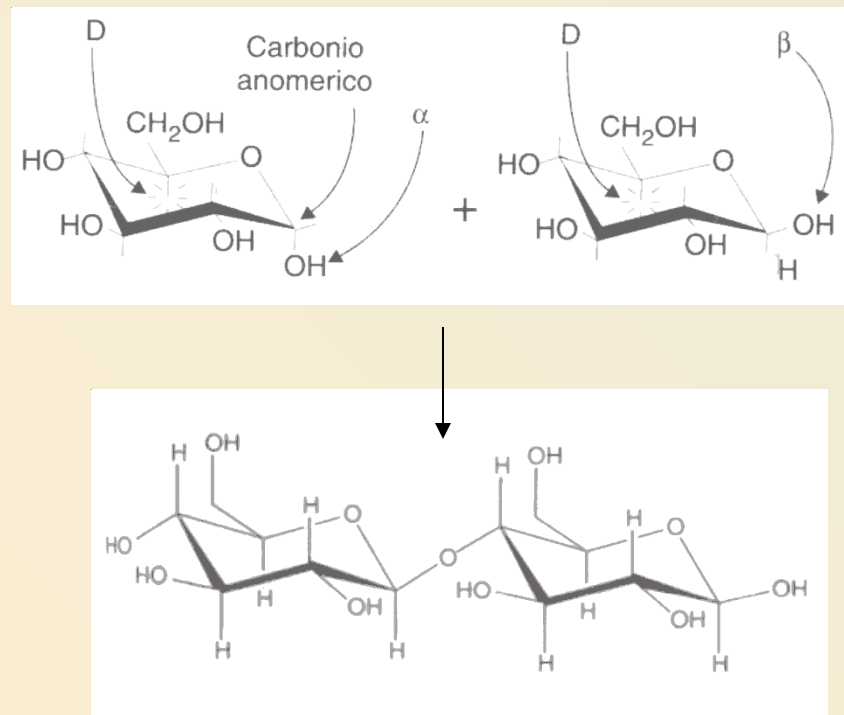
# DISACCARIDI

Disaccaride	Monomeri	Tipo di legame coinvolto	Caratteristiche
<b>Maltosio</b>	<b>glucosio</b>	<b>(1→4) α-glicosidico</b>	<b>riducenti, subiscono la mutarotazione</b>
<b>Isomaltosio</b>	<b>glucosio</b>	<b>(1→6) α-glicosidico</b>	
<b>Cellobiosio</b>	<b>glucosio</b>	<b>(1→4) β-glicosidico</b>	
<b>Lattosio</b>	<b>glucosio e galattosio</b>	<b>(1→4) β-glicosidico</b>	
<b>Saccarosio</b>	<b>glucosio e fruttosio</b>	<b>(1→2) α,β-diglicosidico</b>	<b>non-riducenti, non subiscono la mutarotazione</b>
<b>Trealosio</b>	<b>glucosio</b>	<b>(1→1) α,β-diglicosidico</b>	



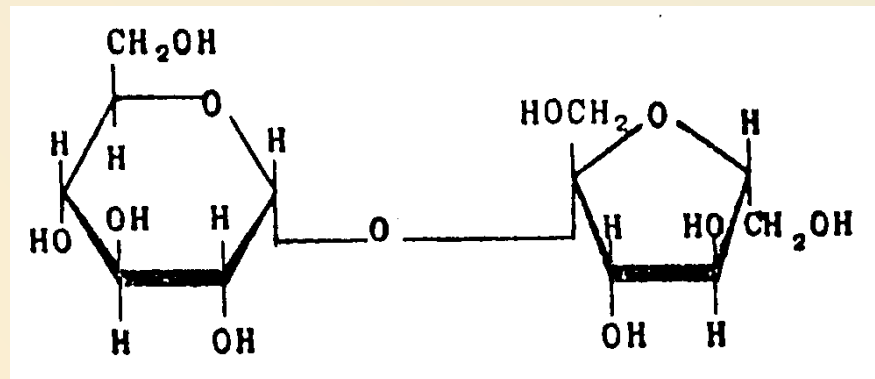
## Legame glicosidico

Un monosaccaride può essere chimicamente legato ad un altro monosaccaride in seguito alla reazione dell'atomo di carbonio anomero di uno dei monosaccaridi con un gruppo ossidrilico dell'altro monosaccaride. Il legame che viene così a formarsi e che unisce i due monosaccaridi è chiamato **legame glicosidico**.



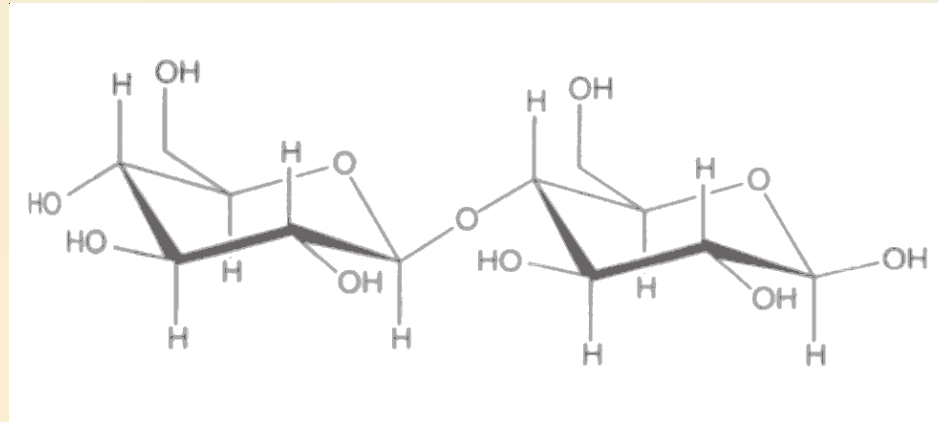
# SACCAROSIO

- questo disaccaride è il comune zucchero da tavola, presente in vari vegetali, in particolare nella barbabietola e nella canna da zucchero, da cui viene estratto. È noto anche con il nome di sucrosio.
- è costituito da una molecola di glucosio ed una molecola di fruttosio, unite tra loro da un legame glicosidico tra il C-1 del glucosio ed il C-2 del fruttosio, in questo modo il legame glicosidico blocca tutte e due le funzioni carboniliche dei due monosaccaridi per cui non ci sono gruppi carbonilici “liberi” con conseguente **assenza di mutarotazione** ed **attività riducente**.



# MALTOSIO

È un  $\alpha$ -D-glucopiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -D-glucopiranosio, in cui il secondo residuo di glucosio ha un atomo di carbonio anomero libero, in grado di esistere in forma  $\alpha$  o  $\beta$  di cui la forma  $\beta$  (riportata in figura) è quella predominante in natura.



- il maltosio può essere ottenuto, insieme ad altri prodotti, per **parziale idrolisi dell'amido**, ad esempio dal malto (orzo germinato) per azione dall'enzima **diastasi**, da cui il nome di zucchero di malto.
- È un disaccaride facilmente digeribile per azione dell'enzima maltasi che lo scinde in due molecole di glucosio:



Per questa sua prerogativa trova largo impiego nella preparazione di alimenti per neonati e di bevande

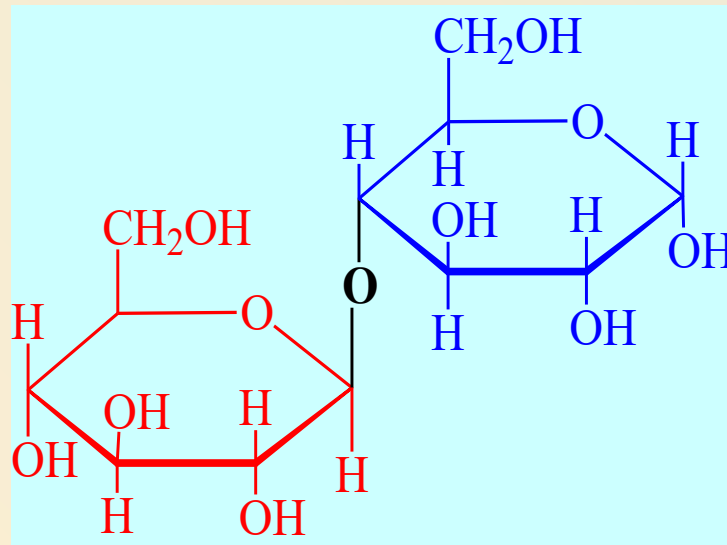
- Viene inoltre usato come substrato per la fermentazione del lievito ed è importante nel processo di produzione della birra.
- Per idrogenazione del maltosio si ottiene uno zucchero di sintesi denominato **maltitolo** dotato di attività dolcificante, non cariogeno e lassativo ad alte dosi.



