

# 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

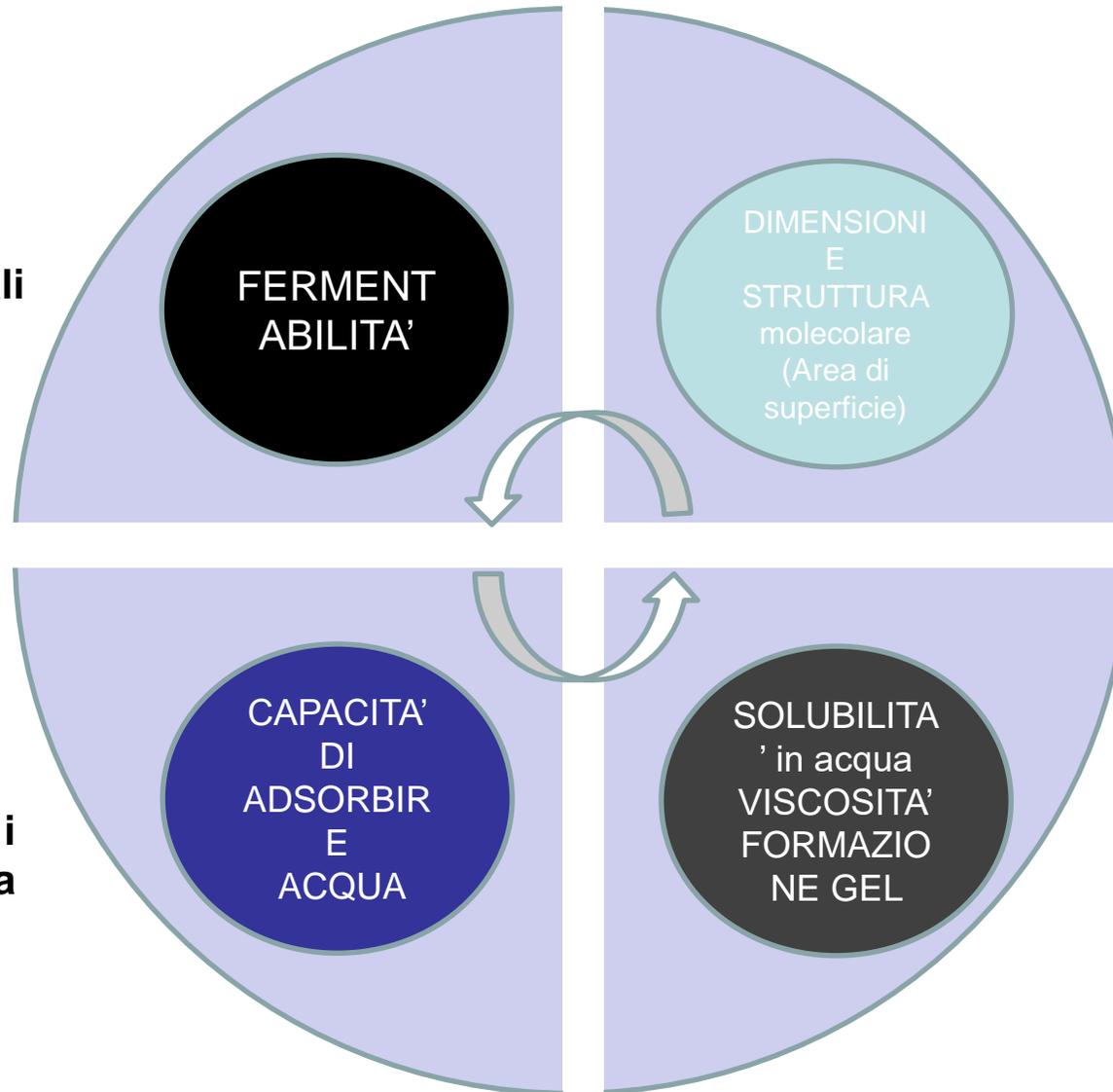
## RESISTANT STARCH

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**

# 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

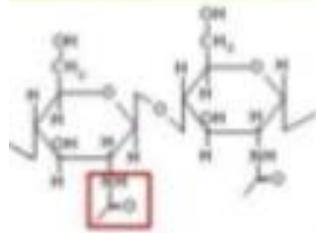
- Consist of isolated, non digestible carbohydrates that have beneficial physiological effects on humans
- May be non digestible carbohydrates that have been isolated or extracted from a plant or an animal source, or may be manufactured / synthesized



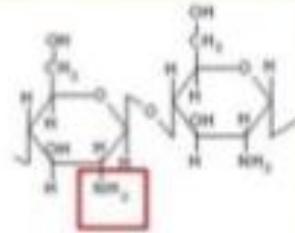
**PSYLLIUM:** Viscous mucilage isolated from the husks of psyllium seeds

