



DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE DELLA VITA

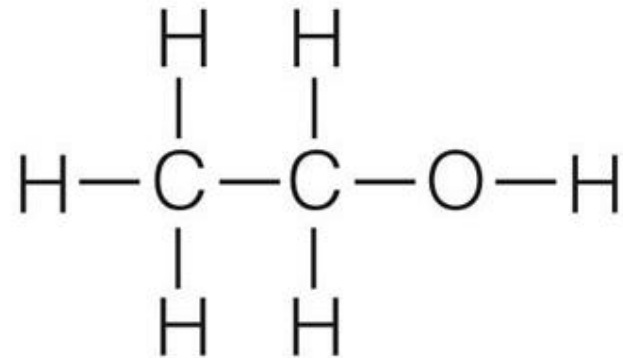


# ALIMENTI NUTRIENTI E SALUTE Anno Accademico 2021-2022

**Lezione 15 Novembre 2021**

# CARBOIDRATI

- Composti da atomi di idrogeno, carbonio e ossigeno (idrati di carbonio)



# ZUCCHERI: CLASSIFICAZIONE

Classe (DP)*	Gruppo	Componenti
Zuccheri (1-2)  semplici	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, fructooligosaccharidi, galattooligosaccaridi
Poli saccaridi (>9)	Amido	Amilosio, amilopectine, amidi modificati
	Polisaccaridi non amidacei	Cellulosa, emicellulosa, pectine, carragenine, idrocolloidi

DP\* = grado di polimerizzazione

# **ZUCCHERI SEMPLICI**

**Monosaccaridi e disaccaridi**

# MONOSACCARIDI

## DEFINIZIONE

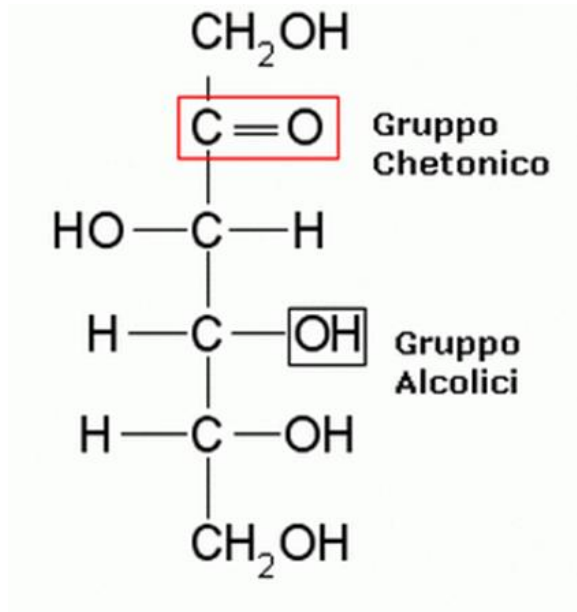
Monosaccaridi dal Greco (mono: uno, e saccar: zucchero ), sono le unità fondamentali dei carboidrati in quanto non possono venire idrolizzati a composti più semplici

**FORMULA GENERALE**  $\rightarrow C_nH_{2n}O_n$

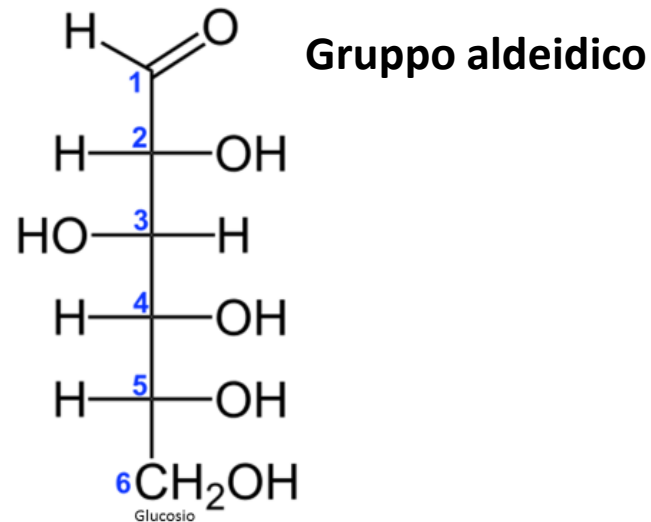
# MONOSACCARIDI

## NOMENCLATURA

- ❖ sulla base del **numero di atomi di carbonio** (tri, tetra penta, esa)
- ❖ e della presenza di gruppi **ALDOSI O CHETOSI**, con gruppo aldeidico ( $-\text{CHO}$ ) (o chetonico  $\text{C}=\text{O}$ )
- ❖ I principali sono glucosio, fruttosio e galattosio



Chetoesosi (ad esempio fruttosio)

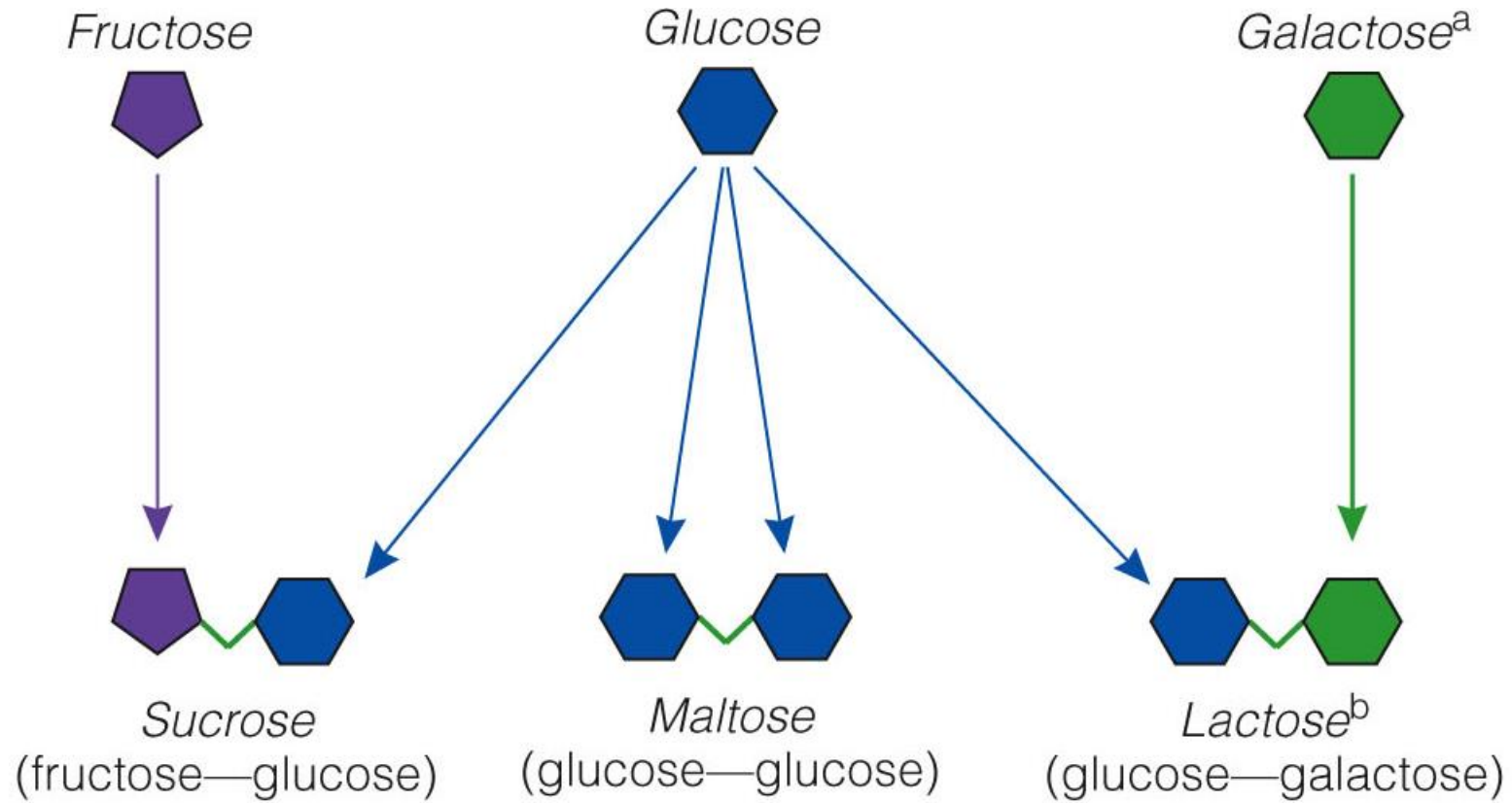


Aldoesosi ad es. glucosio, galattosio, mannosio

# DISACCARIDI

Formati da due monosaccaridi

Formula:  $C_{12}(H_2O)$



# CLASSIFICAZIONE DEGLI ZUCCHERI SEMPLICI SECONDO L'ORIGINE ALIMENTARE

**ZUCCHERI AGGIUNTI (Added sugars)** Mono e disaccaridi aggiunti ai cibi come ingredienti dall'industria alimentare o a livello domestico. (US Dietary Guidelines for Americans, USDA e HHS, 2000; IoM 2002, EFSA, 20)

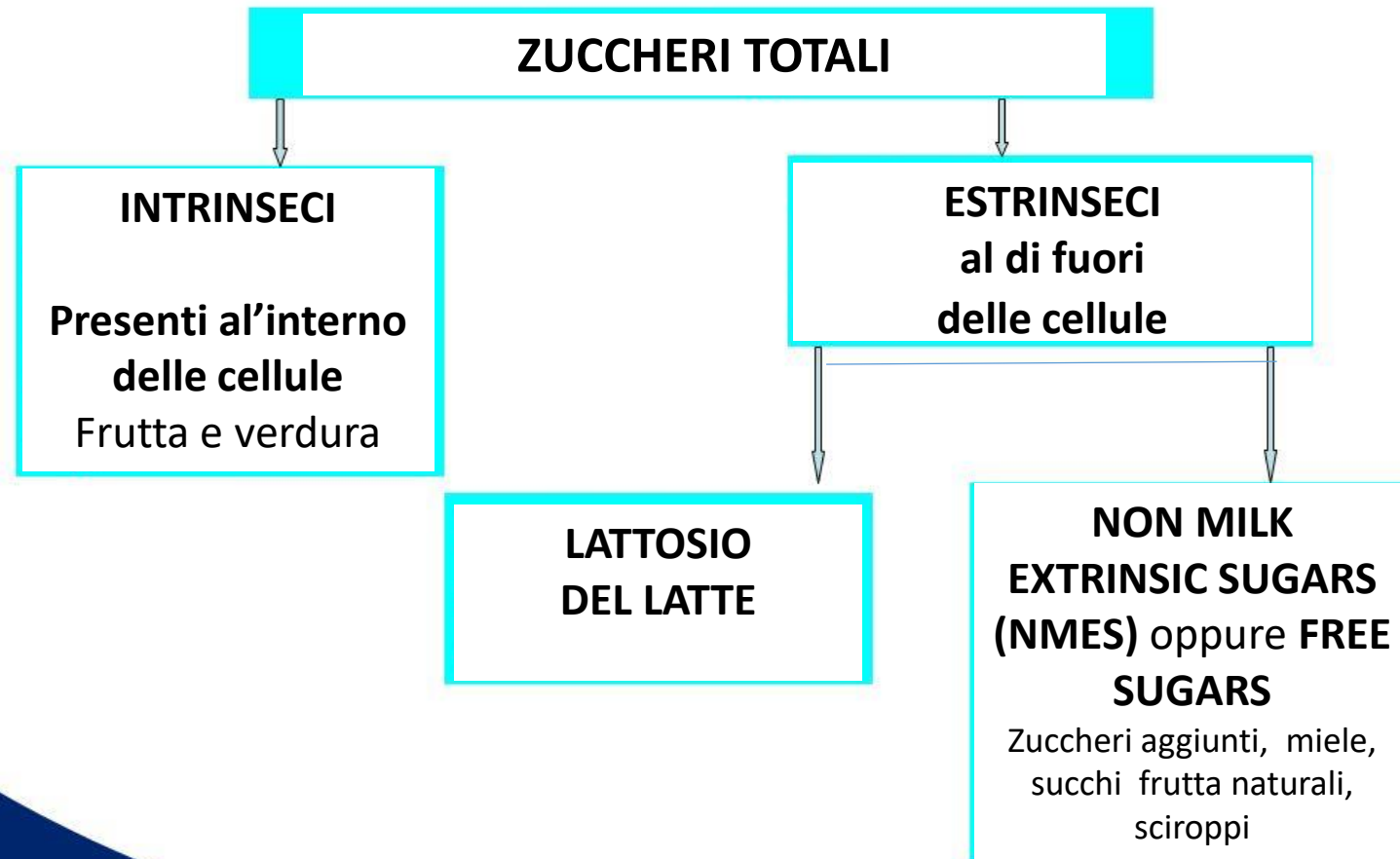
**Non-milk extrinsic (NME)** Zuccheri non situati all'interno della struttura cellulare , succhi di frutta , miele, sciroppi e quelli aggiunti ai cibi , con esclusione del lattosio del latte e degli zuccheri intrinseci presenti nelle cellule di frutta e verdura (UK Department of Health 1989)

**Free sugars:** Monosaccaridi, e disaccaridi aggiunti ai cibi a livello industriale o domestico, più quelli naturalmente presenti in succhi di frutta al 100% , succhi di frutta concentrati, sciroppi e miele "*raffinato dalle api*" esclusi gli zuccheri presenti nella frutta e nella verdura (definiti anche zuccheri intrinseci ) e il lattosio. WHO 2003 , 2015

[Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/engage/180109.pdf)  
<https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/engage/180109.pdf>



# CLASSIFICAZIONE ZUCCHERI SEMPLICI SECONDO L'ORIGINE ALIMENTARE



# ALIMENTI CONTENENTI CARBOIDRATI SEMPLICI

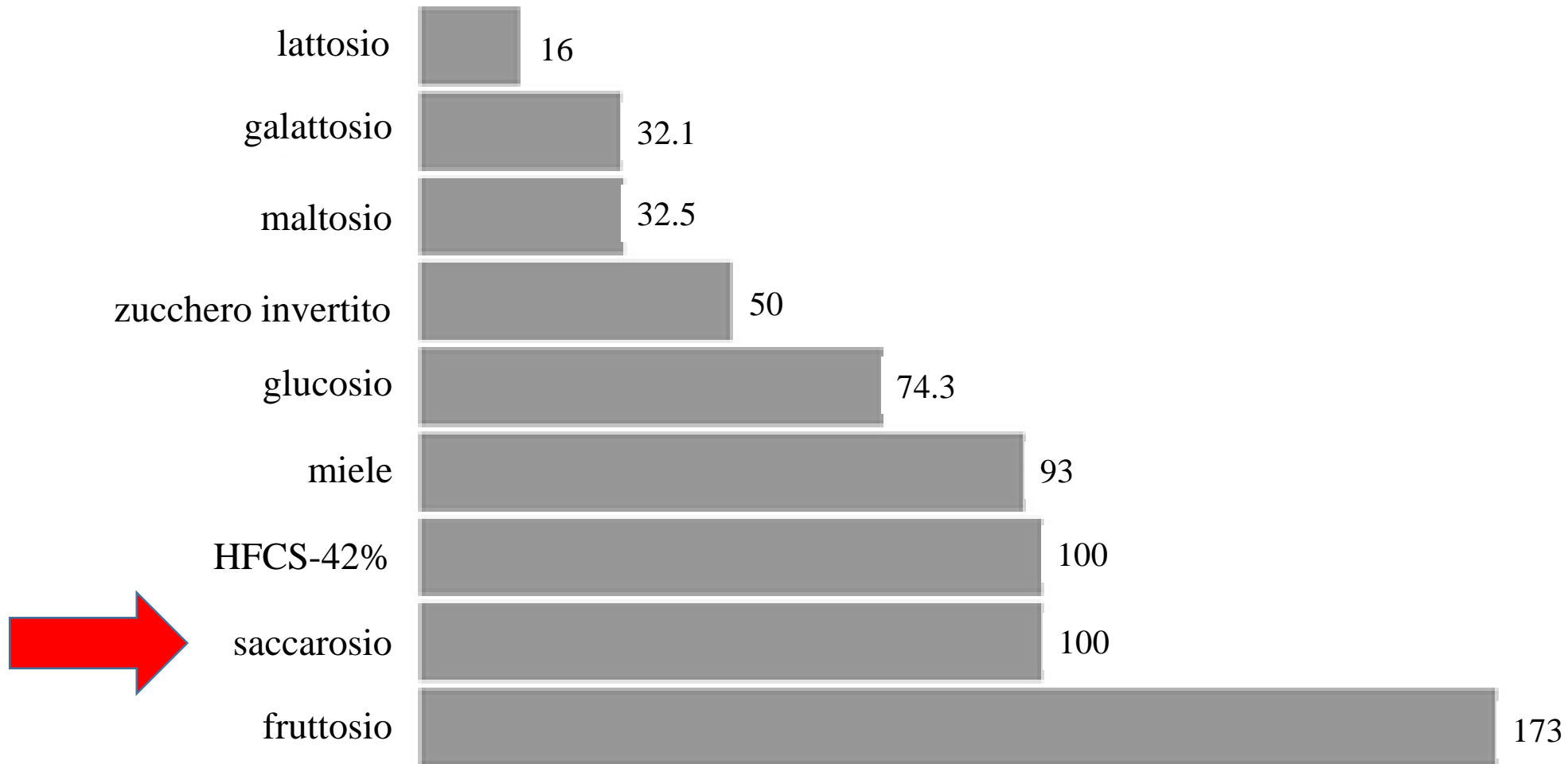
- Zucchero (di canna e barbabietola)
- Miele
- Fruttosio cristallino (come dolcificante)
- Marmellata (in genere non meno del 50% di zuccheri)
- Frutta fresca e secca zuccherina
- Succhi di frutta
- Latte, yogurt
- Prodotti da forno/pasticceria
- Gelati/sorbetti/ghiaccioli
- Cioccolato
- Caramelle
- Bevande dolci (tè, aranciata, coca, ecc.)