# CELLOBIOSIO

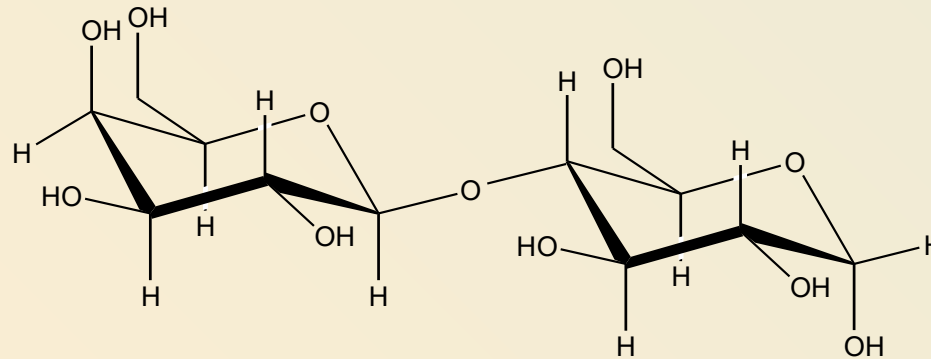
È un  $\beta$ -D-glucopiranosil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucopiranosio, in cui il secondo residuo di glucosio ha un atomo di carbonio anomero libero ed è pertanto riducente.

È idrolizzato in due molecole di D(+)-glucosio dall'enzima emulsina (estratto dalle mandorle amare), in grado di idrolizzare il legame glucosidico  $\beta$ (1 $\rightarrow$ 4) che unisce i due monomeri di glucosio.

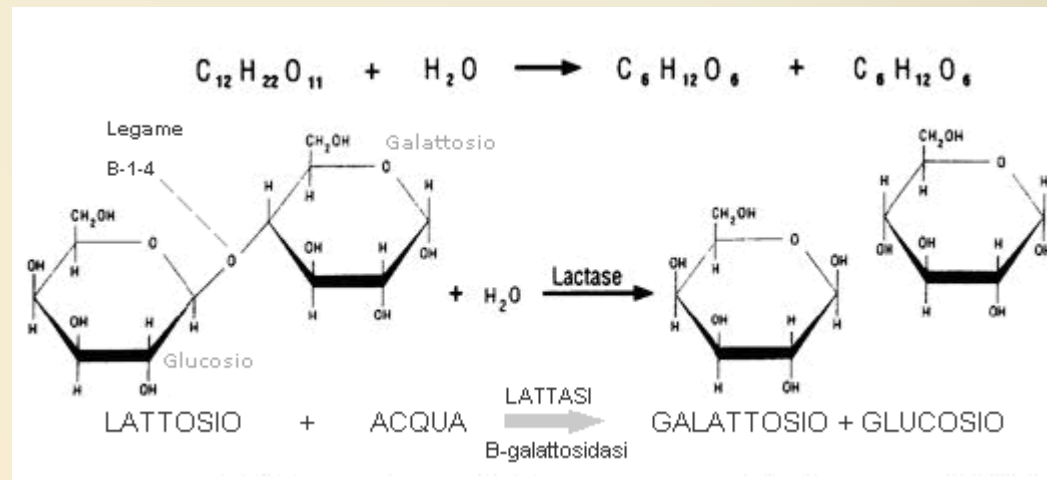


# LATTOSIO

È un disaccaride, formato da una molecola di glucosio e una di galattosio, presente nel latte a cui conferisce un sapore leggermente dolce (il lattosio è dolce circa 1/3 del saccarosio)



# Per idrolisi acida o per trattamento con l'enzima lattasi il lattosio si idrolizza in D(+)-glucosio e D(+)-galattosio



Lattasi	La lattasi migliora la digestione del lattosio nei soggetti che maldigeriscono il lattosio	Questa indicazione può essere impiegata solo per gli integratori alimentari con una dose minima di 4 500 unità di FCC (Food Chemicals Codex), con l'avvertenza per il consumatore della necessità dell'assunzione a ogni pasto contenente lattosio.	I consumatori vanno inoltre avvertiti che la tolleranza al lattosio è variabile e che è opportuno chiedere consiglio circa il ruolo di tale sostanza nella propria dieta.
---------	--	---	---

REG. UE 432/2012



Il lattosio è facilmente attaccato da numerosi microrganismi che provocano le principali fermentazioni del latte e del formaggio. La più importante è la fermentazione lattica, che avviene spontaneamente nel latte lasciato a riposo. Ad esempio nella fermentazione lattica **i batteri lattici**

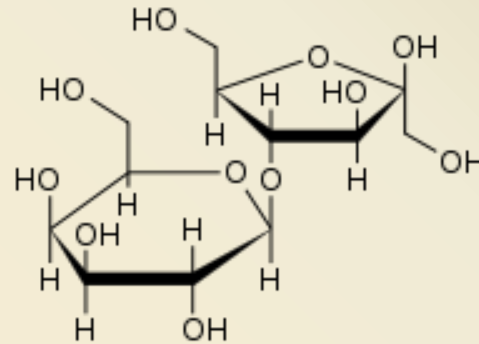
- idrolizzano il lattosio in una molecola di glucosio e una di galattosio,
- trasformano quindi il galattosio in glucosio e infine fermentano le due molecole di glucosio producendo 4 molecole di acido lattico.

La fermentazione porta all'acidificazione del latte con conseguente coagulazione della caseina.

**PROBIOTICI**



Per isomerizzazione del lattosio si ottiene il **lattulosio**, preparato commerciale utilizzato contro la stipsi.

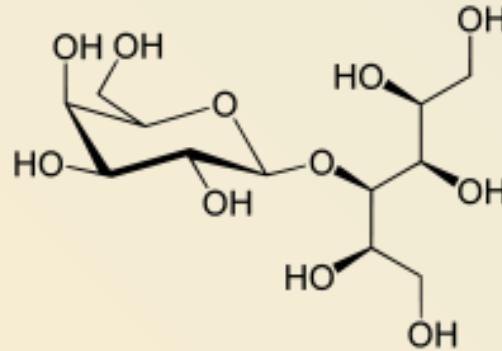


Sostanza nutritiva, sostanza di altro tipo, alimento o categoria di alimenti	Indicazione	Condizioni d'uso dell'indicazione
Lattulosio	Il lattulosio contribuisce all'accelerazione del transito intestinale	Questa indicazione può essere impiegata solo per un alimento che contiene 10 g di lattulosio in una singola porzione quantificata. L'indicazione va accompagnata dall'informazione al consumatore che l'effetto benefico si ottiene con una dose di 10 g di lattulosio al giorno.

REG. UE 432/2012



Per idrogenazione del lattosio si ottiene un disaccaride costituito da galattosio e sorbitolo e chiamato **lattitolo**. Viene utilizzato come dolcificante di massa e possiede proprietà lassative.



# Polisaccaridi

I polisaccaridi possono essere classificati in base alla funzione in:

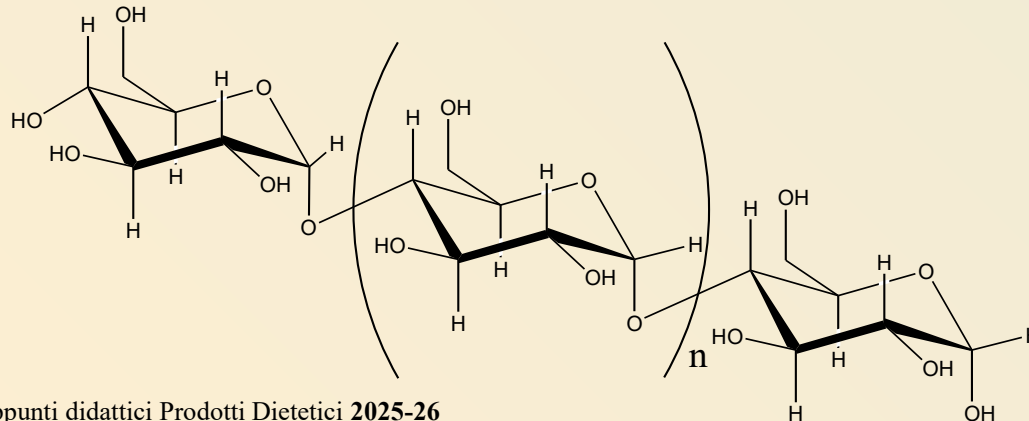
	<i>Caratteristiche</i>	<i>Composti più importanti</i>
<b>Polisaccaridi di riserva</b>	Immagazzinati come granuli permettono ai vegetali ed agli animali di accumulare riserve di glucosio da utilizzare per esigenze energetiche	Amido, glicogeno, inulina, mannani, xilani, arabinani
<b>Polisaccaridi di sostegno</b>	Costituiscono la struttura dei tessuti animali ed, in particolare, vegetali	Cellulosa, emicellulosa, pectine, agar
<b>Polisaccaridi complessi</b>	Con importanti e particolari funzioni	Mucopolisaccaridi, mucine, glicoproteine