**FOS:** Short synthetic fructose chains terminating with glucose units

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



Chitin



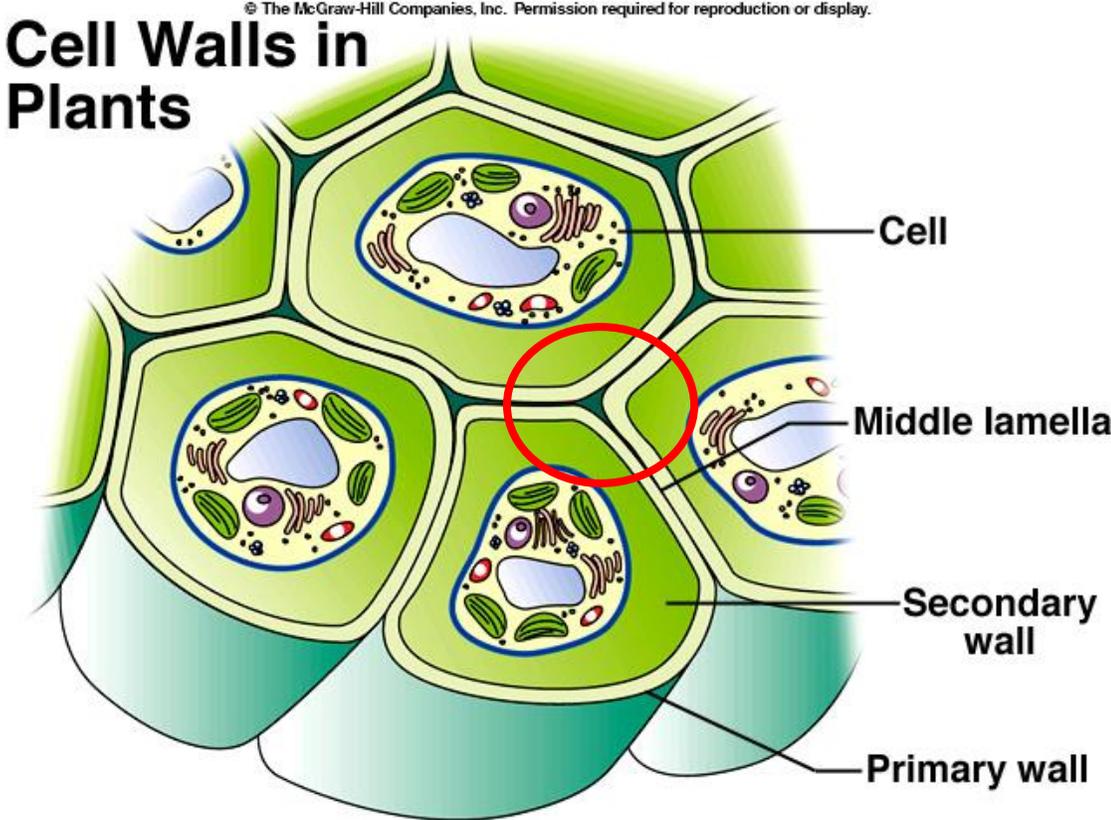
Chitosan

**CHITIN:** Non digestible carb extracted from exoskeleton of crustaceans, long polymer of acetylated glucosamine units linked by  $\beta$  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 DELLE FIBRE NEI VEGETALI



# LOCALIZZAZIONE FIBRE VEGETALI

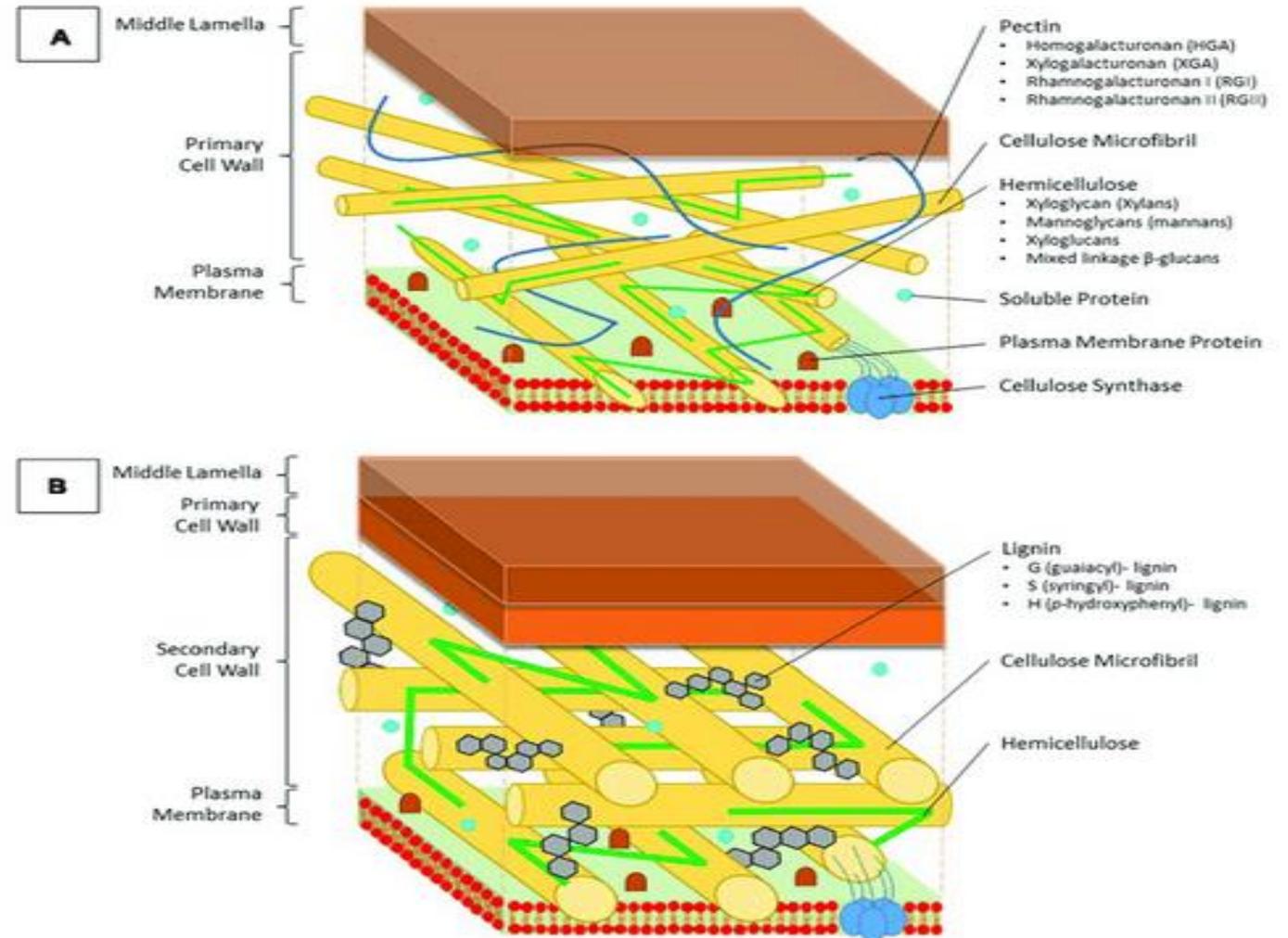
## Parete cellulare primaria:

fibrille di cellulosa, emicellulosa, pectina e proteine

**Emicellulosa:** xiloglicani (xilani), mannoglicani (mannani), xiloglucani e  $\beta$ -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



