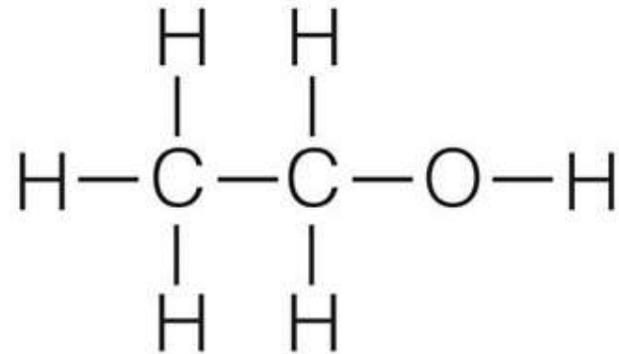


CARBOIDRATI

- 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

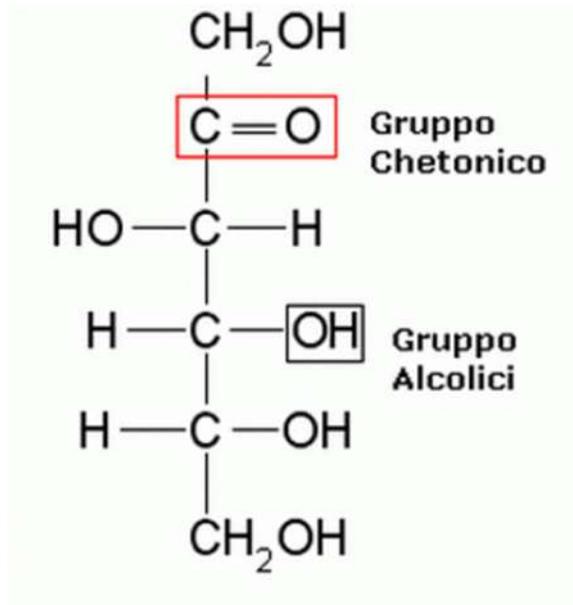
Monosaccaridi dal Greco (mono: uno, e saccar: zucchero), sono le unità fondamentali dei carboidrati in quanto non possono venire idrolizzati a composti più semplici

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

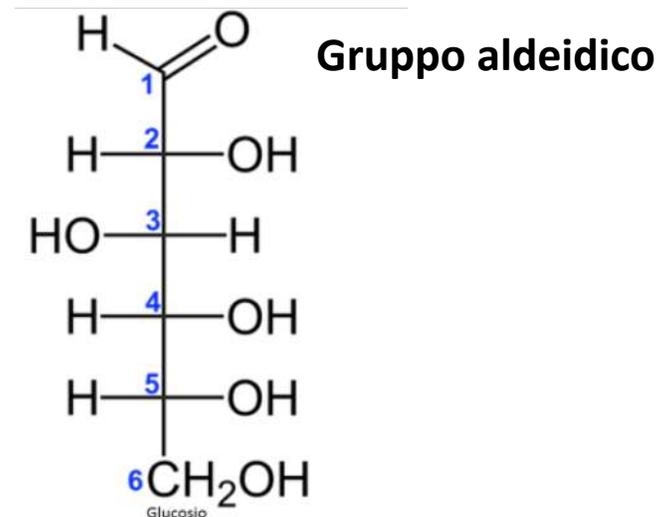
MONOSACCARIDI

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)

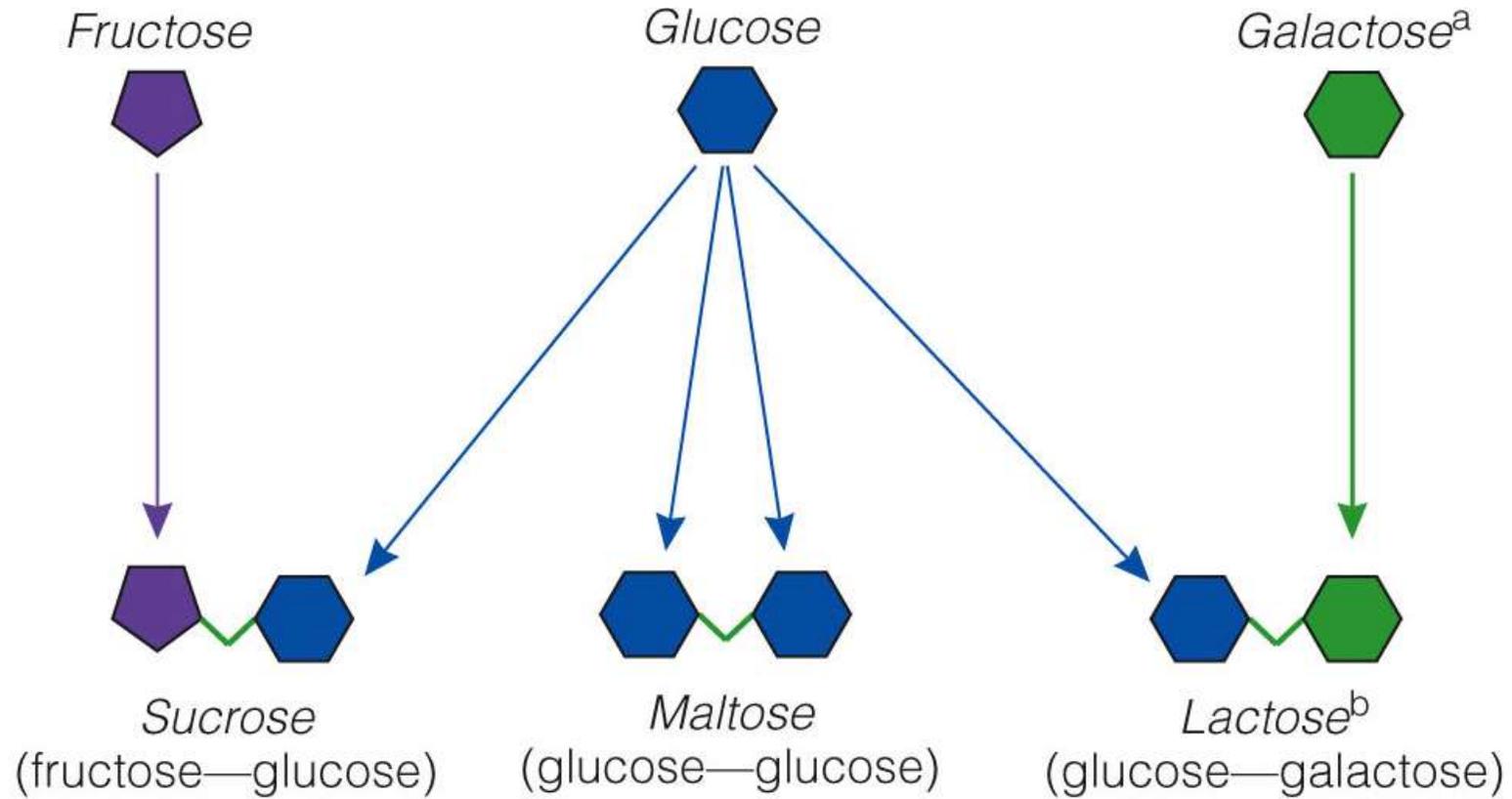


Aldoesosi ad es. glucosio, galattosio, mannosio

DISACCARIDI

Formati da due monosaccaridi

Formula: $C_{12}(H_2O)$



CLASSIFICAZIONE DEGLI ZUCCHERI SEMPLICI SECONDO L'ORIGINE ALIMENTARE

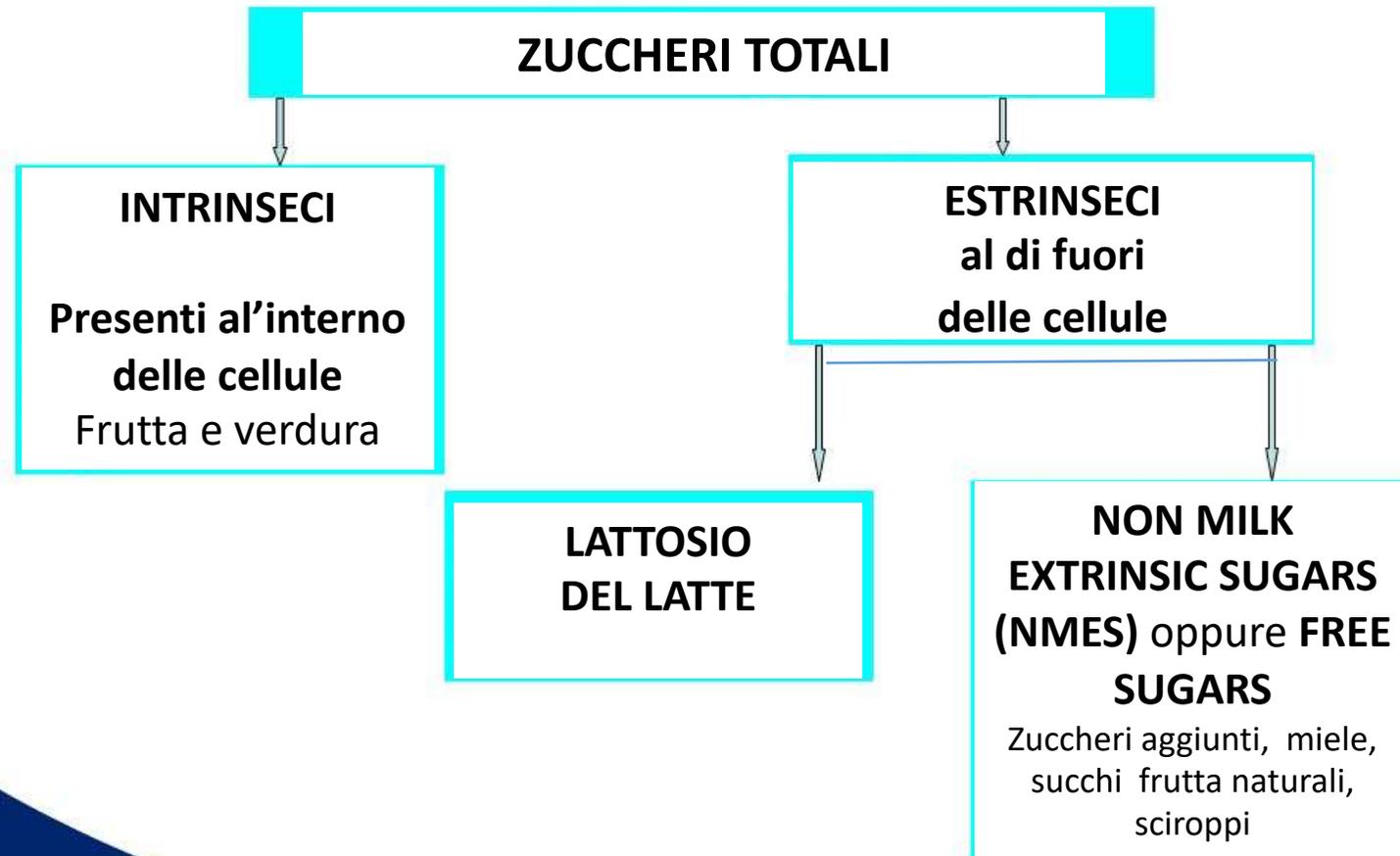
ZUCCHERI AGGIUNTI (Added sugars) Mono e disaccaridi aggiunti ai cibi come ingredienti dall'industria alimentare o a livello domestico. (US Dietary Guidelines for Americans, USDA e HHS, 2000; IoM 2002, EFSA, 20)

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

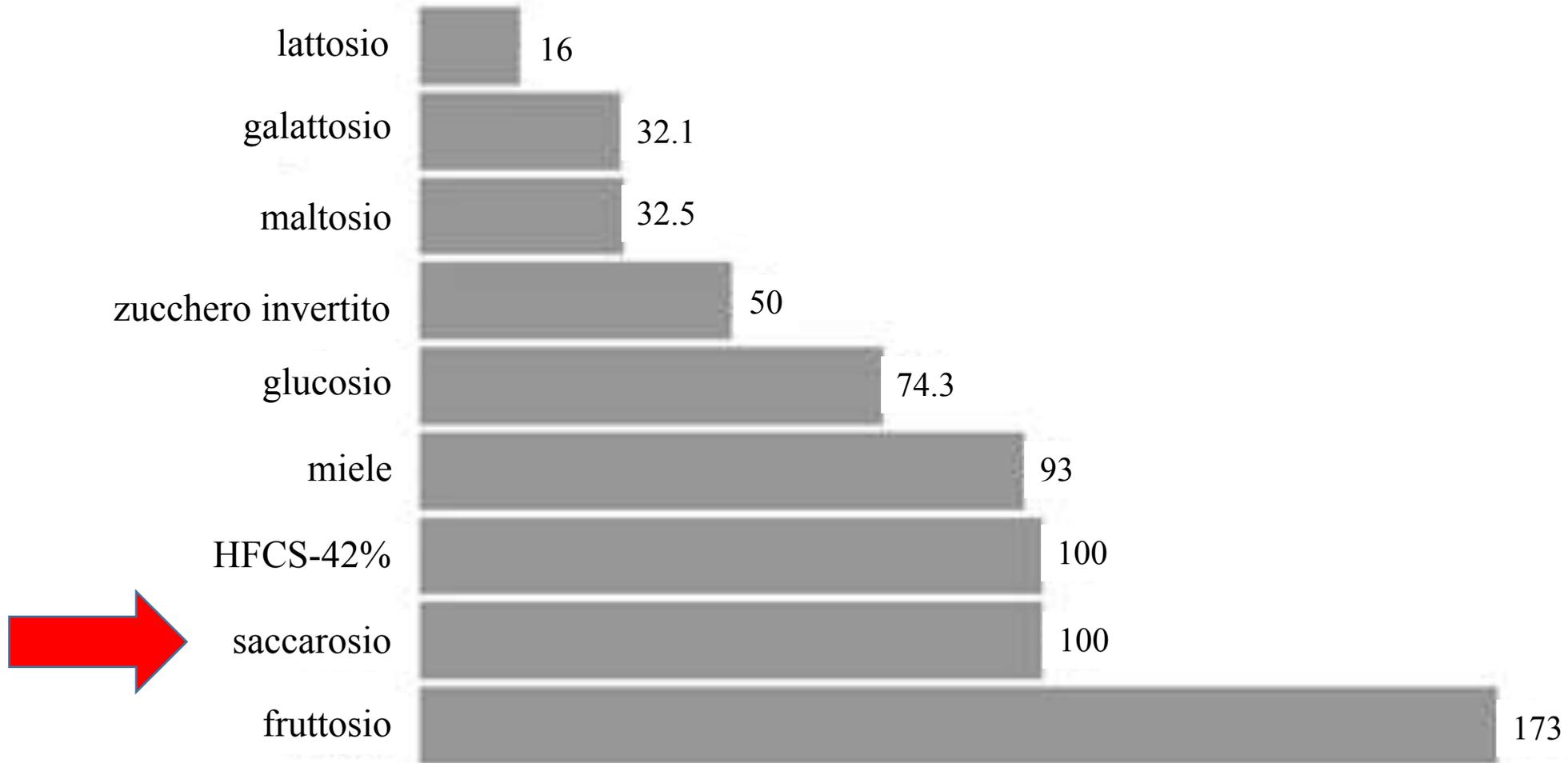
- **Zucchero (di canna e barbabietola)**
- **Miele**
- **Fruttosio cristallino (come dolcificante)**
- **Marmellata (in genere non meno del 50% di zuccheri)**
- **Frutta fresca e secca zuccherina**
- **Succhi di frutta**
- **Latte, yogurt**
- **Prodotti da forno/pasticceria**
- **Gelati/sorbetti/ghiaccioli**
- **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

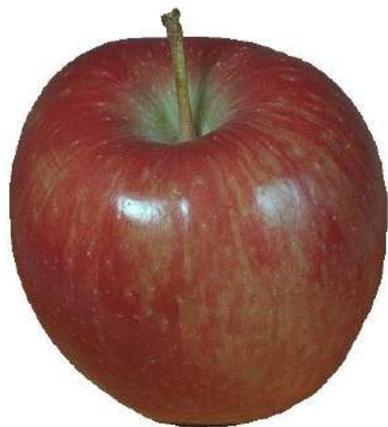
Panna da montare al 35% di lipidi 3,4

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

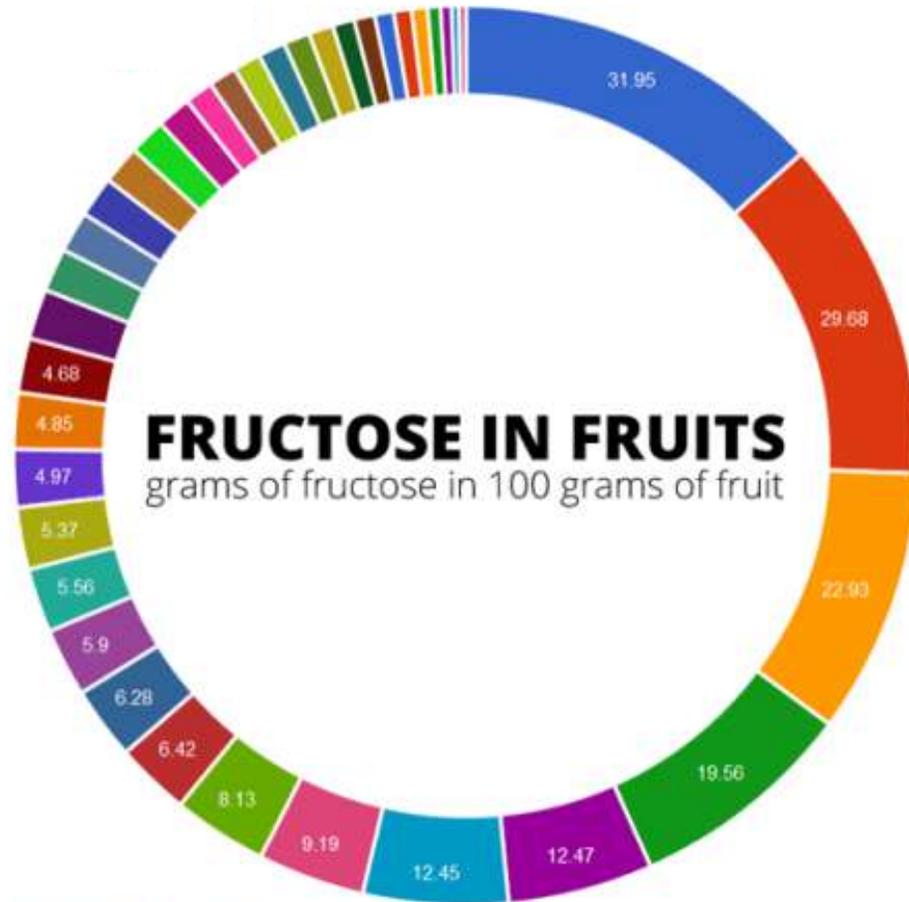
Gli zuccheri sono presenti zuccheri in forma di monosaccaridi (glucosio e fruttosio) e di saccarosio (in proporzioni diverse nei diversi prodotti)

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

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



- ❖ **Idrolisi acida** con aggiunta di acido citrico o ascorbico o di tartrato di potassio **oppure**
- ❖ **Idrolisi enzimatica da parte di** saccarasi o invertasi o saccarasi in condizioni di lieve acidità ph 6