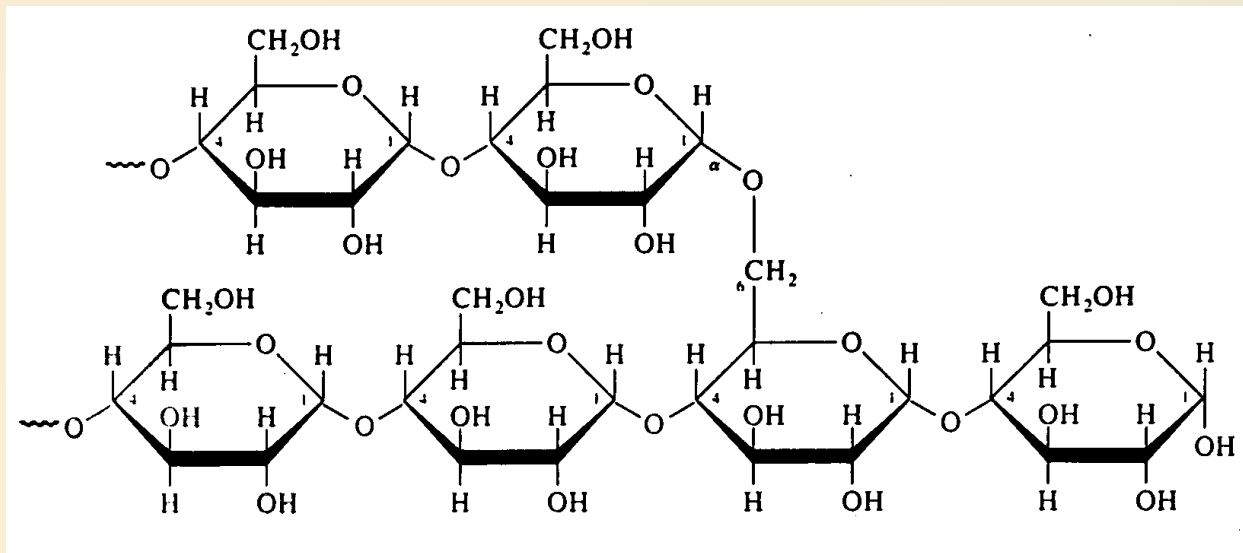
# AMIDO

L'amido è un polisaccaride costituito da molecole di  $\alpha$ -D-glucosio presente in quantità apprezzabili nei cereali, nei legumi secchi e nelle patate. Le molecole di glucosio sono ramificate sotto forma di amilosio e amilopectina.

L'**amilosio**, presente per un 20%, è un polisaccaride costituito da lunghe catene prive di ramificazioni in cui le unità di glucosio sono unite da un legame glicosidico  $\alpha(1\rightarrow4)$ . Le catene del polisaccaride assumono una conformazione a spirale (avvolgimento elicoidale dell' $\alpha$ -amilosio), in grado di conferire una intensa colorazione blu a soluzioni di iodio.



Il restante 80%, chiamato **amilopectina**, è costituito da catene polisaccaridiche altamente ramificate. Tali ramificazioni sono originate da legami glicosidici  $\alpha(1\rightarrow6)$ , che costituiscono i punti di ramificazione di tratti lineari in cui il glucosio è legato con legame  $\alpha(1\rightarrow4)$ . La lunghezza media delle ramificazioni può essere costituita di 20-25 unità monosaccaridiche di glucosio a seconda della sua origine.



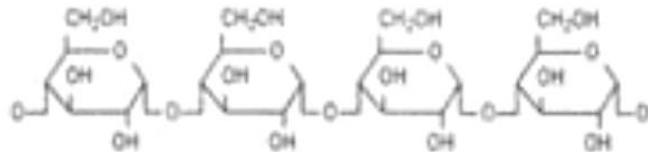
## Amiloso

Catena lineare

Unità monomerica D(+) glucosio

Legame tra unità  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)

Peso molecolare medio  $10^6$



## Amilopectina

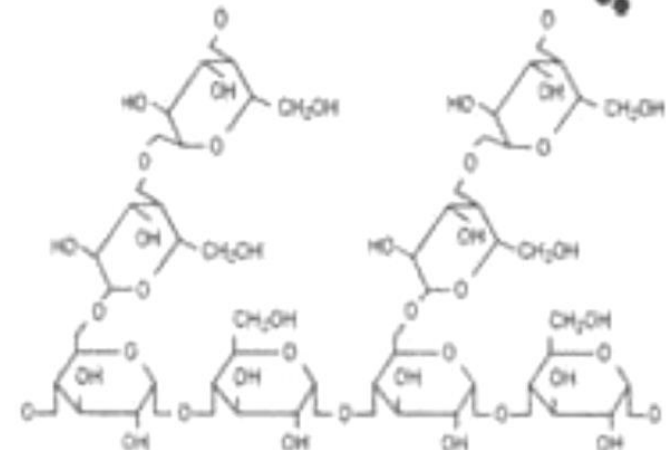
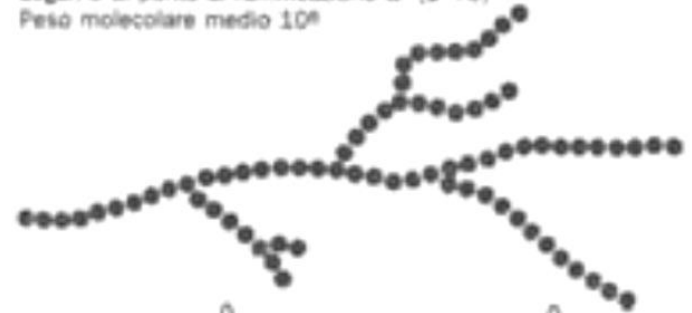
Catena ramificata

Unità monomerica D(+) glucosio

Legame tra unità  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)

Legame al punto di ramificazione  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6)

Peso molecolare medio  $10^6$



Nel processo digestivo e di assimilazione dell'amido, l' $\alpha$ -amilasi, che è presente sia nella saliva che nel succo pancreatico, idrolizza i legami  $\alpha(1\rightarrow4)$  con formazione di una miscela di glucosio e destrine (le destrine sono polisaccaridi a lunghezza intermedia che si formano per azione enzimatica).

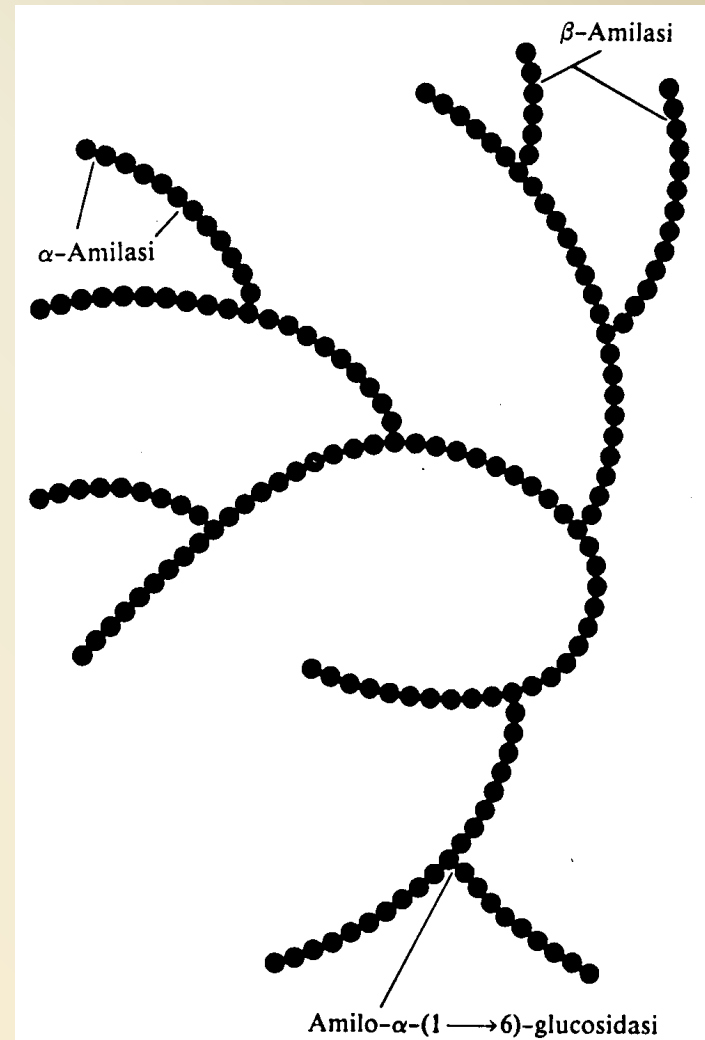
Le amilo  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6)-glucosidasi idrolizzano i legami  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6) delle ramificazioni, consentendo alle  $\alpha$  e  $\beta$ -**amilasi** di trasformarle in glucosio, che è l'unico zucchero che il nostro organismo può metabolizzare.