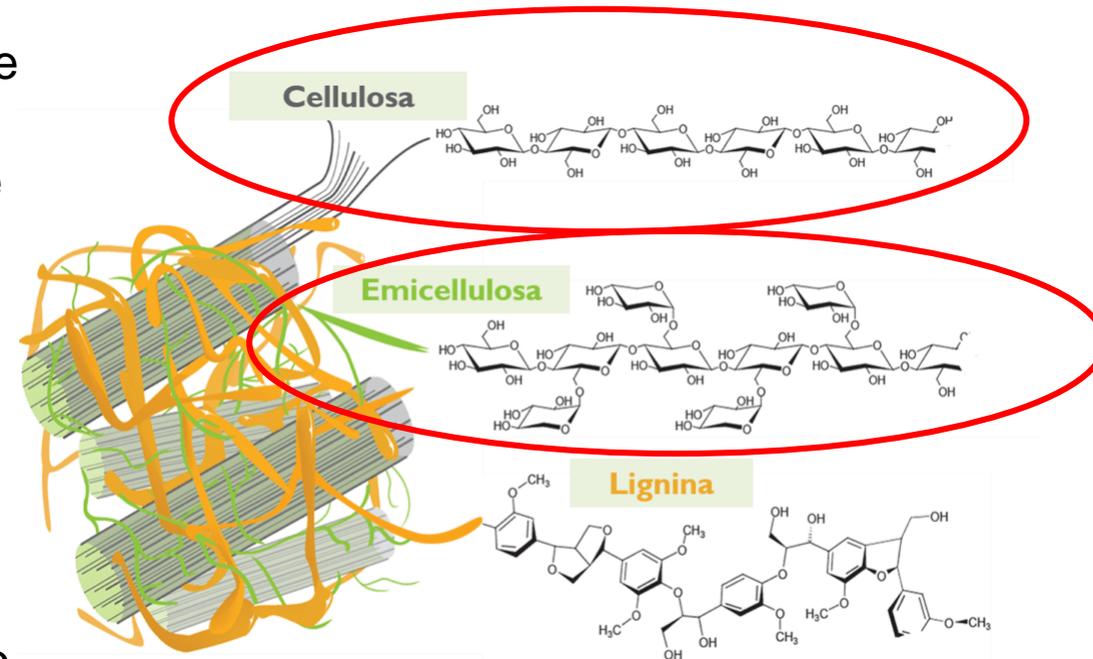
# FIBRE INSOLUBILI- ALTO PESO MOLECOLARE

## 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  $\beta$ - 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

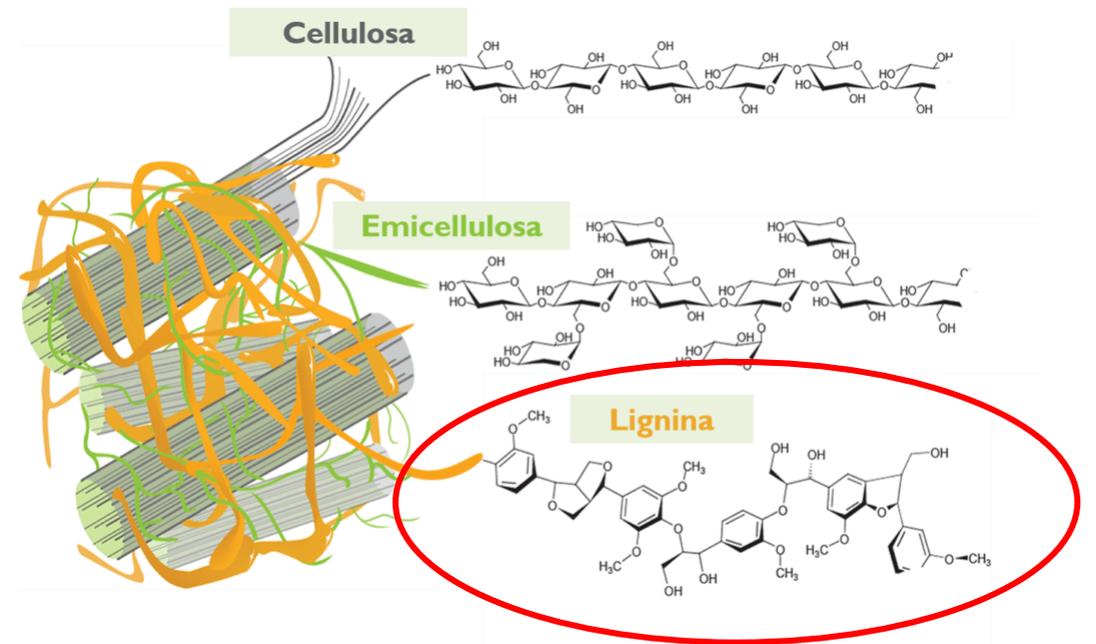
- Fibra **alimentare**. insolubili in acqua (...ma anche solubili)
- **Gruppo eterogeneo di polisaccaridi** associati alla cellulosa nella cell wall delle cellule vegetali
- Formata da **unità di glucosio unite da legame 1, 4  $\beta$ -glicosidico**, spesso ramificate, contiene vari zuccheri (xylosio, 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