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



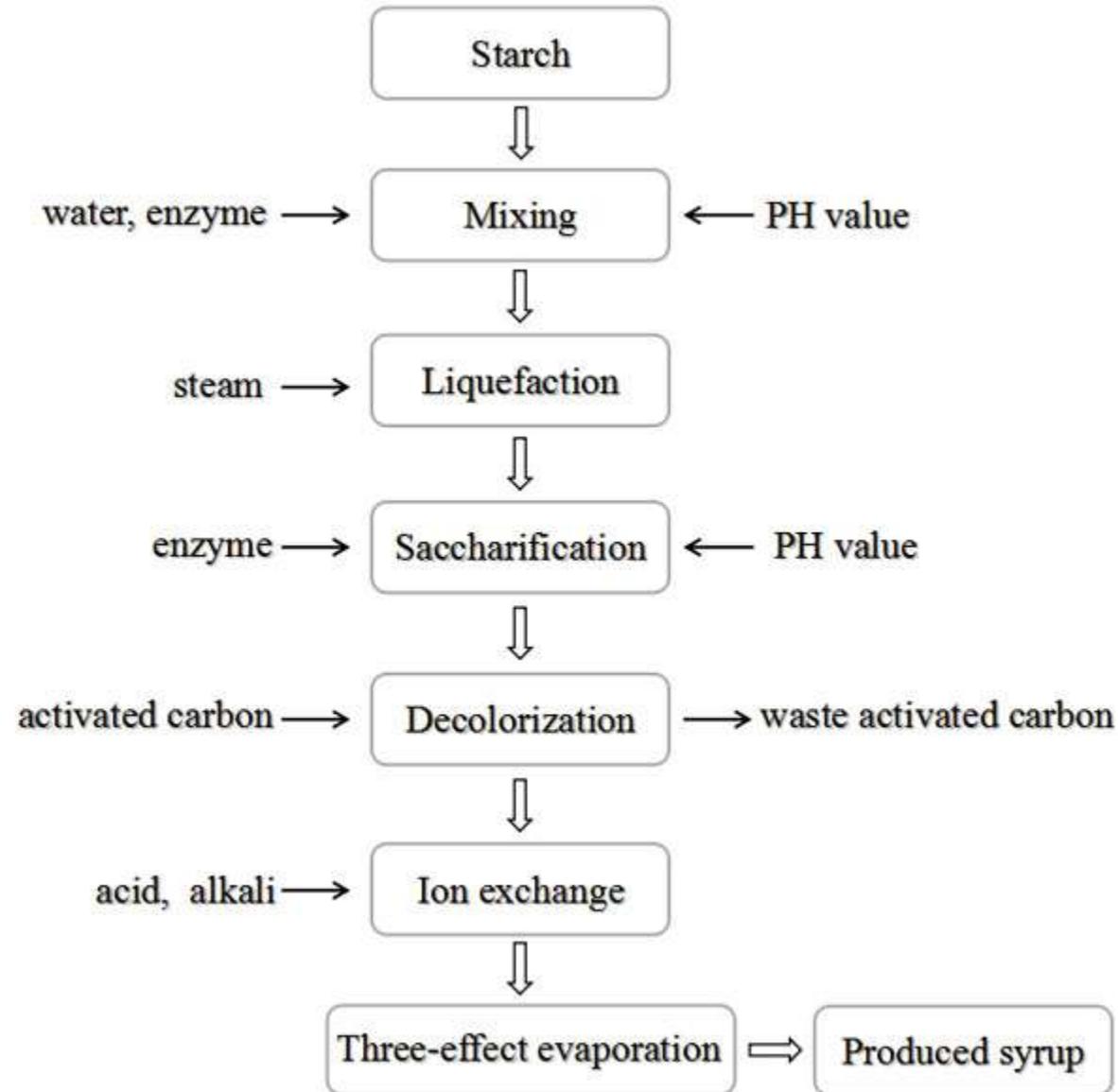
Lo zucchero invertito viene così definito in virtù delle sue **proprietà fisiche**. Il saccarosio ha un potere rotatorio specifico pari a $+66,5^\circ$, il che significa che la rotazione della luce polarizzata avviene in senso orario. Se si analizza lo zucchero invertito con un polarimetro, si nota invece 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 oligo-saccaridi
- ❖ può essere derivato da amidi di diversa origine (patate, frumento, ecc.)
- ❖ Prodotto per saccarificazione 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

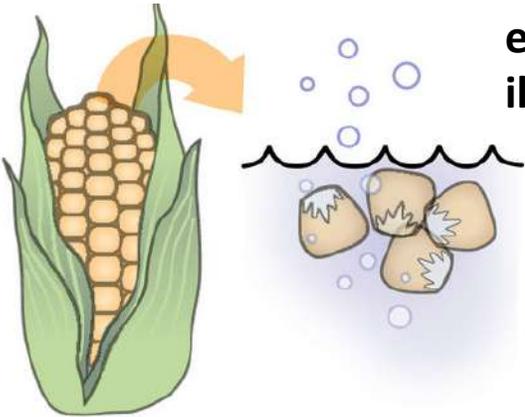
- **SGF Sciroppo di glucosio e fruttosio** se la quantità di **fruttosio > 50%**
- **Isoglucosio** se lo sciroppo SGF contiene **fruttosio > 10% fino al 50%**
- Dal 2017 non è più in vigore legge UE che limitava la produzione di questi zuccheri al **5% della produzione totale di zucchero** quindi la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



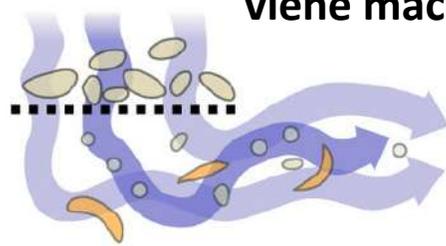
ZUCCHERI SEMPLICI INDUSTRIALI

Produzione di HFCS

1
Chicchi di mais messi a bagno in acqua per 30-40 ore a 122 C°

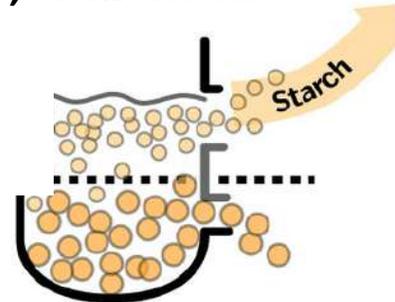


2
I chicchi vengono macinati per eliminare il germe



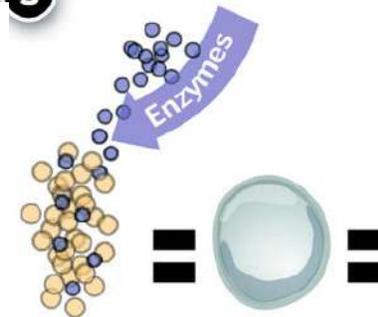
3
Il germe viene aspirato e utilizzato per produzione di olio, la rimanente miscela liquida viene macinata

4
Il glutine viene eliminato per centrifugazione rimane l'amido

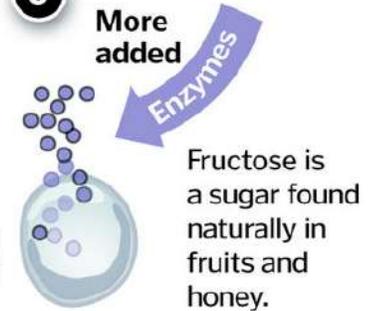


Some starch is dried and sold as cornstarch.

5
Trattamento con amilasi (scindono amido in glucosio) e isomerasi che trasforma glucosio in fruttosio



6
Aggiunta di quote di glucosio
Fructose is a sugar found naturally in fruits and honey.



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)

Orange: 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 *.

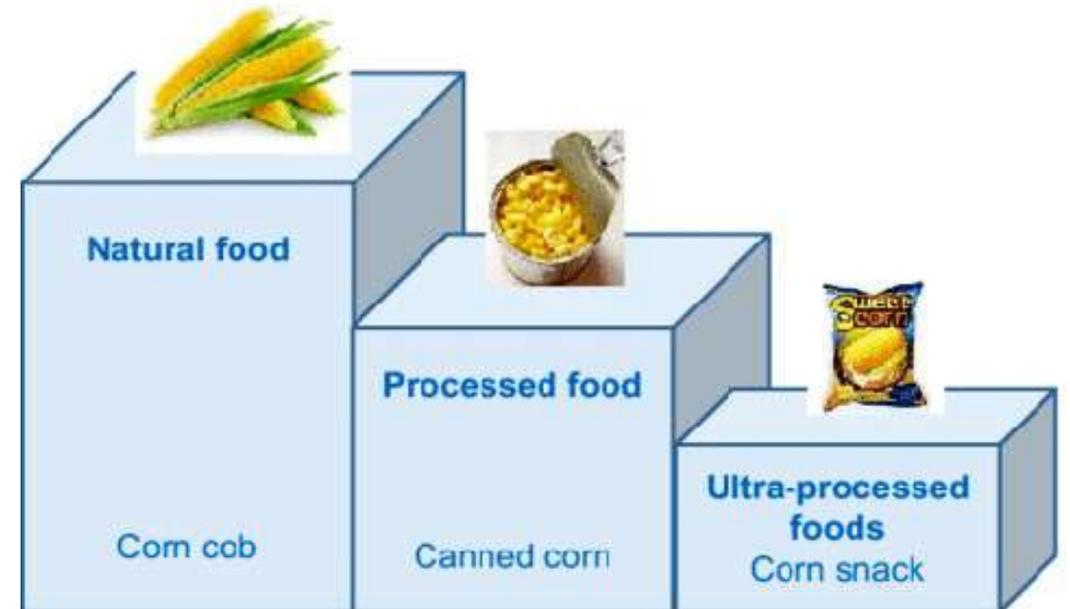
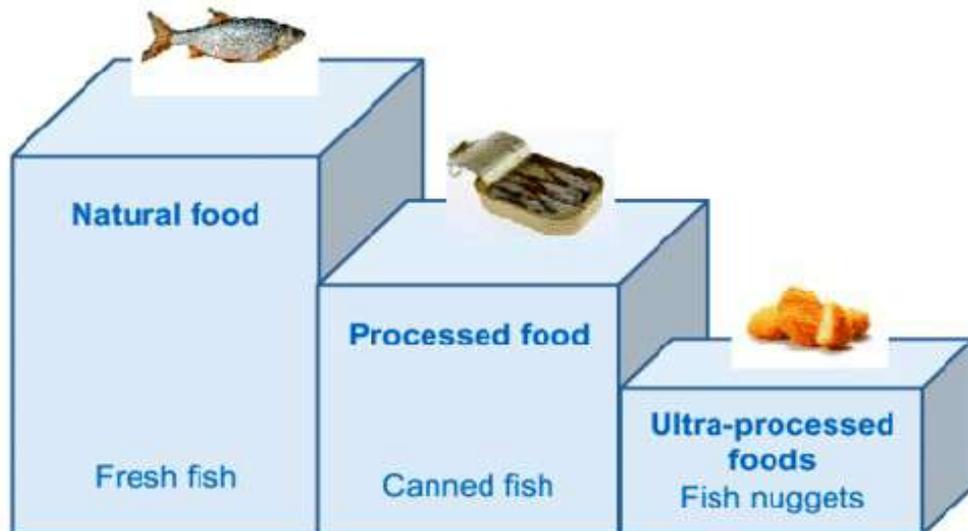
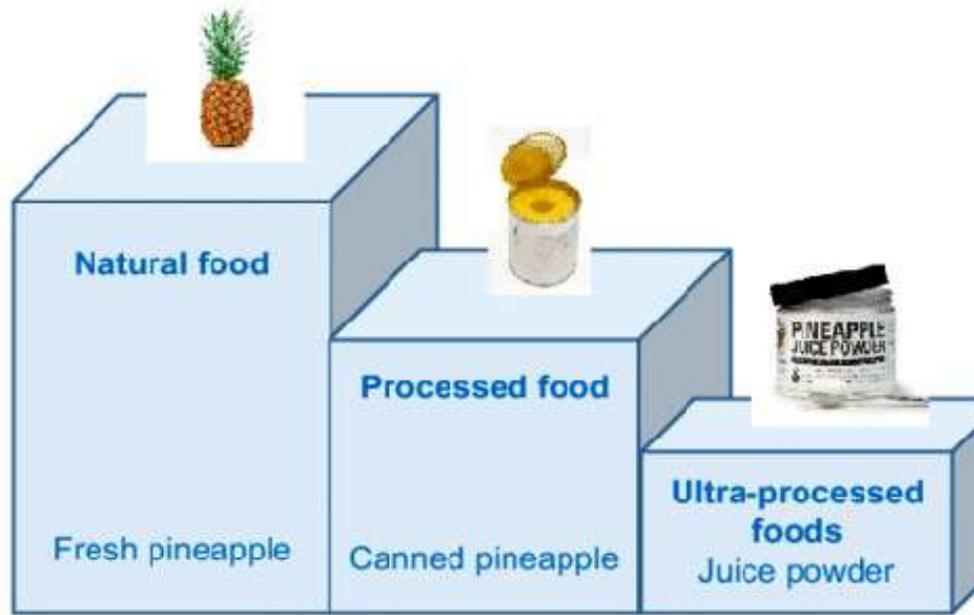
Group	Definition	Processing	Examples
Unprocessed foods	Fresh foods directly obtained from plants or animals.	No industrial processing.	Fresh fruits, vegetables, meat, eggs, grains and legumes.
Minimally processed foods	Physical alteration of unprocessed foods.	Peeling, cutting, drying, pasteurization, 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

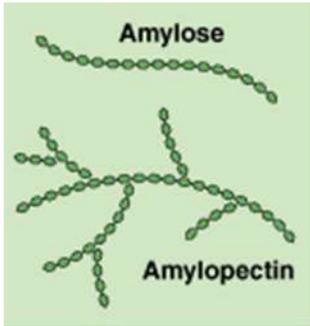


ZUCCHERI COMPLESSI



AMIDO

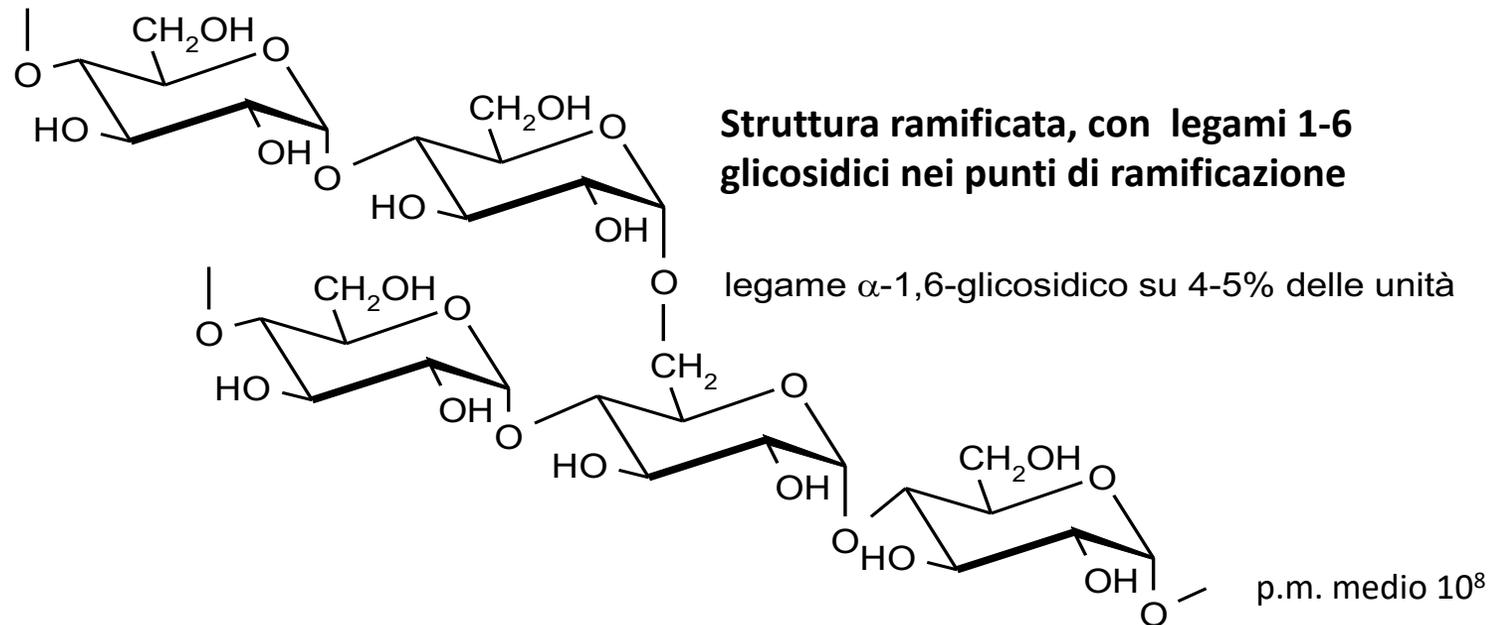
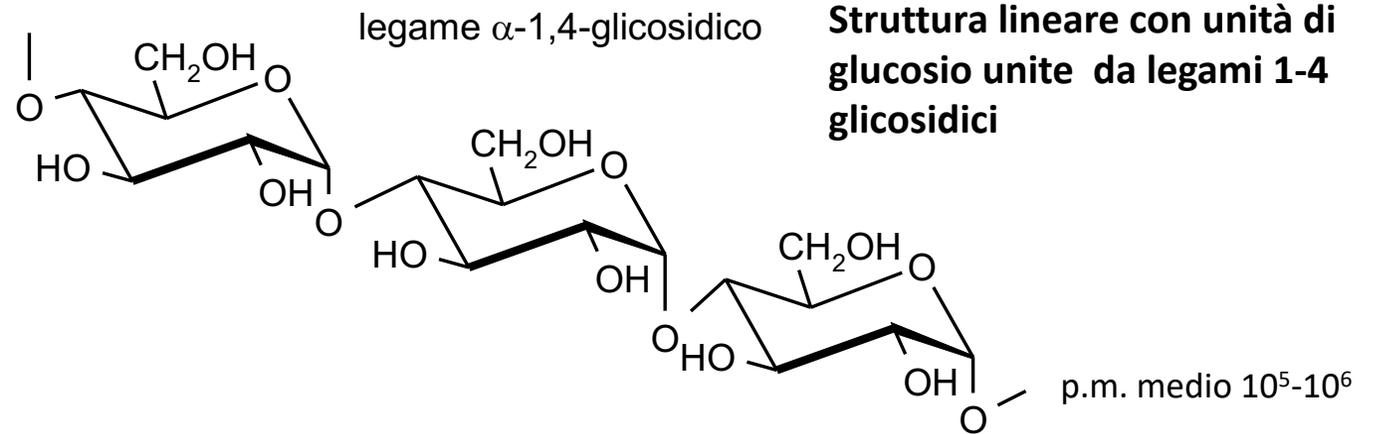
FORMATO DA DUE POLIMERI DEL GLUCOSIO



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 α -glicosidico e costituito da 4/5 di amilopectina e da 1/5 di amiloso.



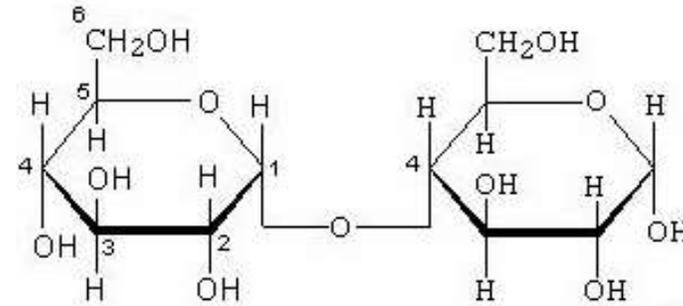
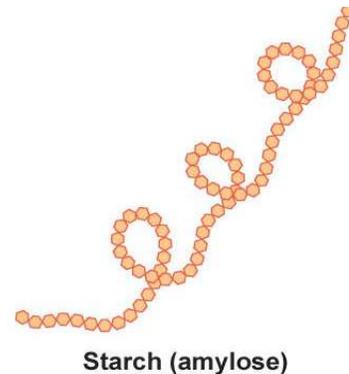
ZUCCHERI COMPLESSI POLISACCARIDI

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 α glicosidico

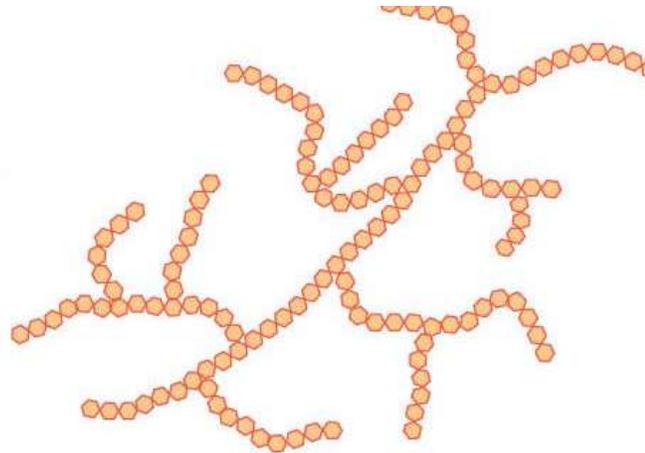
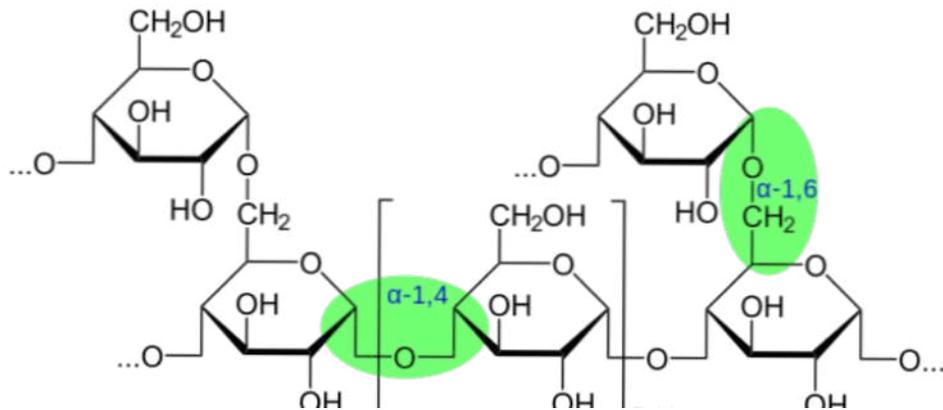
ZUCCHERI COMPLESSI POLISACCARIDI