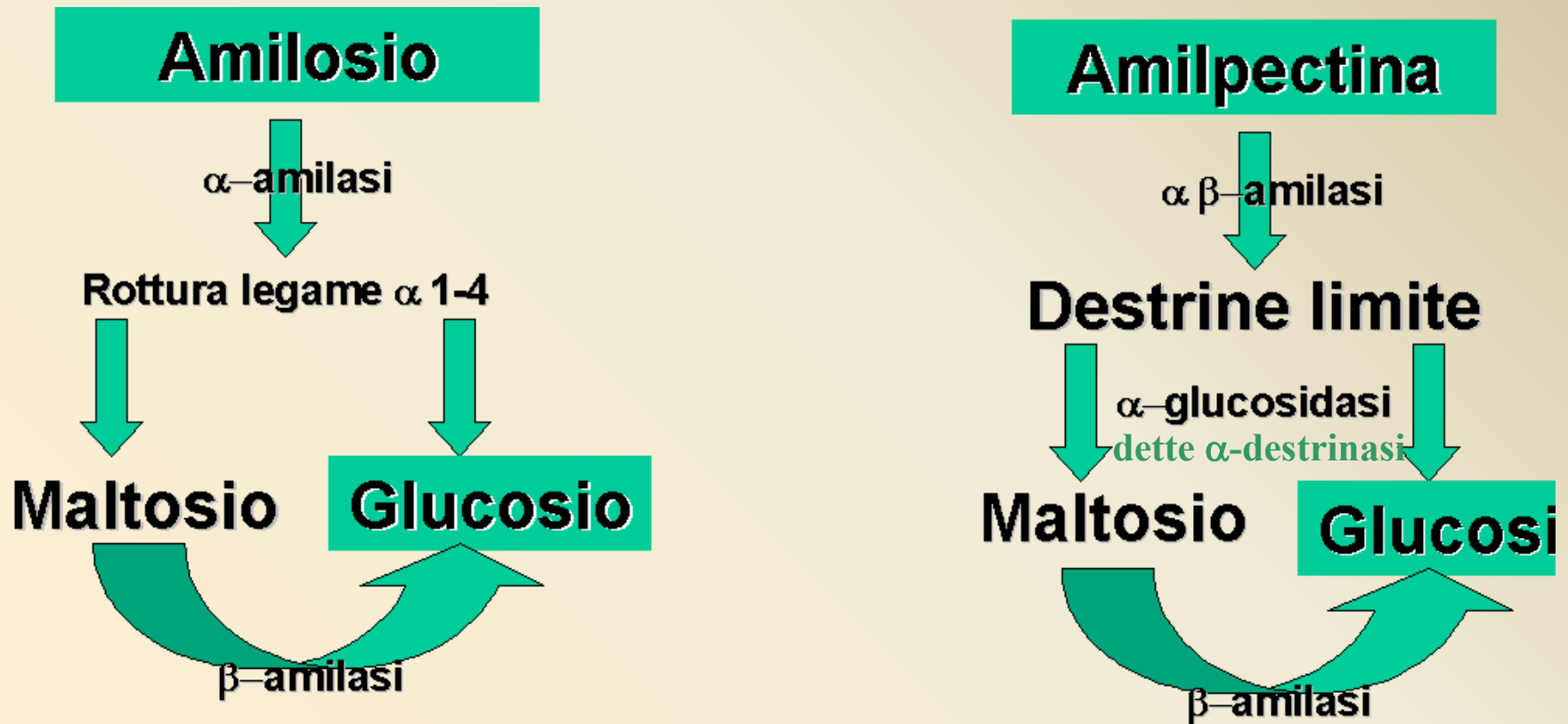
**$\alpha$ -amilasi** degradano i legami  $\alpha$ -(1→4)

**$\beta$ -amilasi** degradano i legami  $\alpha$ -(1→4) rimuovendo il maltosio dalle estremità delle ramificazioni esterne

**amilo  $\alpha$ -(1→6)-glucosidasi**  
idrolizzano i legami  $\alpha$ -(1→6) delle ramificazioni



# Digestione dell'amido



Destrine = polisaccaridi che si formano per scissione parziale

## Limiti della digestione dell'amido

L'Amilopectina contiene all'interno catene di amilosio stabili per legami H-H (idrogeno) più difficilmente idratibili quindi digeribili in misura minore



# La tecnologia alimentare ha sviluppato nuovi prodotti....

Amido resistente	La sostituzione di amidi digeribili con amido resistente in un pasto contribuisce alla riduzione dell'aumento del glucosio ematico post-prandiale	Quest'indicazione può essere impiegata solo per un alimento in cui l'amido digeribile è stato sostituito con amido resistente in modo da ottenere un contenuto finale di amido resistente pari almeno al 14 % dell'amido totale.
------------------	---	--

**REG. UE 432/2012**



# Nello specifico, l'amido resistente può essere:

## L'AMIDO RESISTENTE

L'amido resistente (*Resistant Starch - RS*) è quella frazione di amido che resiste all'idrolisi (digestione) da parte degli enzimi digestivi. Questa resistenza all'azione enzimatica fa sì che esso non venga assorbito e raggiunga inalterato il colon, dove viene degradato ad opera della flora batterica; per questo motivo l'amido resistente è ascrivibile alla categoria della fibra alimentare. L'amido resistente, in proporzione variabile, si trova in tutti gli alimenti ricchi di amido, quindi cereali, patate, legumi e frutti amidacei come le castagne, le banane non mature e i platani (banane verdi). L'amido resistente viene classificato in 5 differenti frazioni:

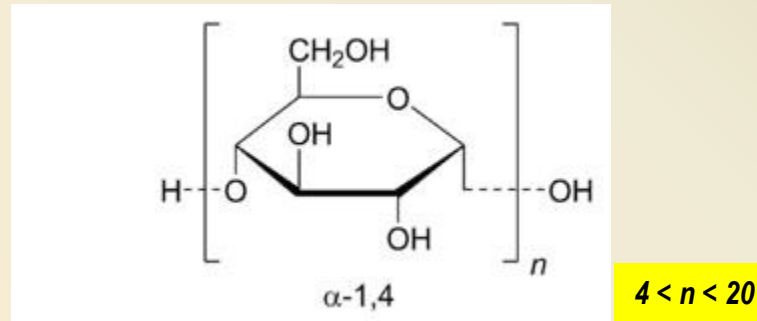
- l'amido fisicamente inaccessibile (RS1) come quello presente nei chicchi dei cereali non macinati, o macinati grossolanamente e non cotti, o nei legumi;
- gli amidi con struttura parzialmente cristallina (RS2) contenuti nei cereali e nei tuberi crudi, ma anche nelle castagne, o nelle banane non mature e nelle banane verdi (platani);
- l'amido retrogradato prodottosi a seguito di trattamenti termici (RS3). Tipicamente si trova nel pane, nella pasta, nel riso e nelle patate cotti e poi raffreddati (ad esempio nelle insalate di pasta o di riso, o nel riso per sushi), ma anche nei corn-flakes, nei fiocchi di avena, nei biscotti, nelle gallette di cereali, e in generale in tutti i prodotti da forno cotti e poi consumati a temperatura ambiente;
- gli amidi modificati chimicamente e/o fisicamente a seguito di processi industriali (RS4);
- gli amidi in cui l'amilosio è legato con i grassi, questo legame conferisce maggiore resistenza al calore e all'attacco enzimatico (RS5).