# VISCOSITÀ E CAPACITÀ DI FORMARE GEL

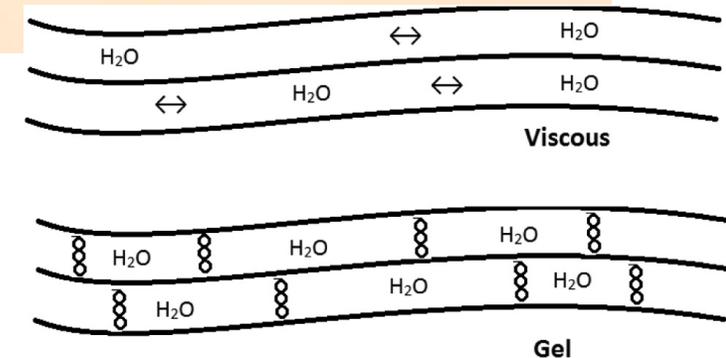
## ❖ FIBRE SOLUBILI **VISCOSE**

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.



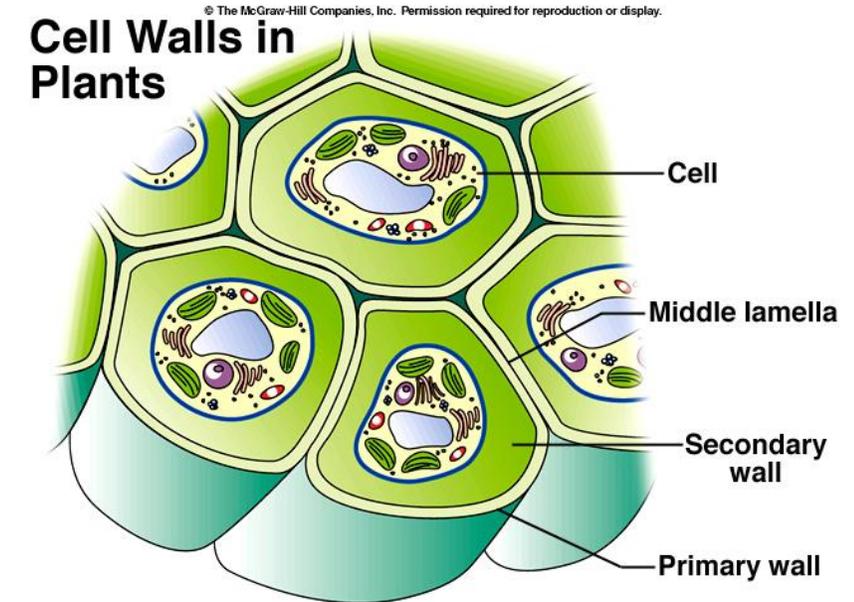
# FIBRE SOLUBILI AD **ALTO PESO MOLECOLARE**

## Beta-GLUCANI (componenti dell'emicellulosa)

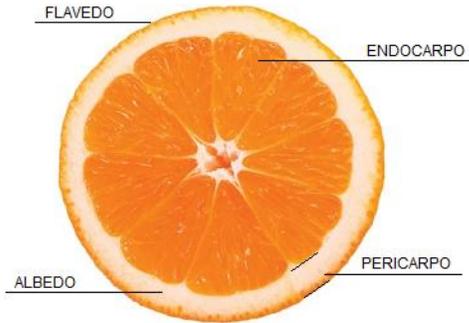
- **Fibra alimentare e funzionale**
- **Polisaccaridi lineari** costituiti da molecole di glucosio unite da legami glicosidici  $\beta(1-3)$  e  $\beta(1-4)$  glucosidici
- Idrosolubile, viscosa, gel forming, altamente fermentabile
- **Sorgenti:** cereali integrali di avena (3–7 %) , orzo (5–11 %) , 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

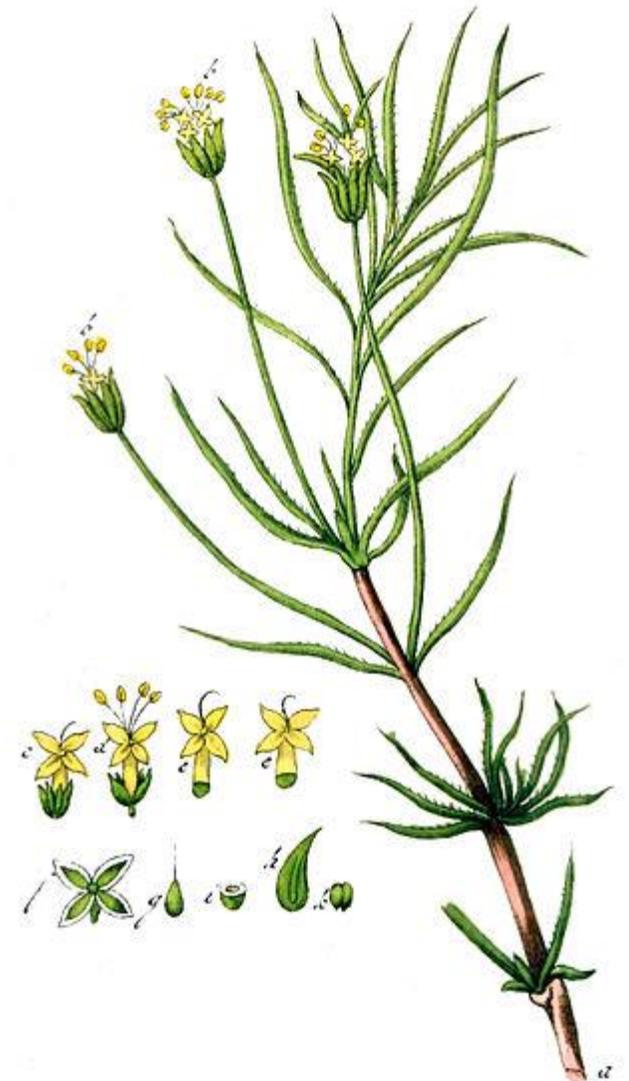
## MUCILLAGINI

- **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.