AMIDO combinazione di amilosio e amilopectina

L'idrolisi dell'amilopectina comporta la dissoluzione dei legami $\alpha(1\rightarrow4)$ ad opera degli enzimi α - e β -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

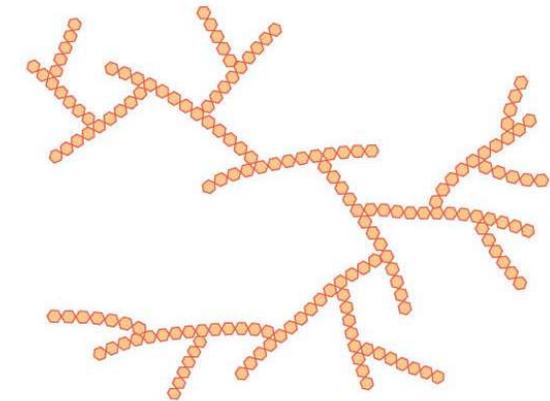
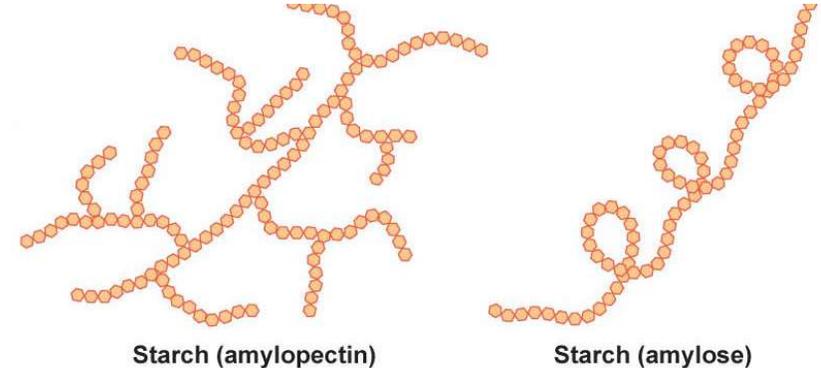
ZUCCHERI COMPLESSI POLISACCARIDI

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

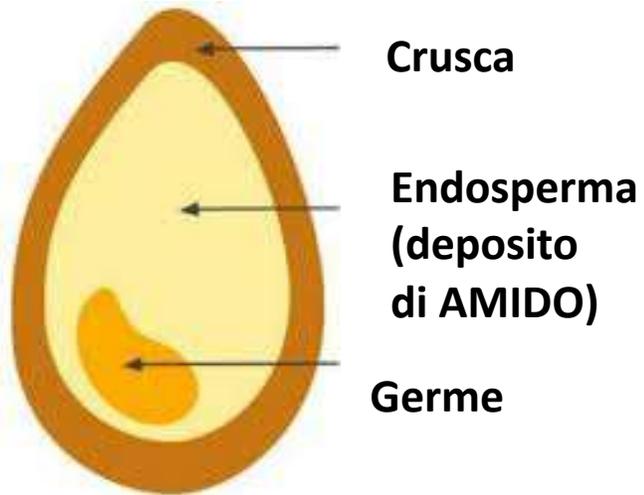
Negli animali il glicogeno ha la medesima composizione e struttura, ma con un più elevato gradi di ramificazione (ogni 8-12 unità di glucosio).

AMIDO

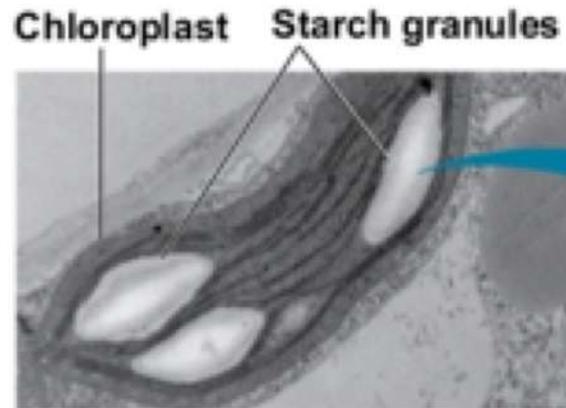


GLICOGENO

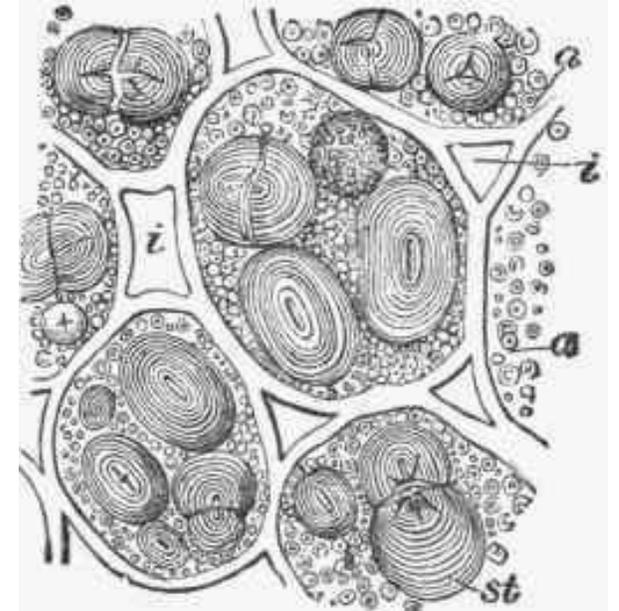
DISTRIBUZIONE DELL'AMIDO NEI VEGETALI



**CHICCO
DI FRUMENTO**



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



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

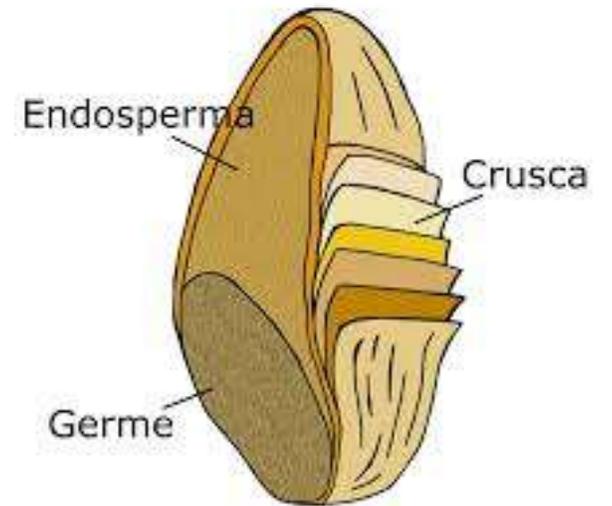


Fagioli lessi 14,4 g

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

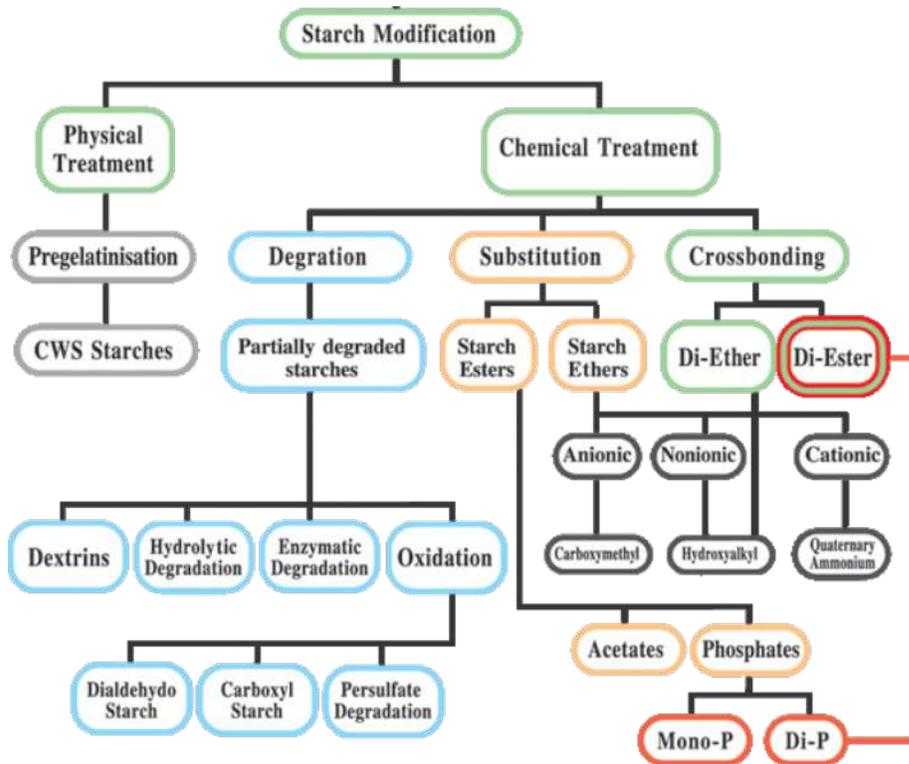
DEPOLIMERIZZAZIONE:

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:

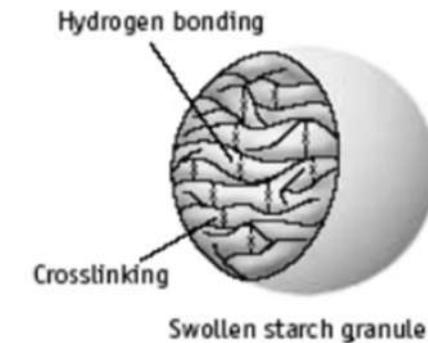
L'esterificazione con acidi organici e fosfati su piccole percentuali di unità di glucosio (1%) porta ad **amidi molto stabili.**

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 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

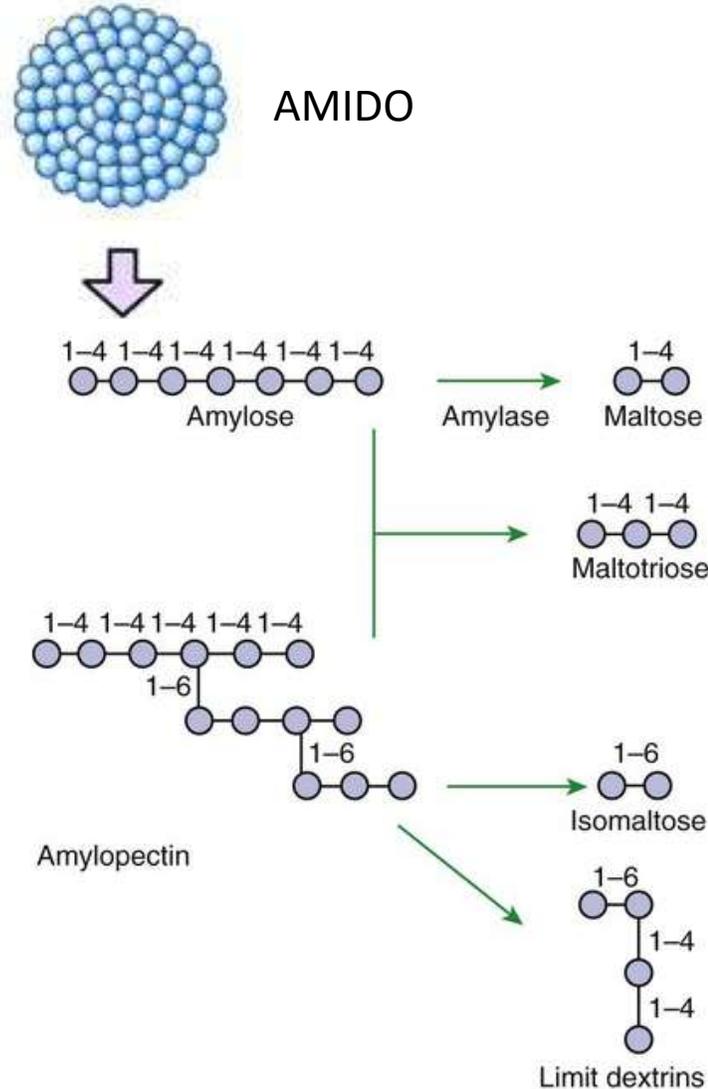
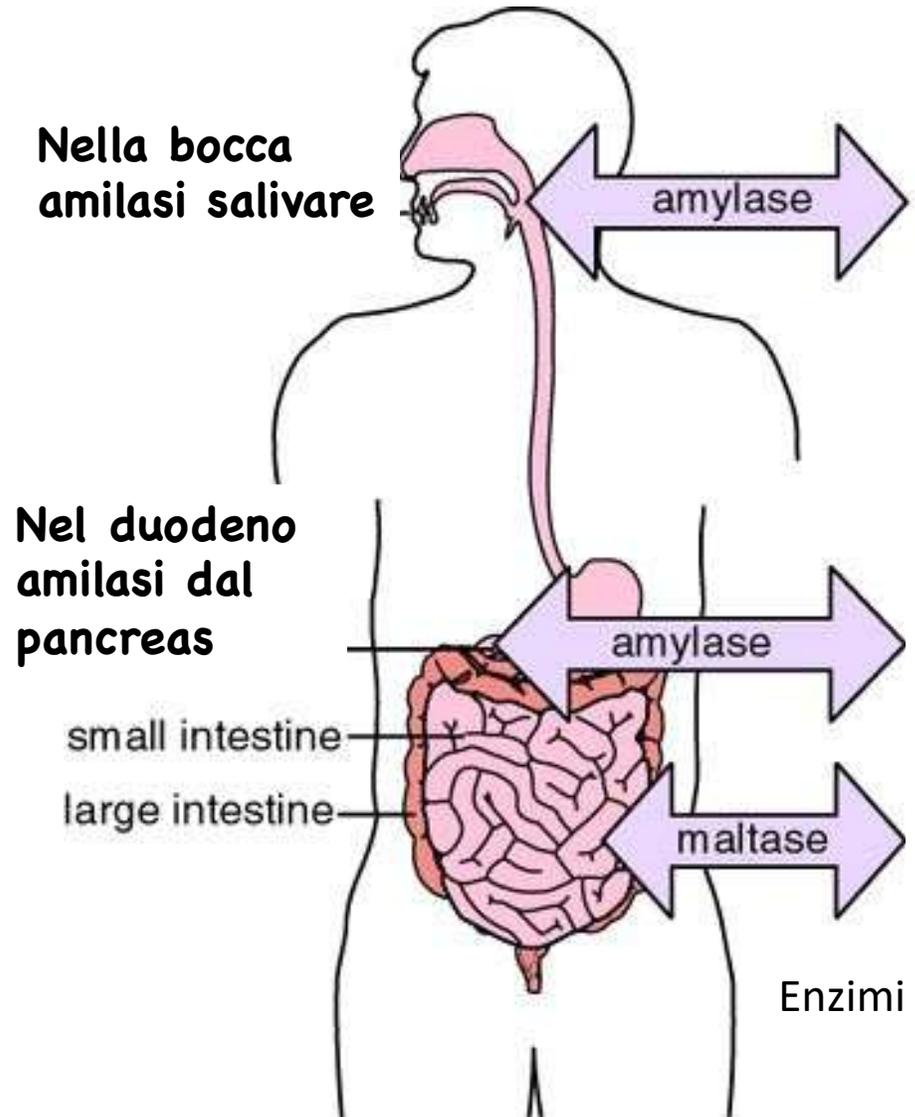
A dozen modified food starches used to make sauces and pie fillings have received regulatory backing after a re-evaluation found no safety concerns with levels currently used in food products.