Quindi l'amido resistente può essere un componente naturale in taluni alimenti, mentre in altri può rappresentare il risultato di trattamenti termici, meccanici e chimici. Dal punto di vista tecnologico l'aggiunta di amido resistente ai prodotti a base di cereali rappresenta un modo per aumentarne il contenuto di fibra, senza modificarne il colore e conferendo una consistenza più simile al prodotto senza fibra. Dal punto di vista fisiologico l'amido resistente che arriva indigerito al colon può essere fermentato dai batteri intestinali, dà luogo a formazione di acidi grassi a catena corta (acido acetico, propionico e butirrico che in parte vengono riassorbiti) ed esercita quindi un effetto prebiotico ossia favorente la crescita di un microbiota sano, oltre a determinare una ridotta risposta glicemica e insulinemica, come tutte le altre fibre.



# MALTODESTRINE

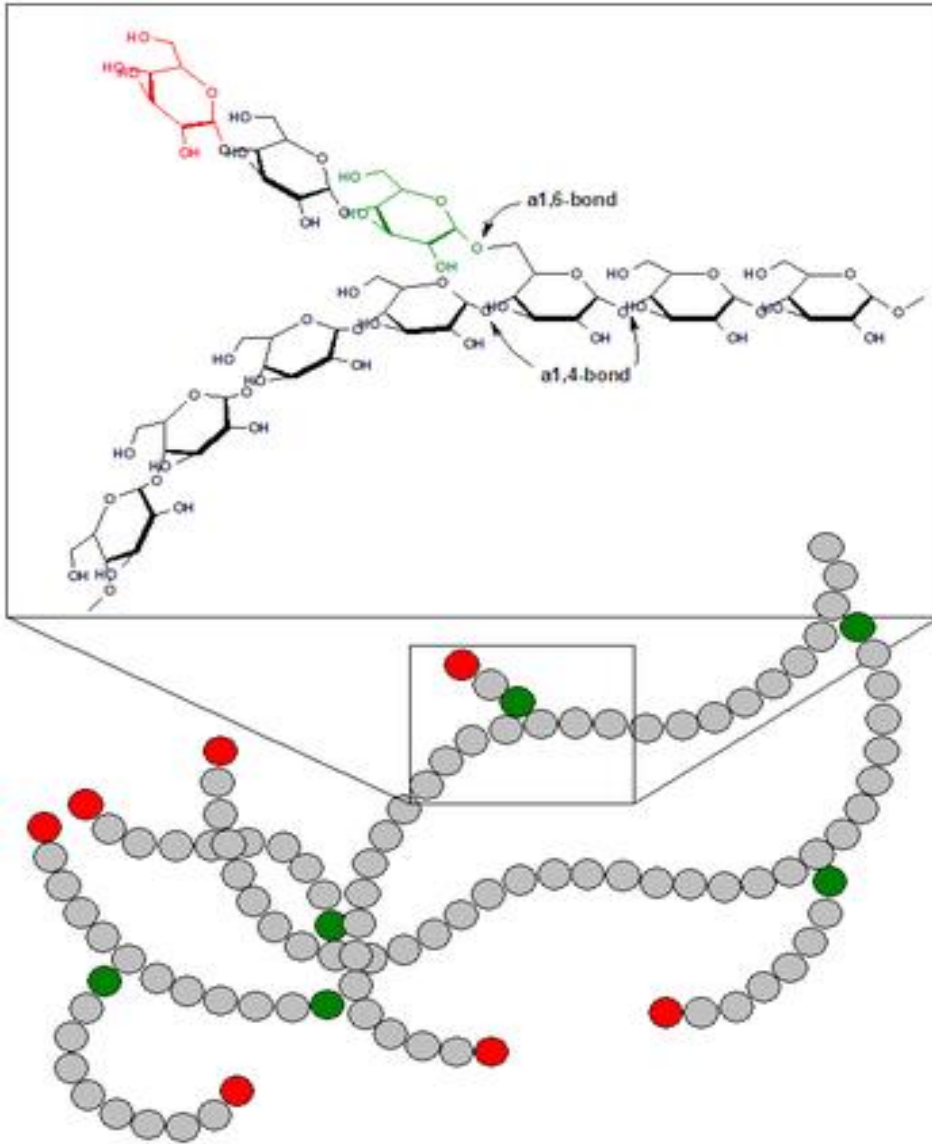
Si tratta di polimeri ottenuti per idrolisi dell'amido. Industrialmente spesso si utilizza amido di mais che viene degradato in frammenti più corti ottenendo carboidrati più o meno complessi.



L'assunzione di maltodestrine garantisce un apporto costante di energia mantenendo relativamente stabile la glicemia. Altri vantaggi delle maltodestrine rispetto ai carboidrati contenuti negli alimenti sono il sapore neutro e la solubilità in acqua. In alcuni soggetti possono causare nausea, problemi gastrointestinali ed epatici.



# GLICOGENO

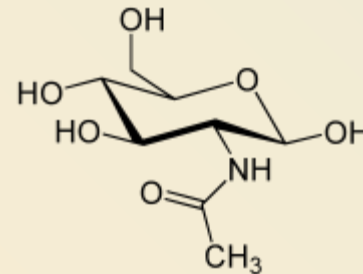
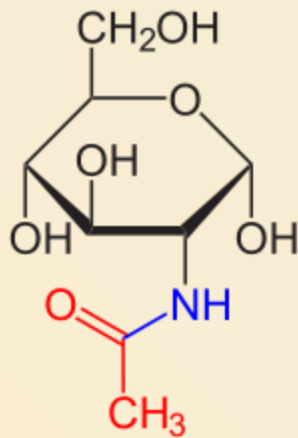


Polisaccaride che costituisce la principale forma di accumulo degli zuccheri nell'organismo e si trova, in diverse concentrazioni, in tutte le cellule (soprattutto nel fegato e nei muscoli). È composto esclusivamente da molecole di glucosio e, a differenza dell'amido, possiede una struttura altamente ramificata (circa 60.000 unità di glucosio con ramificazioni ogni 12 molecole). Funge da deposito e riserva di glucosio, intesa come energia che l'organismo può, attraverso il processo della glicogenolisi, a ogni occorrenza prontamente mobilitare.