# PROPRIETA' FUNZIONALI DEGLI ZUCCHERI

- ❖ **SAPORE:** Azione dolcificante ed equilibrio tra sapori diversi ad es. correzione dell'acidità della salsa di pomodoro o dello yogurt o attenuazione di sapori troppo amari
- ❖ **COLORE:** Reazione di Maillard tra proteine e zuccheri in presenza di calore (colorazione dorata-bruna )
- ❖ **CONSERVAZIONE:** Blocco della crescita dei batteri, con aumento della durata di conservazione dei prodotti (ad es. marmellata)
- ❖ **VOLUME e STRUTTURA O CONSISTENZA** (Texture) dei prodotti

# DOLCEZZA RELATIVA DI DIVERSI ZUCCHERI RISPETTO AL SACCAROSIO



HFCS = HIGH FRUCTOSE CORN SYRUP

# ZUCCHERI SEMPLICI NEL LATTE E LATTICINI/100 g



**Latte vaccino intero da 4,9 al 5,3 g**

**Latte umano 7 g**

**Yogurt intero naturale 3,5 -4,3 g**

**Ricotta vaccina 3,5 g**

**Emmenthal 3,6 g**

**Gorgonzola 1 g**

**Mozzarella 0,7 g**

**Parmigiano, grana, latteria vecchio, stracchino**  
quote trascurabili

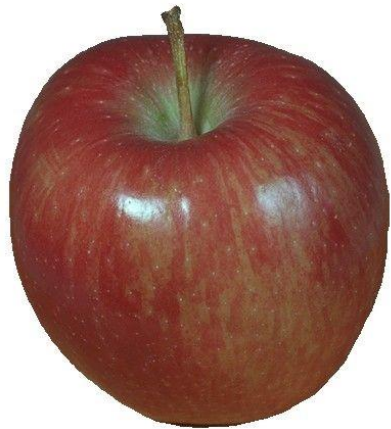
**Panna da montare al 35% di lipidi 3,4**

Il lattosio è presente in diversi alimenti tra cui prodotti da forno e pasticceria, cioccolato al latte, alcuni tipi di salumi. È disponibile il latte delattosato. I processi di fermentazione del lattosio, come nella produzione dello yogurt o nella maturazione dei formaggi, trasformano il lattosio in acido lattico.

# ZUCCHERI SEMPLICI NELLA FRUTTA

Contenuto medio di zuccheri semplici per 100 g prodotto a netto scarti:

- ❖ In media 10%
- ❖ In media 15% in frutta fresca più zuccherina (fichi, uva, cachi)



mela da 150 g = 15 g zucchero

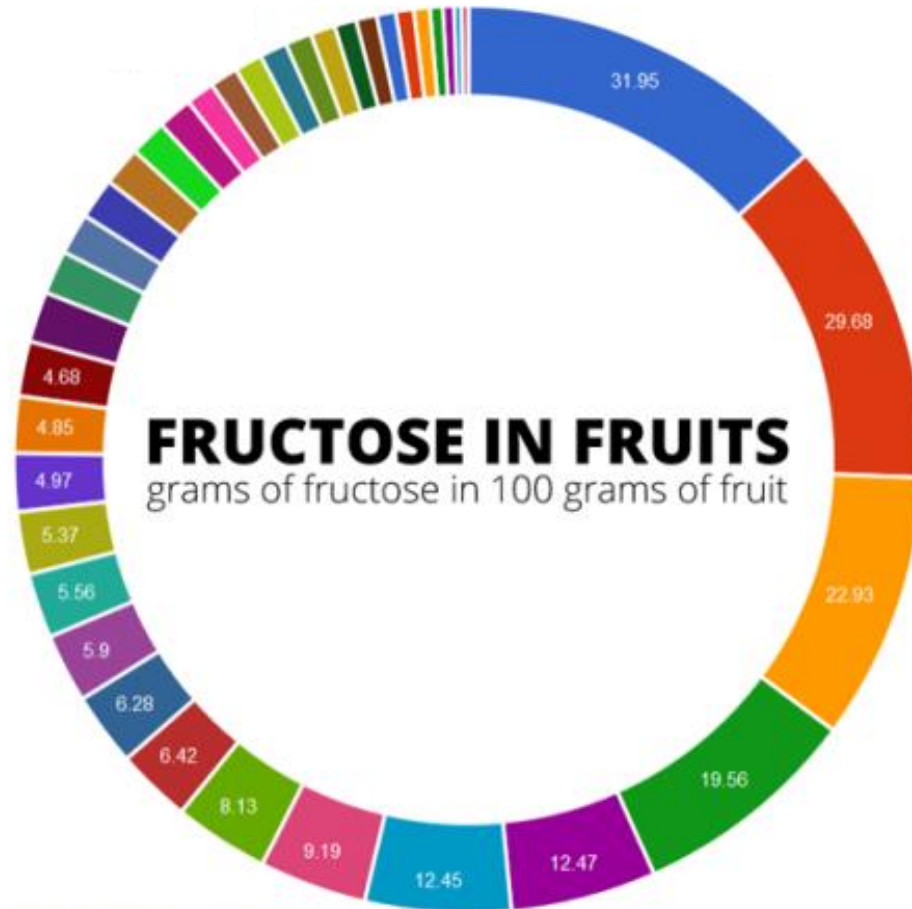
Gli zuccheri sono presenti zuccheri in forma di monosaccaridi (glucosio e fruttosio) e di saccarosio (in proporzioni diverse nei diversi prodotti)

Table 1. Sugar content of selected common plant foods (g/100g)<sup>[31]</sup>

Food Item	Total Carbohydrate <sup>A</sup> including "dietary fiber"	Total Sugars	Free Fructose	Free Glucose	Sucrose	Fructose/ Glucose Ratio	Sucrose as a % of Total Sugars
<i>Fruits</i> ◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Apple	13.8	10.4	5.9	2.4	2.1	2.0	19.9
Apricot	11.1	9.2	0.9	2.4	5.9	0.7	63.5
Banana	22.8	12.2	4.9	5.0	2.4	1.0	20.0
Fig, dried	63.9	47.9	22.9	24.8	0.9	0.93	0.15
Grapes	18.1	15.5	8.1	7.2	0.2	1.1	1
Navel orange	12.5	8.5	2.25	2.0	4.3	1.1	50.4
Peach	9.5	8.4	1.5	2.0	4.8	0.9	56.7
Pear	15.5	9.8	6.2	2.8	0.8	2.1	8.0
Pineapple	13.1	9.9	2.1	1.7	6.0	1.1	60.8
Plum	11.4	9.9	3.1	5.1	1.6	0.66	16.2

Kretchmer, N; Hollenbeck CB (1991). "Sugars and Sweeteners". CRC Press, Inc. [↗](#)

# CONTENUTO DI FRUTTOSIO LIBERO IN DIVERSE TIPOLOGIE DI FRUTTA (g/100 g prodotto)



■ Dates (Medjool): 31.95g	■ Cherries, sour: 3.51g
■ Raisins: 29.68g	■ Watermelon: 3.36g
■ Figs, dried: 22.93g	■ Plums: 3.17g
■ Dates (Deglet Noor): 19.56g	■ Melon, honeydew: 2.96g
■ Apricots, dried: 12.47g	■ Strawberries: 2.44g
■ Prune: 12.45g	■ Blackberries: 2.4g
■ Jackfruit: 9.19g	■ Tangerines (mandarin oranges): 2.4g
■ Grapes, green or red: 8.13g	■ Raspberries: 2.35g
■ Pears, bartlett: 6.42g	■ Oranges (navel): 2.25g
■ Cherimoya: 6.28g	■ Pineapple: 2.12g
■ Apples: 5.9g	■ Melon, cantaloupe: 1.87g
■ Persimmons: 5.56g	■ Grapefruit, pink or red: 1.77g
■ Cherries, sweet: 5.37g	■ Clementines: 1.64g
■ Blueberries: 4.97g	■ Peaches: 1.53g
■ Bananas: 4.85g	■ Nectarines: 1.37g
■ Mangos: 4.68g	■ Lemon juice: 1.1g
■ Kiwi: 4.35g	■ Apricots: 0.94g
■ Papaya: 3.73g	■ Cranberries: 0.63g
■ Currants, red & white: 3.53g	■ Lime juice: 0.61g



# ZUCCHERI SEMPLICI NATURALI: MIELE

Il miele è un prodotto contenente zucchero naturale composto da **quantità eguali di glucosio e fruttosio** che derivano dal saccarosio per azione dell'invertasi prodotta dalle api

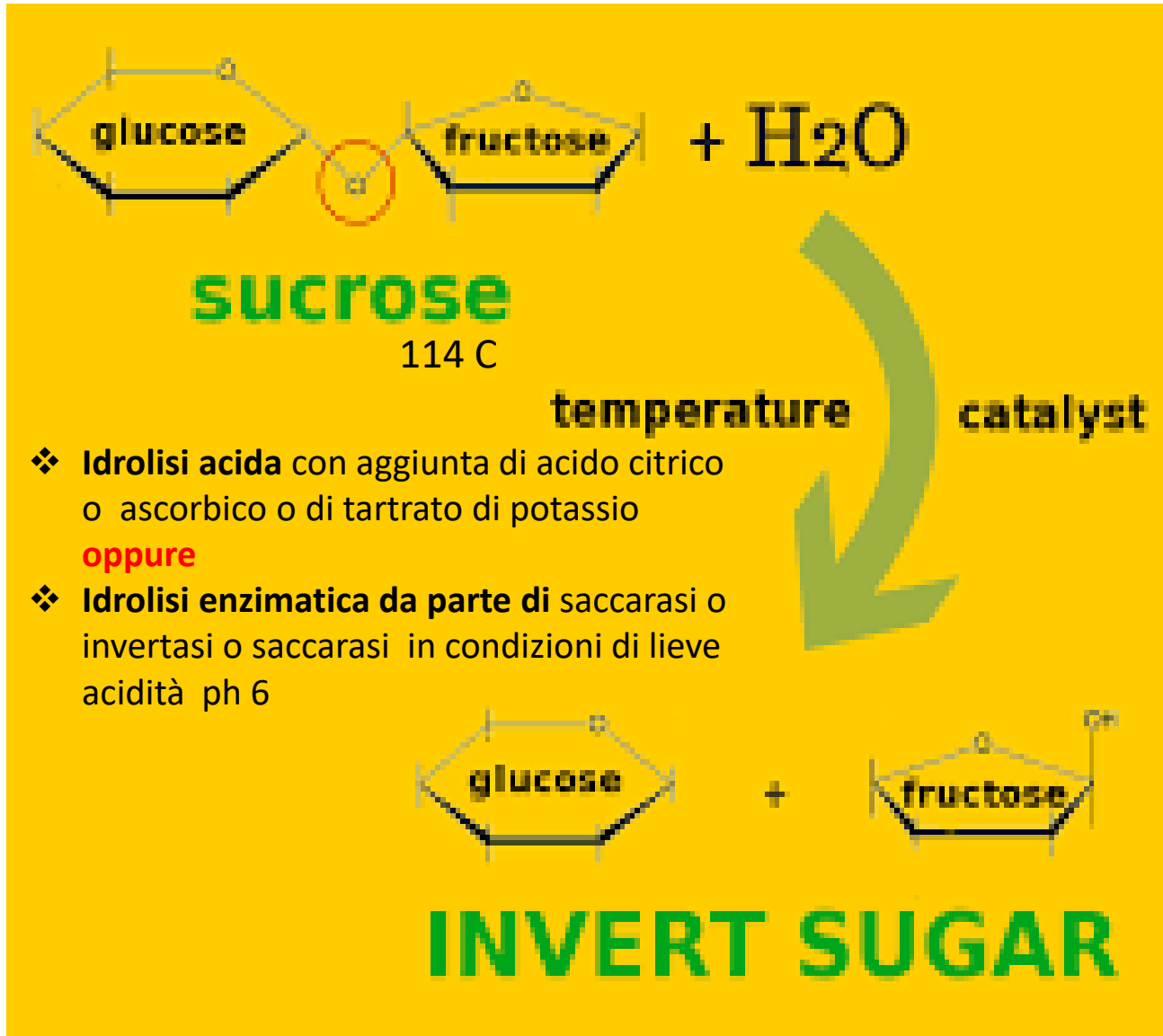


# ZUCCHERI SEMPLICI ESTRATTI



**SACCAROSIO** estratto dalla canna e dalla barbabietola da zucchero

# ZUCCHERI INDUSTRIALI: Zucchero INVERTITO



**Sciroppo: aspetto trasparente**

## Contiene eguali quantità di glucosio e fruttosio

Nella preparazione della marmellata si produce zucchero invertito per il riscaldamento, copresenza di acqua, saccarosio e acidi presenti nella frutta

Naturalmente presente nel succo di alcuni frutti, soprattutto in quello d'uva

# ZUCCHERI INDUSTRIALI: Zucchero INVERTITO



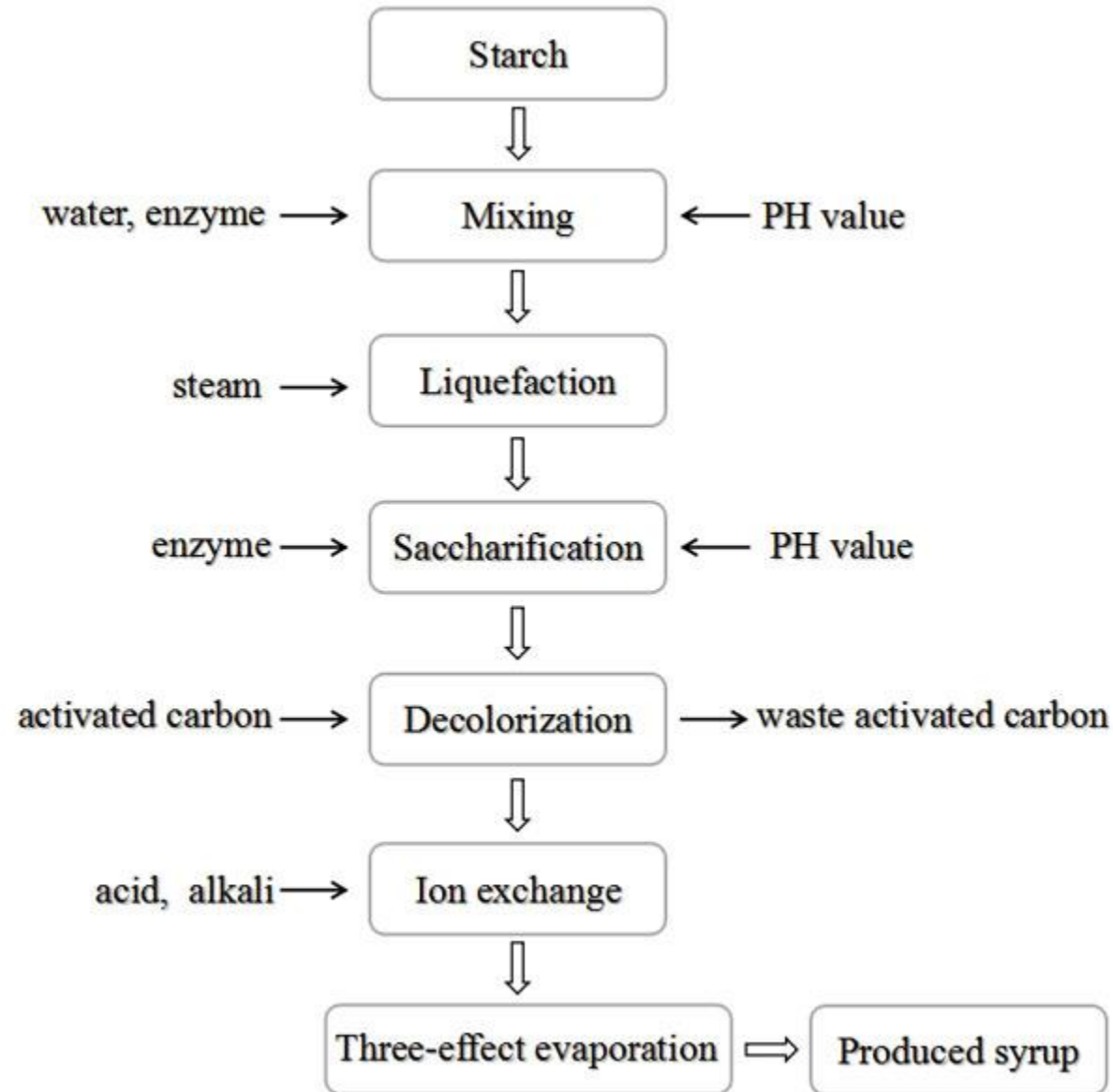
Lo zucchero invertito viene così definito in virtù delle sue proprietà fisiche. Il saccarosio ha un potere rotatorio specifico pari a  $+66,5^\circ$ , il che significa che la rotazione della luce polarizzata avviene in senso orario. Se si analizza lo zucchero invertito con un polarimetro, si nota invece una rotazione in senso antiorario, quindi invertita. Il potere rotatorio specifico dello zucchero invertito è infatti di  $-20,2^\circ$ .