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



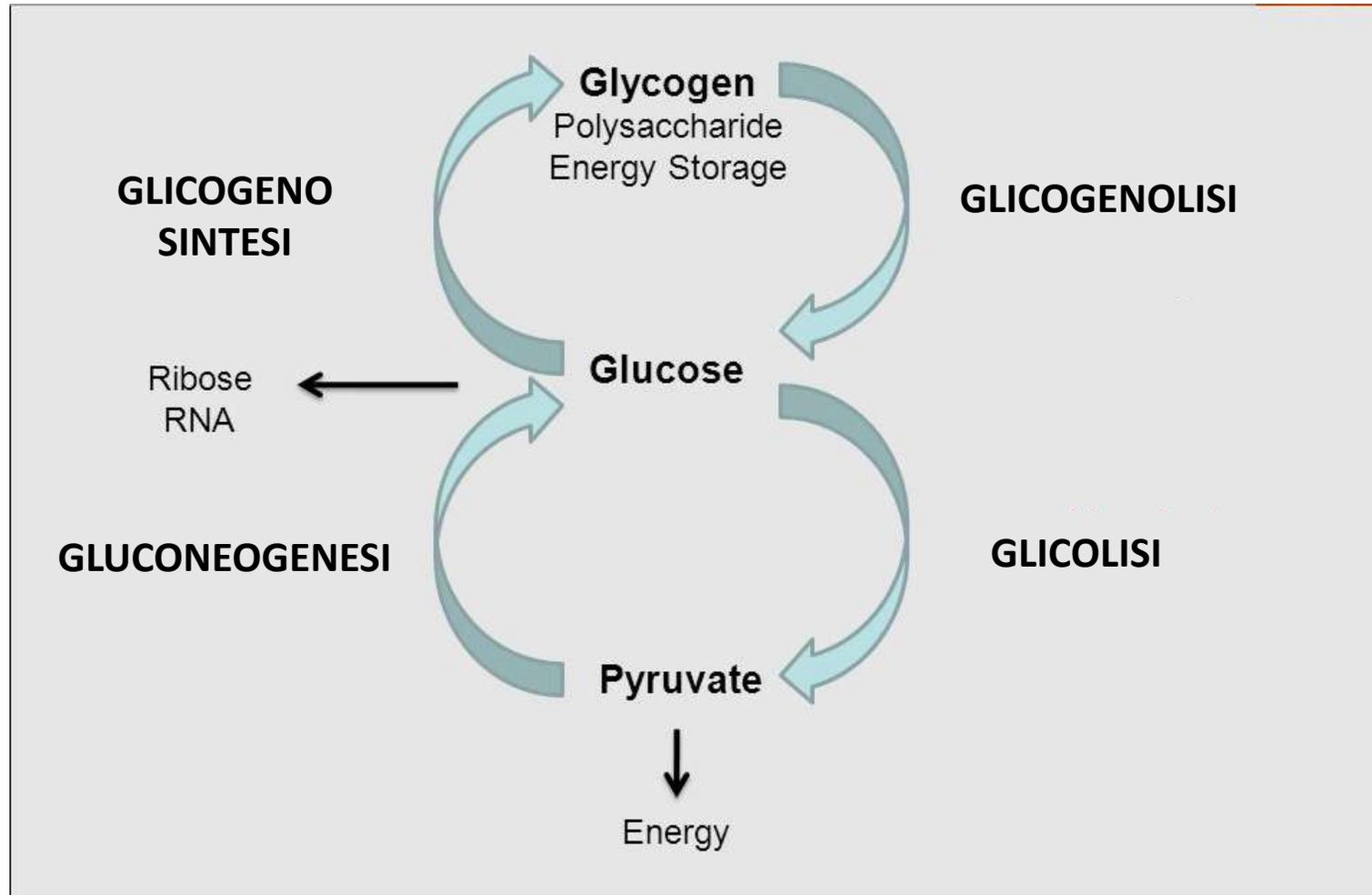
FASE LUMINALE

Intestino tenue
Enzimi pancreatici

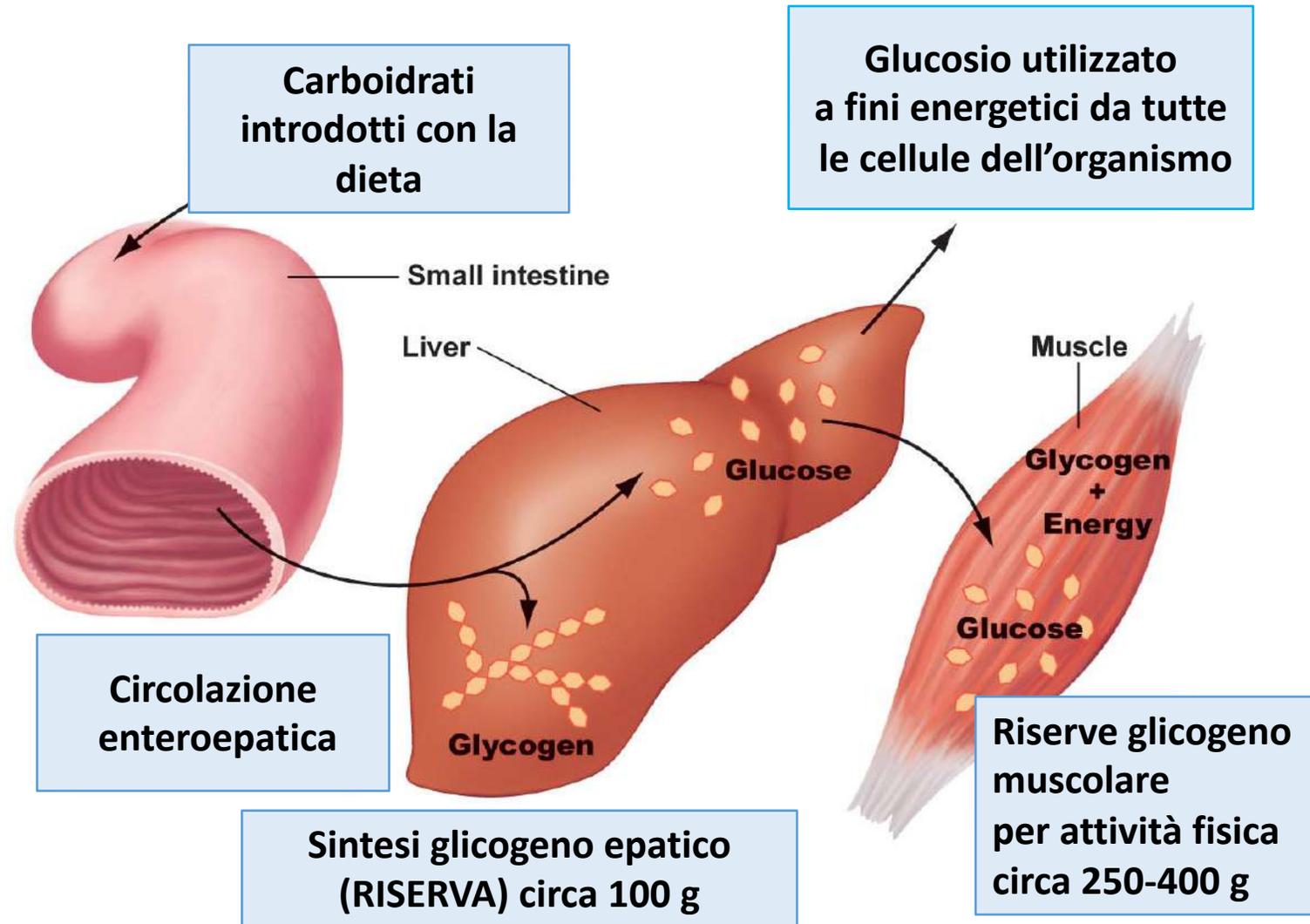
FASE MEMBRANOSA

Enzimi prodotti da cellule
intestinali

VIE METABOLICHE DEL GLUCOSIO

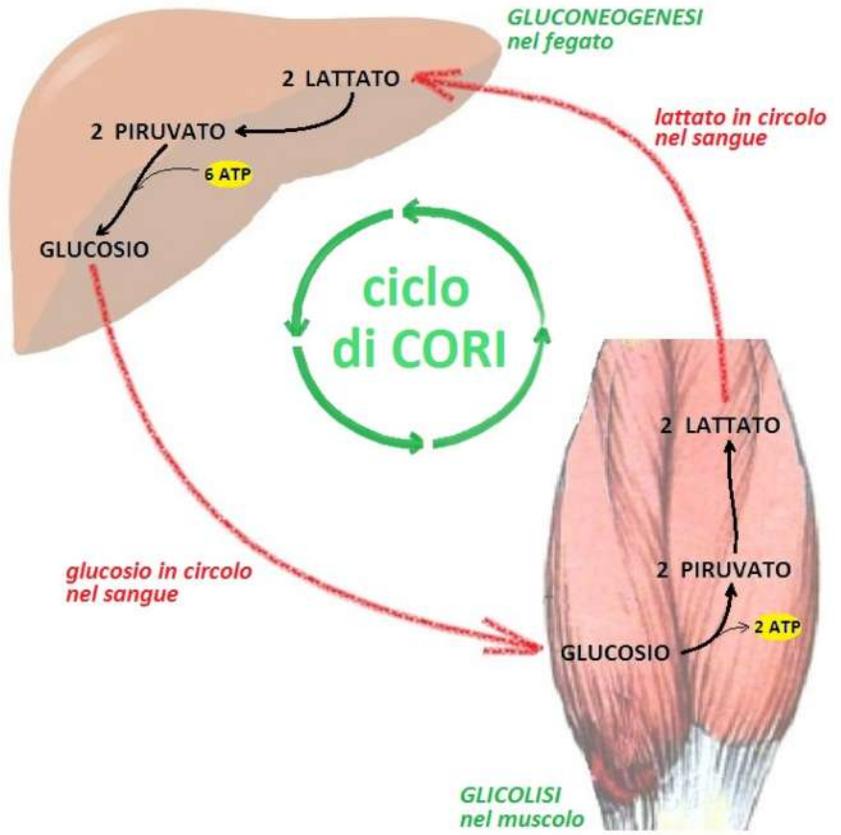
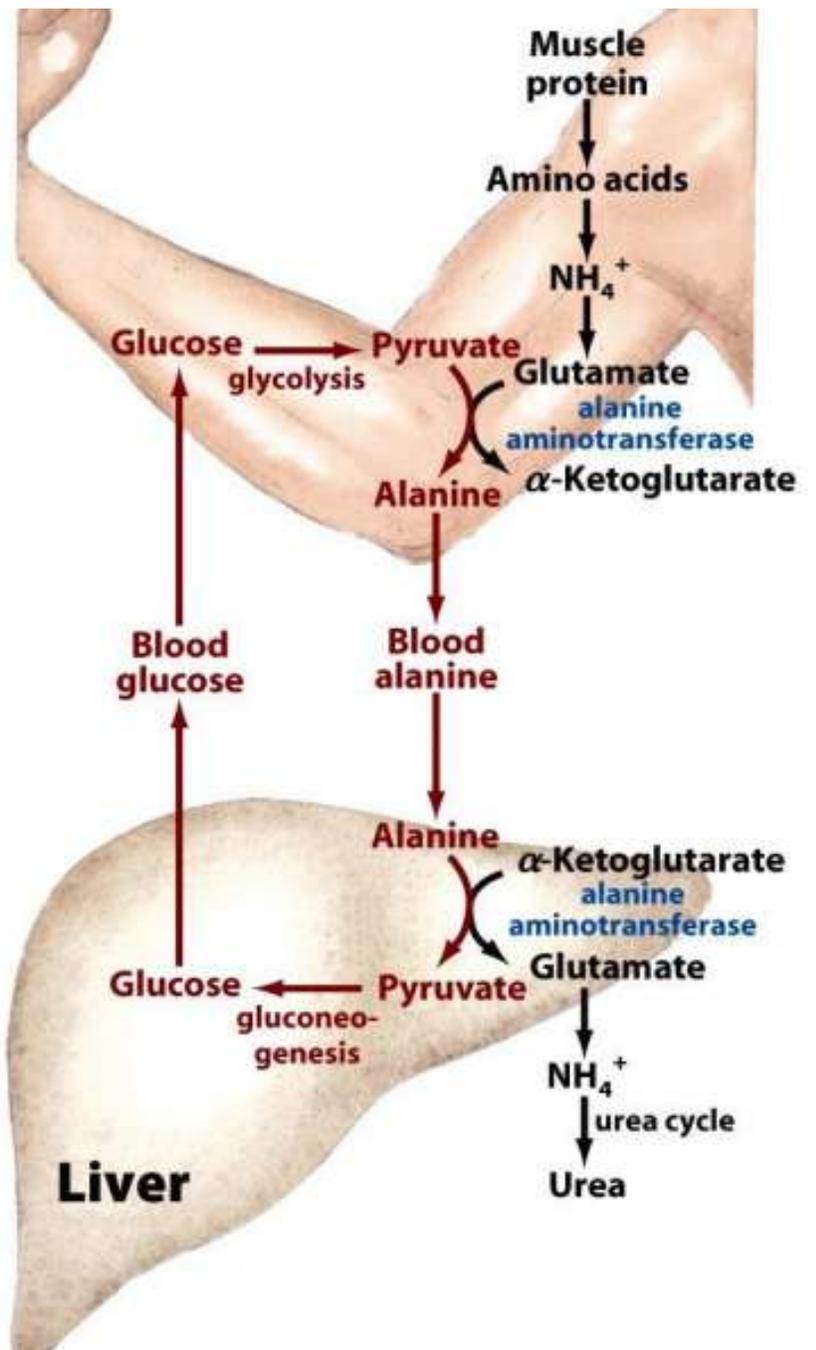


GLICOGENO

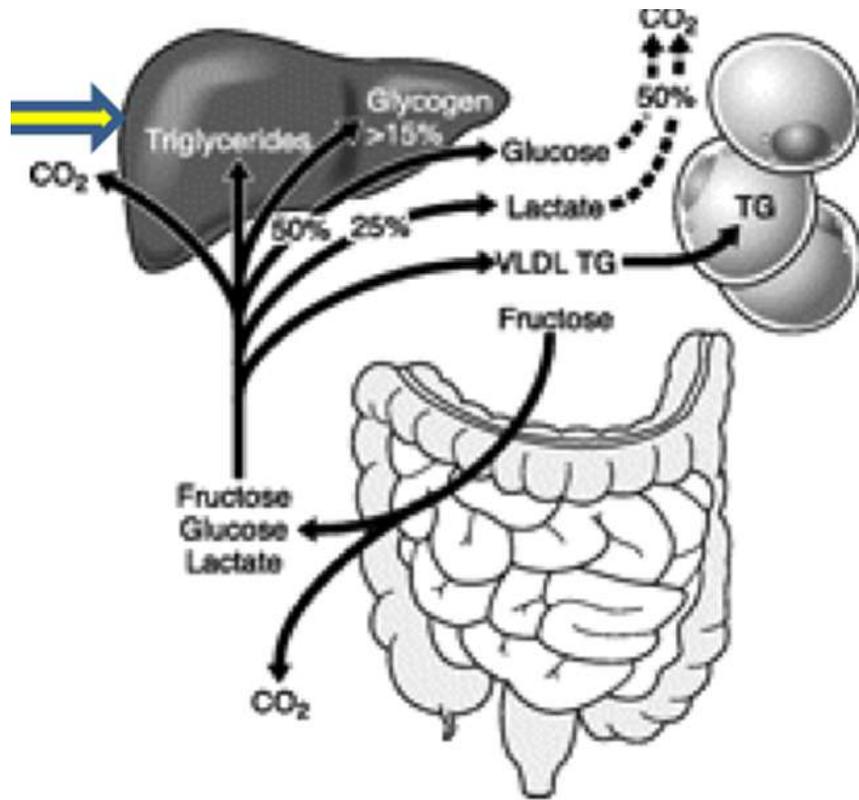


GLUCONEOGENESI

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



FRUTTOSIO

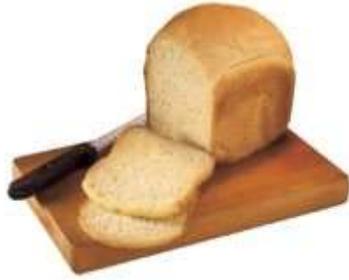


- ❖ A differenza del glucosio metabolizzato in tutto l'organismo, **il fruttosio viene metabolizzato** in prevalenza a livello dell'intestino tenue e **soprattutto del fegato** (che estrae efficacemente il fruttosio ingerito per il 70% versus 15-40% del glucosio).
- ❖ Il fruttosio viene trasformato in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

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



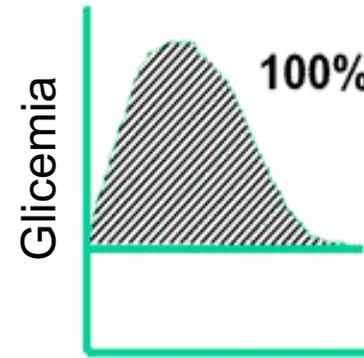
90 gr. lenticchie cotte =
50 gr carboidrati

Indice Glicemico delle lenticchie

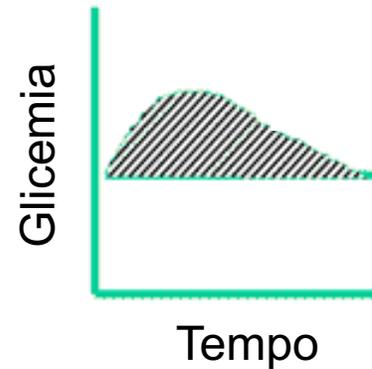
$$- 263 : 866 = 0,30$$

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

Curve glicemiche



AUC pane = 866



AUC lenticchie = 263

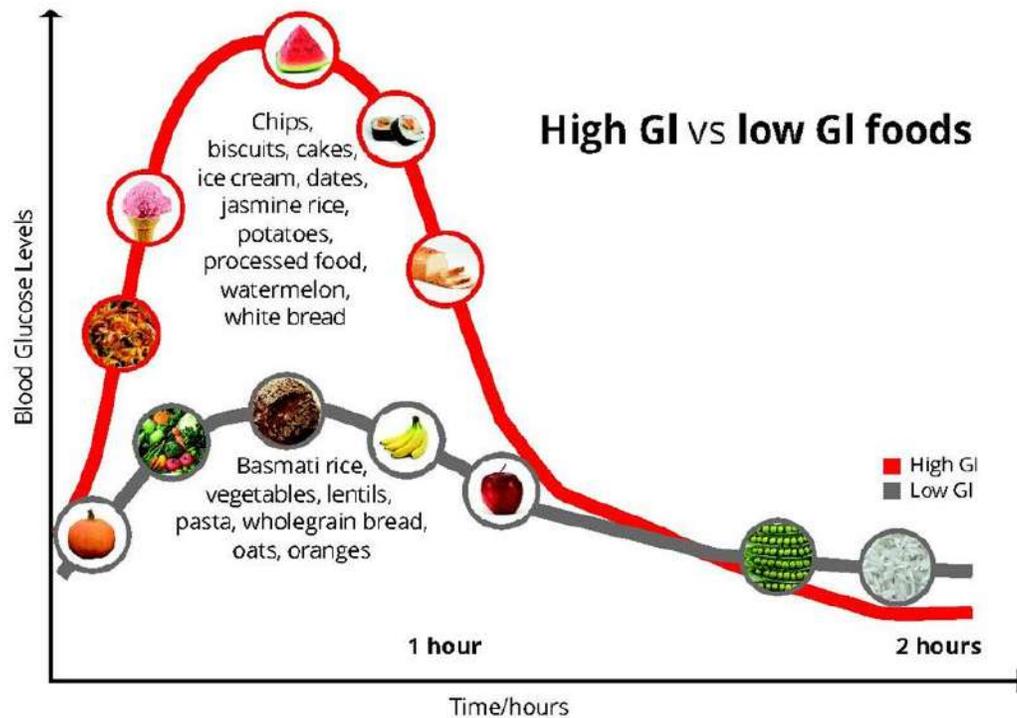
VALORI DI INDICE GLICEMICO

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)

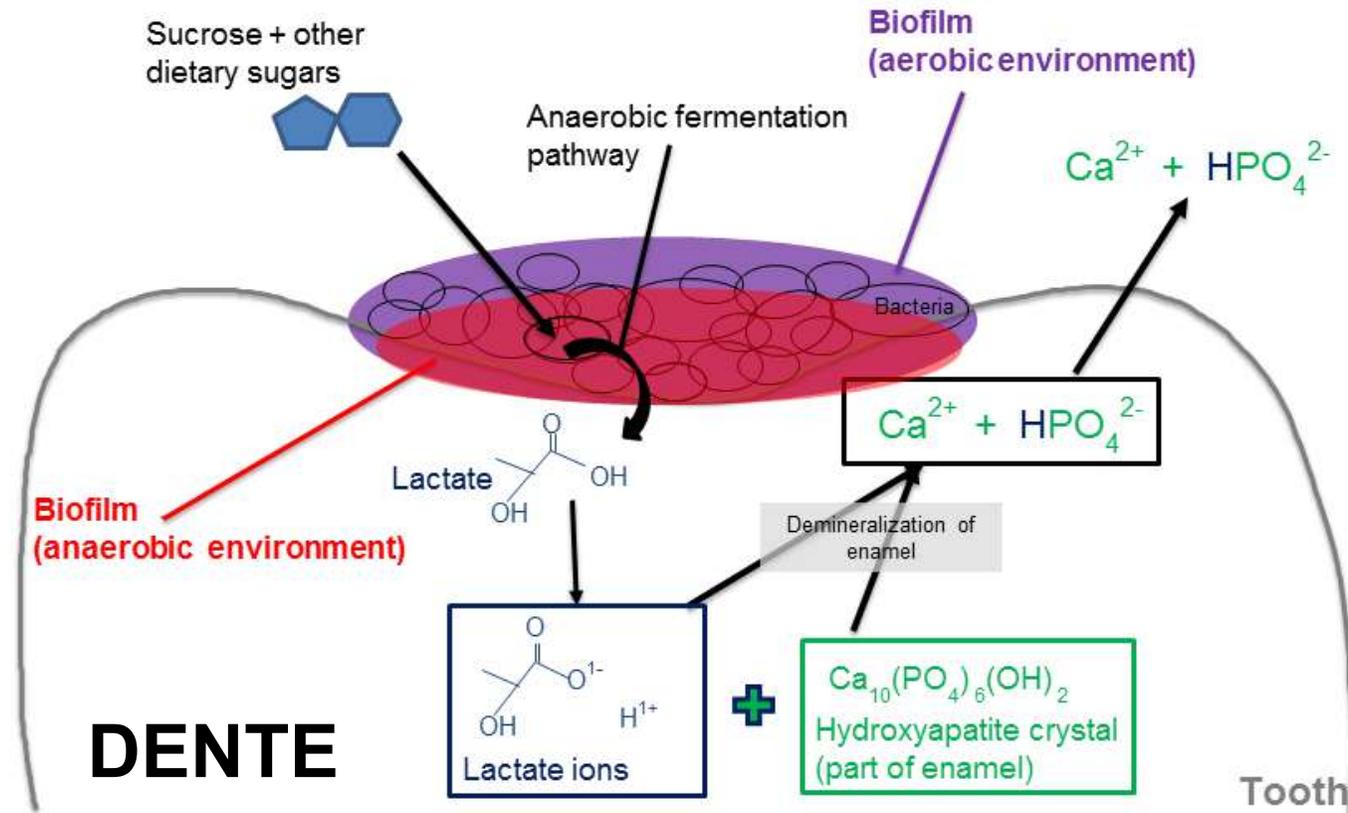
- Fino a **10** il carico glicemico è considerato **BASSO**.
- Da **11** a **19** il carico glicemico è considerato **MODERATO**.
- Da **20** in su il carico glicemico è considerato **ALTO**.

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 al¹⁴ and unpublished observations from the Sydney University Glycaemic Index Research Service, 2018.