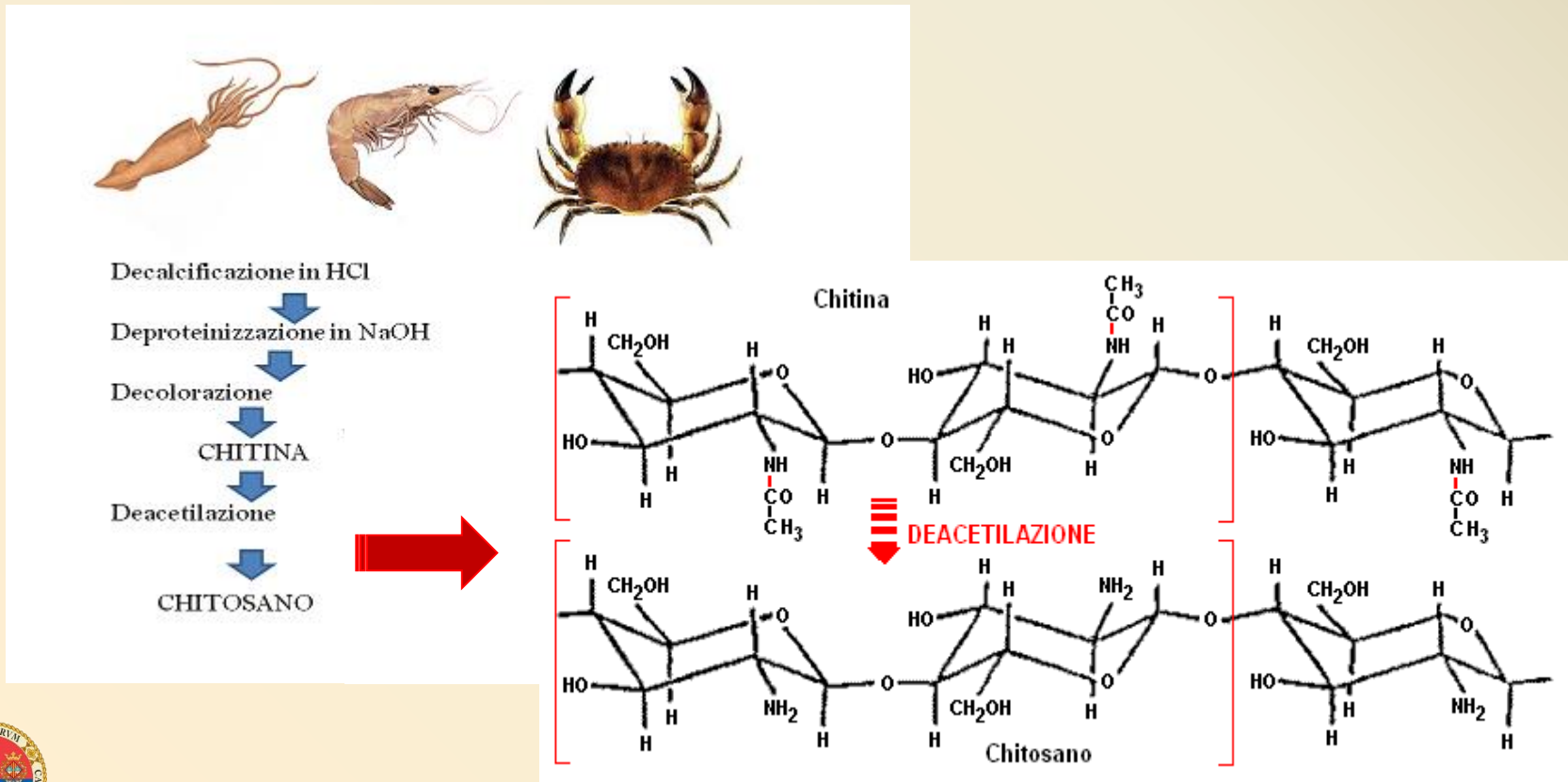


# CHITINA

È presente in natura come componente dello scheletro di insetti e crostacei e come componente delle pareti cellulari di batteri e funghi. Chimicamente è un polisaccaride naturale, costituito da un omopolimero di **N-acetilglucosammina**, con un peso molecolare che può arrivare a 10 milioni; è insolubile in acqua a causa della struttura cellulare rigida e delle forze intramolecolari dei legami a idrogeno.



Il **chitosano** è un polimero della **D-glucosammina**, che si può ottenere anche per deacetilazione alcalina della chitina stessa. Il processo industriale attualmente utilizzato è quello di partire dalla chitina purificata ottenuta da crostacei. Il chitosano è facilmente e velocemente solubilizzato da una soluzione acida per effetto della salificazione dei gruppi aminofunzionali.

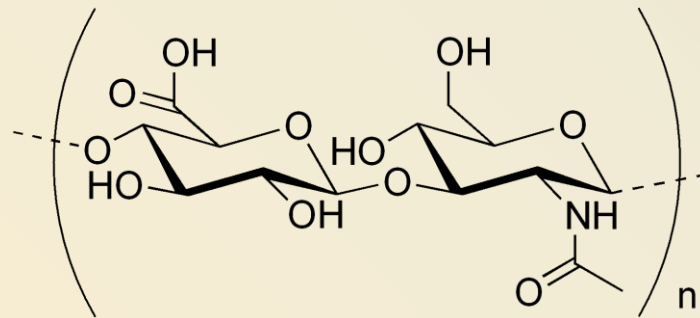


Chitosano	Il chitosano contribuisce al mantenimento di livelli normali di colesterolo nel sangue	Questa indicazione può essere impiegata solo per un alimento che fornisce un apporto giornaliero di 3 g di chitosano. L'indicazione va accompagnata dall'informazione al consumatore che l'effetto benefico si ottiene con l'assunzione giornaliera di 3 g di chitosano.
-----------	--	--

**REG. UE 432/2012**



L'**acido ialuronico** è un polisaccaride formato dalla polimerizzazione di un disaccaride costituito da acido glucuronico e N-acetilglucosamina

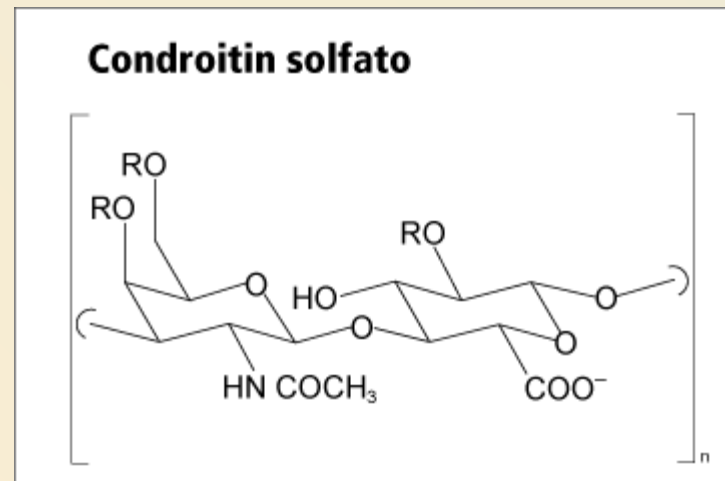


**Cellulosa, Pectine & Co.**  Vedi slide 05.Fibre

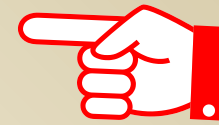


## Condroitinsolfato

Il solfato di condroitina è un glicosaminoglicano (GAG) solfato composto da una catena alternata di zuccheri (N-acetilgalattosamina e acido glucuronico). Il solfato di condroitina è un importante componente strutturale della cartilagine, alla quale garantisce resistenza alla compressione. Associato alla glucosamina, il solfato di condroitina è divenuto un integratore alimentare usato per l'osteoartrite.



# ALDITOLI (POLIALCOLI)



I derivati ridotti degli zuccheri vengono definiti alditoli e sono dei polialcoli. Possono essere estratti da fonti vegetali come frutti e bacche, ma industrialmente vengono prodotti per sintesi. Dato il **sapore dolce** e il **basso contenuto calorico** (circa 10 kJ/g-2,4 kcal/g ), gli alditoli, vengono utilizzati in ambito alimentare come dolcificanti. Non essendo metabolizzati dalla flora batterica orale **non contribuiscono all'insorgenza della carie**. Una volta ingeriti vengono assorbiti parzialmente nell'intestino per diffusione passiva, per questo in quantità eccessive sono lassativi. La parte non assorbita viene degradata per fermentazione dalla flora intestinale.



**Tutti i polialcoli**

**sono ipocalorici**

**PERCHÉ**

non subiscono processi di idrolisi da parte degli enzimi salivari, solo parzialmente digeriti vengono in parte degradati con produzione di acidi grassi a catena corta quindi assorbiti in modo incompleto dall'intestino tenue, la frazione restante può essere fermentata ad opera della microflora colica con produzione di gas e acqua (metabolismo indiretto) e ciò può causare fenomeni diarroici

**sorbitolo, mannitolo, xilitolo**

I prodotti commerciali sono sintetizzati e non estratti da fonti naturali, sebbene naturalmente prodotti da alcune specie vegetali

▣ **Il sorbitolo** chimicamente è il prodotto di riduzione del sorbosio un **chetoeso**. È il più comune in natura con concentrazioni abbastanza elevate in alcuni tipi di frutta (mele e pere), viene usualmente utilizzato, in miscela con altri alditoli, per edulcorare gomme da masticare e confetteria.



▣ **Il mannitolo** prodotto di riduzione del mannosio un **aldoesoso** anch'esso è abbastanza diffuso in natura (alghe marine, funghi, cipolle, olivo, lentisco).

▣ **lo xilitolo** ottenuto per riduzione dello xilosio, **aldopentoso** discretamente distribuito in diverse specie vegetali (susine, fragole, cavolfiori).