- **Proprietà igroscopiche (assorbe l'umidità)**
- **Minor tendenza alla cristallizzazione**
- **più dolce di circa 1/4 del saccarosio**

**UTILIZZO:** Industria dolciaria (pasticceria, produzione di caramelle, con aggiunta di aromi e coloranti, sorbetti, gelati, in cui contribuisce alla sensazione di liscio e morbido)

È utilizzato anche nella birra, nello zuccheraggio dei mosti e per mantenere l'umidità nel tabacco e nelle sigarette.

# ZUCCHERI SEMPLICI INDUSTRIALI



## SCIROPPO DI MAIS o DI GLUCOSIO

- ❖ E' un idrolisato liquido di mono- e oligosaccaridi
- ❖ può essere derivato da amidi di diversa origine (patate, frumento, ecc.)
- ❖ Prodotto per saccharificazione con glucoamilasi da Aspergilli con formazione di glucosio
- ❖ Prodotti diversi in rapporto all'entità delle procedure idrolitiche

# ZUCCHERI SEMPLICI INDUSTRIALI

## High Fructose Corn Syrup (HFCS)

### Negli USA

- Derivato dal mais, che al naturale non contiene fruttosio
- Composto da una miscela di glucosio e fruttosio in forma di monosaccaridi, ha maggiore potere dolcificante del saccarosio
- Negli Stati Uniti prodotto a diverse concentrazioni 42, 55 e 90%

### In Europa

- **SGF Sciroppo di glucosio e fruttosio** se la quantità di **fruttosio > 50%**
- **Isoglucosio** se lo sciroppo SGF contiene **fruttosio > 10% fino al 50%**
- Dal 2017 non è più in vigore legge UE che limitava la produzione di questi zuccheri al **5% della produzione totale di zucchero** quindi la produzione e la diffusione sono destinate ad aumentare

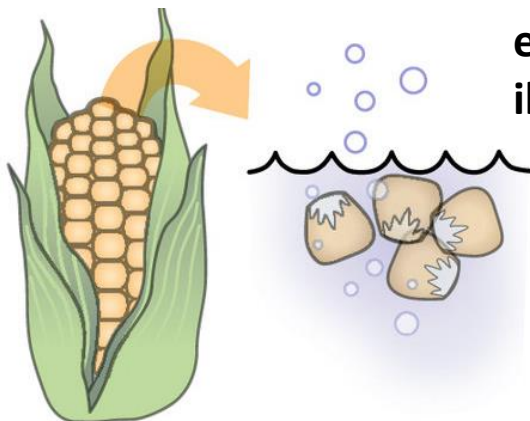


# ZUCCHERI SEMPLICI INDUSTRIALI

## Produzione di HFCS

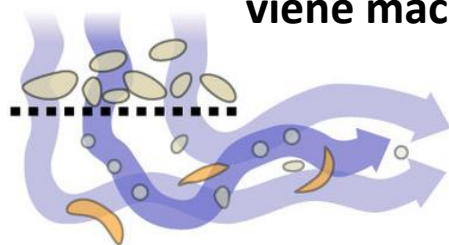
1

Chicchi di mais messi a bagno in acqua per 30-40 ore a 122 C°



2

I chicchi vengono macinati per eliminare il germe

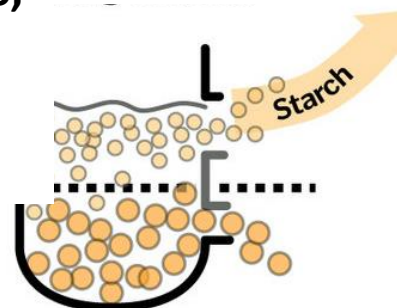


3

Il germe viene aspirato e utilizzato per produzione di olio, la rimanente miscela liquida viene macinata

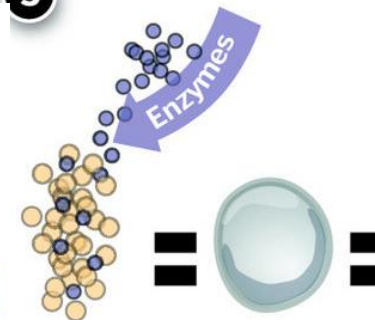
4

Il glutine viene eliminato per centrifugazione rimane l'amido



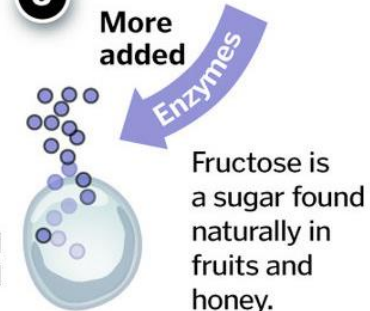
Some starch is dried and sold as cornstarch.

5



Tattamento con amilasi (scindono amido in glucosio) e isomerasi che trasforma glucosio in fruttosio

6



Aggiunta di quote di glucosio

# FUNZIONI

- **Migliora consistenza, aumenta conservabilità, e mantiene di più l'idratazione dei prodotti da forno**, barrette ai cereali, cereali in fiocchi, ecc. (igroscopico)
- **Sapore dolce più intenso** del glucosio di 1,2 -1,8 volte, differenza che diminuisce con il riscaldamento. Il gusto dolce del fruttosio viene percepito più rapidamente ma ha una durata più breve
- **Esaltatore del sapore dolce** derivato da altri composti
- Mantiene la **consistenza** della frutta in scatola
- **Abbassa la temperatura di congelamento** e riduce le alterazioni da freddo nei prodotti congelati
- Aumenta la **stabilità del saccarosio** nelle bevande carbonate acide





# PRODOTTI CONTENENTI ZUCCHERI INDUSTRIALI

- Prodotti da forno confezionati
- Barrette ai cereali, cereali prima colazione
- Frutta in scatola e surgelata
- Marmellate, conserve
- Yogurt
- Salse, tra cui il ketchup
- Condimenti per insalate
- Bevande dolci (gasate, succhi di frutta, energy drinks, sport drinks, bevande al latte o al tè, ecc.)



# CONTENUTO DI ZUCCHERI SEMPLICI AD AZIONE DOLCIFICANTE IN VARI PRODOTTI g/100 g

Sugar	Fructose	Glucose	Sucrose (Fructose+Glucose)	Other sugars
Granulated sugar	0	0	100	0
Caramel	1	1	97	1
HFCS-42	42	53	0	5
HFCS-55	55	41	0	4
HFCS-90	90	5	0	5
Honey	50	44	1	5
Maple syrup	1	4	95	0
Molasses	23	21	53	3
Tapioca Syrup	55	45	0	0

# SUCCHI DI FRUTTA

- **SUCCHI DI FRUTTA AL 100%**

Prodotti da **frutta fresca o conservata** al freddo, contengono solo zuccheri naturali, in media al 10%. **Non** è ammessa l'aggiunta di zuccheri, conservanti, coloranti e aromi

- **CONCENTRATI**

Succo di frutta concentrato è quello da cui è stata **eliminata una quota di acqua**. Il succo di frutta da succo concentrato si ottiene aggiungendo l'acqua tolta. **Vietata** aggiunta zuccheri o altri edulcoranti, coloranti e aromi.

- **NETTARI**

Contengono succo e/o **purea di frutta** in quantità tra il 25-50%, acqua ed **eventualmente** zucchero aggiunto fino a un massimo 20% del peso totale del prodotto finito. **Possibile** l'aggiunta di pochi additivi acidificanti e antiossidanti. Includono i prodotti "Succo e polpa" ottenuti da purea di frutta come pera, pesca o albicocca. Contenuto di zuccheri in genere 8-13%.

- **BEVANDE A BASE DI FRUTTA**

Contengono **frutta** (non inferiore al 12%), acqua, **zuccheri e additivi**. Ad esempio: acqua, succo e polpa di frutta 20%, zucchero di canna, succhi di frutta da concentrati ad esempio uva, acido malico, per regolazione acidità, acido ascorbico come antiossidante, lattato di calcio e/o gomme per stabilizzazione del prodotto aromi. Contenuto zuccheri 8-12 g

# SUGAR- SWEETENED BEVERAGES (SSB)

Bevande contenenti zuccheri aggiunti

- ❖ non-diet soft drinks/sodas
- ❖ flavored juice drinks
- ❖ sports drinks
- ❖ sweetened tea,
- ❖ coffee drinks
- ❖ energy drinks



# CONCETTO DI CALORIE VUOTE E ZUCCHERI «NASCOSTI»



La coca contiene solo  
zucchero

Nascosti nel senso che, in generale, le persone non sono consapevoli della quota di zuccheri ingerita con le bevande.

Sono da preferire i cibi ad alta densità di nutrienti al fine di bilanciare i fabbisogni dell'organismo entro la quota di energia che mantiene il bilancio energetico

# SUGAR-SWEETENED BEVERAGES: Contenuto di zuccheri semplici

Cola: 39.8g per 375ml



10 cubes  
(1 cube = 4g sugar)

Orangej: 42g per 375ml



10.5 cubes  
(1 cube = 4g sugar)

Tonic water: 21.5 g per 250ml



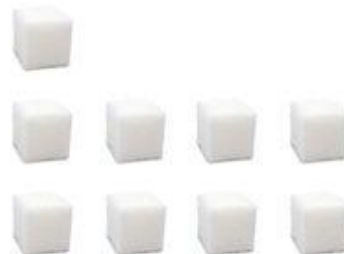
~5 cubes  
(1 cube = 4g sugar)

Tonic lemonade:  
32.3g per 375ml



8 cubes  
(1 cube = 4g sugar)

energy: 36g sugar  
per 600ml



9 cubes  
(1 cube = 4g sugar)

Peach Ice Tea: 26.5g  
per 500ml



~6.5 cubes  
(1 cube = 4g sugar)

# CLASSIFICAZIONE DEI CIBI IN RELAZIONE AL GRADO DI LAVORAZIONE

Table 1. Classification of food according to its processing degree \*.

Group	Definition	Processing	Examples
Unprocessed foods	Fresh foods directly obtained from plants or animals.	No industrial processing.	Fresh fruits, vegetables, meat, eggs, grains and legumes.
Minimally processed foods	Physical alteration of unprocessed foods.	Peeling, cutting, drying, pasteurization, refrigeration, freezing, vacuum packing, simple wrapping.	Chilled, frozen or dried fruits, vegetables, meat and poultry; pasteurized or powdered milk; vegetables or fruit juices without added sugar.
Processed culinary ingredients	Substances extracted from unprocessed or minimally processed foods used to prepare dishes and meals.	Pressing, refining, grinding, milling.	Salt, sugar, flour, vegetable oil, starches, butter, etc.

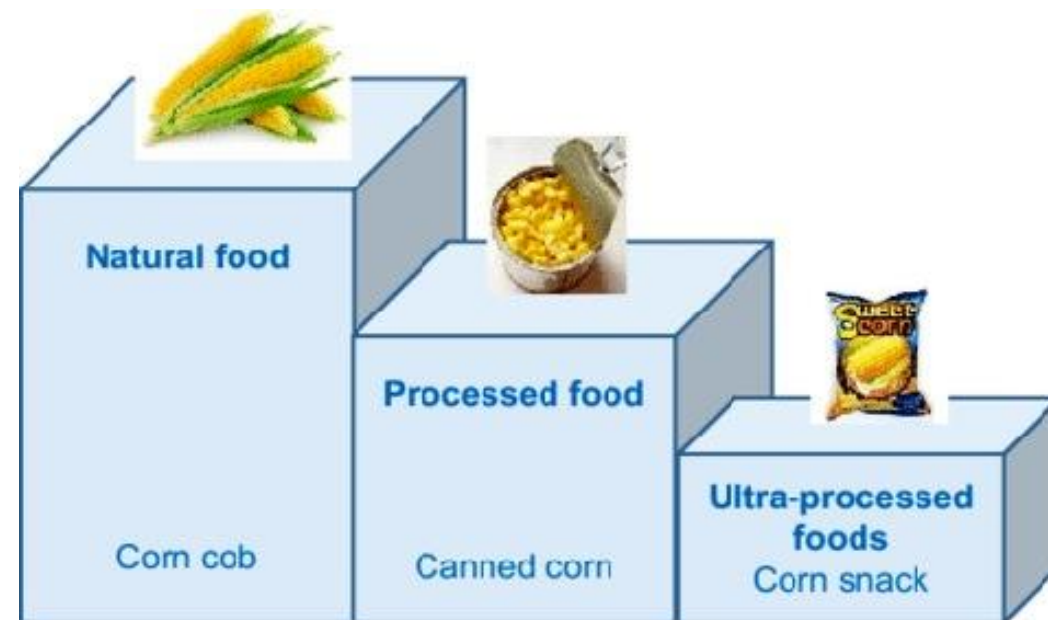
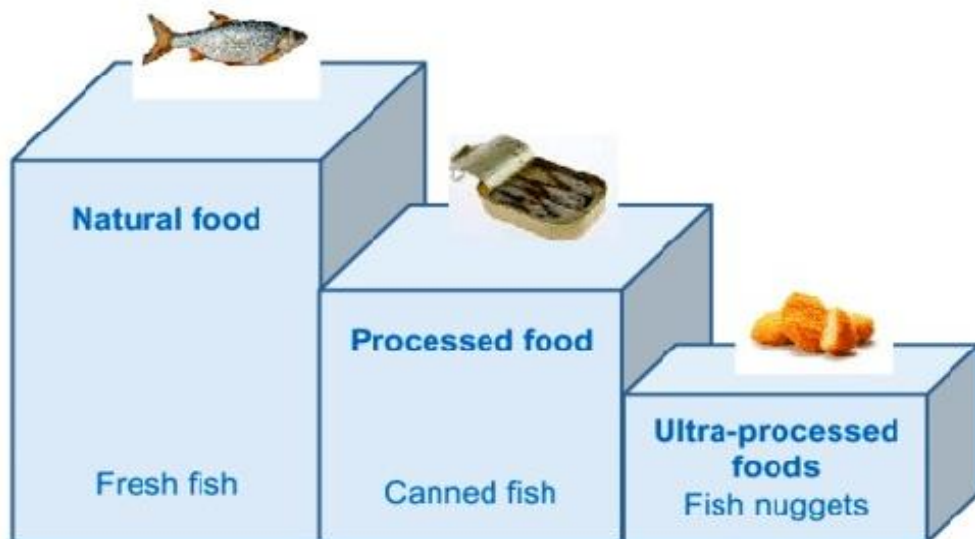
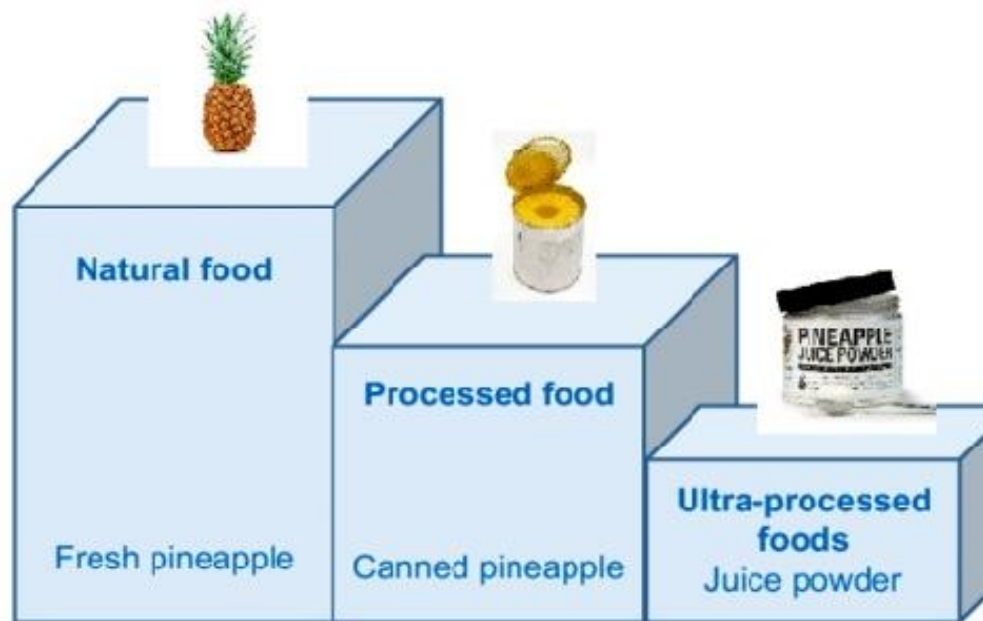
# CLASSIFICAZIONE DEI CIBI IN RELAZIONE AL GRADO DI LAVORAZIONE

Table 1. Classification of food according to its processing degree \*.

Group	Definition	Processing	Examples
Processed food industry ingredients	Substances extracted from unprocessed or minimally processed foods used in the formulation of ultra-processed foods.	Hydrogenation, hydrolysis, use of enzymes and additives.	High fructose corn syrup, lactose, milk and soy proteins.
Processed foods	Products made by adding sugar, salt, oil, fats or other culinary ingredients, to minimally processed foods.	Preservation or cooking methods, non-alcoholic fermentation.	Bread, cheese, canned vegetables and legumes, fruits in syrup, salted nuts and seeds, smoked and salted meat.
Ultra-processed foods	Industrial formulations manufactured mainly from processed food industry ingredients.	Frying, deep frying, curing, extrusion, molding, extensive use of additives, such as preservatives, colorants, flavorings, non-sugar sweeteners, emulsifiers, etc.	Ready-to-heat, ready-to-eat or ready-to-drink products like carbonated drinks, sweet or savory snacks, breakfast cereals, fruit yoghurt, sausages, hams, instant soups, pre-prepared meals and dishes, infant formulas, baby food.