FORMAZIONE CARIE DENTARIA

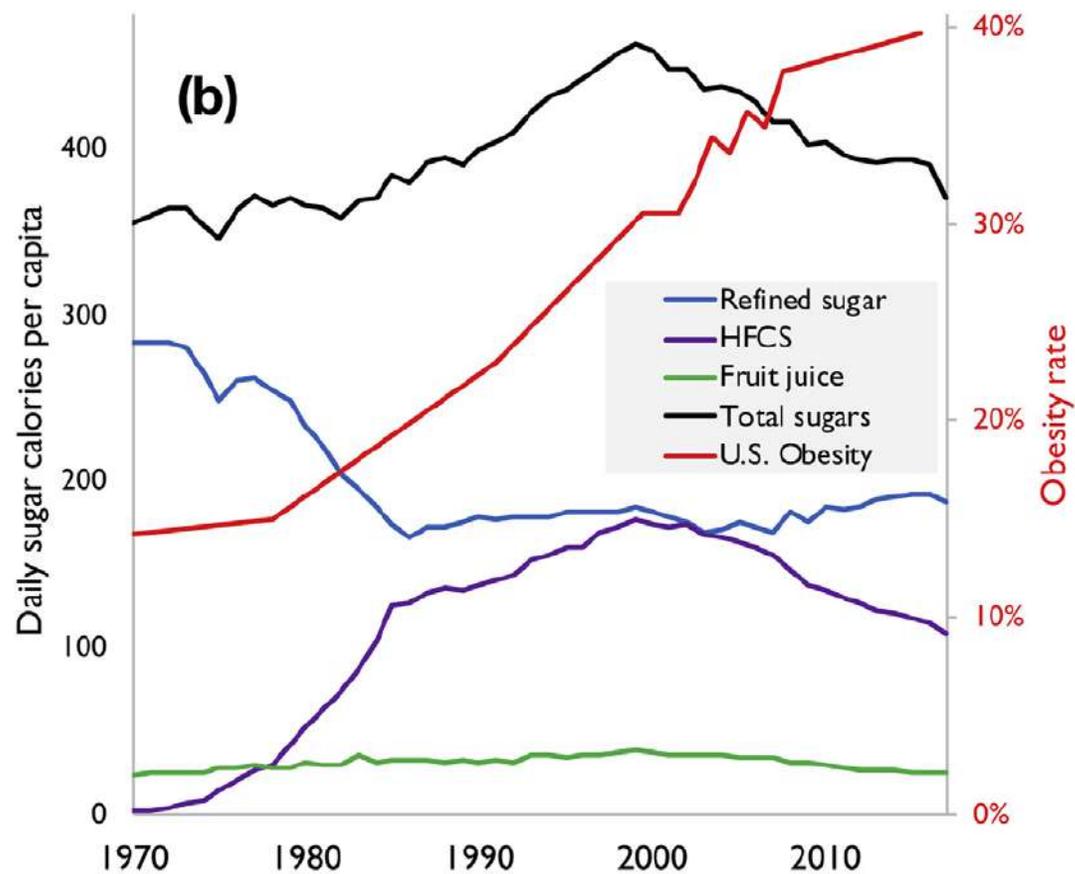


❖ Gli zuccheri introdotti con gli alimenti sia semplici, sia complessi (degradati in parte dall'amilase linguale) vengono fermentati dai batteri presenti nel cavo orale

❖ 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)

SINDROME METABOLICA

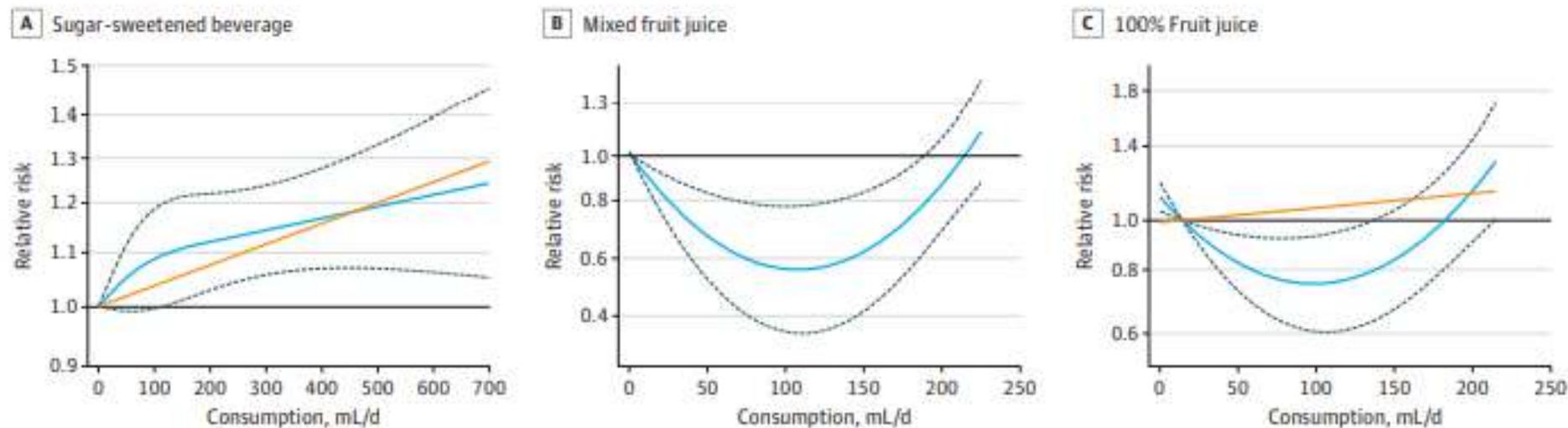


Sindrome metabolica"

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

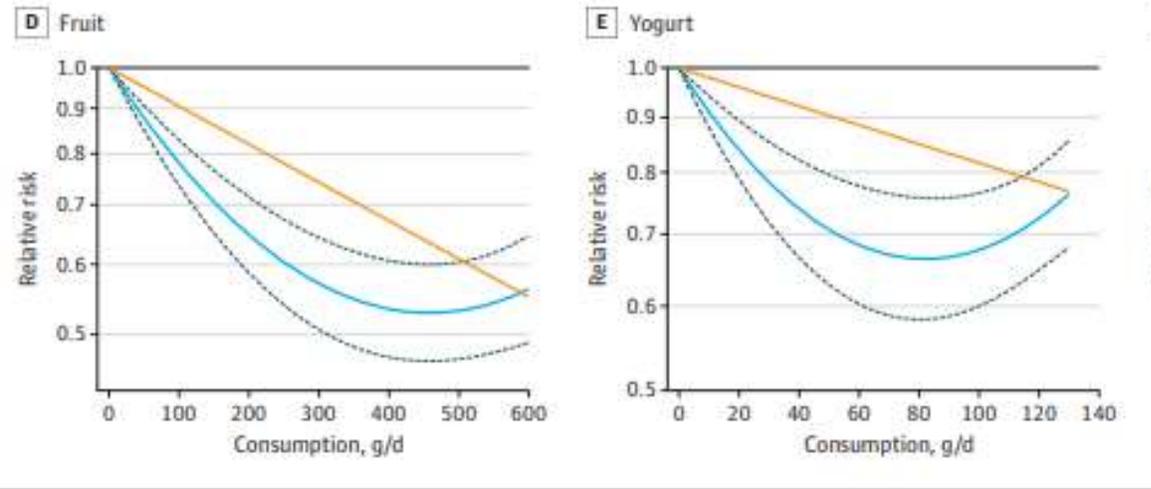
METANALISI SU RISCHIO DI SINDROME METABOLICA E CONSUMO DI DIVERSI ALIMENTI CONTENENTI ZUCCHERI SEMPLICI (associazione dose/risposta)

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
Carboidrati totali	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*
Zuccheri **	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

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

COSA SONO LE FIBRE?

VECCHIA DEFINIZIONE

Carboidrati complessi e lignina di origine vegetale resistenti all'idrolisi enzimatica nell'intestino tenue degli umani

NUOVA DEFINIZIONE

Carboidrati complessi di origine vegetale, salvo alcune eccezioni, non digeribili dagli umani nell'intestino tenue **ma** che vengono trasformati nell'intestino, specie crasso, per azione dei batteri locali, componenti il microbiota.

Il termine **Microbiota** sostituisce quello superato di flora intestinale (non appartiene al regno vegetale)

CLASSIFICAZIONE DELLE FIBRE SECONDO LA COMPOSIZIONE CHIMICA

NON-STARCH POLYSACCHARIDES (NSP)

Cellulosa
Emicellulosa
Pectina
Gomme
Mucillaggini

NON-POLYSACCHARIDE FIBER

Lignina
Cutina

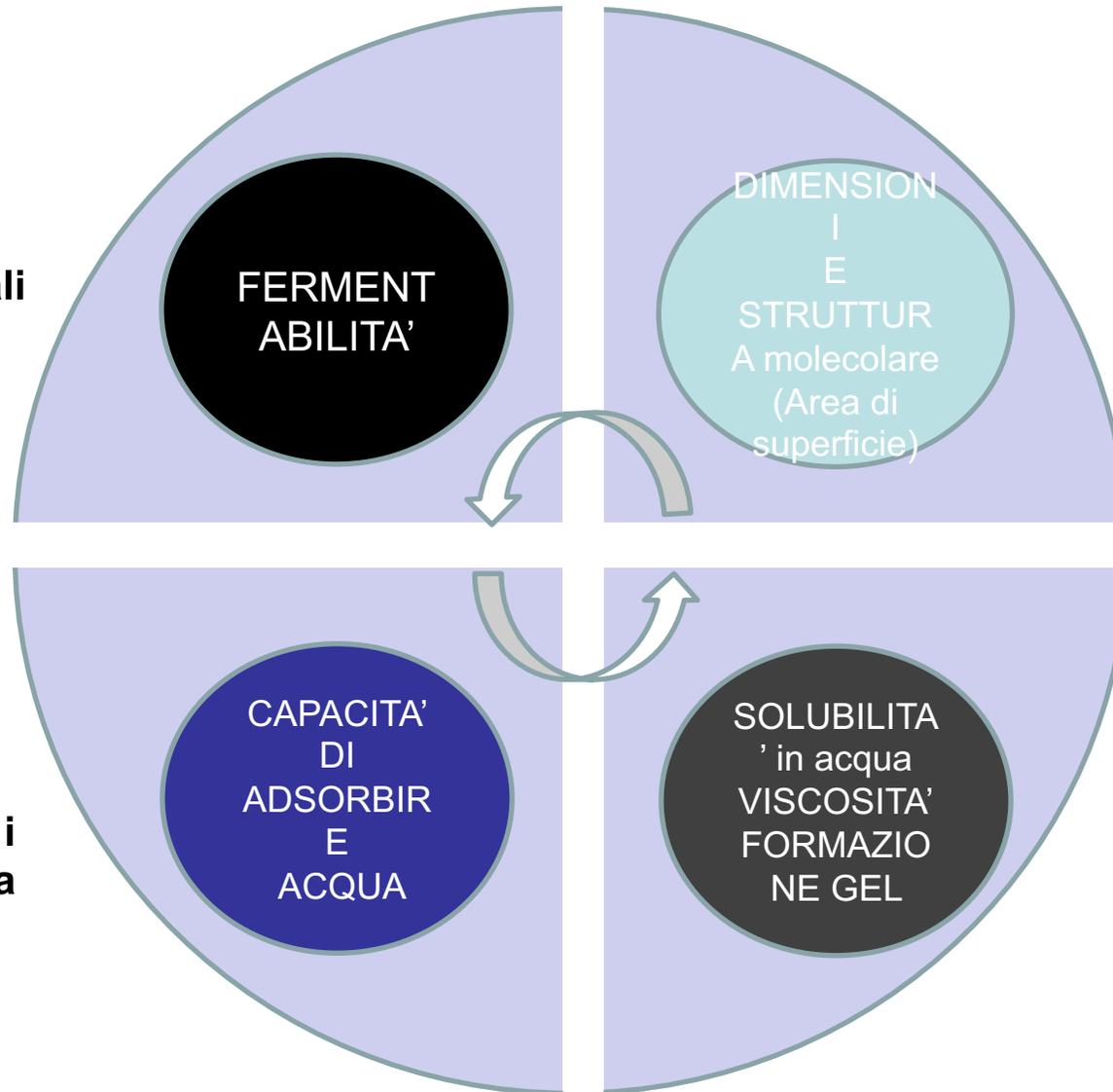
RESISTANT STARCH

Amido resistente



CLASSIFICAZIONE SECONDO PROPRIETA' FISICO-CHIMICHE

Da parte dei batteri intestinali



Capacità delle fibre di trattenere acqua nella propria struttura

Viscosità (tramite formazione di legami non-covalenti con le molecole d'acqua circostanti e con le molecole di altre fibre) con formazione di gel

VISCOSITÀ E CAPACITÀ DI FORMARE GEL

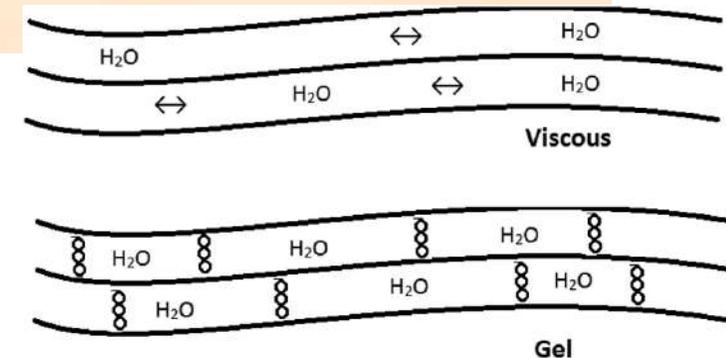
❖ FIBRE SOLUBILI VISCOSE

formate da polimeri a struttura lineare, solubili in acqua in cui catene adiacenti riescono a formare legami (cross-links) tra di loro, **aumentano la viscosità dell'acqua e possono dare origine a gel** (gel forming fibres), includono ad esempio beta-glucani, psyllium, gomma cruda di guar.



❖ FIBRE SOLUBILI NON VISCOSE

formate da polimeri altamente e irregolarmente ramificati che non presentano interazioni con altre molecole, **non hanno effetto sulla viscosità e non formano gel**, includono ad esempio: inulina, frutto-oligosaccaridi (FOS) e destrine del frumento.



FIBRE CLASSIFICAZIONE SECONDO LA SORGENTE

- **FIBRE ALIMENTARI:** Presenti naturalmente nei cibi
- **FIBRE FUNZIONALI:** Fibre derivate da prodotti vegetali o animali o prodotte artificialmente, dotate di benefici per la salute (esclusi quindi i prodotti equivalenti ma privi di benefici confermati sulla salute)

- ◆ ...functional foods, including whole foods and fortified, enriched, or enhanced foods, have a potentially beneficial effect on health when consumed as part of a varied diet on a regular basis, at effective levels.
JADA 1999;99:1278-128
- ◆ adjunctive to dietary goals
 - soluble fiber
 - plant stanols/sterols
 - soy protein
 - ω -3 fatty acids

FIBRA TOTALE = Fibra alimentare + fibra funzionale

Pur non potendosi considerare un nutriente, la fibra alimentare esercita effetti di tipo funzionale e metabolico che la fanno ritenere un'importante componente della dieta umana

ESEMPI DI FIBRA FUNZIONALE

FIBRE FUNZIONALI:
Fibre derivate da prodotti vegetali o animali o prodotte artificialmente, dotate di benefici per la salute (esclusi quindi i prodotti equivalenti ma privi di benefici confermati sulla salute)

Functional Fiber

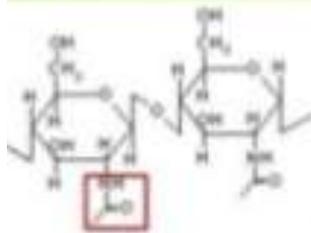
- Consist of isolated, non digestible carbohydrates that have beneficial physiological effects on humans
- May be non digestible carbohydrates that have been isolated or extracted from a plant or an animal source, or may be manufactured / synthesized



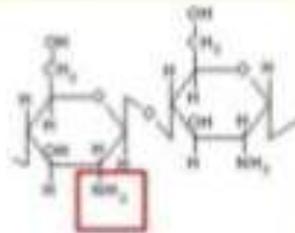
PSYLLIUM: Viscous mucilage isolated from the husks of psyllium seeds

FOS: Short synthetic fructose chains terminating with glucose units

RESISTANT DEXTRINS: Indigestible polysaccs formed when starch is heated & treated with enzymes



Chitin



Chitosan

CHITIN: Non digestible carb extracted from exoskeleton of crustaceans, long polymer of acetylated glucosamine units linked by β 1,4 glycosidic bonds

CHITOSAN: Non digestible glucosamine polymer produced by deacetylation of chitin

INULIN: Fructans terminating with glucose units, found in roots & rhizomes of plants like chicory

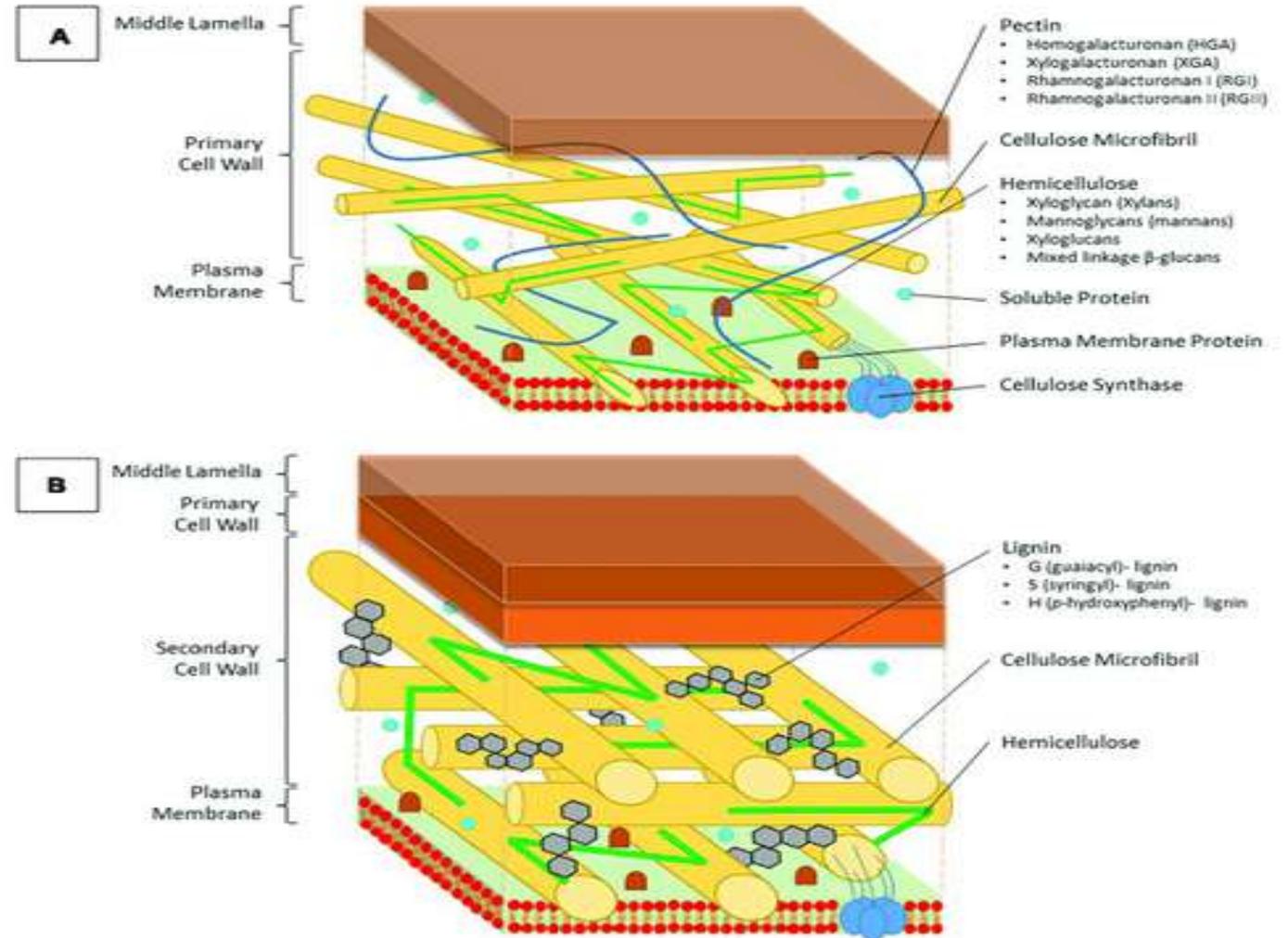
LOCALIZZAZIONE FIBRE VEGETALI

Parete cellulare primaria:
fibrille di cellulosa, emicellulosa,
pectina e proteine

Emicellulosa: xiloglicani
(xilani), mannoglicani
(mannani), xiloglucani e β -
glucani, si lega alla superficie
della cellulosa.