**ANCHE disaccaridi polialcoli** sono impiegati come succedanei del saccarosio in confetteria, gomme da masticare, marmellate/gelatine, prodotti dolciari da forno, e surgelati tutti **rientrano nella lista** degli “alimenti sicuri” **GRAS**  
(“**Generally Recognized As Safe**”)



Sostanza nutritiva, sostanza di altro tipo, alimento o categoria di alimenti	Indicazione	Condizioni d'uso dell'indicazione
<p>Sostituti dello zucchero, ossia edulcoranti intensi,</p> <p>xilitolo, sorbitolo, mannitolo, maltitolo, lactitolo, isomalto, eritritolo, sucralosio e polidestrosio; D-tagatosio e isomaltulosio</p>	<p>L'assunzione di alimenti/bevande contenenti &lt;nome del sostituto dello zucchero&gt; anziché zucchero (**). Contribuisce al mantenimento della mineralizzazione dei denti</p>	<p>L'indicazione è consentita solo se gli zuccheri sono sostituiti negli alimenti o nelle bevande (che riducono il pH della placca a un valore inferiore a 5,7) con sostituti dello zucchero, ossia edulcoranti intensi, xilitolo, sorbitolo, mannitolo, maltitolo, lactitolo, isomalto, eritritolo, D-tagatosio, isomaltulosio, sucralosio o polidestrosio, o una loro combinazione, in quantità tali che il consumo di tali alimenti o bevande non riduca il pH della placca a un valore inferiore a 5,7 nel corso dell'assunzione e fino a 30 minuti dopo tale assunzione.</p>
<p>Sostituti dello zucchero, ossia edulcoranti intensi;</p> <p>xilitolo, sorbitolo, mannitolo, maltitolo, lactitolo, isomalto, eritritolo, sucralosio e polidestrosio; D-tagatosio e isomaltulosio</p>	<p>L'assunzione di alimenti/bevande contenenti &lt;nome del sostituto dello zucchero&gt; anziché zucchero (*) induce un minore aumento del glucosio ematico dopo la loro assunzione rispetto agli alimenti/bevande contenenti zucchero</p>	<p>L'indicazione è consentita solo se gli zuccheri sono sostituiti negli alimenti o nelle bevande con sostituti dello zucchero, ossia edulcoranti intensi, xilitolo, sorbitolo, mannitolo, maltitolo, lactitolo, isomalto, eritritolo, sucralosio o polidestrosio, o una loro combinazione, in modo tale che il contenuto di zuccheri in tali alimenti o bevande sia ridotto almeno nella misura specificata nell'indicazione «A TASSO RIDOTTO DI [NOME DELLA SOSTANZA NUTRITIVA]» di cui all'allegato del regolamento (CE) n. 1924/2006.</p> <p>Nel caso del D-tagatosio e dell'isomaltulosio, essi devono sostituire quantità equivalenti di altri zuccheri nella stessa proporzione specificata nell'indicazione «A TASSO RIDOTTO DI [NOME DELLA SOSTANZA NUTRITIVA]» di cui all'allegato del regolamento (CE) n. 1924/2006</p>

REG. UE 432/2012



# POTERE EDULCORANTE

**rapporto tra la concentrazione di una soluzione di saccarosio e quella di un dolcificante che ha la stessa intensità di sapore e varia in funzione di alcuni parametri quali la temperatura il pH e la concentrazione. (più dolcificanti insieme esplicano un'azione sinergica)**



# 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



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



# Edulcoranti intensivi

Per edulcoranti intensivi si intendono sostanze che presentano un alto potere edulcorante, spesso superiore centinaia di volte a quello relativo al saccarosio.

Il loro impiego nasce dall'esigenza da parte dei nutrizionalisti e, maggiormente dell'industria alimentare, di disporre di composti dolcificanti "alternativi" con la peculiarità di assicurare un ridotto apporto calorico a parità di potere edulcorante.

Gli edulcoranti intensivi di maggior impiego in Italia sono la saccarina, l'aspartame, l'acesulfame ed i ciclammati. Altri edulcoranti intensivi sono la neoesperidina diidrocalcone e la taumatina. Fanno parte degli **additivi alimentari** (*vedi Slide 11*).



# L'Indice Glicemico (IG)

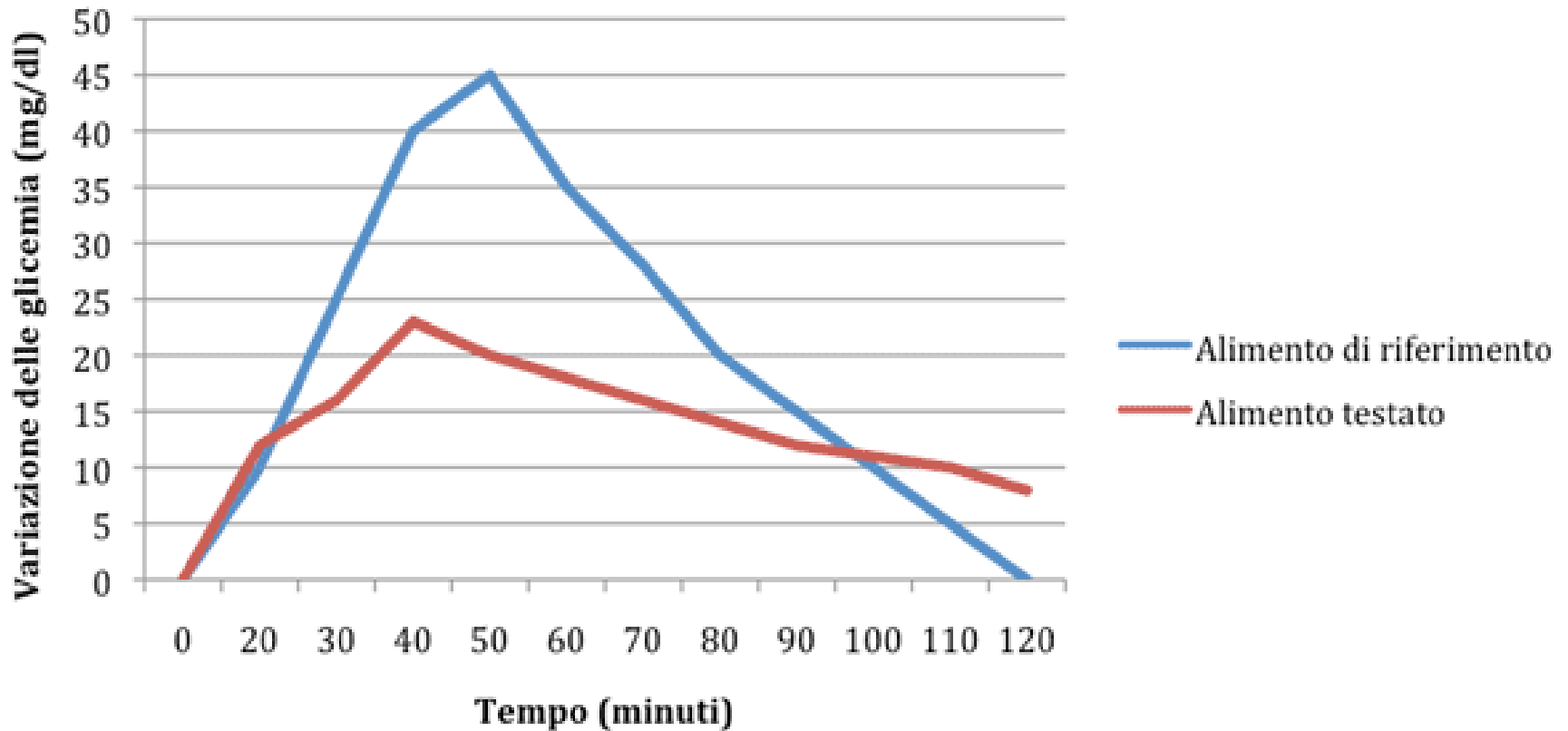
è l'incremento di glucosio nel sangue determinato dalla assunzione di un dato alimento; esso viene valutato in base ad una scala, i cui i valori sono compresi tra 0 e 100 (il valore 100 è attribuito al pane bianco o al glucosio)