# ESEMPI DI ALIMENTI PROCESSATI

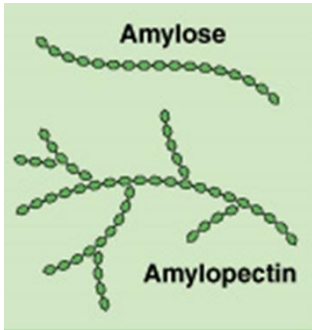


# ZUCCHERI COMPLESSI



# AMIDO

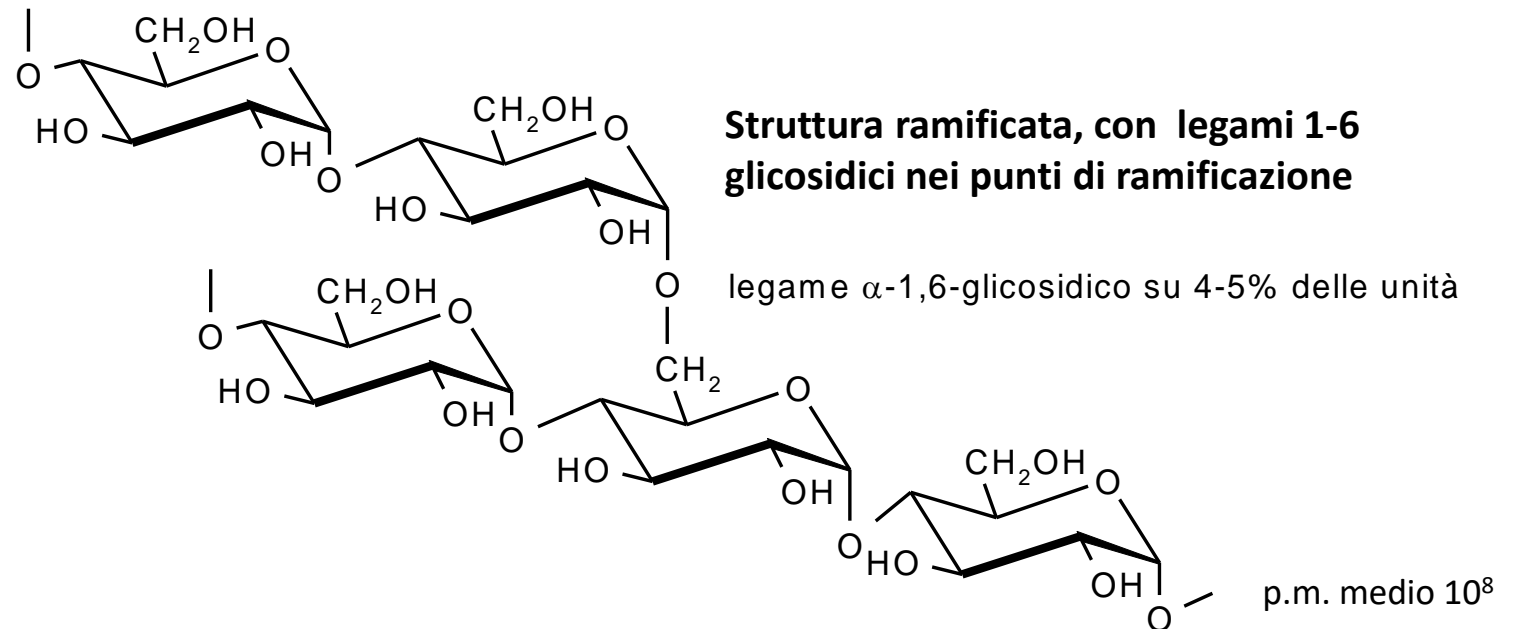
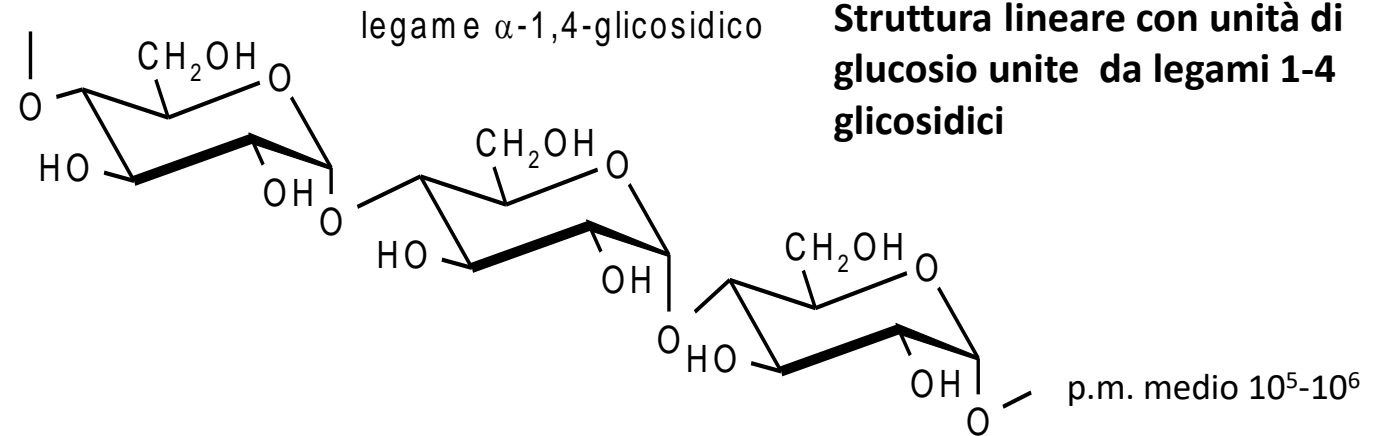
## FORMATO DA DUE POLIMERI DEL GLUCOSIO



**Amiloso** 20-25%

**Amilopectina** 75-80%

composto organico comunemente contenuto in alimenti come pane, pasta, riso, patate, caratterizzato da **un gran numero di unità di glucosio polimerizzate** unite tra loro da legame  $\alpha$ -glicosidico e costituito da 4/5 di amilopectina e da 1/5 di amiloso.



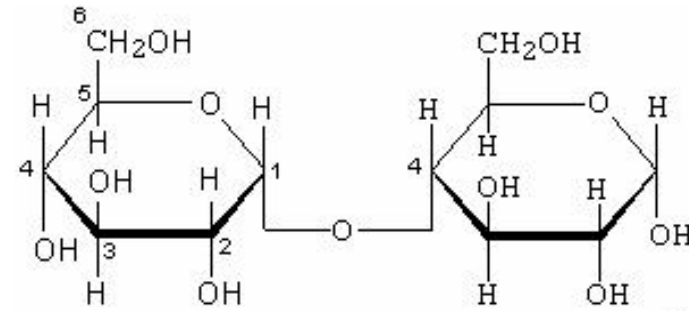
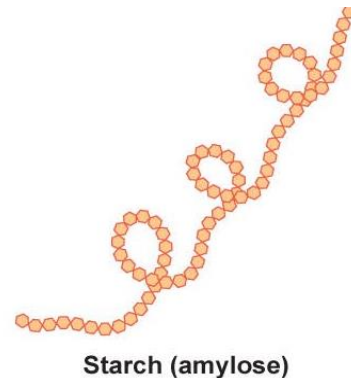
# ZUCCHERI COMPLESSI POLISACCARIDI

## ORIGINE VEGETALE

**AMIDO** combinazione di amilosio 20-25% e amilopectina (75-80%)

### AMILOSIO

Il legame tra due unità adiacenti si forma tra l'atomo di carbonio n°1 e il n°4 delle due molecole di glucosio con l'eliminazione di una molecola d'acqua; l'amilosio ha quindi struttura lineare.



**Amilosio** polimero lineare, avvolto a elica  
catene glucosidiche non ramificate, Legami i 1-4  $\alpha$  glicosidico

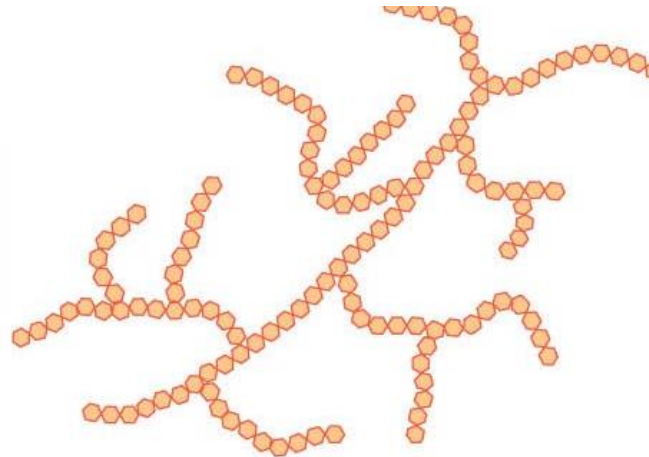
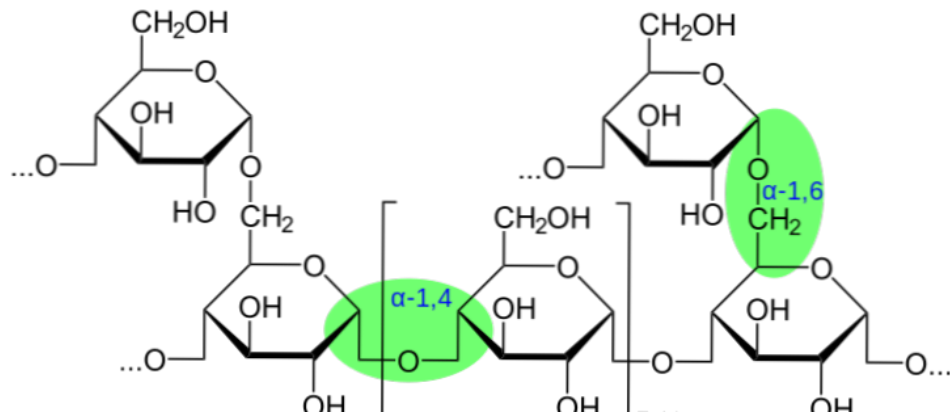
# ZUCCHERI COMPLESSI POLISACCARIDI

## AMIDO combinazione di amilosio e amilopectina

L'idrolisi dell'amilopectina comporta la dissoluzione dei legami  $\alpha(1\rightarrow4)$  ad opera degli enzimi  $\alpha$ - e  $\beta$ -amilasi e la conseguente produzione di **destrine**

**Destrine** successivamente attaccate da destrinasi.

## AMILOPECTINA



Il risultato di ciò, che avviene unitamente alla degradazione dell'amilosio, sarà la frammentazione di tutto l'amido in unità più piccole, maltosio e glucosio.

**Amilopectina** = catene glucosidiche polimeriche (legami  $\alpha(1\rightarrow4)$  glicosidico) ramificate ogni 25-30 unità con catene laterali che si innestano tramite legami  $\alpha(1\rightarrow6)$  glicosidico

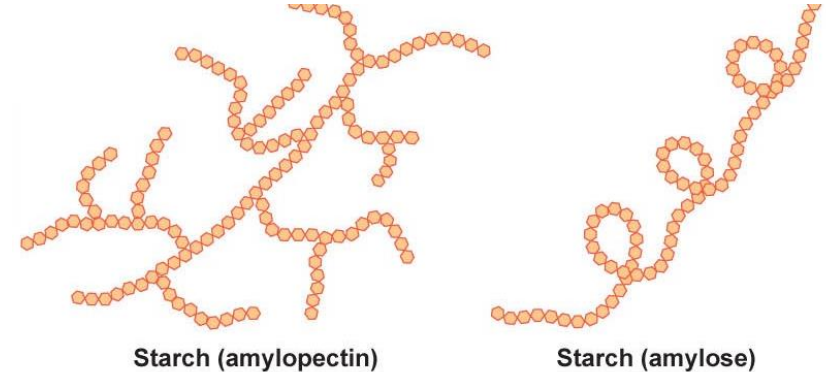
# ZUCCHERI COMPLESSI POLISACCARIDI

## ORIGINE ANIMALE

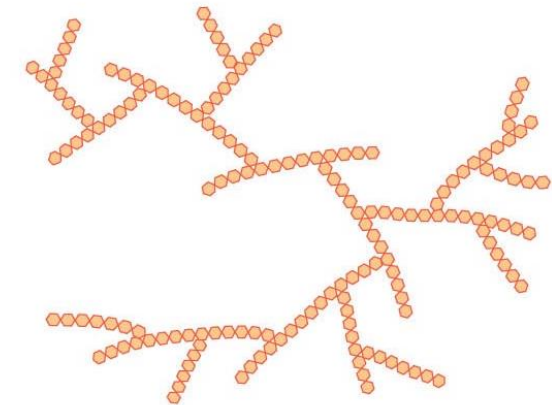
- ❖ Catene polimeriche ramificate con ramificazioni ogni 18-20 unità glucosidiche
- ❖ Non rilevanti dal punto di vista nutrizionale
- ❖ Le quote di glicogeno presenti nel muscolo degli animali vengono degradate ad acido lattico con lo stress indotto dalla macellazione

Negli animali il glicogeno ha la medesima composizione e struttura, ma con un più elevato gradi di ramificazione (ogni 8-12 unità di glucosio).

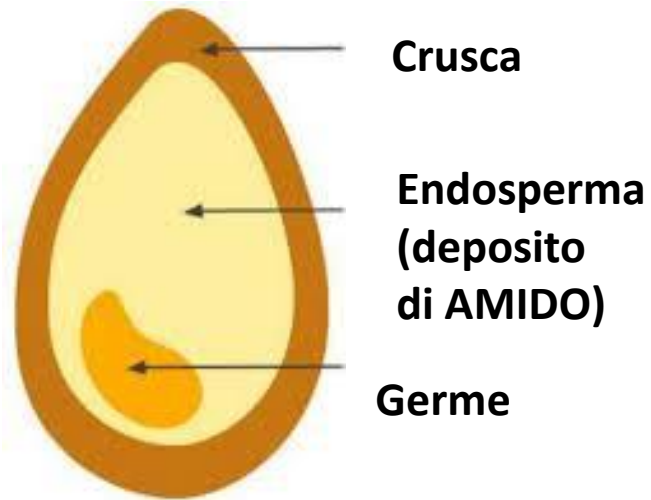
## AMIDO



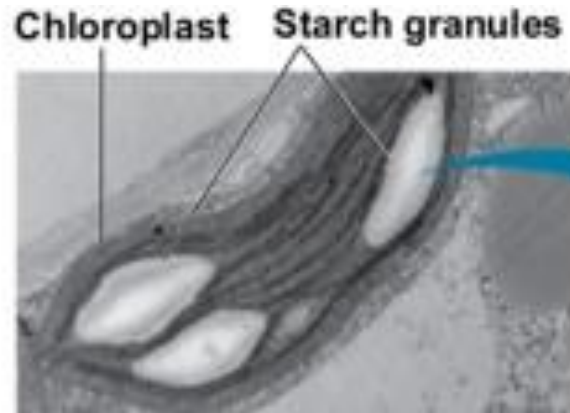
## GLICOGENO



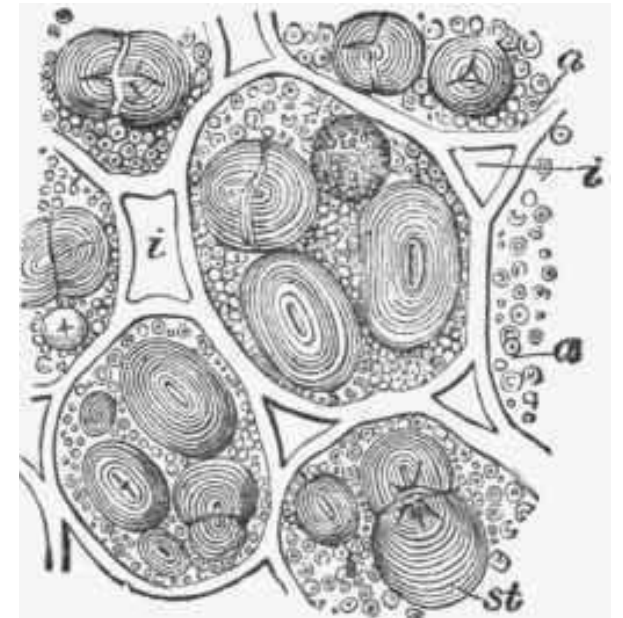
# DISTRIBUZIONE DELL'AMIDO NEI VEGETALI



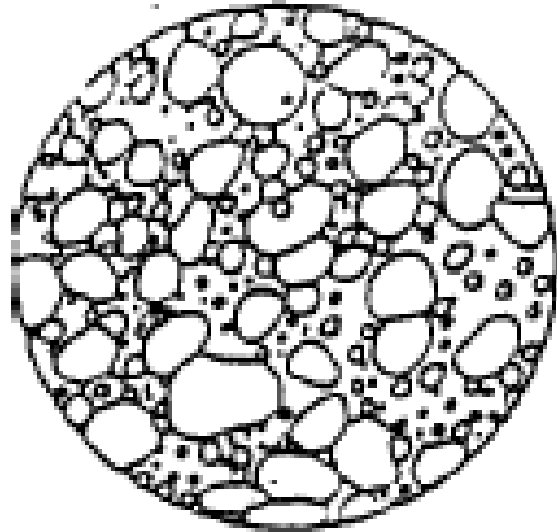
**CHICCO  
DI FRUMENTO**



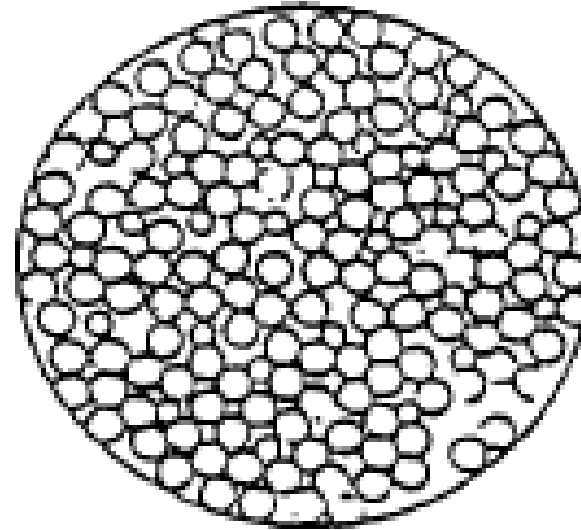
L'amido, funge da riserva energetica ed è contenuto nelle cellule vegetali in organelli citoplasmatici detti AMILOPLASTI