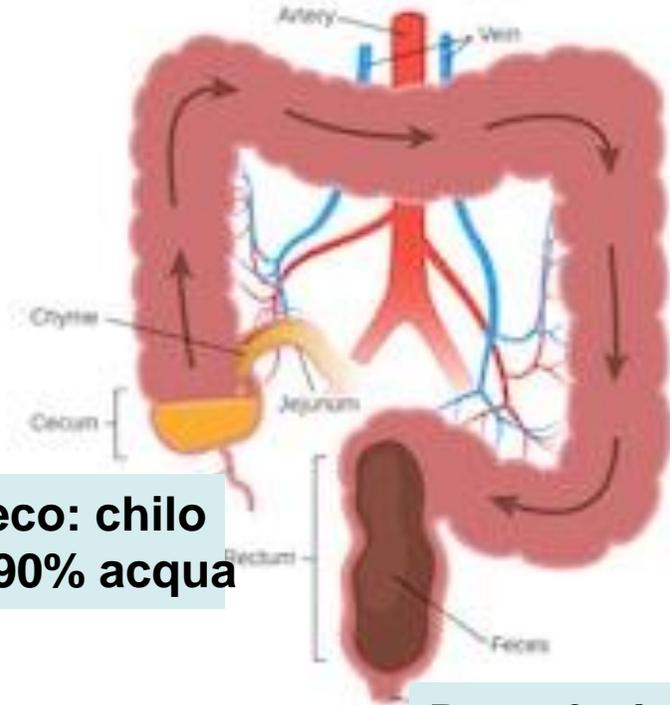


**PLANTAGO AFRA**

# 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)



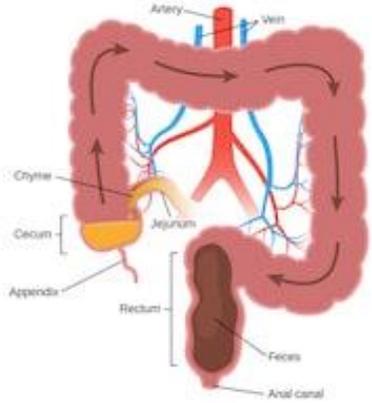
**Cieco: chilo  
= 90% acqua**

**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

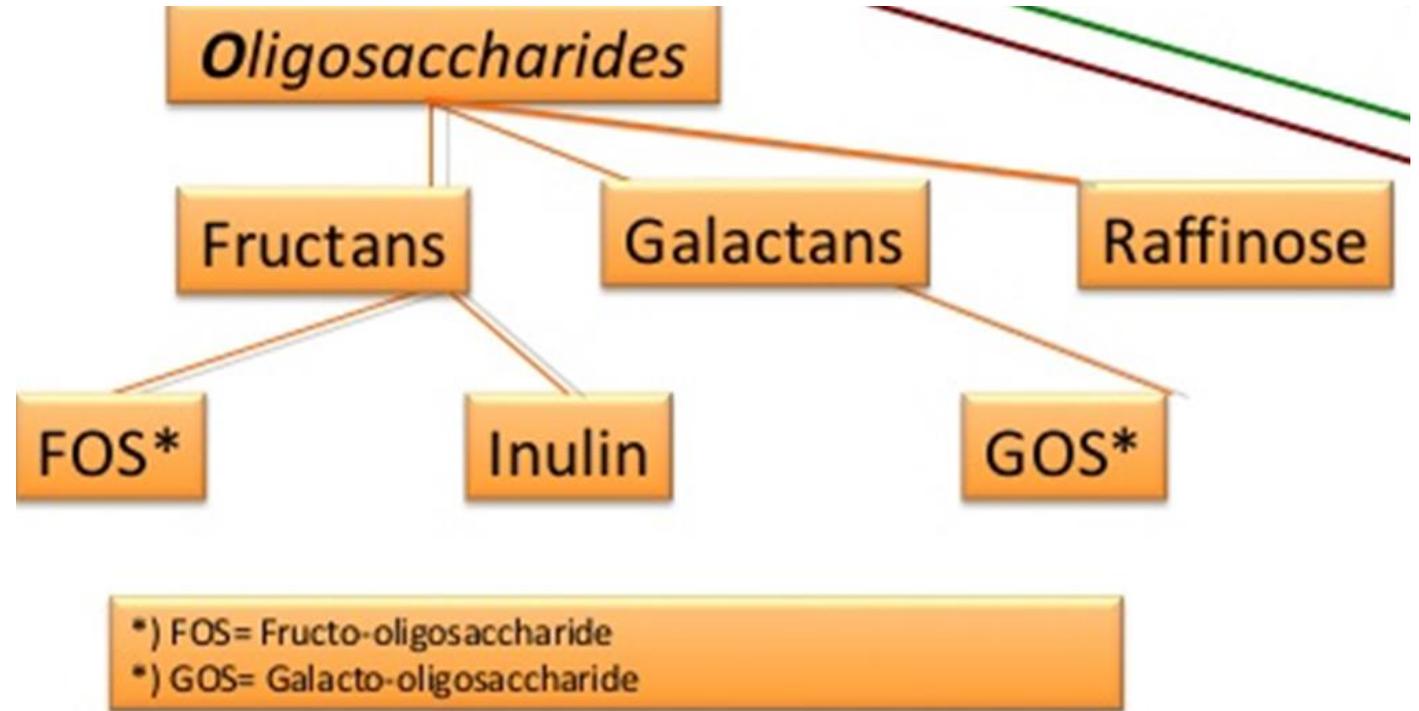


Okra

# FIBRE SOLUBILI A BASSO PESO MOLECOLARE

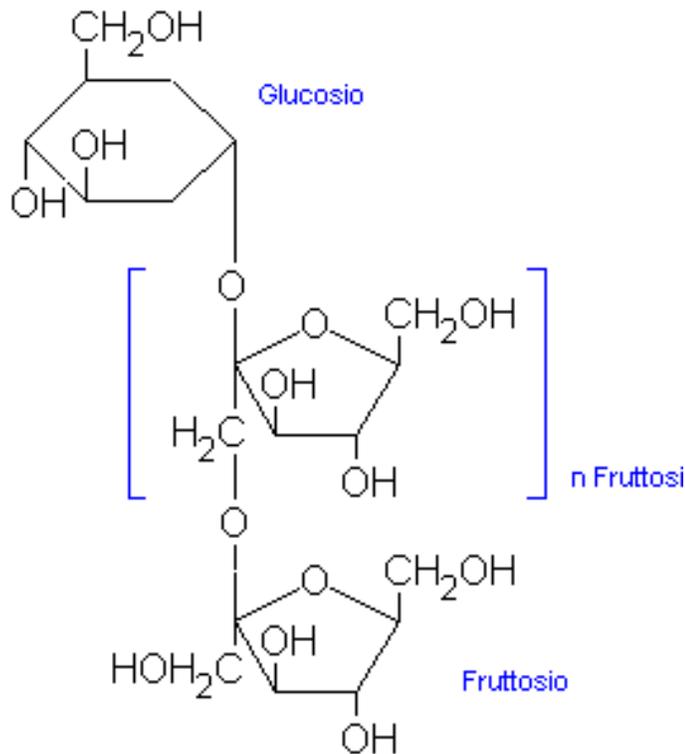
## Low molar weight dietary fibre (LMWDF)

**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)

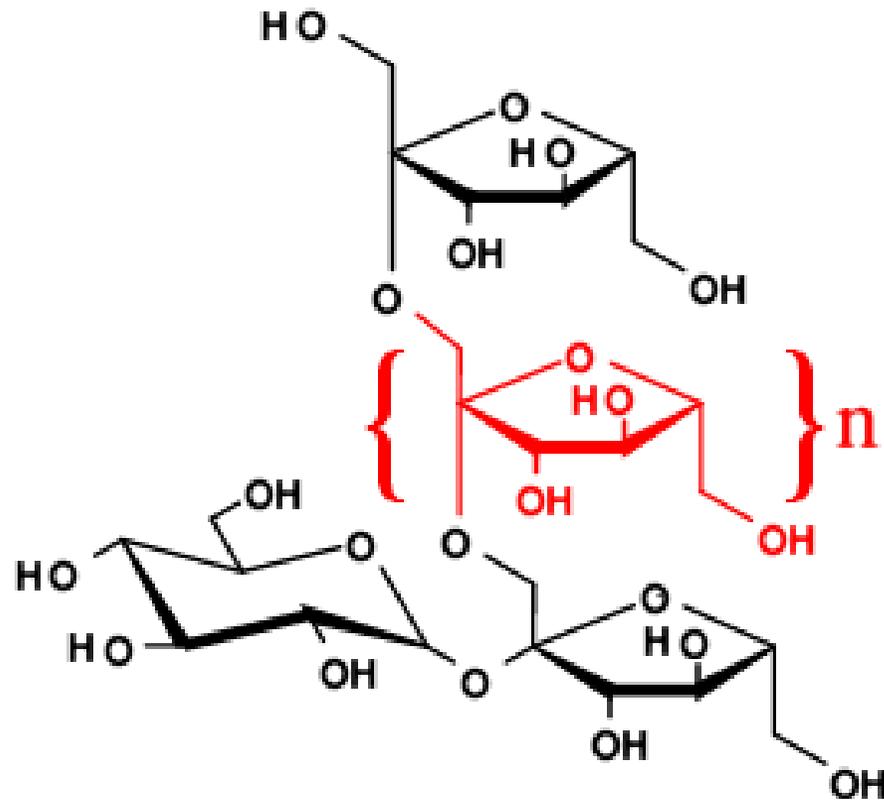


❖ **FOS (Fructoligosaccaridi)** sono carboidrati a catena corta formati dalla ripetizione di unità di fruttosio (in