## Valori di IG

- **70 – 100:** alti
- **55 – 70:** medi
- **< 55:** bassi



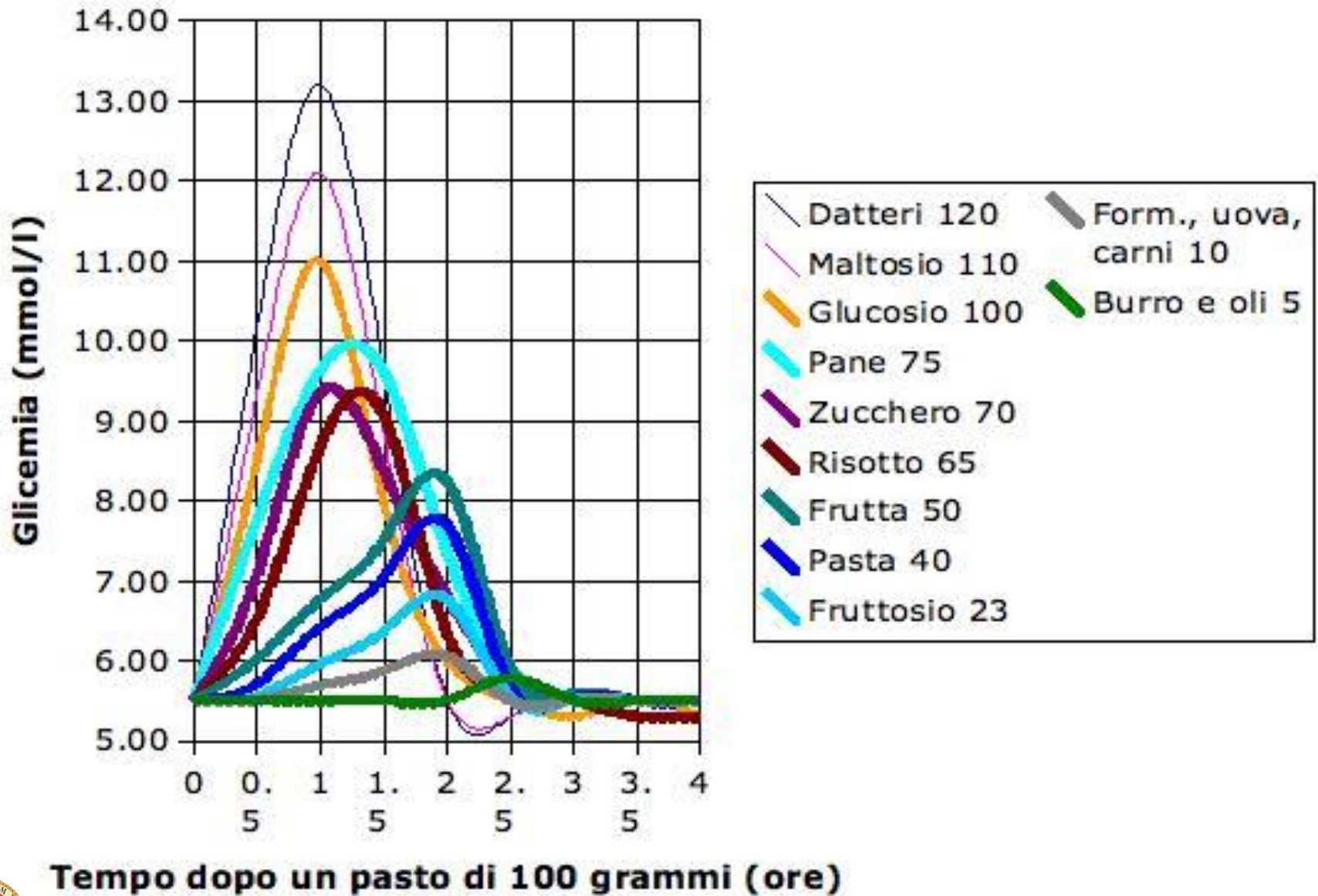
# IG



**L'IG** si determina misurando l'andamento della glicemia nelle 2 ore che seguono l'assunzione del cibo in oggetto e di un alimento di riferimento (glucosio o pane bianco) in misura tale da contenere la stessa quantità di carboidrati.



# Indice glicemico per alimenti



## Indice Glicemico di vari alimenti

20-40		80-100	
Yogurt scremato	20	Riso integrale	81
Ciliege	32	Riso bianco	83
Fruttosio	32	Gelato	
Latte intero	40	Uva passa	87
40-80		Pane di segale	91
Salsicce	42	Saccarosio, zucchero di canna	92
Lenticchie comuni	42	Patate al vapore	93
Latte scremato	47	Ananas	94
Fettuccine	47	Semolino	94
Cioccolato al latte senza zucchero	50	Gnocchi	95
Yogurt intero	53	Pane integrale di frumento	97
Spaghetti	54	Puré di patate	100
Mela	54	Carote	100
Polpa di pomodoro	55	Pane bianco comune	100
Succo di mela	60		
Uva	67	oltre 100	
Riso parboiled	69	Crackers	102
Cioccolato	71	Melone	103
Succo di arancia	75	Miele	104
Kiwi	77	Patate fritte	107
Patate dolci	77	Patate al forno	121
Banana	78	Patatine fritte croccanti	124
Biscotti da tè	79	Pane di frumento senza glutine	129
Patate comuni bianche bollite	80	Glucosio	137



Poiché il picco glicemico dipendente sia dalla **quantità** che dalla **qualità** dei carboidrati ingeriti, sarà fondamentale valutare tale aspetto nell'ottica di un'alimentazione sana. Se il picco glicemico è moderato allora l'azione fisiologica dell'insulina sarà adeguata alle esigenze dell'organismo. Se il picco è troppo elevato allora anche l'azione dell'insulina sarà eccessiva e porterà a degli squilibri.



Gli effetti di un eccesso cronico di insulina sono molto gravi e determinano alterazioni organiche che possono portare ad una seria compromissione dello stato di salute :

- Intolleranza al glucosio
- Sindrome metabolica
- Diabete II
- Eccessi ponderali
- Obesità
- Ipertrigliceridemia
- ipertensione
- ecc.



Una ricerca ha evidenziato che diete squilibrate e malattie come il diabete aumentano il rischio oncologico. Infatti, i cambiamenti nel metabolismo del glucosio possono interrompere la funzione antitumorale, e positiva, del BRCA2 (BReast CAncer gene 2) contribuendo allo sviluppo e alla progressione del cancro. Quando questo gene funziona poco o male aumenta la suscettibilità non solo al cancro della mammella ma anche ad altri tumori.

[https://www.quotidianosanita.it/scienza-e-farmaci/articolo.php?articolo\\_id=122333&fr=n](https://www.quotidianosanita.it/scienza-e-farmaci/articolo.php?articolo_id=122333&fr=n)



## FALSE CREDENZE SUGLI ZUCCHERI

1. Non è vero che il consumo di zuccheri provochi disturbi nel comportamento del bambino. Approfonditi studi hanno smentito l'ipotesi che lo zucchero (saccarosio) provochi alterazioni del comportamento, quali iperattività. Inoltre, il consumo dello zucchero non ha influenza sulle capacità di apprendimento.
2. Non è vero che il valore calorico e le caratteristiche nutritive dello zucchero grezzo siano diverse da quelle dello zucchero bianco. Lo zucchero grezzo (che si ricava sia dalla canna da zucchero che dalla barbabietola) è semplicemente uno zucchero non totalmente raffinato: le differenze di colore e sapore dipendono dalla presenza di piccole quantità di residui vegetali (melassa) che non vantano particolari significati nutrizionali.
3. Non è vero che i succhi di frutta "senza zuccheri aggiunti" siano privi di zuccheri. Contengono comunque gli zuccheri naturali della frutta – saccarosio, fruttosio e glucosio – nella misura dell'8-10% e quindi forniscono circa 70 kcal per bicchiere (200cc).
4. Le caramelle "senza zucchero", in quanto dolcificate con polialcoli (sorbitolo, xilitolo, e maltitolo), inducono un effetto lassativo nell'adulto quando il loro consumo supera 20 g/giorno, pari a circa 10 caramelle.
5. Non è vero che i prodotti "light" o "senza zucchero" non facciano ingrassare e quindi possano essere consumati liberamente. Molti di questi prodotti apportano calorie anche in notevole quantità. Leggi attentamente l'etichetta nutrizionale e ricordati che l'uso di questi alimenti induce un falso senso di sicurezza che porta a consumare quantità eccessive sia degli alimenti "light" che degli alimenti normali.


INRAN - LINEE GUIDA PER UNA SANA ALIMENTAZIONE ITALIANA 4. Zuccheri, dolci e bevande zuccherate: nei giusti limiti





# Zuccheri&Co. nei prodotti dietetici



Molecola	Effetti	Note
Monosaccaridi (glucosio, fruttosio, ribosio, ...)	energia a breve termine; edulcoranti	
Maltitolo	edulcorante	
Lattulosio	regolarità del transito intestinale prebiotico: equilibrio della flora batterica	
Glucosamina N-acetil-D-glucosamina	sintesi dell'acido ialuronico; funzionalità articolare	
Acido ialuronico	Rigenerazione cutanea; funzionalità articolare	
solfo di condroitina	funzionalità articolare	
Maltodestrine	Energia a lungo termine (basso IG)	
Chitina / chitosano	controllo della ipercolesteremia e iperglicemia	