# DIVERSA STRUTTURA DEGLI AMIDI



AMIDO DI  
FRUMENTO



AMIDO DI RISO



# ALIMENTI ricchi di amido (g/100 g)

## CEREALI e DERIVATI



**Farina di frumento:**

- tipo 0 = 67g,
- integrale = 59,7 g



**Pane bianco cotto 55,9 g**



**Pasta:**

- 68 g, a crudo
- 26,4 g cotta

## PATATE



**A crudo 15,9 g**

## LEGUMI

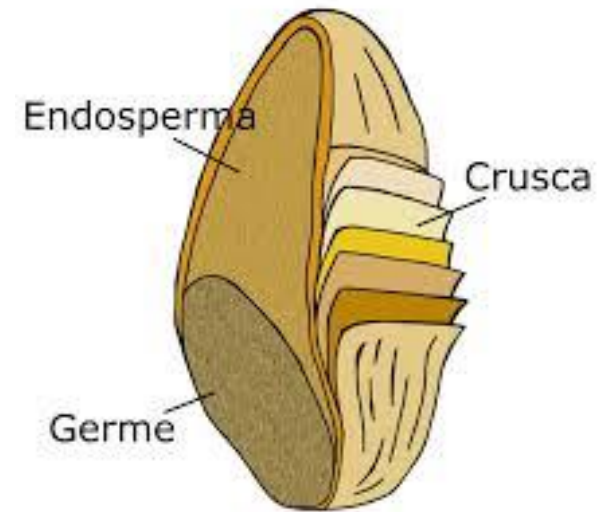


**Fagioli lessi 14,4 g**

**Lenticchie secche 44,8 g**

# CEREALI INTEGRALI

- I **cereali integrali** e relative farine, contengono tutti i componenti dei semi dei cereali (endosperma, germe e crusca ). **Sono ricchi di fibra.**
- I **cereali raffinati** e relative farine, sono formati solo dall' endosperma
- Le diciture in **etichetta alimentare** quali “multicereale”, “macinato a pietra”, “100% frumento”, “frumento tritato “, o “crusca” non indicano generalmente prodotti al 100% di cereali integrali e possono anche non contenerne.
- Il colore scuro ad esempio di un pane può essere dovuto ad **aggiunta di melasse** o altri ingredienti.



# CEREALI INTEGRALI

- In Italia la farina detta *integrale* non è composta da frumento integro macinato in quanto la legge italiana fissa dei limiti di presenza di ceneri (minerali) in 1,3%-1,7% per cui una parte di crusca viene rimossa
- La farina integrale viene ricostruita unendo farina "Tipo 0" a crusca
- Le farine vengono denominate tipo 0, tipo 1 o tipo 2, in relazione al contenuto in ceneri (minerali) dalla più raffinata alla più integrale



# CARBOIDRATI INDUSTRIALI

## Amidi modificati

Ottenuti attraverso diversi processi chimici ad esempio di depolimerizzazione o derivatizzazione

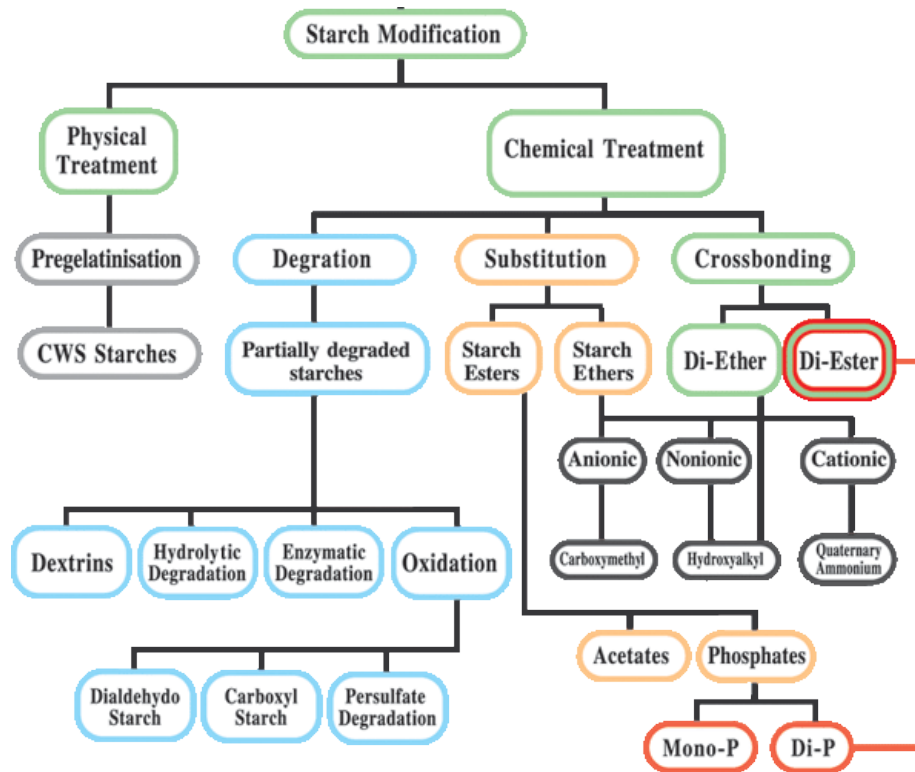
### **DEPOLIMERIZZAZIONE:**

Trattamento con HCl che attacca una piccola percentuale di legami glicosidici soprattutto dell'amilopectina con perdita della struttura del granulo. Si ottengono amidi che danno gel più limpidi e strutturati usati principalmente nelle gelatine di frutta.

### **DERIVATIZZAZIONE:**

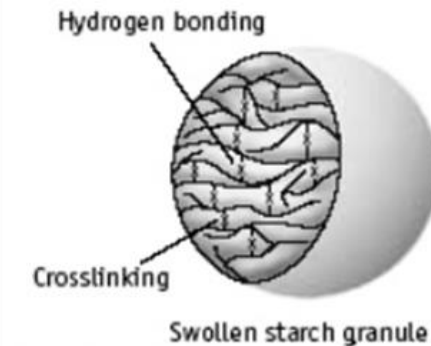
L'esterificazione con acidi organici e fosfati su piccole percentuali di unità di glucosio (1%) porta ad amidi molto stabili.

# CARBOIDRATI INDUSTRIALI amidi modificati



## Cross bonding o crosslinking

FIGURE 20-7 Crosslinking within the starch granule of a modified starch.



Source: CERESTAR USA

**FINALITA':** Miglioramento proprietà degli alimenti

❖ **CHIMICO FISICHE**, ad es. la viscosità

❖ **FUNZIONALI**, consistenza, stabilità e resistenza ai trattamenti ad es. al calore, conservabilità

# AMIDO MODIFICATO



## Ingredients:

Cultured grade A milk and cream, sugar, fructose syrup, strawberry puree, contains less than 1% of fructose, corn starch, modified corn starch, Kosher gelatin, natural flavor, malic acid, carmine and annatto extract (for color). Contains active yogurt cultures.

- ❖ Prolunga la conservazione dei prodotti
- ❖ Facilita la solubilizzazione in acqua o latte freddi
- ❖ Aumenta la consistenza di zuppe, creme, budini, creme, dessert a base di latte.
- ❖ Emulsionante e stabilizzante in salse e condimenti contenenti grassi
- ❖ Sostituto dei grassi negli alimenti a basso tenore lipidico

# Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) e sicurezza confermata per amidi modificati

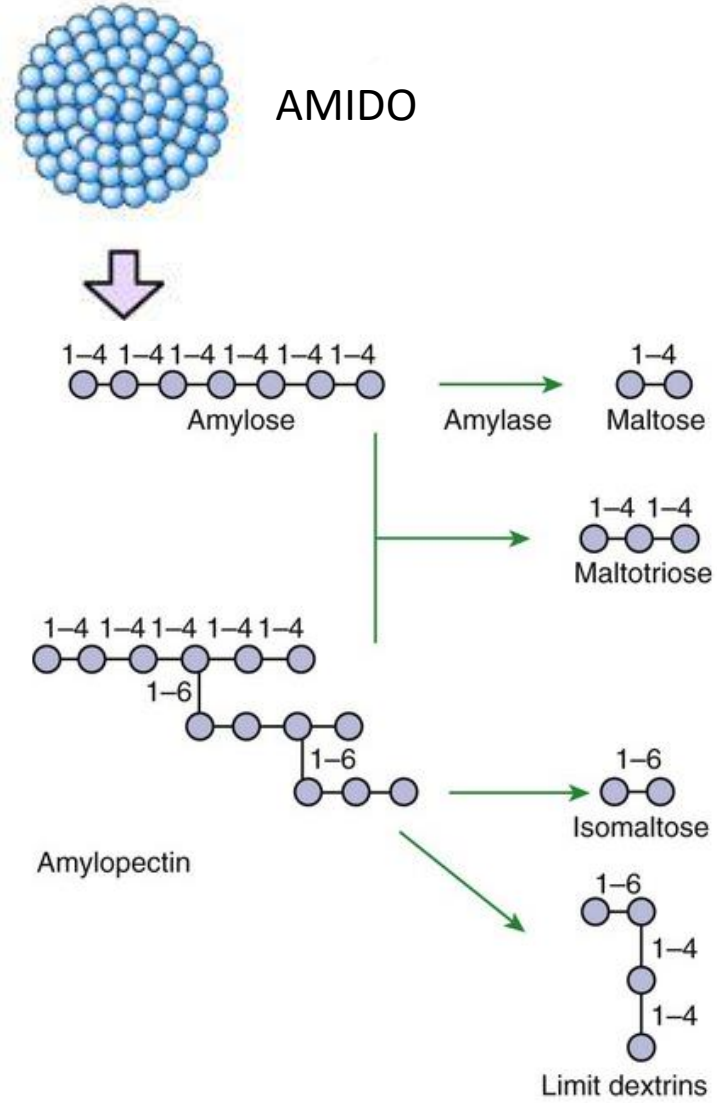
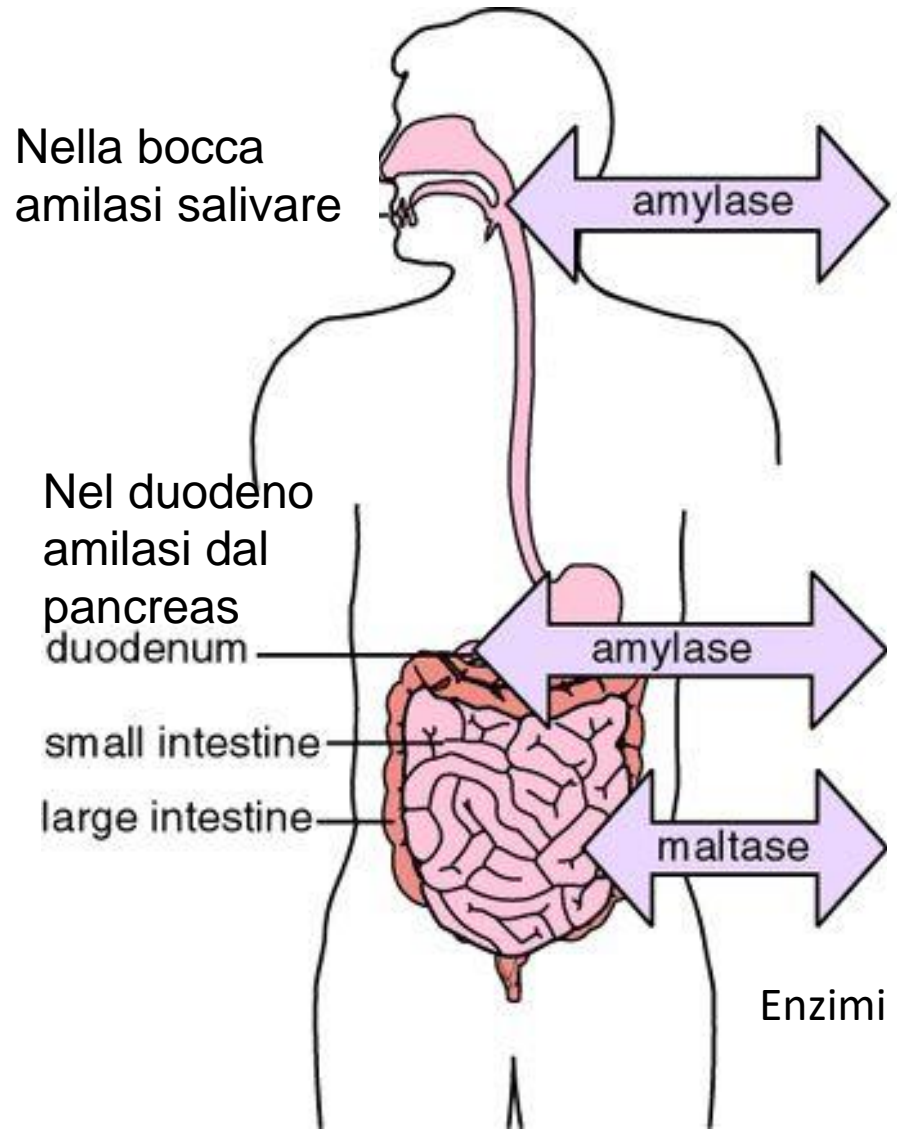
**A dozen modified food starches used to make sauces and pie fillings have received regulatory backing after a re-evaluation found no safety concerns with levels currently used in food products.**

Conclusions reached by the European and Food Safety Authority (EFSA) ruled that 12 modified starches (E 1404, E 1410, E 1412, E 1413, E 1414, E 1420, E 1422, E 1440, E 1442, E 1450, E 1451 and E 1452) could be authorised as food additives.

*“Modified starches (i.e. E 1413, E 1414, E 1420, E 1450) were well tolerated in adults up to a single daily dose of 60,000 milligrams per person (mg/person) (860 mg/kg bw),” EFSA stated.*

*“The Panel concluded that there is no safety concern for the use of modified starches as food additives at the reported uses and use levels and that there is no need for a numerical acceptable daily intake (ADI).”*