genere da 3 a 10) unite da legami  $\beta$ -glicosidici e da una molecola di glucosio terminale. Presentano struttura ramificata. **Modicamente solubili in acqua, altamente fermentabili.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

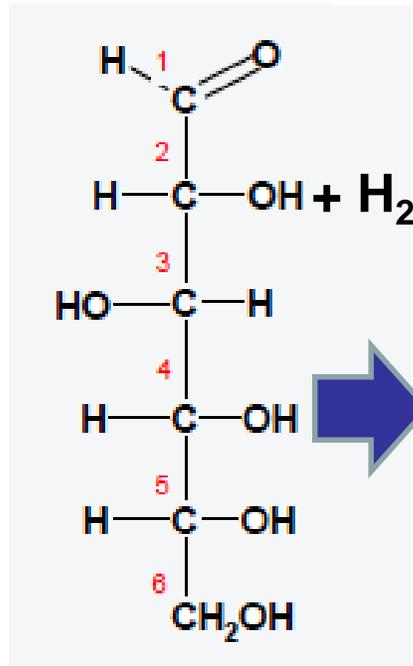
Food	Fructooligosaccharide (FOS) (g/100g)	Inulin (g/100g)	FOS+Inulin, g/100g
Chicory Root	22.9	41.6	64.5
Jerusalem Artichoke	13.5	18	31.5
Dandelion greens (raw)	10.8	13.5	24.3
Dandelion greens (cooked)	7.3	9.1	16.4
Garlic (raw)	5	12.5	17.5
Leeks (raw)	5.2	6.5	11.7
Onion (raw)	4.3	4.3	8.6
Onion (cooked)	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).