La **pectina** forma un gel tra
cellulosa ed emicellulosa

Parete cellulare secondaria tra
la parete cellulare primaria e la
membrana plasmatica: cellulosa,
emicellulosa e lignina



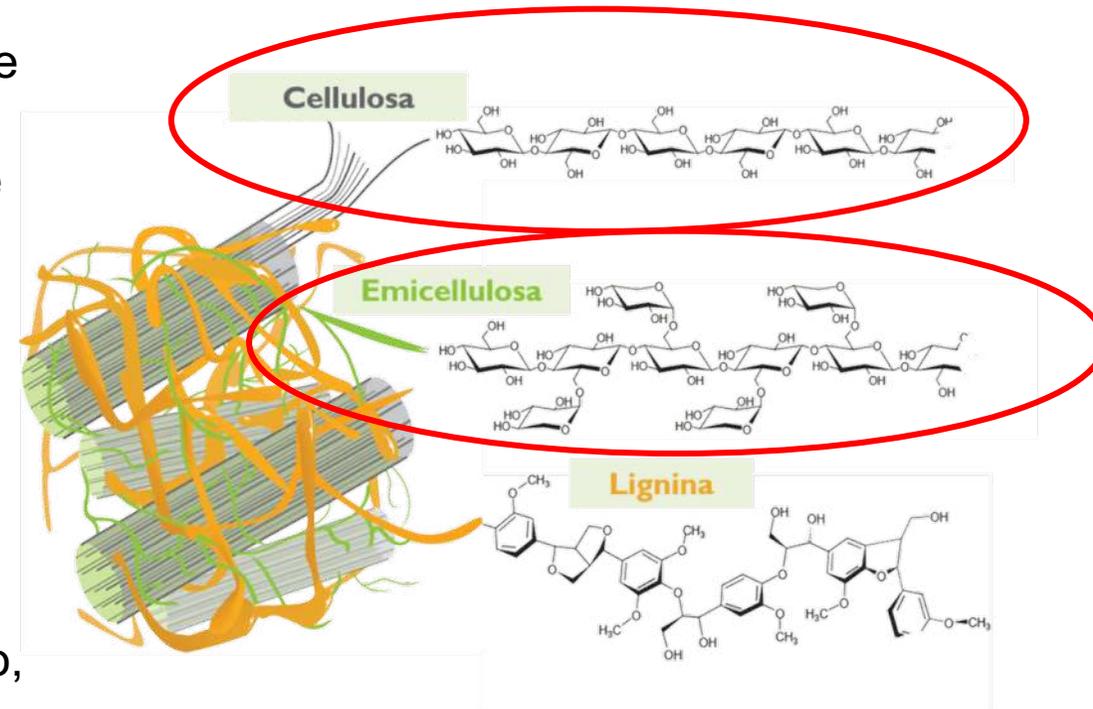
FIBRE INSOLUBILI- ALTO PESO MOLECOLARE

CELLULOSA

- Fibra **alimentare e funzionale**. Insolubile in acqua
- Componente **principale** delle **pareti cellulari**
- **Polimeri lineari** di unità glucosidiche (fino a 10.000) unite da legami β - 1-4
- Forma **circa il 25%** della fibra **di cereali e frutta** e il **30%** nelle **verdure e noci**.
- **Sorgenti**: crusca di grano, cereal integrali, legumi, noci, parte esterna dei semi, vegetali a radice, frutta

EMICELLULOSA

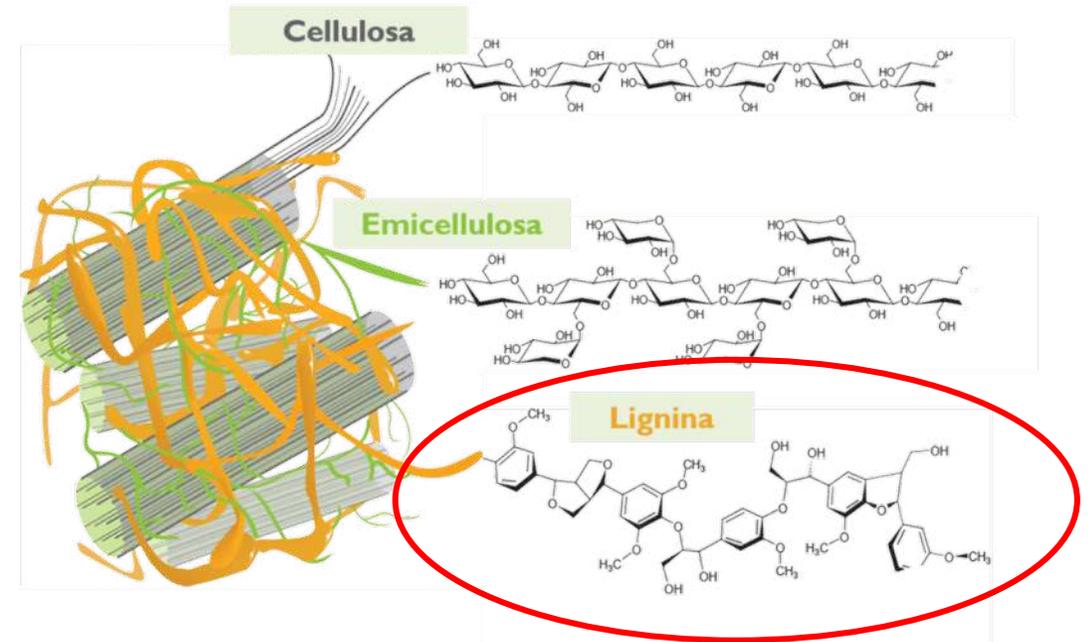
- Fibra **alimentare**. insolubili in acqua (...ma anche solubili)
- **Gruppo eterogeneo di polisaccaridi** associati alla cellulosa nella cell wall delle cellule vegetali
- Formata da **unità di glucosio unite da legame 1, 4 β -glicosidico**, spesso ramificate, contiene vari zuccheri (xylosio, mannosio, galattosio- arabinosio, acido glucoronico)
- **Sorgenti**: crusca, cereali integrali, noci, legumi, verdura, frutta



FIBRE INSOLUBILI-AD ALTO PESO MOLECOLARE

LIGNINA

- **Fibra alimentare e funzionale.** Insolubile in acqua
- **Non polisaccaridica;** polimero del fenilpropano, molecole altamente ramificate. Forma legami chimici con l'emicellulosa nelle cell-walls delle cellule vegetali
- **Sorgenti:** parti vegetali, legnose di vegetali, cereali integrali, semi, radici



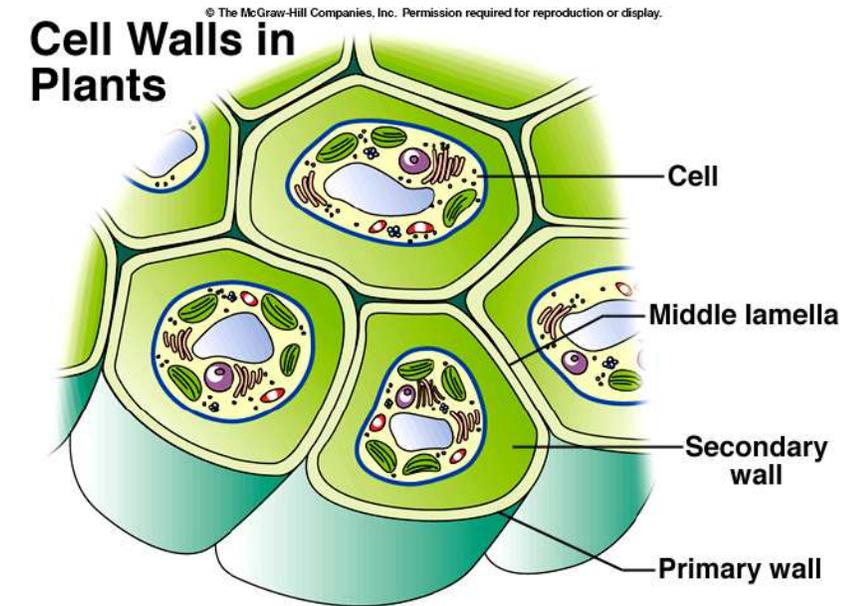
FIBRE SOLUBILI AD **ALTO PESO MOLECOLARE**

Beta-GLUCANI (componenti dell'emicellulosa)

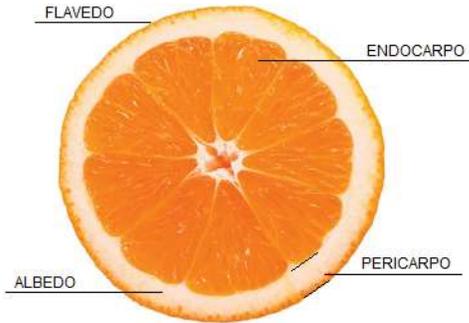
- **Fibra alimentare e funzionale**
- **Polisaccaridi lineari** costituiti da molecole di glucosio unite da legami glicosidici $\beta(1-3)$ e $\beta(1-4)$ glucosidici
- Idrosolubile, viscosa, gel forming, altamente fermentabile
- **Sorgenti:** cereali integrali di avena (3–7 %) , orzo (5–11 %) , sorgo (1,1–6,2 %) , segale (1,3–2,7 %) , mais (0.8–1.7 %) , triticale (0.3–1.2 %) , frumento (0.5–1 %) e riso (0.13 %).

PECTINA

- **Fibra alimentare e funzionale**
- Presente nelle cell walls secondarie e lamelle intermedie
- **Polisaccaridi lineari di acido galatturonico** (dal galattosio), variamente esterificati con metili. High methoxy (HM) pectin, esterificata >50%; low methoxy (LM) pectin, esterificata <50%
- Idrosolubile, **forma gel in presenza di acidi e zuccheri** (High methoxy pectin) o di calcio (Low methoxy pectin)
- **Sorgenti:** Frutta, verdura, legumi e noci.



PECTINA



Enzimi pectinolitici sono **usati industrialmente** per eliminare l'albedo dagli spicchi di agrumi o per la sbucciatura di pesche e albicocche.

Durante la maturazione della frutta si osserva una demolizione delle pectine ad opera di enzimi idrolitici detti **pectinasi**.



Funge da stabilizzante nelle confetture e conserve di frutta.
Fornisce consistenza ai prodotti.

FIBRE SOLUBILI AD **ALTO PESO MOLECOLARE**

GOMME

- **Fibre alimentari e funzionali**, fermentabili, variamente idrosolubili
- **Polisaccaridi contenuti in semi**, ad esempio gomma di guar, (polimeri mannosio-galattosio) o **essudati** derivati da diversi alberi (**gomma arabica**: Acacia senegal e Acacia seyal, zona subsahariana; **gomma karaya**, secreto gommoso da tronco e rami di alcune specie arboree del genere *Sterculia*, **gomma ghatti** da *Anogeissus latifolia*) o da cespugli (gomma tragacanth), secrete a livello di lesioni delle piante)
- Utilizzate nell'industria alimentare come agenti gelificanti, condensanti e stabilizzanti, ad esempio gomma di guar E 412



GOMMA DI GUAR polimeri con un rapporto 2:1 mannosio-galattosio. **Trova largo impiego nell'industria alimentare (addensante in salse, condimenti, gelati, alimenti per animali, carni conservate, prodotti dietetici e bevande)**

FIBRE SOLUBILI AD **ALTO PESO MOLECOLARE**

MUCILLAGINI

- **Fibre alimentari e funzionali**, idrosolubili, fermentabili
- **Composte da esopolisaccaridi**. Sintetizzate da cellule dotate di funzioni secretorie (ad es. Carragenina) aiutano le piante a trattenere l'acqua evitandone il disseccamento e conferendo quindi resistenza alla siccità, oppure sono derivate dalle **alghe** (ad es. Agar) o da **semi**
- Sorgenti: avena, orzo, legumi, semi di **psyllium** dalla Plantago Afra, semi di lino, cactuse altre succulente

PLANTAGO AFRA coltivata principalmente per i suoi semi che costituiscono un efficace (ed innocuo...) lassativo naturale. I semi, piccoli, di colore nero, insapori e inodori, **contengono una mucillagine che al contatto con l'acqua si rigonfia e aumenta di volume.**

La fibra di psyllium, infatti, allunga il tempo di transito intestinale delle feci quando è troppo breve (diarrea) e lo accorcia quando è troppo lungo (stipsi).

La mucillagine aiuta le piante a trattenere l'acqua evitandone il disseccamento. Tra le fonti principali di mucillagine ricordiamo i cactus (ed altre succulente) e i semi di lino.

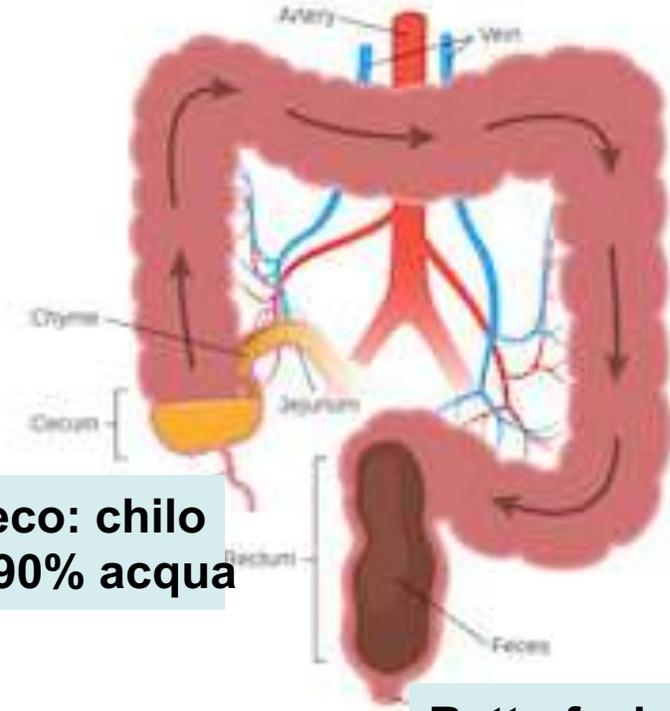


PLANTAGO AFRA

REGOLARITA' DELL'ALVO

- ❖ Viene considerata regolare (l'evacuazione da 3/giorno, a 3/settimana) di feci formate ma sufficientemente morbide (idratate)

- ❖ Stipsi (<3 evacuazioni/settimana) di feci di volume ridotto e difficili da eliminare (disidratate)



**Cieco: chilo
= 90% acqua**

**Retto feci
= 75% acqua**

**Consistenza feci e acqua in
%**

90% = Liquide

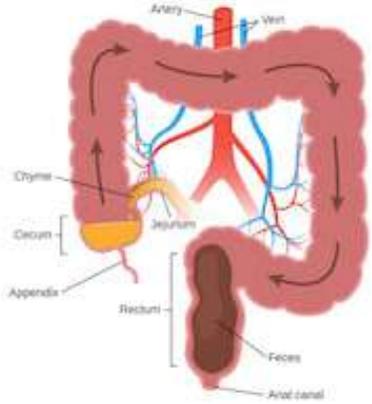
77% = Molli

75% = Formate

72% = Dure

REGOLARITA' DELL'ALVO

CARATTERISTICHE DELLA FIBRA PER FAVORIRE L'EVACUAZIONE



- 1) **Resistenza alla fermentazione** attraverso l'intestino crasso
- 2) **Mantenimento di una buona idratazione delle feci** in modo da favorire la formazione di feci morbide e voluminose

❖ **Fibre insolubili poco fermentabili hanno un'azione irritativa meccanica sulla mucosa che stimola la secrezione di acqua e muco**

❖ **Fibre solubili hanno azione lassativa se sono viscose e formanti gel, con alta capacità di trattenere acqua, ma non sono fermentabili.** Queste caratteristiche sono presenti nelle fibre tipo psyllium non fermentabili che aumentano di volume delle feci e regolarizzano la peristalsi, risultando utili sia nei casi di stipsi (con accelerazione del transito intestinale), sia anche di diarrea (con rallentamento del transito intestinale). L'effetto tuttavia non è acuto.

FONTI DI MUCILLAGINI

- Aloe vera
- Basella alba
- Vari Cactus
- Dioscorea polystachya
- Fieno greco (Fenugreek)
- Semi di lino (Flax seeds)
- Kelp (Fucus vesiculosus), o quercia marina, alga marina bruna
- Radici di liquirizia
- Okra
- Psyllium seed husks
- Semi di Chia (Salvia hispanica)
- Talinum triangulare o *fruticosum* pianta erbacea diffusa america centrale e del sud
- Plantago major (greater plantain)



Plantago Major

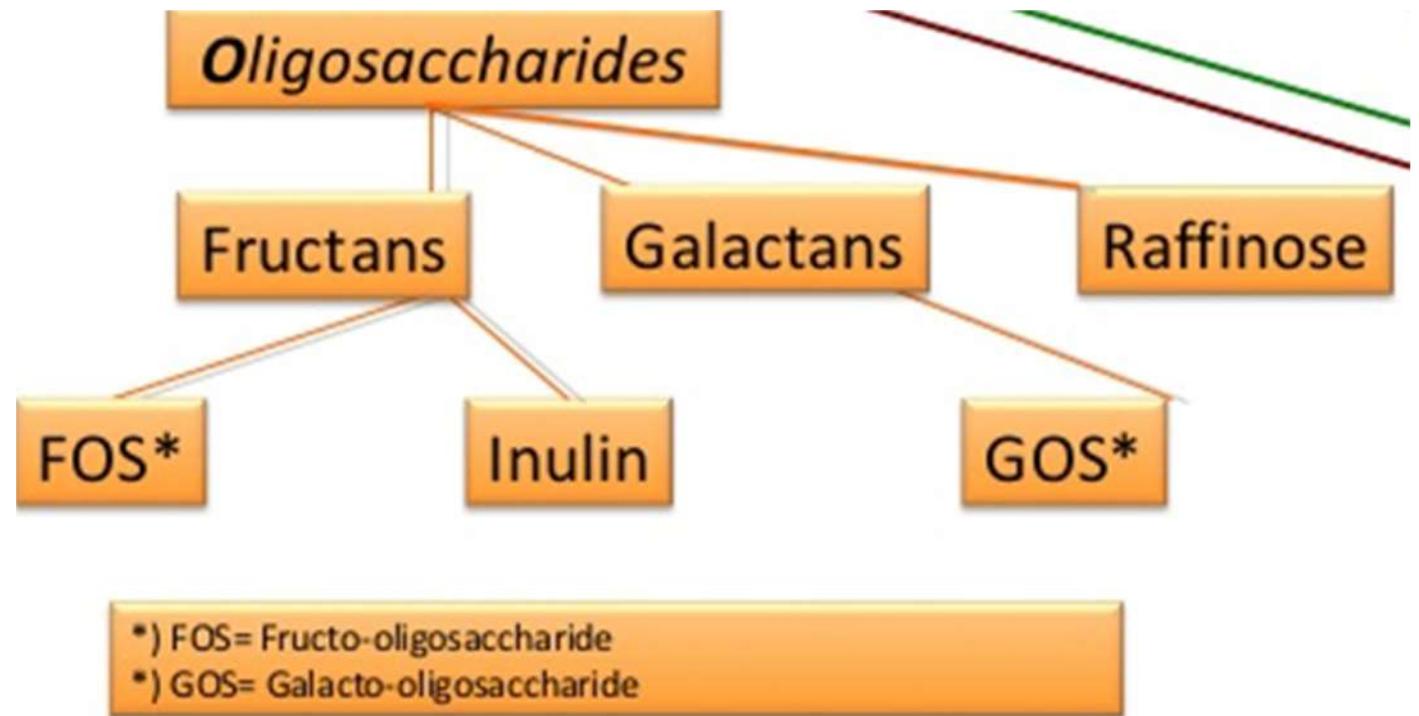


Okra

FIBRE SOLUBILI A BASSO PESO MOLECOLARE

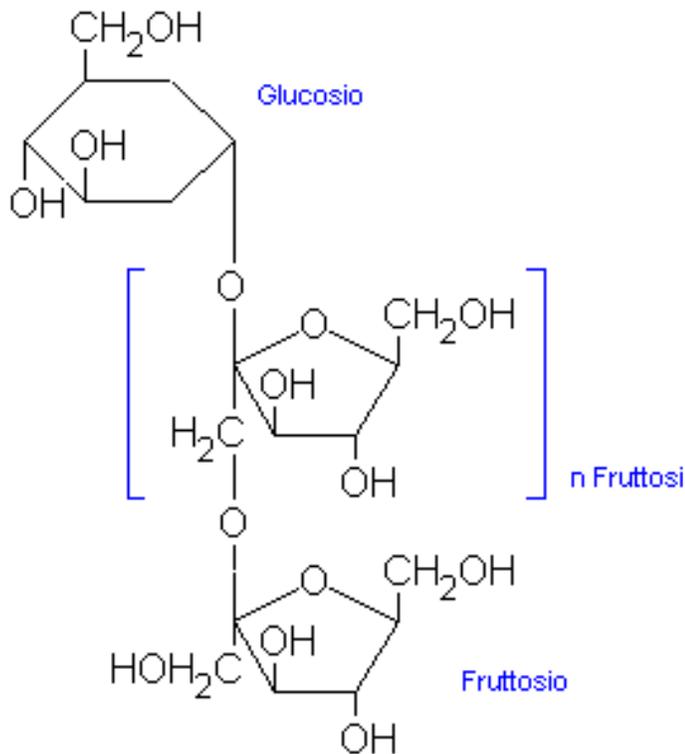
Low molar weight dietary fibre (LMWDF)

Fruttani: carboidrati formati unità di fruttosio a ripetizione. I fruttani a catena corta (oligosaccaridi) sono noti come fruttoligosaccaridi (FOS), mentre quelli a catena più lunga sono rappresentati dalle inuline. I fruttani sono diffusi in diverse specie vegetali, dove svolgono una importante funzione di immagazzinamento dell'energia conferendo anche un certo grado di tolleranza al congelamento. Una importante eccezione è rappresentata dal riso, che non è in grado di sintetizzare fruttani.



FIBRE SOLUBILI A BASSO PESO MOLECOLARE

Low molecular weight dietary fibers (LMWDF)

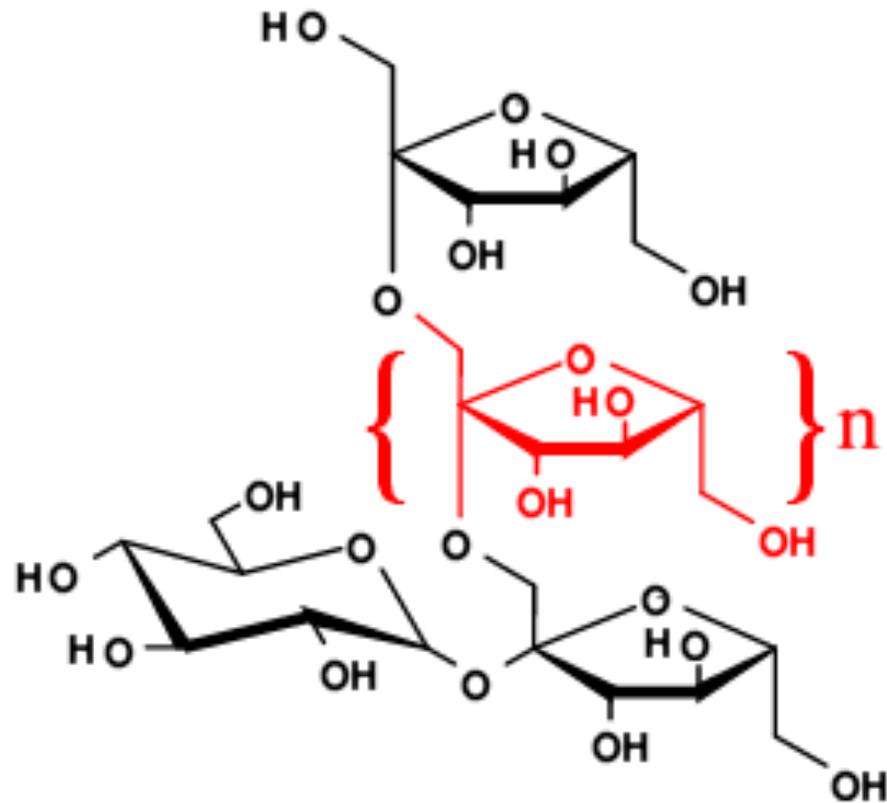


❖ **FOS (Fructoligosaccaridi)** sono carboidrati a catena corta formati dalla ripetizione di unità di fruttosio (in genere da 3 a 10) unite da legami β -glicosidici e da una molecola di glucosio terminale. Presentano struttura ramificata. Modicamente solubili in acqua, altamente fermentabili. Fibra alimentare e funzionale. Presenti in diversi alimenti.