# DIGESTIONE CARBOIDRATI

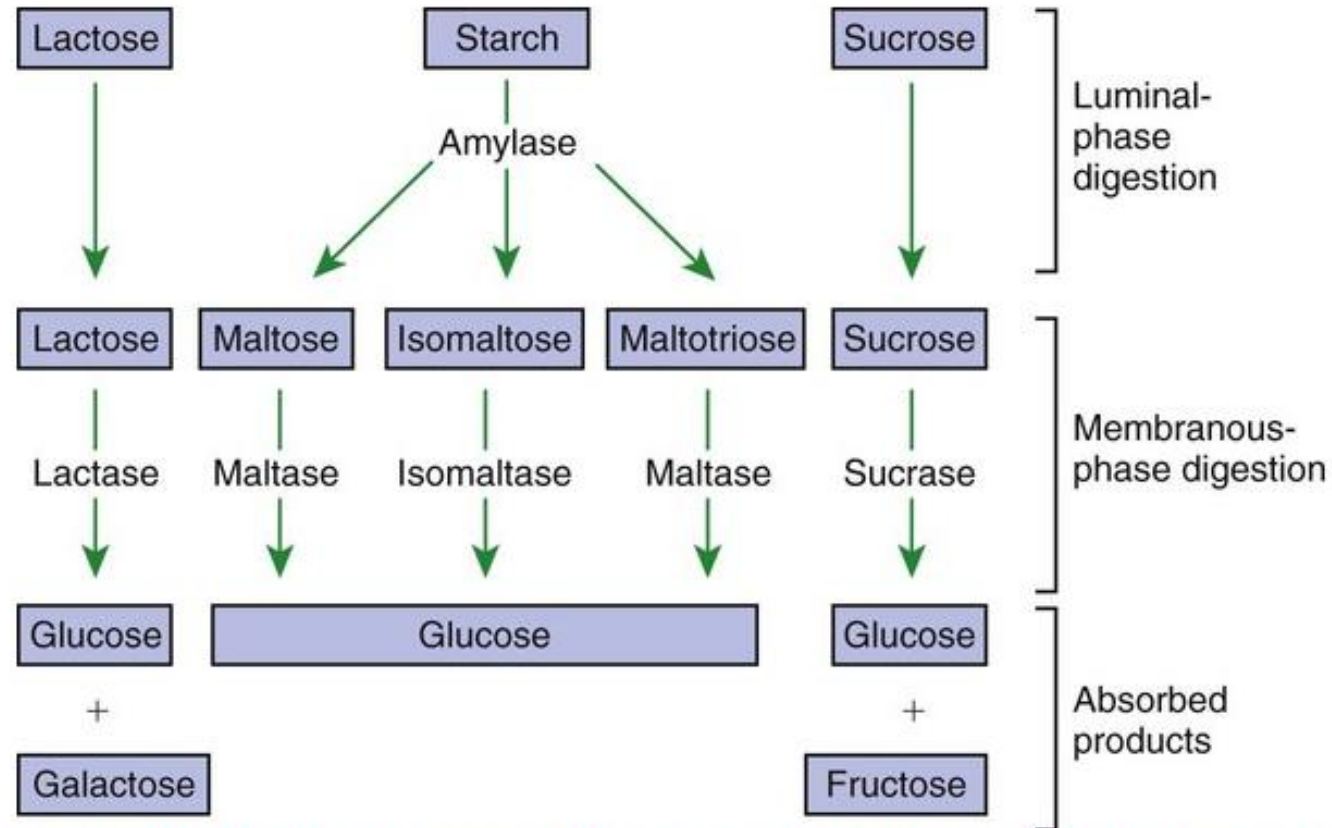


**FASE LUMINALE**  
**Intestino tenue**  
**Enzimi pancreatici**

**FASE MEMBRANOSA**  
**Enzimi prodotti da cellule**  
**intestinali**

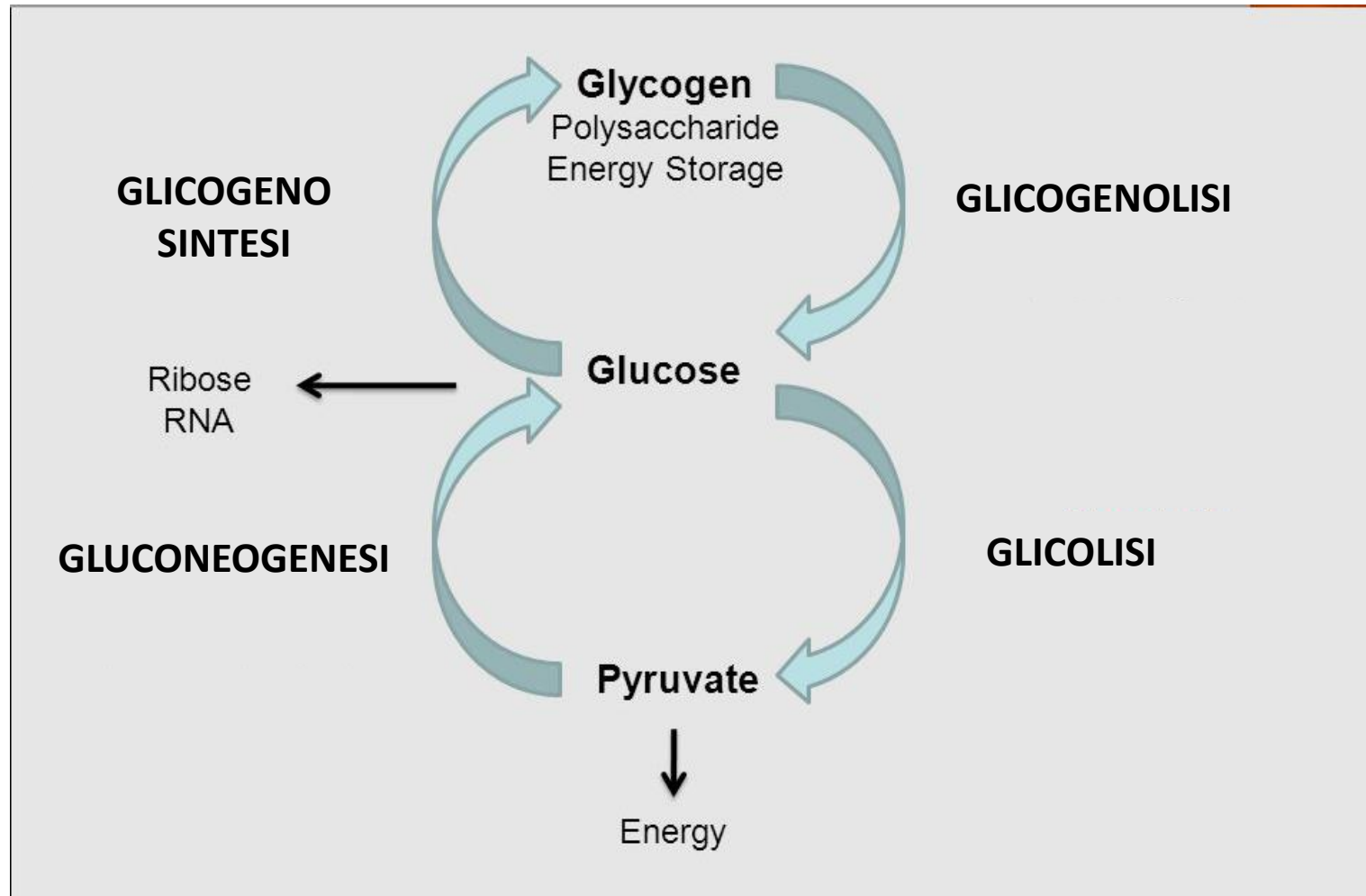


# DIGESTIONE E ASSORBIMENTO DEI CARBOIDRATI

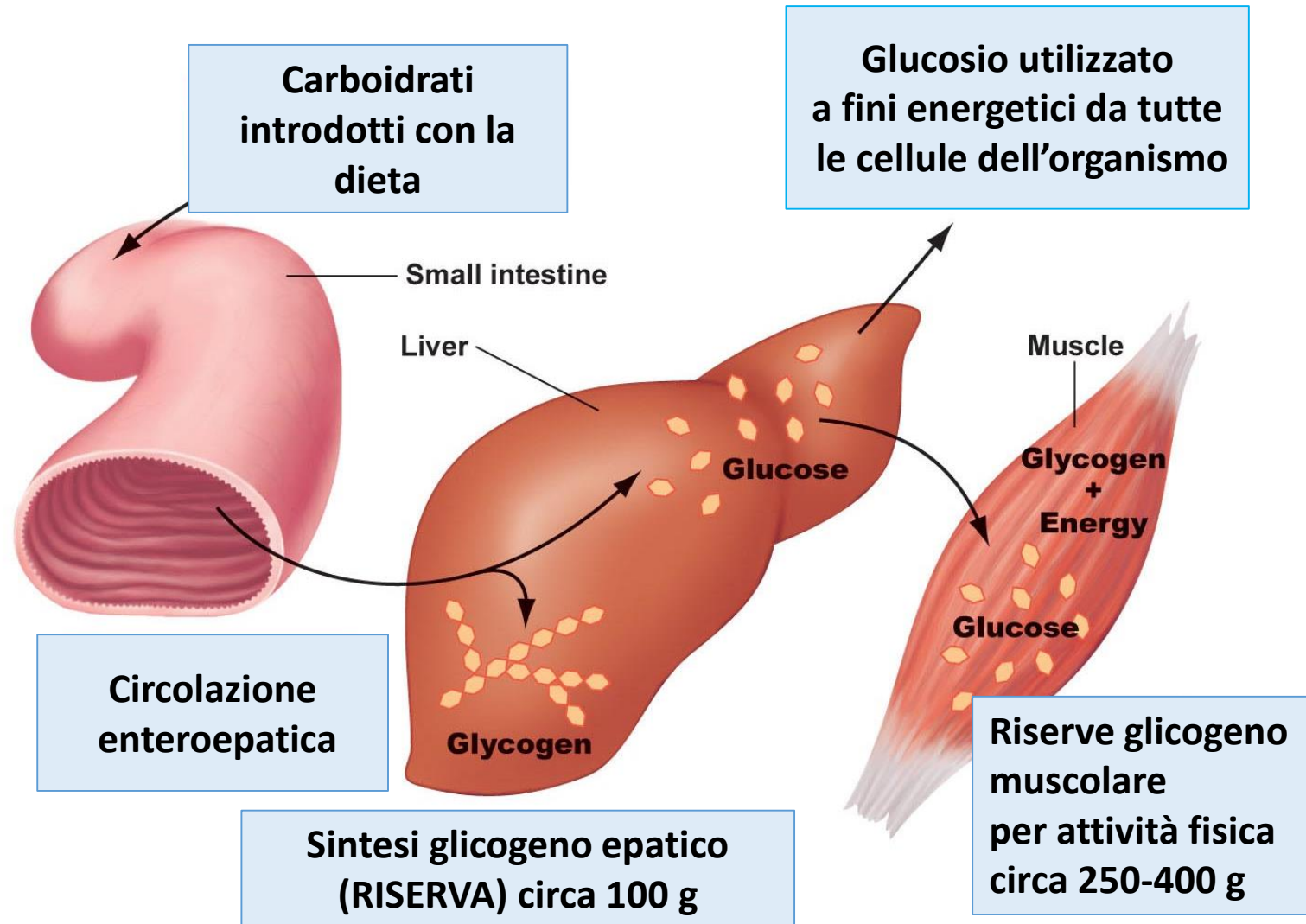


**FIGURE 30-10** Luminal-phase and membranous-phase digestion of carbohydrate: Note that specific enzymes exist for each polysaccharide, and that a limited number of monomers are formed eventually from a relatively large number of starches and polysaccharides.

# VIE METABOLICHE DEL GLUCOSIO

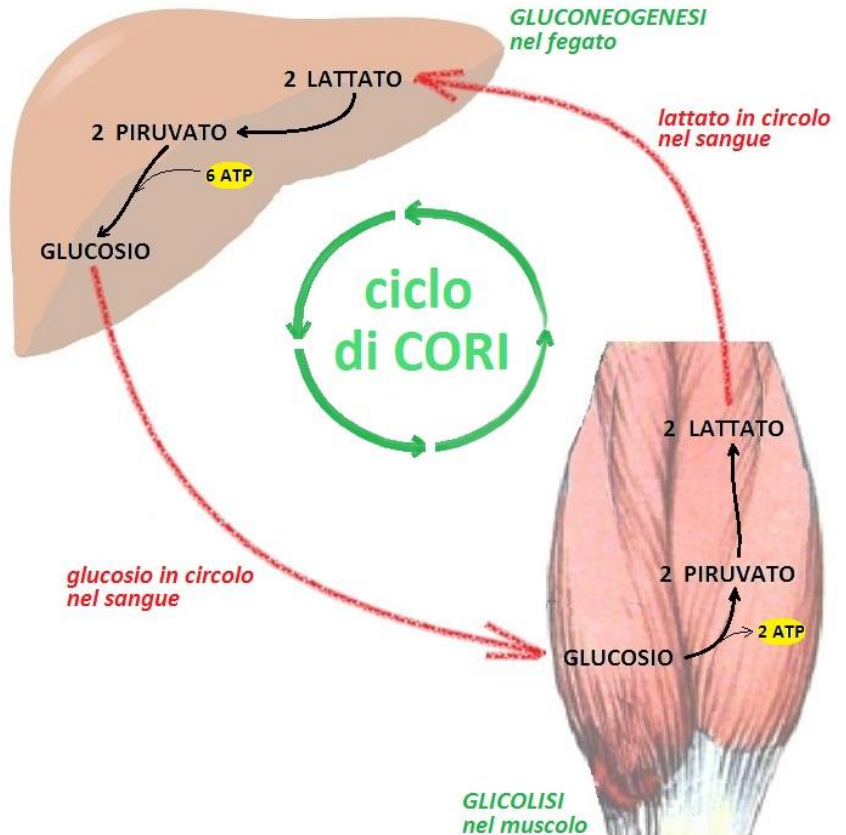
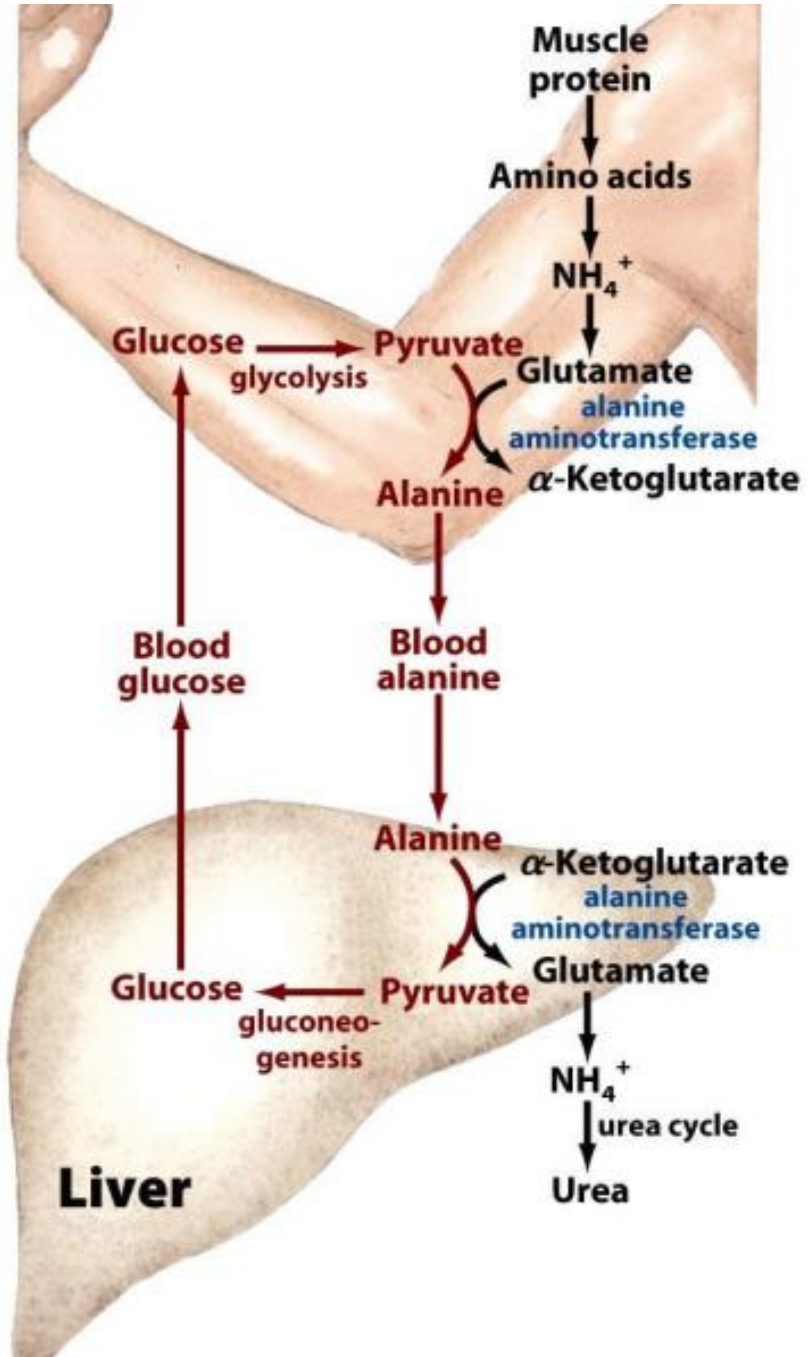


# GLICOGENO

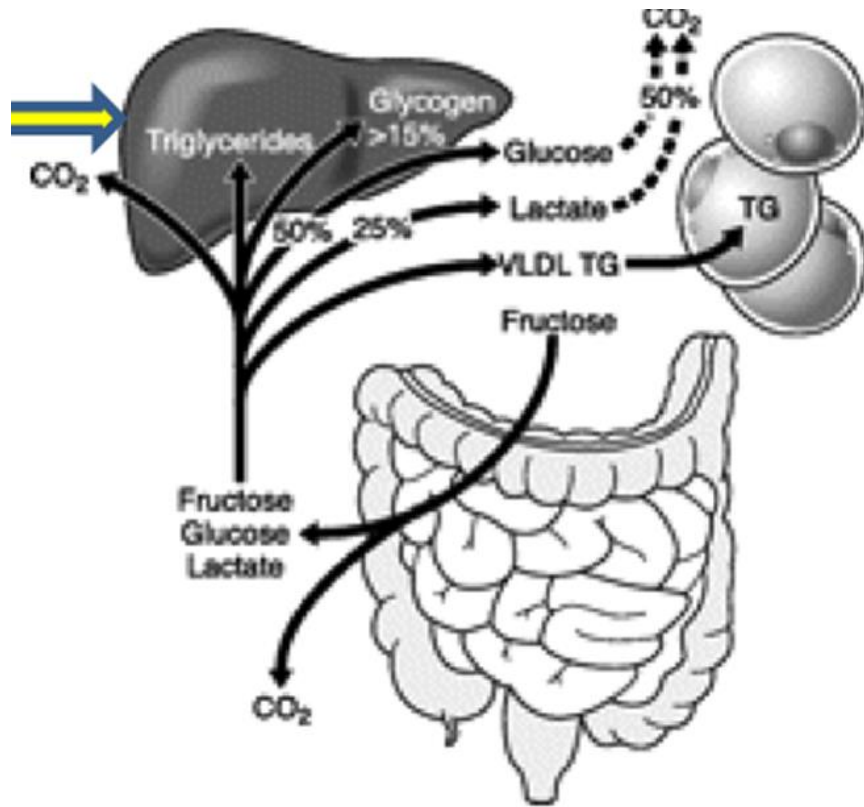


# GLUCONEOGENESI

Nell'uomo i principali precursori della neoglucogenesi sono glicerolo, alanina e glutammina e lattato