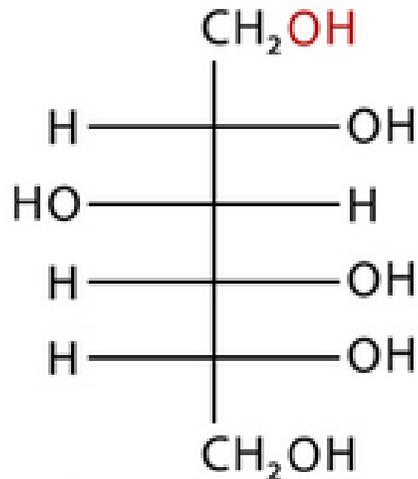
# POLIOLI

**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 ossidrilico (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**

## RS2

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

## RS3

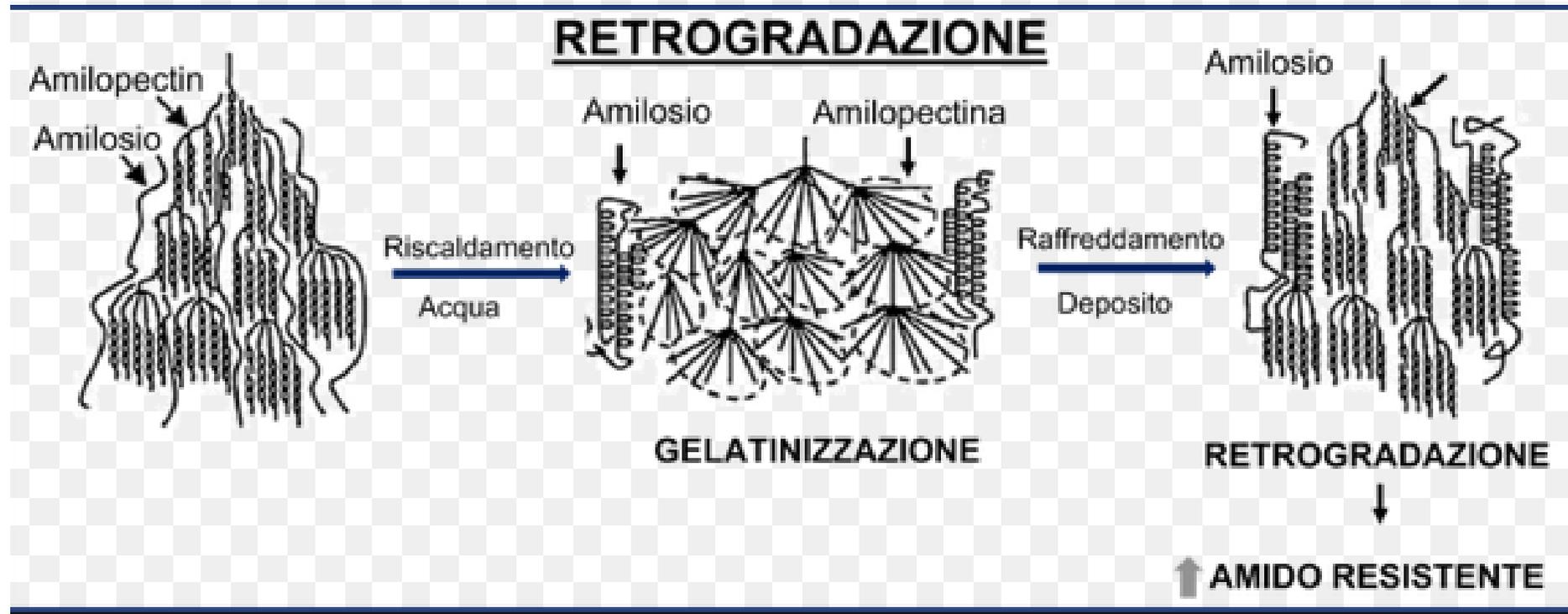
**Amido retrogradato** per retrogradazione successiva alla fase di gelatinizzazione dell'amido sottoposto a calore (durante la cottura dei cibi) con ritorno alla forma cristallina, ad esempio patate, pasta, riso cotti e poi consumati freddi



## 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.

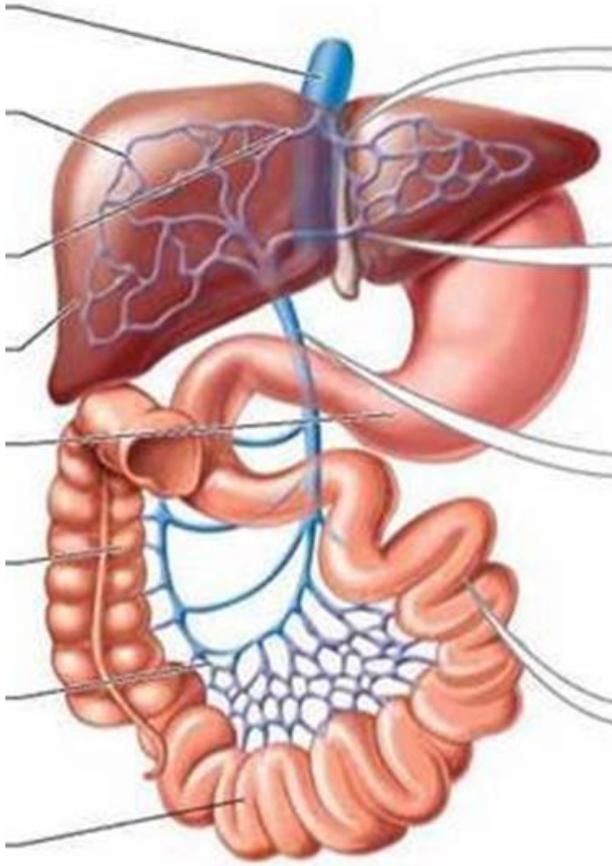
I sottoprodotti di questo processo di fermentazione nell'intestino sono acidi grassi a catena corta che aiutano a ridurre l'infiammazione, migliorare la funzione immunitaria, normalizzare la pressione sanguigna e ridurre il rischio di malattie cardiache e infarto.