- **FOS** vengono **derivati industrialmente** per degradazione enzimatica o chimica dell'inulina oppure per transfructosilazione del glucosio tramite β -fruttosidasi di origine batterica
- Utilizzati come **dolcificanti** (potere dolcificante del 30-50% rispetto allo zucchero) a basso apporto calorico. Dosaggi superiori ai 15 gr/die possono dare origine a disturbi gastrointestinali (gonfiore, dolore, diarrea)

❖ **GOS (Galattoligosaccaridi)** sono formati da n molecole di galattosio e da una molecola di glucosio terminale, presenti nel latte materno in concentrazioni maggiori che nel latte vaccino

FIBRE SOLUBILI A BASSO PESO MOLECOLARE



INULINA

- ❖ Polimeri eterogenei del fruttosio che terminano con una unità glucosidica. Polimerizzazione variabile da 2 a 60
- ❖ Poco solubile in acqua
- ❖ Altamente fermentabile
- ❖ La degradazione da parte dell' enzima inulasi produce fruttosio.

INULINA

- ❖ **Sorgenti:** si trova soprattutto nei vacuoli cellulari di rizomi e radici, tra cui **cicoria**, **topinambur** (detti anche articiocchi di Gerusalemme) e **scorza near**
- ❖ E' presente anche in **asparagi**, **aglio**, **cipolla**, **porri**, **carciofi**, **banane**. Nei prodotti vegetali rappresenta una riserva di energia, come l'amido in altre piante.
- ❖ Nella produzione industriale, viene estratta soprattutto dalla radici di cicoria.
- ❖ Utilizzata come sostituto di zucchero, farina, grassi in quanto ha un basso contenuto calorico tuttavia il potere dolcificante è basso (1/10 rispetto al saccarosio).



CONTENUTO IN FOS E INULINA IN DIVERSI CIBI

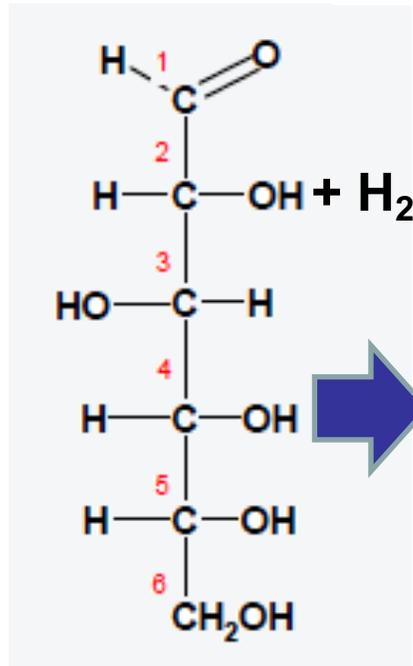
Food	Fructooligosaccharide (FOS) (g/100g)	Inulin (g/100g)	FOS+Inulin, g/100g
Chicory Root	22.9	41.6	64.5
Jerusalem Artichoke	13.5	18	31.5
Dandelion greens (raw)	10.8	13.5	24.3
Dandelion greens (cooked)	7.3	9.1	16.4
Garlic (raw)	5	12.5	17.5
Leeks (raw)	5.2	6.5	11.7
Onion (raw)	4.3	4.3	8.6
Onion (cooked)	3.0	3.0	6.0
Asparagus (raw)	2.5	2.5	5.0
Asparagus (boiled)	1.7	1.7	3.4
Artichoke	0.4	4.4	4.8
Wheat (flour, baked)	2.4	2.4	4.8
Rye (flour, baked)	0.7	0.7	1.4
Banana	0.5	0.5	1.0
Barley (cooked)	0.2	0.2	0.4

Table adapted from Moshfegh *et al.* (1999).

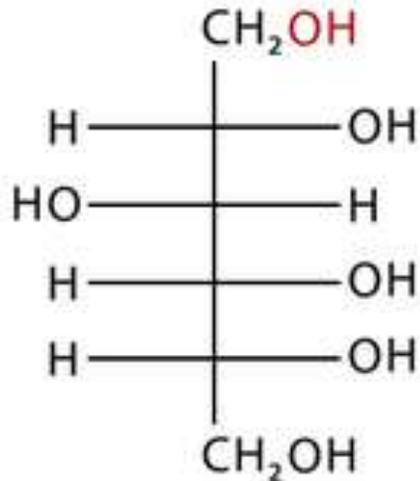
POLIOLI

Polioli o **polialcoli** sono composti chimici che contengono più gruppi ossidrilici. Presenti nella frutta specie in mele, pere, pesche, prugne, ciliegie, sorbole

Industrialmente derivano dagli zuccheri per idrogenazione del carbonile a ossidrile (Esempi: dal glucosio deriva il sorbitolo, dal mannosio il maltitolo e dal galattosio il dulcitol).



Glucosio



Sorbitolo

❖ Utilizzati come **dolcificanti a basso contenuto energetico**, pari a circa 2 kcal/grammo (in quanto scarsamente assorbiti dal tratto digerente) tuttavia per il basso potere dolcificante vengono associati ad altri dolcificanti.

SORBITOLO (dolcificante, E420, estratto da bacche di sorbo), **XILITOLO** (dolcificante, E967 estratto da fusti di mais e da legno)

❖ **Dolcificanti a bassa cariogenicità** (aggiunti alle gomme da masticare, specie maltitolo, isomaltosio e sorbitolo)

❖ **Ritardata** cristallizzazione del saccarosio (utile nei prodotti dolci)

❖ **Azione osmotica** (con effetto lassativo a seguito di introiti elevati, alla dose di 50g/die)

AMIDO RESISTENTE

RS1

Amido non disponibile o inaccessibile, presente nei cereali integrali in cui parte dell'amido rimane aderente alle fibre. Nei prodotti integrali il contenuto arriva al 14% mentre in quelli raffinati può scendere al 2 %.



Resistant Starch

RS3

Amido retrogradato per retrogradazione successiva alla fase di gelatinizzazione dell'amido sottoposto a calore (durante la cottura dei cibi) con ritorno alla forma cristallina, ad esempio patate, pasta, riso cotti e poi consumati freddi



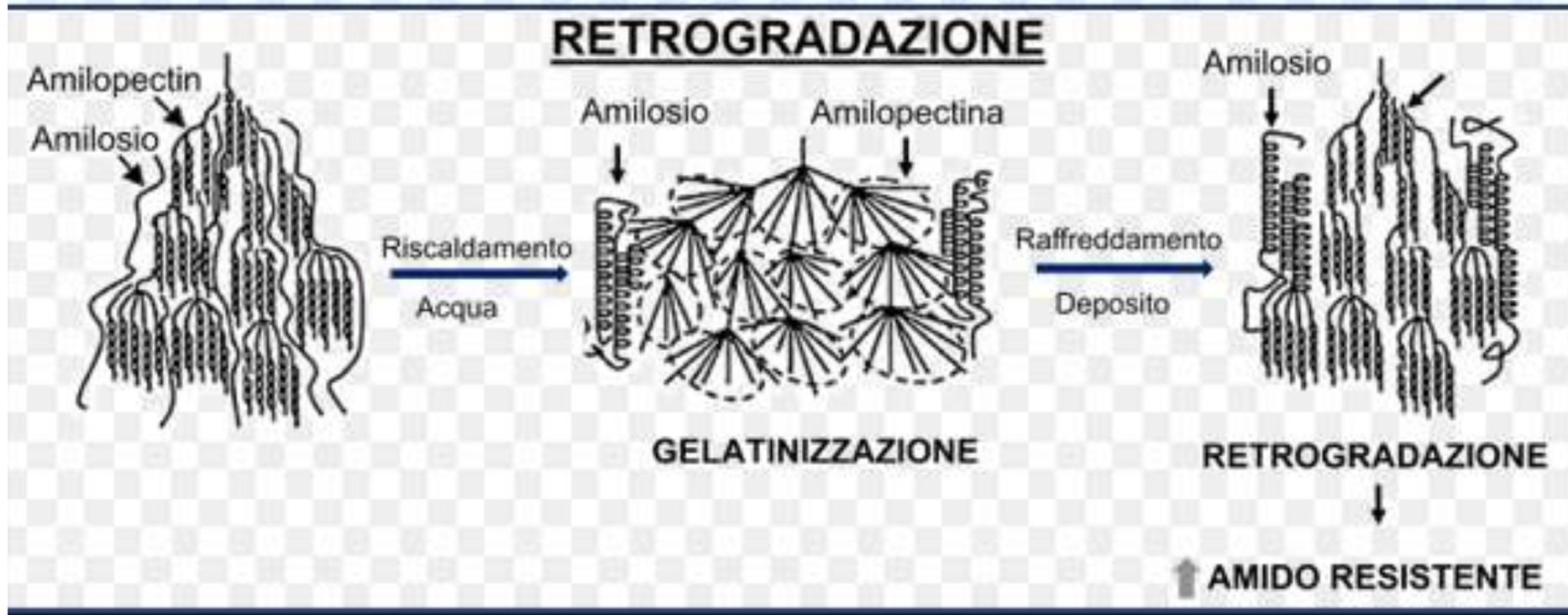
RS2

Amido granulare che non gelatinizza al calore presente, ad esempio, in banane acerbe, patate non cotte, mais ad alto contenuto di amilosio. Ottenuto industrialmente per inibizione dello Starch branching enzyme (SBE)

RS4

Amido trasformato industrialmente tramite esterificazione o per l'instaurarsi di legami crociati.

AMIDO RESISTENTE



- Gli amidi resistenti passano attraverso il sistema digestivo senza essere scomposti in zuccheri semplici;
- Non aumentano la glicemia e l'insulina in modo diretto.
- Fermentano grazie all'azione del microbiota intestinale.

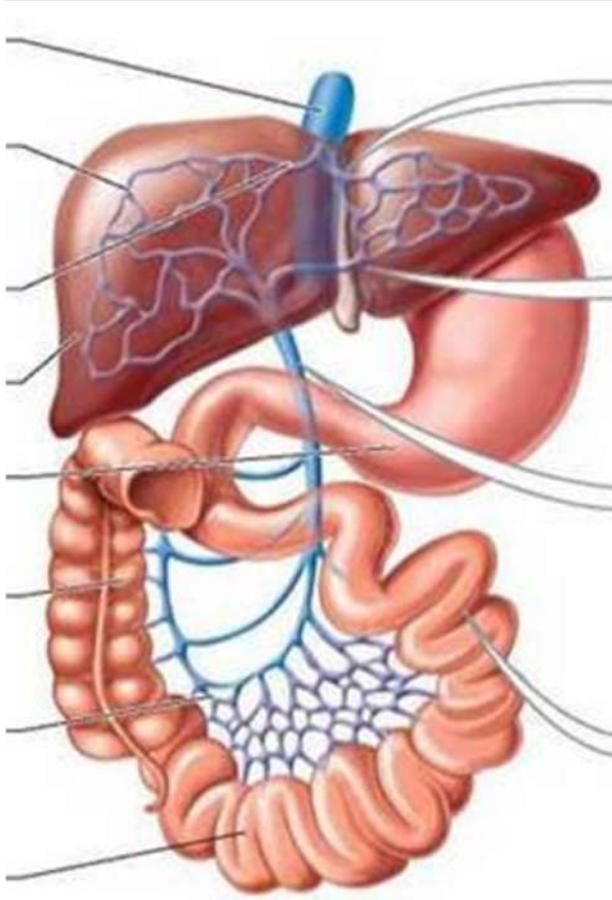
I sottoprodotti di questo processo di fermentazione nell'intestino sono acidi grassi a catena corta che aiutano a ridurre l'infiammazione, migliorare la funzione immunitaria, normalizzare la pressione sanguigna e ridurre il rischio di malattie cardiache e infarto.

CONTENUTO DI AMIDO RESISTENTE

per porzione di diversi alimenti

Food	Serving size	Resistant starch (grams)
Banana flour, ^[37] from green bananas	1/4 cup, uncooked	10.5-13.2
Banana, raw, slightly green	1 medium, peeled	4.7
High amylose RS2 corn resistant starch	1 tablespoon (9.5 g)	4.5
Oats, rolled	1/4 cup, uncooked	4.4
Green peas, frozen	1 cup, cooked	4.0
White beans	1/2 cup, cooked	3.7
Lentils	1/2 cup cooked	2.5
Cold pasta	1 cup	1.9
Pearl barley	1/2 cup cooked	1.6
Cold potato	1/2" diameter	0.6 - 0.8
Oatmeal	1 cup cooked	0.5

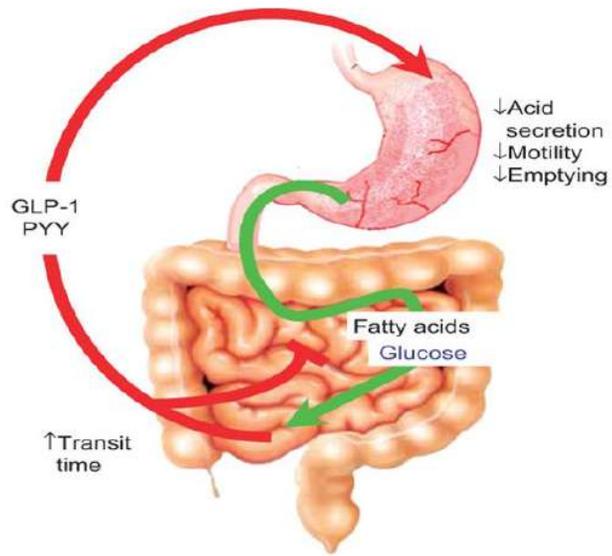
EFFETTI DELLA FIBRA



- ❖ **REGOLAZIONE MOTILITA' GASTROINTESTINALE** con modulazione dell'efficienza della digestione e dell'assorbimento delle sostanze nutritive ingerite con i pasti
- ❖ **RIDUZIONE/MODULAZIONE ASSORBIMENTO DI NUTRIENTI** nel tenue (zuccheri e colesterolo)
- ❖ **REGOLAZIONE DEL BILANCIO ENERGETICO (SAZIETA')**
- ❖ **EVACUAZIONE** (regolarità dell'alvo)
- ❖ **ANTICANCEROGENESI** tramite diluizione di sostanze tossiche e riduzione del tempo di contatto con la parete intestinale
- ❖ **INTERAZIONE CON IL MICROBIOTA** (fornisce al microbiota i substrati nutritivi e ne regola la composizione con effetti locali e sistemici. Azioni indirette delle fibre mediate dal microbiota)

Poiché le fibre negli alimenti includono fibre di diversa tipologia, caratteristiche fisico-chimiche e funzionali, gli effetti descritti **nelle diapositive successive fanno riferimento in genere all'assunzione di fibre funzionali isolate**

EFFETTI DELLA FIBRA SULLA SAZIETA'



PREMESSA FASI DELLA DIGESTIONE GASTRICA

❖ **Fase cefalica.** Induzione del 20 % della secrezione gastrica (Acido cloridrico e enzimi digestivi), che precede l'arrivo del cibo nello stomaco, mediata da esposizione a stimoli quali pensare al cibo, vedere, odorare il cibo, masticare

❖ **Fase gastrica.** E' la fase in cui il cibo ingerito stimola l'attività gastrica (in particolare peptidi e di aminoacidi). In questa fase avviene fino al 60% della secrezione acida gastrica totale. Il cibo ingerito stimola l'attività gastrica in due modi: allungando lo stomaco e stimolando i recettori del contenuto gastrico nello stomaco. L'allungamento attiva due riflessi: un riflesso breve mediato attraverso il plesso nervoso mienterico e un riflesso lungo mediato attraverso i nervi vago e il tronco cerebrale.

EFFETTI DELLA FIBRA SULLA SAZIETA'

Meccanismi

❖ **Fase cefalica.** E' la fase che precede l'arrivo di cibo nella stomaco, è mediata dall'esposizione a stimoli quali pensare al cibo, vedere, odorare il cibo e masticarlo. La presenza di fibre insolubili, incrementando i tempi di masticazione, può contribuire alla sazietà

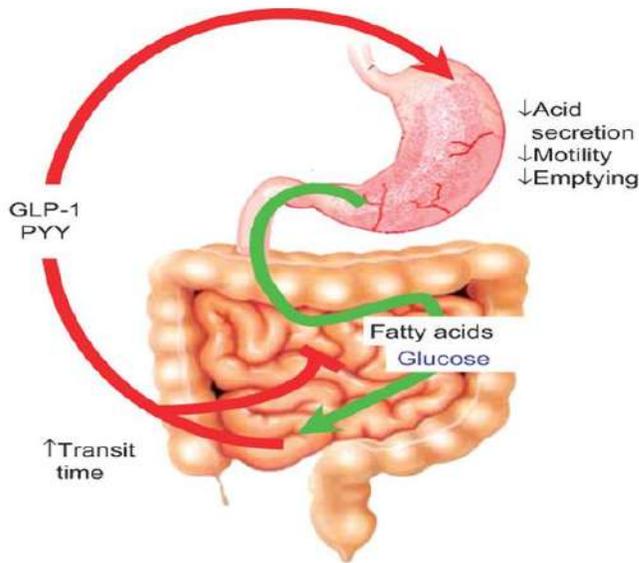
❖ **Volume gastrico e tempo di ritenzione del cibo/chimo nel tubo digerente.** L'ingestione del cibo causa **distensione gastrica** con invio, tramite il nervo vago, di segnali di sazietà al sistema nervoso centrale. La durata della distensione viene influenzata dalla velocità di svuotamento gastrico. Fibre viscosse mantengono più a lungo il cibo nello stomaco e ne rallentano la velocità di svuotamento agendo anche tramite meccanismi a valle del tratto gastrointestinale.

Nell'intestino l'aumento della viscosità del chimo indotto dalle fibre (con azione dose dipendente) riduce l'interazione tra enzimi digestivi e substrati con rallentamento di digestione e assorbimento. In questo modo viene prolungato l'arrivo di macronutrienti a livello dell'ileo distale con stimolazione delle cellule enteroendocrine della mucosa ileale a produrre gli **ormoni peptidici (incretine) Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) e Peptide YY (PYY).**

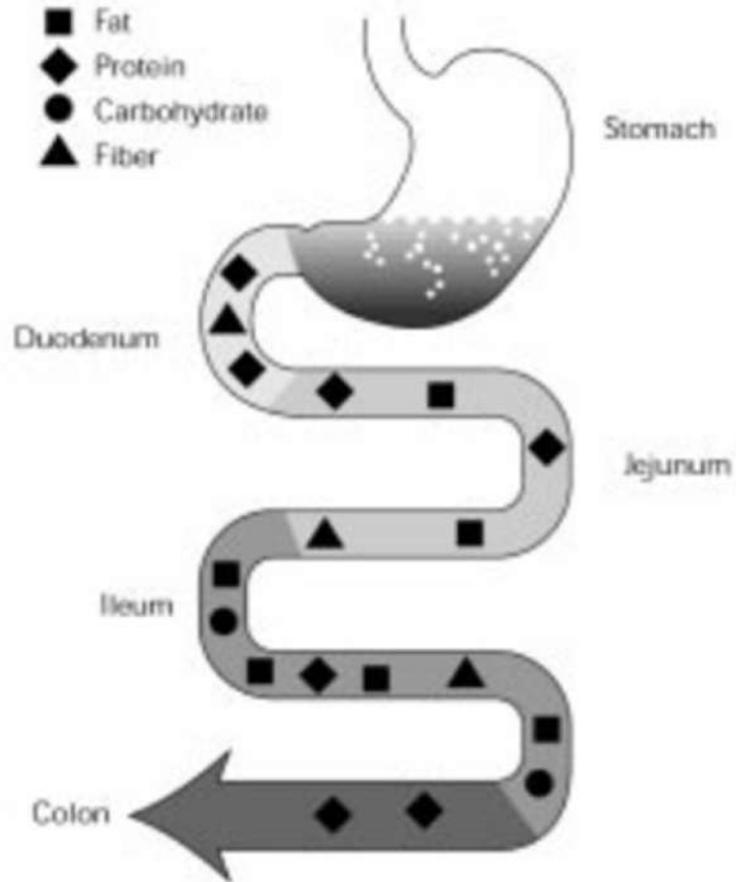
Questi riducono la mobilità dello stomaco e ne rallentano lo svuotamento, prolungando la sazietà. Allo stesso tempo, ottimizzano l'equilibrio tra digestione e assorbimento .