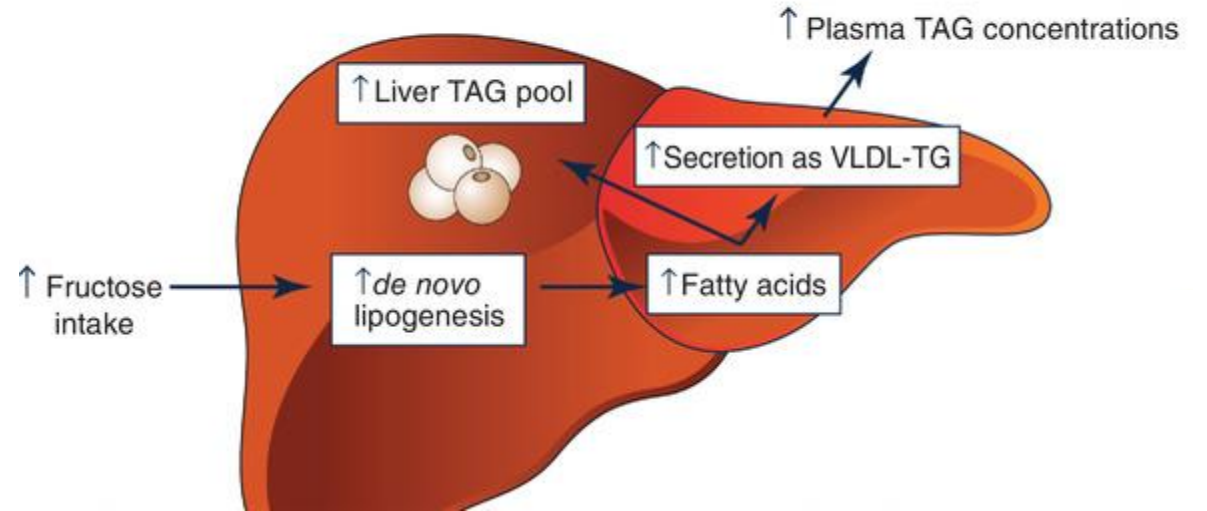
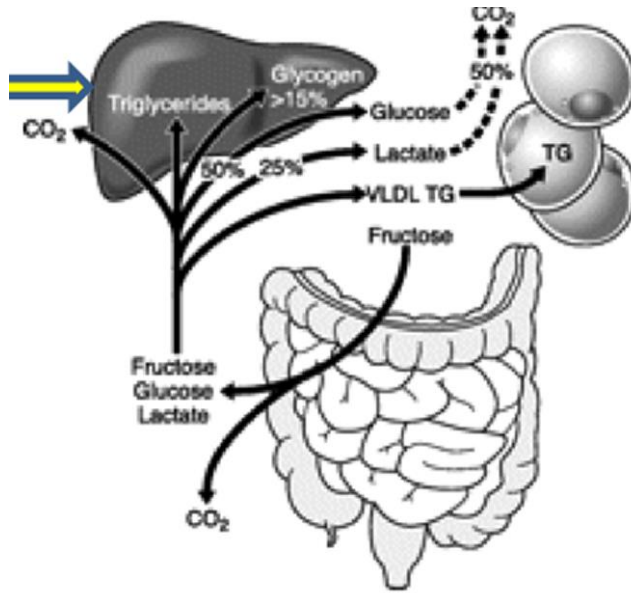
# FRUTTOSIO



- ❖ A differenza del glucosio metabolizzato in tutto l'organismo, il fruttosio viene metabolizzato in prevalenza a livello dell'intestino tenue e soprattutto del fegato (che estrae efficacemente il fruttosio ingerito per il 70% versus 15-40% del glucosio).
- ❖ Il fruttosio viene trasformato in glucosio, glicogeno trigliceridi e lattato

Stanhope Crit Rev Clin Lab Sci 2016

# FRUTTOSIO



Un consumo in eccesso di fruttosio sia isolato, sia in forma di saccarosio o di HFCS si associa a lipogenesi epatica con aumento dei depositi di lipidi, aumentata secrezione di VLDL con ipertrigliceridemia (anche per inibizione della Lipasi lipoproteica), aumentato rischio di obesità, ridotta sensibilità all'insulina, mediata da meccanismi di signaling e altri non del tutto definiti, diabete mellito di tipo 2, steatosi epatica, rischio CV, alterazioni meccanismi fame e sazietà

**Non accordo tra tutti gli studi**

# INDICE GLICEMICO

- ❖ È dato dalla **velocità con cui aumenta la glicemia dopo assunzione di un quantitativo di un dato alimento** (che contenga 50 g di carboidrati) **in rapporto a un cibo standard** di riferimento che contiene la stessa quantità di carboidrati (pane bianco)
- ❖ È **misurato** dall'andamento della curva della glicemia **dal momento dell'ingestione a due ore dopo**, in soggetti precedentemente a digiuno da 12 ore. L'area sotto la curva (AUC) del cibo testato è diviso per l'AUC del cibo standard e moltiplicato 100.
- ❖ I valori di riferimento sono derivati dalla valutazione dell'IG in 10 soggetti sani.

# INDICE GLICEMICO



100gr. pane bianco =  
50 gr. carboidrati



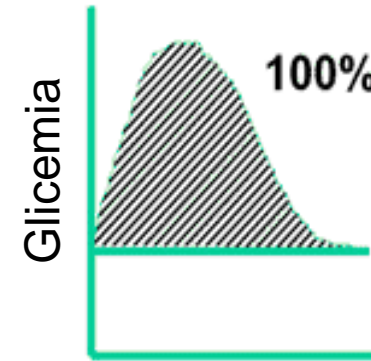
90 gr. lenticchie cotte =  
50 gr carboidrati

## Indice Glicemico delle lenticchie

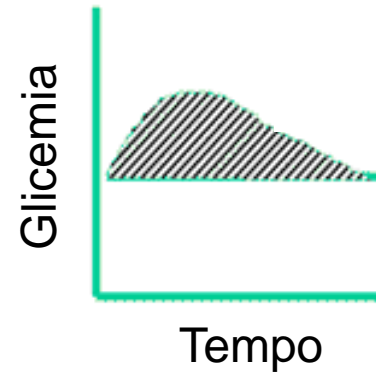
$$- 263 : 866 = 0,30$$

$$- 0,30 \times 100 = 30 \%$$

## Curve glicemiche



AUC pane = 866



AUC lenticchie = 263



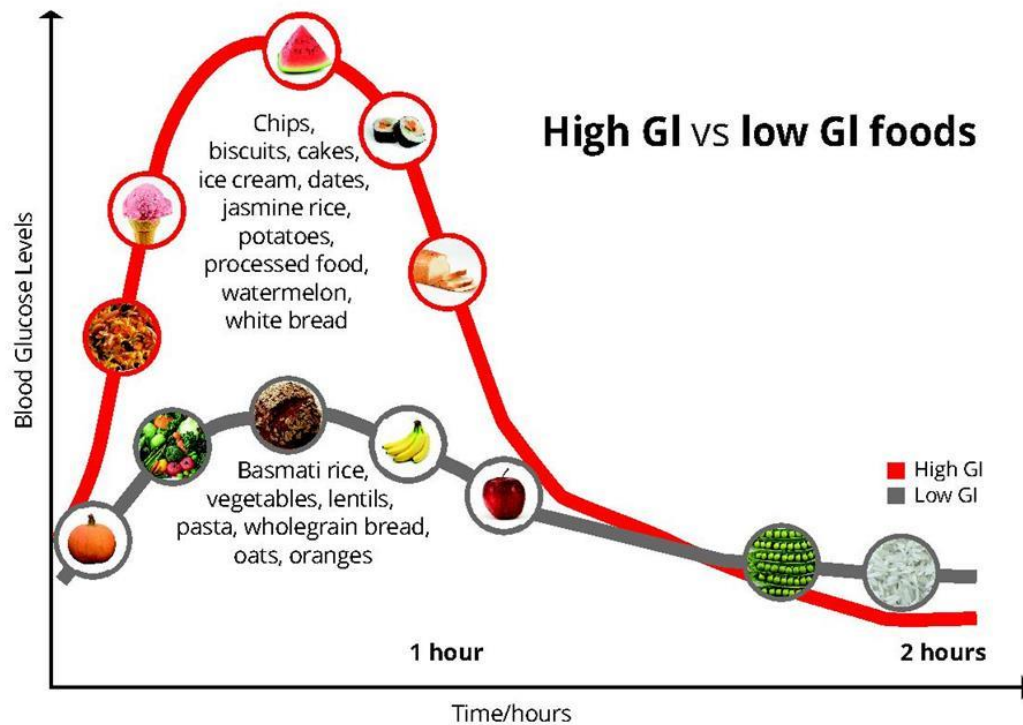
# VALORI DI INDICE GLICEMICO

Low GI (<55), Medium GI (56-69) and High GI (70>)

Grains / Starchs		Vegetables		Fruits		Dairy		Proteins	
Rice Bran	27	Asparagus	15	Grapefruit	25	Low-Fat Yogurt	14	Peanuts	21
Bran Cereal	42	Broccoli	15	Apple	38	Plain Yogurt	14	Beans, Dried	40
Spaghetti	42	Celery	15	Peach	42	Whole Milk	27	Lentils	41
Corn, sweet	54	Cucumber	15	Orange	44	Soy Milk	30	Kidney Beans	41
Wild Rice	57	Lettuce	15	Grape	46	Fat-Free Milk	32	Split Peas	45
Sweet Potatoes	61	Peppers	15	Banana	54	Skim Milk	32	Lima Beans	46
White Rice	64	Spinach	15	Mango	56	Chocolate Milk	35	Chickpeas	47
Cous Cous	65	Tomatoes	15	Pineapple	66	Fruit Yogurt	36	Pinto Beans	55
Whole Wheat Bread	71	Chickpeas	33	Watermelon	72	Ice Cream	61	Black-Eyed Beans	59
Muesli	80								
Baked Potatoes	85								
Oatmeal	87								
Taco Shells	97								
White Bread	100								
Bagel, White	103								



# FATTORI CHE INFLUENZANO L'INDICE GLICEMICO



- ❖ Tipo di carboidrati; forma fisica (liquida o solida)
- ❖ Modalità di cottura (cotture prolungate rendono il cibo più digeribile e il GI più alto) e di trasformazione di un cibo (ad esempio farine raffinate)
- ❖ Presenza di altri nutrienti (grassi, proteine, fibre) che riducono la velocità di digestione e di assorbimento dello zucchero o di alimenti presenti nel pasto che hanno un basso IG come ad esempio il fruttosio o la carne che non contiene zuccheri
- ❖ Grado di maturazione dei frutti (frutti maturi GI più elevato)
- ❖ Grado di sensibilità all'insulina dei soggetti

# CARICO GLICEMICO, CG

Il carico glicemico (Glycemic load) valuta l'impatto del consumo di carboidrati prendendo in considerazione l'indice glicemico ma anche la quantità (porzione) di cibo consumato (meno la quota di fibra)

**Il carico glicemico combina la qualità e la quantità di carboidrati in un numero.**

$$CG = \frac{\text{quantità di carboidrati (in g) in una data porzione} \times \text{indice glicemico}}{100}$$

- Fino a **10** il carico glicemico è considerato **BASSO**.
- Da **11** a **19** il carico glicemico è considerato **MODERATO**.
- Da **20** in su il carico glicemico è considerato **ALTO**.

# ESEMPIO DI ALIMENTO CON ALTO IG E BASSO CARICO GLICEMICO



se l'IG medio degli spaghetti è circa 57, ed il suo contenuto di carboidrati medio al secco è del 75 %, per ottenere un piatto **dal carico glicemico medio** si potrà consumarne al massimo circa 40 grammi sul secco.

$$19 = \frac{\text{IG (57)} \quad \text{X} \quad \text{?}}{100}$$

? = carboidrati (30 grammi su 40 di peso)

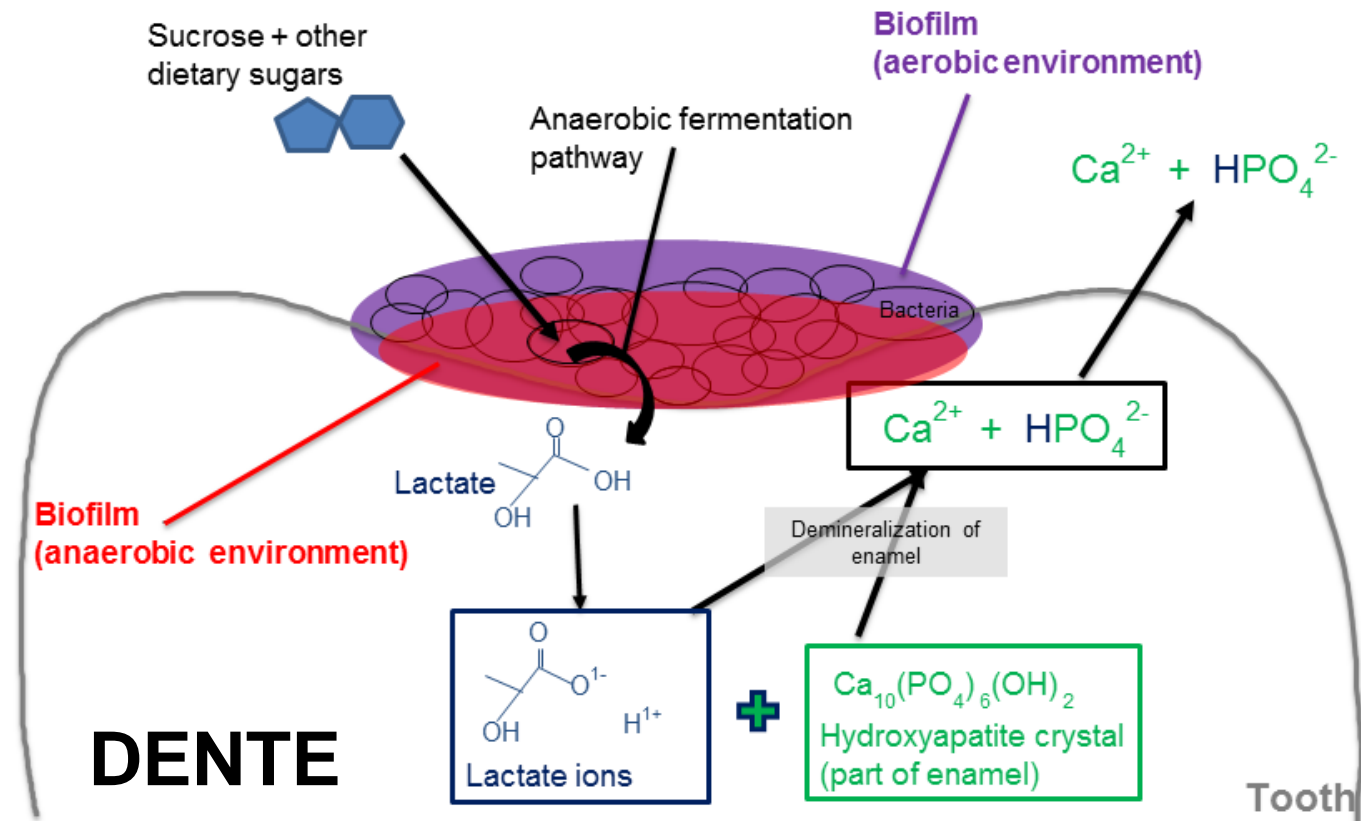
- Fino a **10** il carico glicemico è considerato **BASSO**.
- Da **11** a **19** il carico glicemico è considerato **MODERATO**.
- Da **20** in su il carico glicemico è considerato **ALTO**.

# INDICE GLICEMICO E CARICO GLICEMICO DI DIVERSI ALIMENTI

Table 1   Carbohydrate content and glycaemic index of representative foods				
Food	Serving size (g)	Available carbohydrate* (g) per serving	Glycaemic index†	Glycaemic load
Rice, jasmine, boiled	120	32	86	28
Instant oat porridge/oatmeal	250	26	79	21
Rice, basmati, boiled	120	30	57	17
Potato, boiled	150	20	78	16
Breakfast cereal, flaked	30	22	72	16
Pasta, white or brown, boiled	120	31	49	15
Bread, white or brown	40	19	75	14
Traditional oat porridge	250	24	55	13
Fruit juice	250 mL	24	50	12
Fruit, tropical	120	16	58	9
Barley, boiled	120	34	28	9
Bread, wholemeal	40	13	54	7
Legumes, boiled	150	22	31	7
Fruit, temperate	120	14	42	6
Pumpkin, boiled	75	8	64	5
Milk	250 mL	12	32	4
Nuts	30	7	25	2

\*Available carbohydrate may vary depending on specific brand or country of origin  
 †GI data are average values adapted from Atkinson et al<sup>14</sup> and unpublished observations from the Sydney University Glycaemic Index Research Service, 2018.