Questi meccanismi vengono definiti "**ilea brake**" o freno ileale della mobilità gastrica. GLP-1 e PYY inoltre **inducono sazietà** anche a livello ipotalamico.

La sintesi di GLP1 e PYY viene indotta anche dagli acidi grassi a catena corta (SCFA , Short chains fatty acids) prodotti dai batteri intestinali che fermentano la fibra.

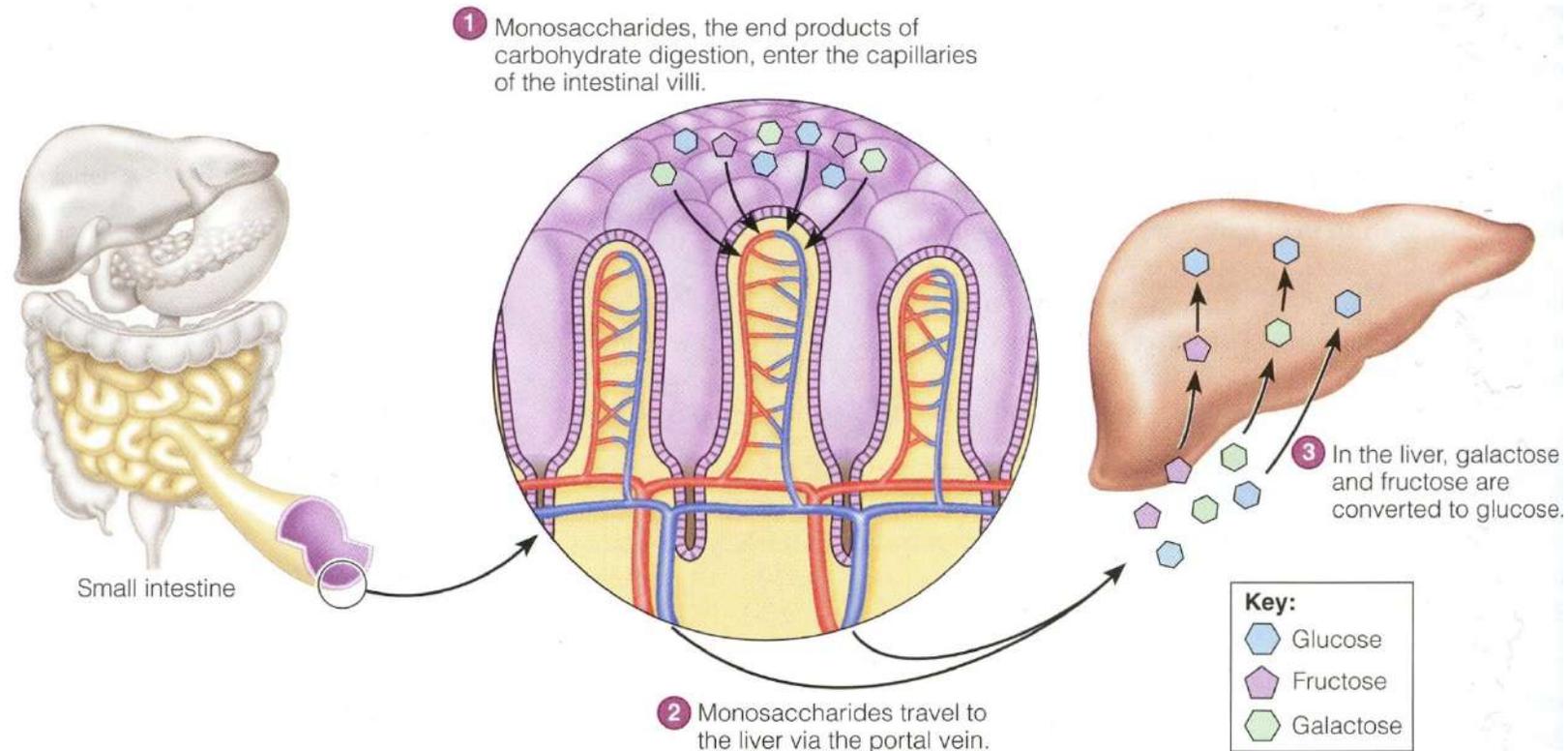


RALLENTATO ASSORBIMENTO DEL GLUCOSIO



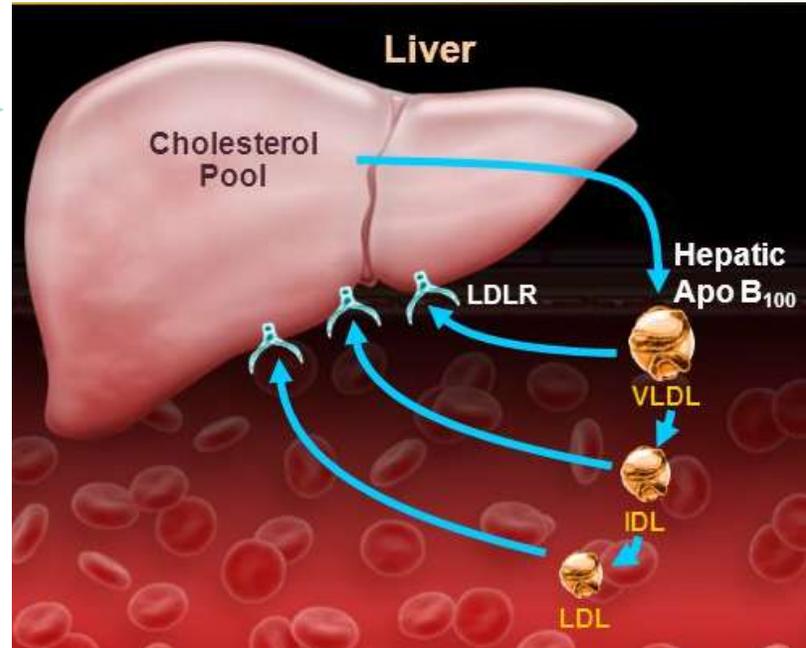
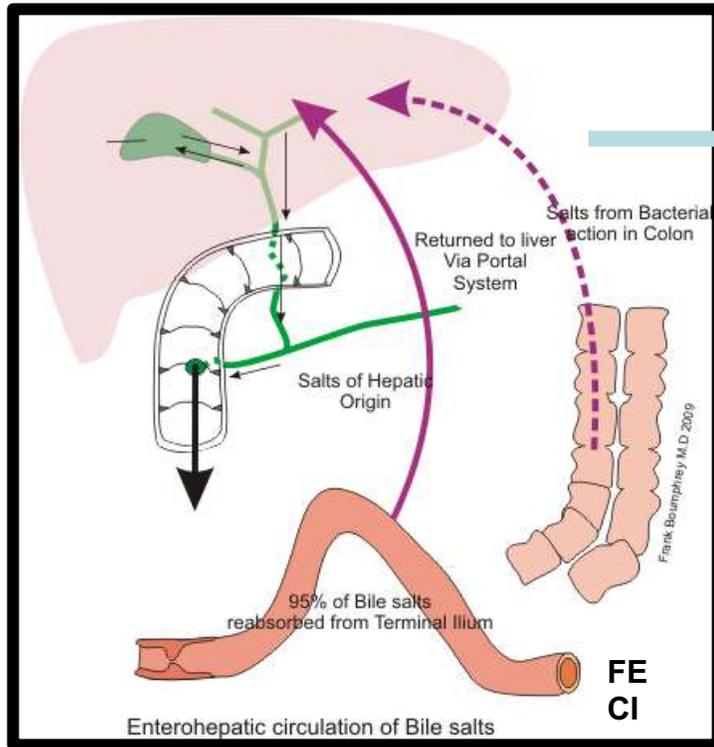
Gli stessi meccanismi descritti per la sazietà contribuiscono al rallentato assorbimento del glucosio introdotto con i pasti, con riduzione dell'indice glicemico e del picco ematico postprandiale del glucosio

RALLENTATO ASSORBIMENTO DEL GLUCOSIO



- ❖ **E' mediato da fibre solubili, viscose/formanti gel** (quali beta-glucani, psyllium, gomma di guar cruda, pectina)
- ❖ **ma non da fibre solubili, ramificate e non-viscose** (inulina, FOS frutto-oligosaccaridi o destrine del frumento)

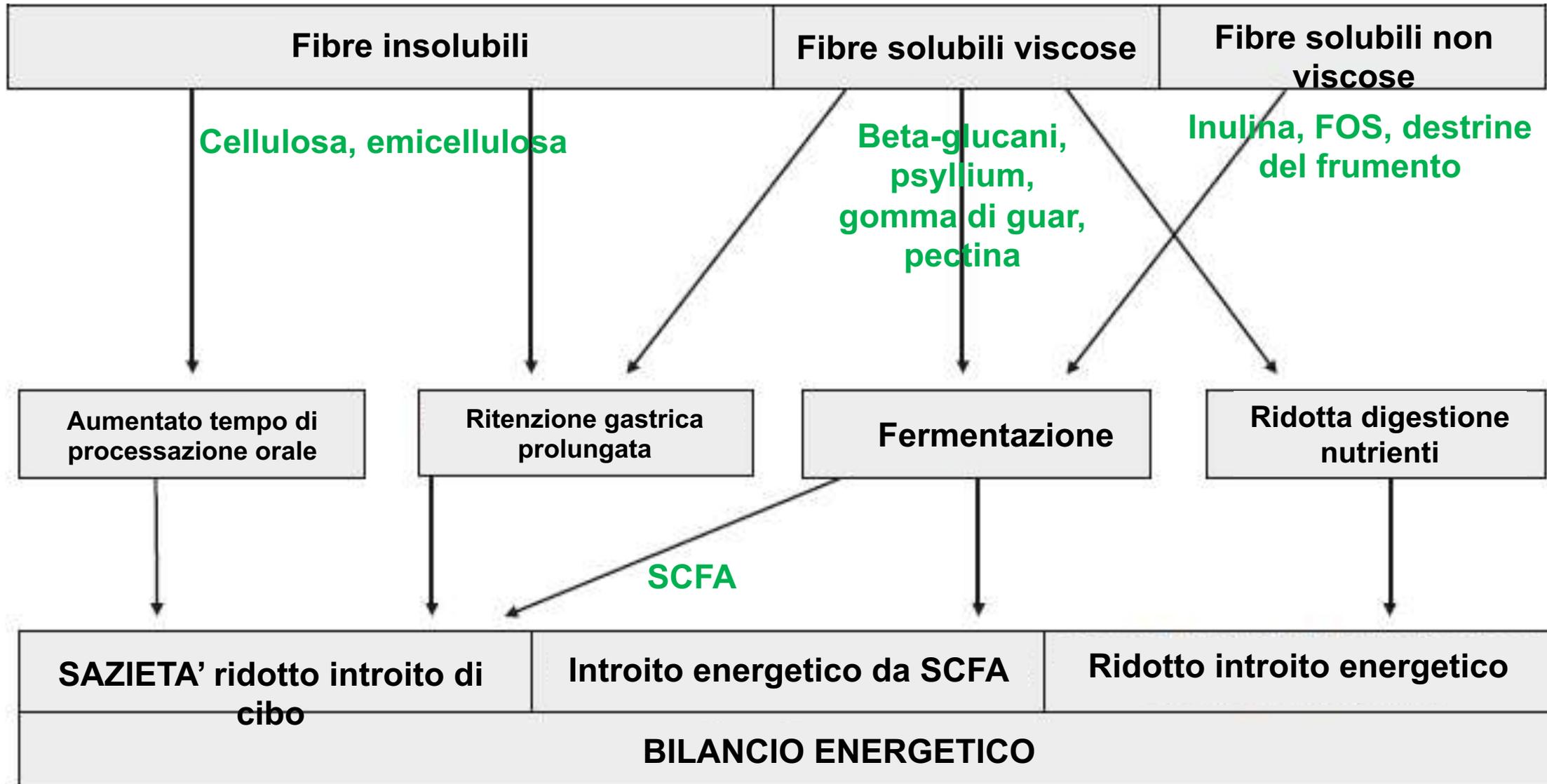
REGOLAZIONE COLESTEROLEMIA



Mediata da fibre solubili, viscose/formanti gel (b-glucani, psyllium, gomma di guar cruda) ma non da fibre solubili, ramificate e non-viscose (inulina, FOS fructooligosaccaridi o destrine del frumento)

- ❖ **Sequestro ed eliminazione con le feci di acidi biliari sintetizzati dal fegato.** La bile viene accumulata e concentrata nella cistifellea e viene poi rilasciata nell'intestino, in risposta al pasto, per **favorire digestione e assorbimento dei lipidi**. **Gli acidi biliari vengono poi riassorbiti nell'ileo terminale per ritornare al fegato** (circolazione enteroepatica che può ripetersi più volte in un pasto). La fibra formante gel diviene più concentrata lungo il tenue e nell'ileo interferisce con il riassorbimento della bile. Per ripristinare il pool depleto degli acidi biliari (sintetizzati a partire dal colesterolo) negli epatociti viene stimolata l'espressione dei recettori per l'LDL che incrementano la clearance delle LDL dalla circolazione sistemica con conseguente riduzione del colesterolo totale ed LDL.

AZIONE DELLE FIBRE SUL BILANCIO ENERGETICO



LARN, SINU 2014 per la fibra alimentare

Fibra alimentare	Preferire alimenti naturalmente ricchi in fibra alimentare quali cereali integrali, legumi, frutta e verdura. Negli adulti, consumare almeno 25 g/die di fibra alimentare anche in caso di apporti energetici <2000 kcal/die.
-------------------------	---

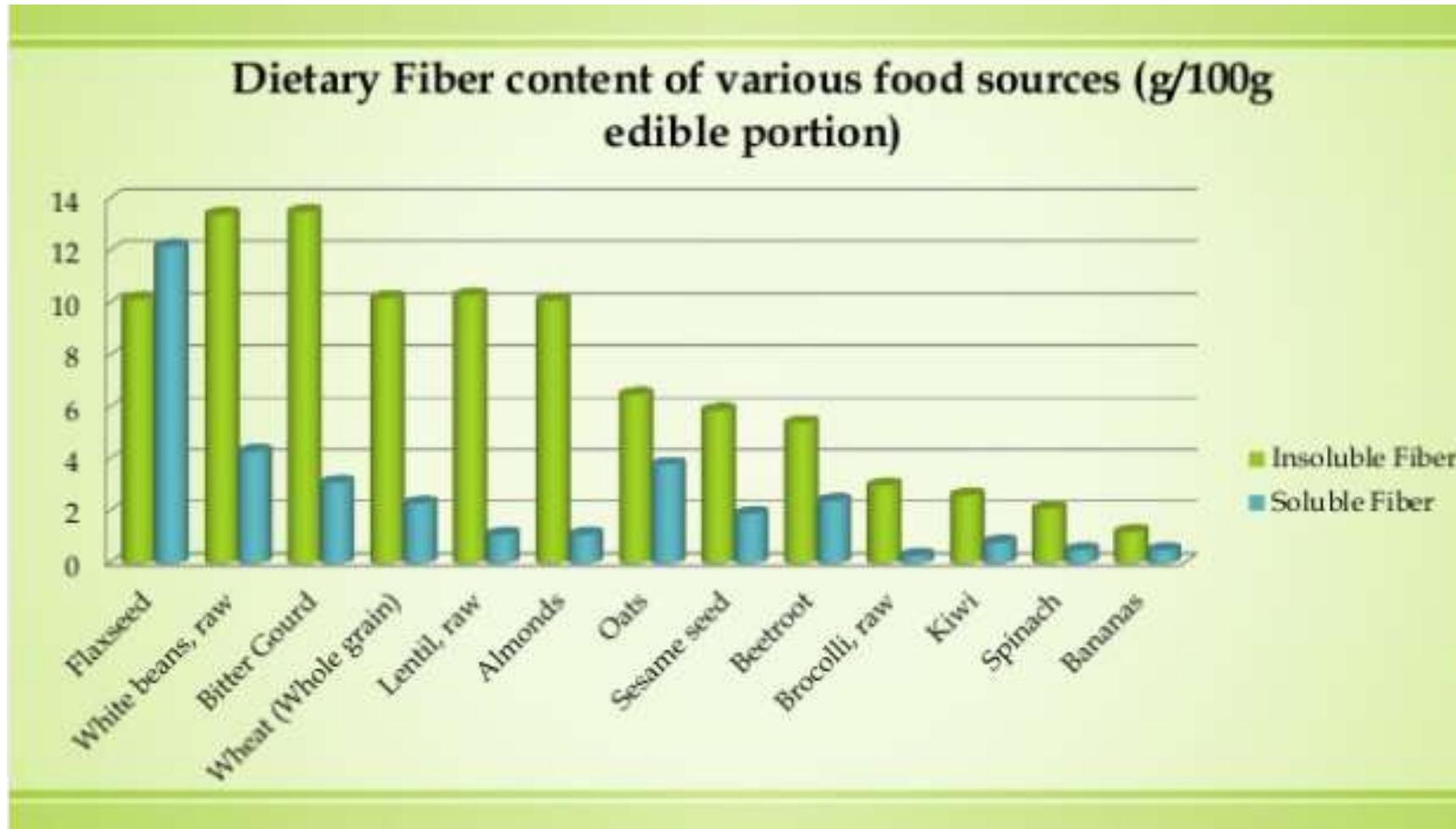
Età evolutiva: 8,4 g/1000 kcal (2 g/MJ)	Adulti: 12,6-16,7 g/1000 kcal (3-4 g/MJ)
---	---

Con un'alimentazione a più basso apporto energetico può aumentare il rischio di un introito inadeguato di fibre.

Classificazione dei tipi di fibre

Proprietà metaboliche	Classificazione	Buona fonte
Solubilità	<p>Solubili: Beta-glucani, gomma di guar, destrine del grano, pectina, Inulina</p> <p>Insolubili: Cellulosa, lignina, alcune pectine, alcune emicellulos.</p>	<p>Avena, orzo, carote, arance/ mandarini, mele, fagioli e fave.</p> <p>frumento integrale intero, crusca di frumento, nuts, vegetali a foglia verde.</p>
Fermentabilità	<p>Fermentabili: crusca di grano, pectina, beta-glucani, gomma di guar, fruttosio (inulina), amido "resistente".</p> <p>Non fermentabili: Cellulosa, lignina</p>	<p>Frutta, vegetali, radice di cicoria, topinambur, cipolla, cereali</p> <p>Frumento integrale e crusca, radici vegetali, cavolo, semi, nuts.</p>
Viscosità	<p>Viscosi: Pectina, beta-glucani, gomma di guar,</p> <p>Non viscosi: Polidestrine, inulina</p>	<p>Sorbitolo, radici di cicoria,</p> <p>Sorbitolo, radici di cicoria, prodotti specifici in commercio.</p>

CONTENUTO DI FIBRE NEGLI ALIMENTI



I diversi cibi contengono generalmente una combinazione di fibre solubili e insolubili in proporzione variabile

SORGENTI DI FIBRA ALIMENTARE

Dove trovarle

Alcune delle principali fonti di fibra
(valori per etto di alimento crudo, al netto degli scarti)

D'ARCO

■ Cereali e derivati



	Grammi
▶ Orzo perlato	9,2
▶ Fiocchi d'avena	8,3
▶ Pane integrale	6,5
▶ Pasta integrale	6,4
▶ Biscotti integrali	6

■ Legumi



	Grammi
▶ Fagioli borlotti secchi	17,3
▶ Lenticchie secche	13,8
▶ Ceci secchi	13,6
▶ Piselli freschi	6,3

Fonte: **Tabelle INRAN**

■ Verdure



	Grammi
▶ Carciofi	5,5
▶ Radicchio rosso	3
▶ Porri	2,9
▶ Melanzane	2,6
▶ Finocchi	2,2

■ Frutta



	Grammi
▶ Fichi secchi	13
▶ Lamponi	7,4
▶ Pere (senza buccia)	3,8
▶ Mele con buccia	2,6
▶ Kiwi	2,2

IN CONCLUSIONE LA FIBRA

❖NON VIENE DIGERITA NEL TENUE

ma viene fermentata nell'intestino crasso

❖**Regola** i movimenti di stomaco e intestino modulando l'efficienza della digestione e dell'assorbimento delle sostanze nutritive, dopo i pasti

❖**Riduce** l'assorbimento di colesterolo e zuccheri

❖**Aumenta** la sazietà sia per azione diretta che indiretta via microbiota

❖**Favorisce** la regolarità dell'alvo

❖ «**Nutre**» il microbiota e ne regola la composizione^e