# FORMAZIONE CARIE DENTARIA

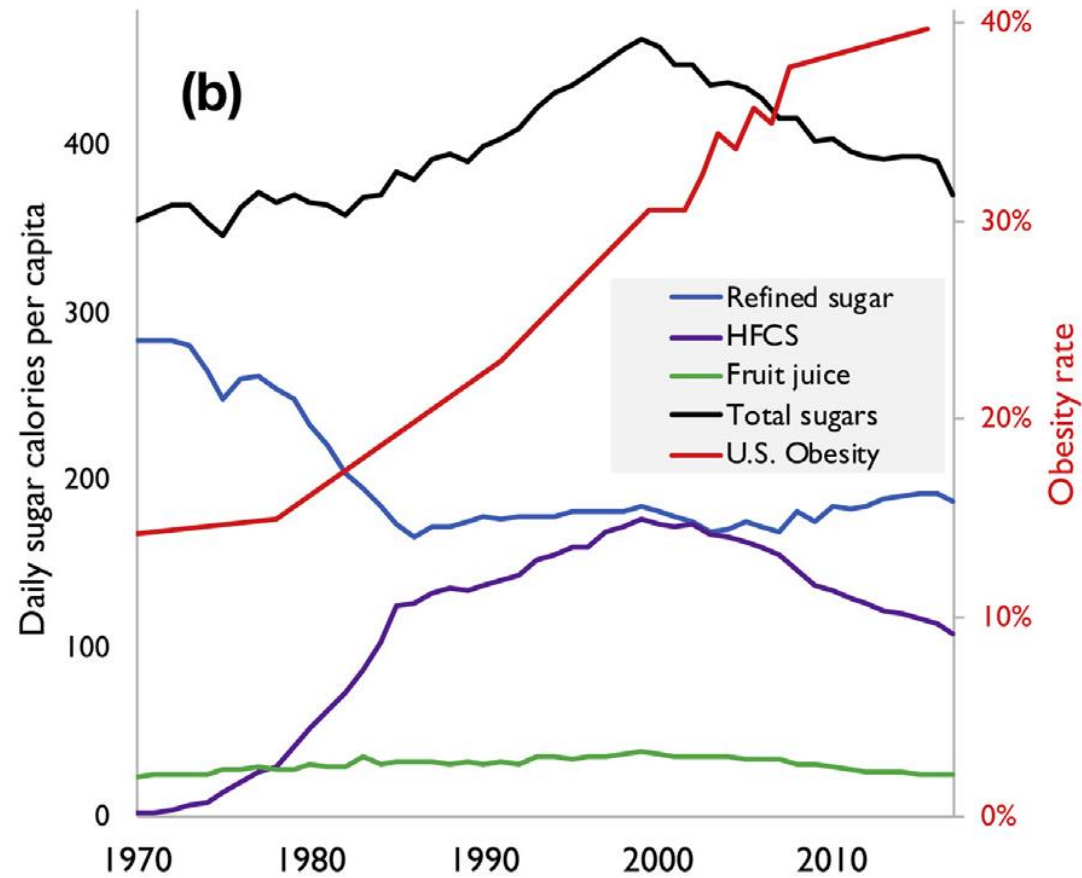


❖ Gli zuccheri introdotti con gli alimenti sia semplici, sia complessi (degradati in parte dall'amilase linguale) vengono fermentati dai batteri presenti nel cavo orale

❖ La modificazione del pH che ne deriva causa la solubilizzazione e la perdita di calcio dai cristalli di idrossiapatite che formano lo smalto dentario.

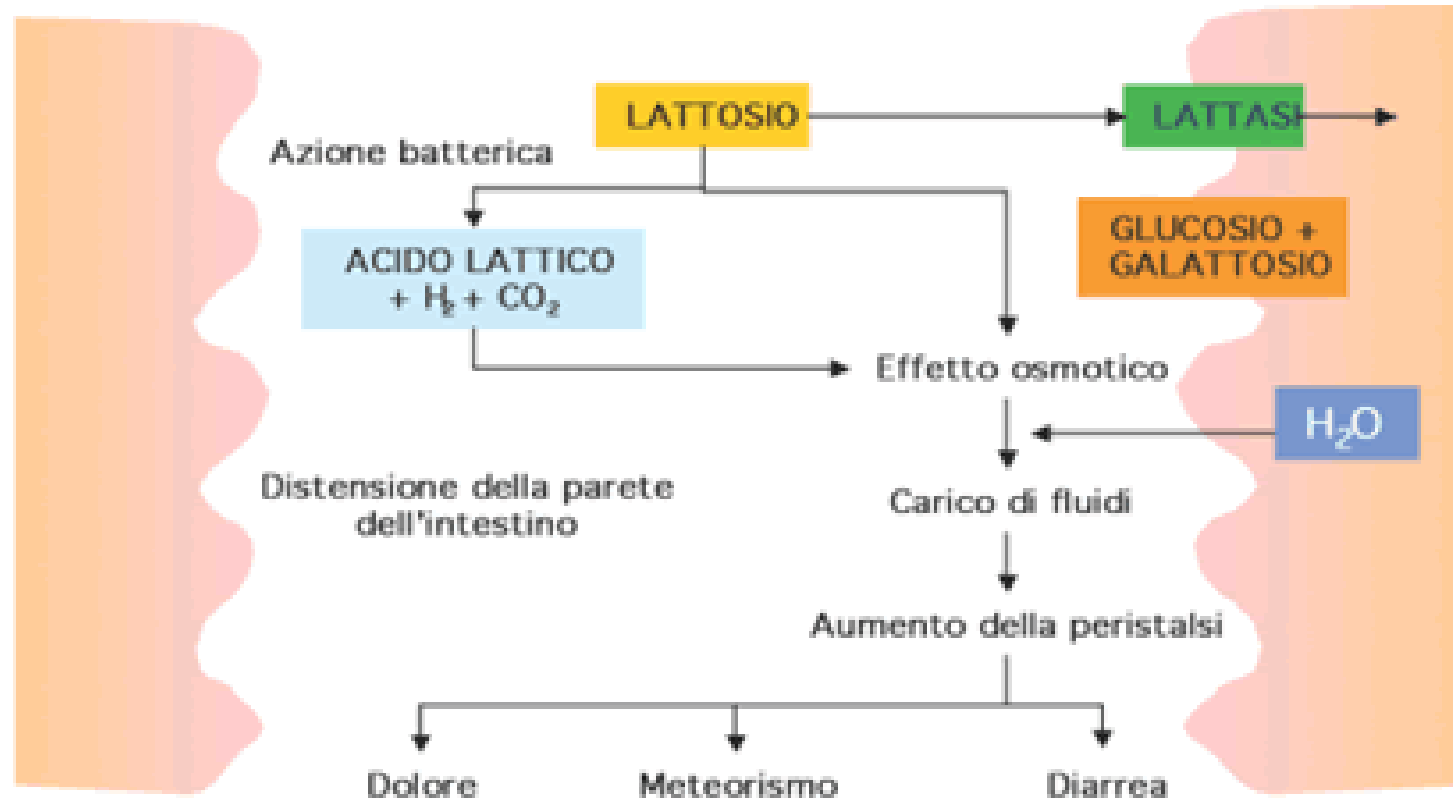
❖ Il processo può portare a formazione di cavità (carie).

## CORRELAZIONE TRA CONSUMO DI ZUCCHERI SEMPLICI AGGIUNTI E INCREMENTO OBESITA' NEGLI USA



Consumo quotidiano pro/capite di zuccheri aggiunti 1970–2017, (dati da USDA (U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, 2019), e prevalenza di obesità (dati da Centers for Disease Control & Prevention, 2017 using the y-axis on the right)

# INTOLLERANZA AL LATTOSIO



È dovuta a deficit, più o meno parziale, dell'enzima lattasi necessario alla digestione del disaccaride lattosio con scissione in glucosio e galattosio.

Il lattosio non digerito determina sintomi gastrointestinali per effetto osmotico del lattosio che rimane nel lume intestinale e richiama nel colon acqua e sodio e per la produzione di gas da fermentazione batterica



# SINDROME METABOLICA

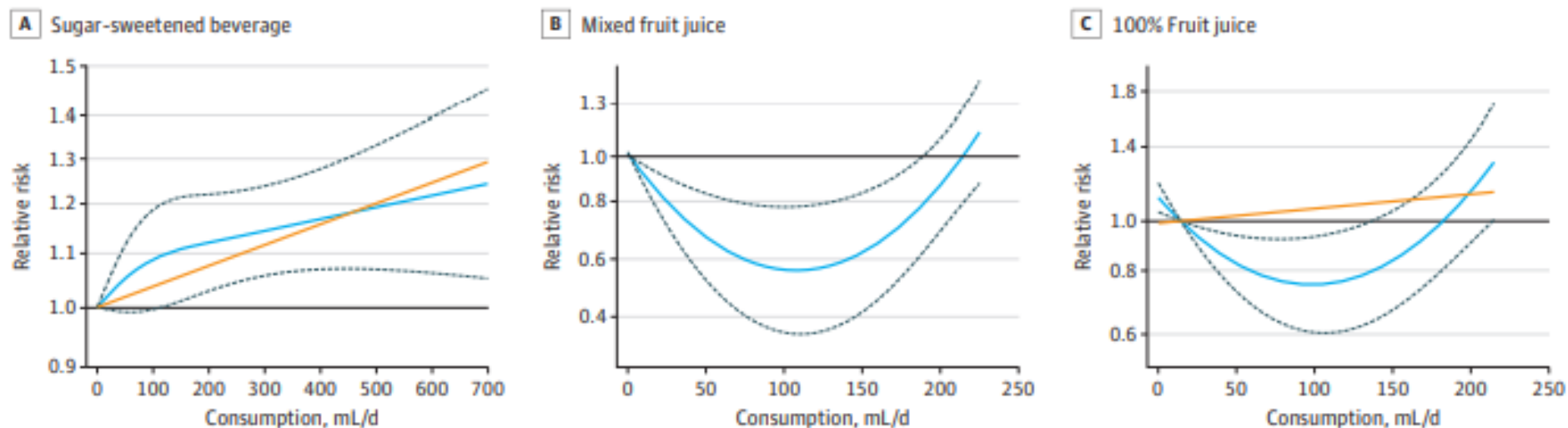


## **Sindrome metabolica"**

un insieme di fattori metabolici e clinici che aumentano il rischio di sviluppare patologie cardiovascolari e diabete mellito

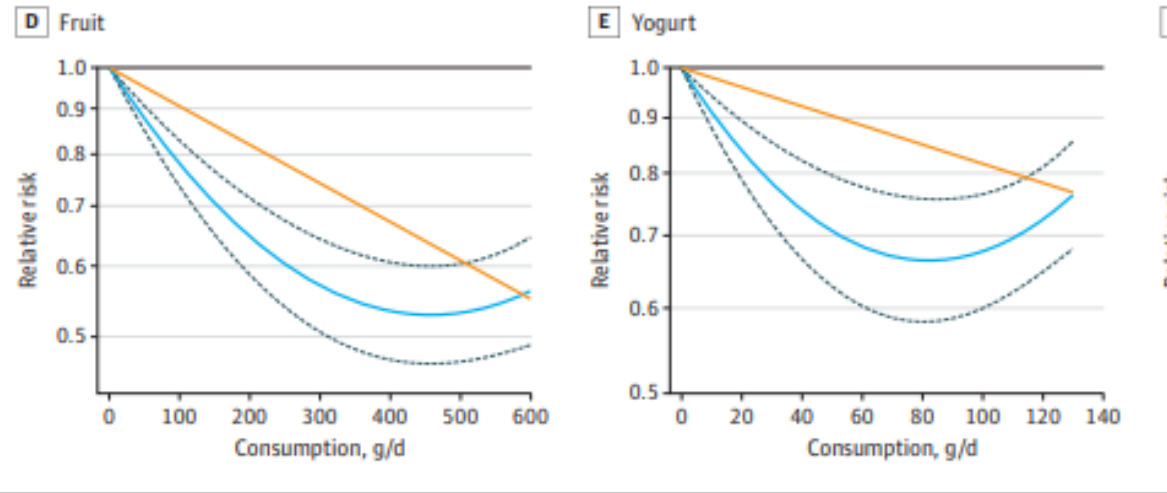
# METANALISI SU RISCHIO DI SINDROME METABOLICA E CONSUMO DI DIVERSI ALIMENTI CONTENENTI ZUCCHERI SEMPLICI (associazione dose/risposta)

Figure 3. Dose-Response Association of Food Sources of Fructose-Containing Sugars and Incident Metabolic Syndrome



- A. Sugar sweetened beverages** Dati da 6 coorti (dosaggio tra 0 e 680 ml giorno)  
**INCREMENTO DEL RISCHIO**
- B. Succo di frutta misto** e **C succo di frutta** al 100% risposta significativa non lineare, a U, con curva che suggerisce un massimo di protezione tra 75 e 150 mL e non aumento della protezione dopo il consumo di 200 ml di B e 175 ml di C

# METANALISI SU RISCHIO DI SINDROME METABOLICA E CONSUMO DI DIVERSI ALIMENTI CONTENENTI ZUCCHERI SEMPLICI (associazione dose/risposta)



- D. Frutta** (dosaggio da 0 a 600 g/giorno curva significativa a L non lineare suggerisce azione protettiva fino a un consumo di 450 g/giorno)
- E. Yogurt** dosaggi tra 0 e 129 g/giorno curva a L, relazione non lineare con riduzione del rischio fino a un consumo 80 g

# LARN PER I CARBOIDRATI

Componente	SDT Obiettivo nutrizionale per la prevenzione	AI Assunzione adeguata	RI Intervallo di riferimento per l'assunzione di macronutrienti
<b>Carboidrati totali</b>	Prediligere fonti alimentari amidacee a basso GI in particolare quando gli apporti di carboidrati disponibili si avvicinano al limite superiore dell'RI. Tuttavia, limitare gli alimenti in cui la riduzione del GI è ottenuta aumentando il contenuto in fruttosio o in lipidi.		45-60% En*
<b>Zuccheri **</b>	Limitare il consumo di zuccheri a <15% En. Un apporto totale >25% En (95° percentile di introduzione nella dieta italiana) è da considerare potenzialmente legato a eventi avversi sulla salute. Limitare l'uso del fruttosio come dolcificante. Limitare l'uso di alimenti e bevande formulati con fruttosio e sciroppi di mais ad alto contenuto di fruttosio.	nd	nd

GI: indice glicemico; % En: percentuale dell'energia totale della dieta; nd: non disponibile.

\* un apporto minimo di carboidrati disponibili di 2 g/kg di peso corporeo (desiderabile) ×die è sufficiente per prevenire la chetosi; il limite superiore dell'intervallo di introduzione pari al 65% En può essere accettato in condizioni di elevato dispendio energetico da attività fisica intensa.

\*\* comprendono gli zuccheri naturalmente presenti in latte, frutta e verdura, e gli zuccheri aggiunti.

## AMDR. Acceptable Macronutrient Distribution Ranges

RI: Intervalli di Riferimento per l'assunzione di macronutrienti secondo diverse società scientifiche

<b>NUTRIENTI% delle calorie/gg</b>	<b>IOM, 2005</b> Institute of Medicine, USA	<b>EFSA, 2010</b> European Food Safety Authority	<b>SINU 2014</b> <b>LARN, Livelli</b> assunzione raccomandati	<b>FESNAD</b> <b>SEEDO,</b> Obesità SPAGNA 2012	<b>SIO-ADI</b> Obesità ITALIA 2012
<b>Carboidrati totali</b>	45-65 % ≥130 g	45-60 % (≥130 g/g)	45-60% ≥120-130 g	45-55%	55 %
<b>Zuccheri semplici intrinseci ed estrinseci</b>	<b>Max 25%</b>	<b>Dati insufficienti</b>	<b>&lt; 15 %</b>	<b>Non Specificati</b>	<b>10-12 %</b>
<b>Proteine</b>	10-35%	0.83 g/kg PI Max 2 g/kg Peso ideale	0,9 g/Kg/PI	15–25% <b>1-1.2 g/kg PI</b>	<b>0.8-1.5 g/kg PI</b>
<b>Grassi totali AG saturi</b>	20-35%,	20-35 %	20-35 %	25–35%	≥30 %
<b>Fibra</b>	M. 38 g F: 25 g	12-16 g /1000 kcal	13-17 g /1000 kcal	20-40 g	30 g

# APPORTO ALIMENTARE DI CARBOIDRATI

- ❖ Le raccomandazioni prendono in considerazione l'apporto di zuccheri semplici compreso il fruttosio (nei LARN)  
*Non utilizzare il fruttosio come dolcificante; Limitare il consumo di alimenti e bevande contenenti fruttosio e sciroppo di mais ad alto contenuto di glucosio*
- ❖ Non vi è tuttavia un vero accordo sull'opportunità di limitare gli zuccheri semplici (per mancanza di dati sufficienti sui rischi di un eccesso), né sull'entità della limitazione che, qualora riportata, varia tra 10-12% dell'Energia totale (ADI) a < 15 % (LARN), "fino a un massimo di 25%" (IOM).
- ❖ Da notare che in questa quota da limitare vengono presi in considerazione tutti gli zuccheri, sia intrinseci che estrinseci, quindi sia quelli che sono parte dei cibi (frutta, latte), sia quelli aggiunti.
- ❖ Non viene fatta distinzione tra zuccheri complessi raffinati e complessi integrali
- ❖ Nei LARN viene solo indicato di preferire i cibi a basso indice glicemico

# APPORTO ALIMENTARE DI CARBOIDRATI

- ❖ Nelle raccomandazioni la quota di carboidrati totali è nel range tra 45-65% dell'energia totale.
- ❖ Viene riportata anche l'indicazione a una quota minima di apporto glucidico pari a 120-130 grammi di carboidrati totali/die (LARN, IOM, EFSA), equivalenti a circa il 26% per un apporto di 2000 kcal, ovvero a circa 2g/kg peso ideale (LARN), L'indicazione in genere è a non limitare troppo il consumo di carboidrati (per non aumentare quello dei lipidi).

# ALTRE LINEE GUIDA

❖ **WHO 2015** Introito di *zuccheri liberi* <10% dell'energia totale, sia negli adulti che nei bambini, con potenziali benefici aggiuntivi con apporti < 5% Ad esempio nel caso di un fabbisogno calorico di 2000 kcal, l'apporto di zuccheri liberi dovrebbe essere < 200 kcal il che corrisponde a circa 50 grammi di zuccheri liberi o 12 cucchiaini di zucchero.

❖ **Scientific Advisory Committee on Nutrition (UK) 2020**, raccomanda un apporto del 5 % dell'energia totale come limite superiore, anche per la prevenzione della carie favorita sia da carboidrati semplici, sia da carboidrati complessi

❖ **Dietary Guidelines for Americans 2015-2020**, raccomandano un apporto di zuccheri aggiunti del 10%