# CONTENUTO DI AMIDO RESISTENTE

## per porzione di diversi alimenti

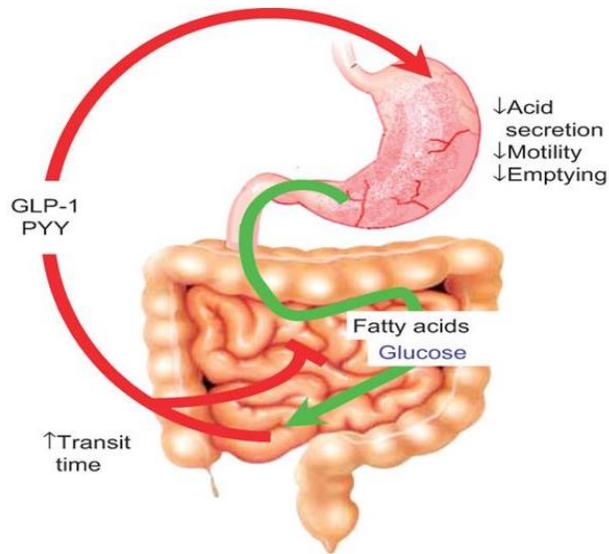
Food	Serving size	Resistant starch (grams)
Banana flour, <sup>[37]</sup> from green bananas	1/4 cup, uncooked	10.5-13.2
Banana, raw, slightly green	1 medium, peeled	4.7
High amylose RS2 corn resistant starch	1 tablespoon (9.5 g)	4.5
Oats, rolled	1/4 cup, uncooked	4.4
Green peas, frozen	1 cup, cooked	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 della fibra mediate dal microbiota)

# EFFETTI DELLA FIBRA SULLA SAZIETA'



## 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

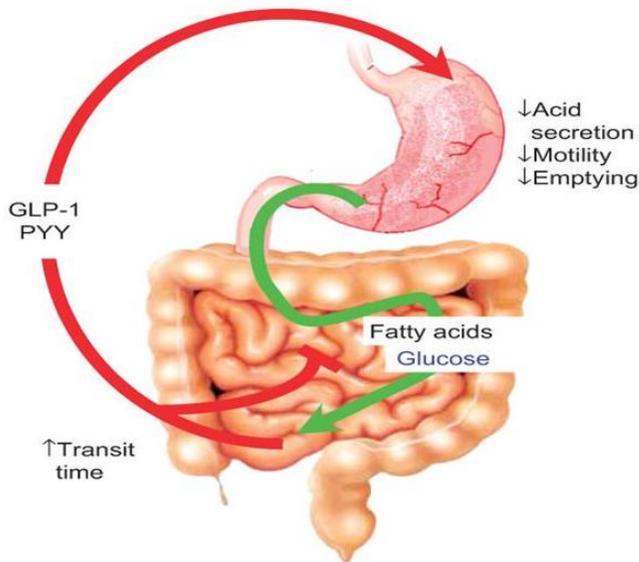
❖ **Volume gastrico e tempo di ritenzione del cibo/chimo nel tubo digerente.** L'ingestione del cibo causa **distensione gastrica** con invio, tramite il nervo vago, di segnali di sazietà al sistema nervoso centrale. La durata della distensione viene influenzata dalla velocità di svuotamento gastrico. 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).**

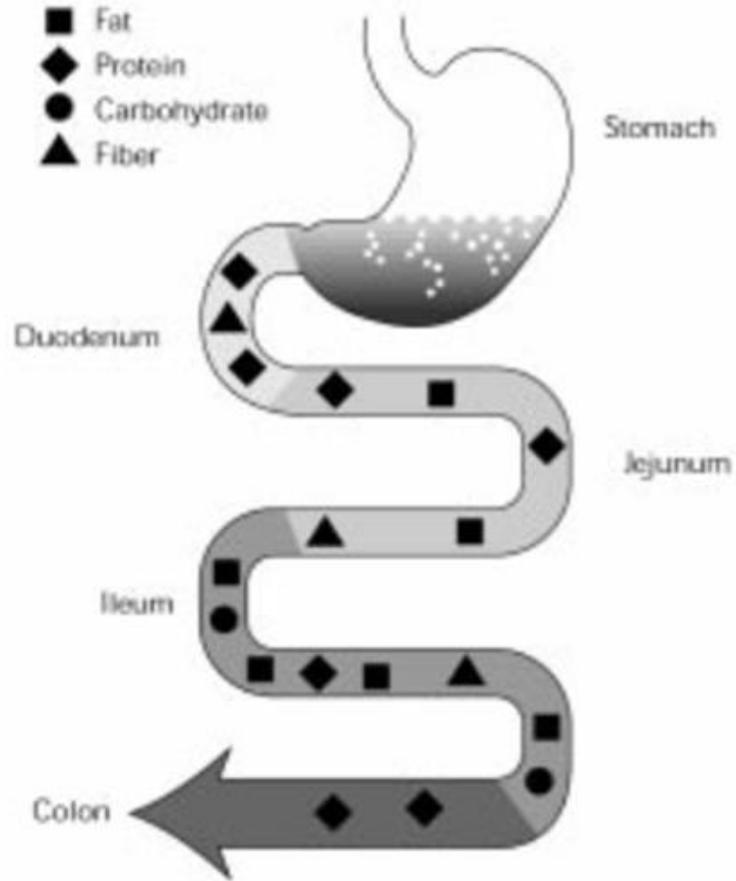
Questi riducono la mobilità dello stomaco e ne rallentano lo svuotamento, prolungando la sazietà. Allo stesso tempo, ottimizzano l'equilibrio tra digestione e assorbimento .

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.**

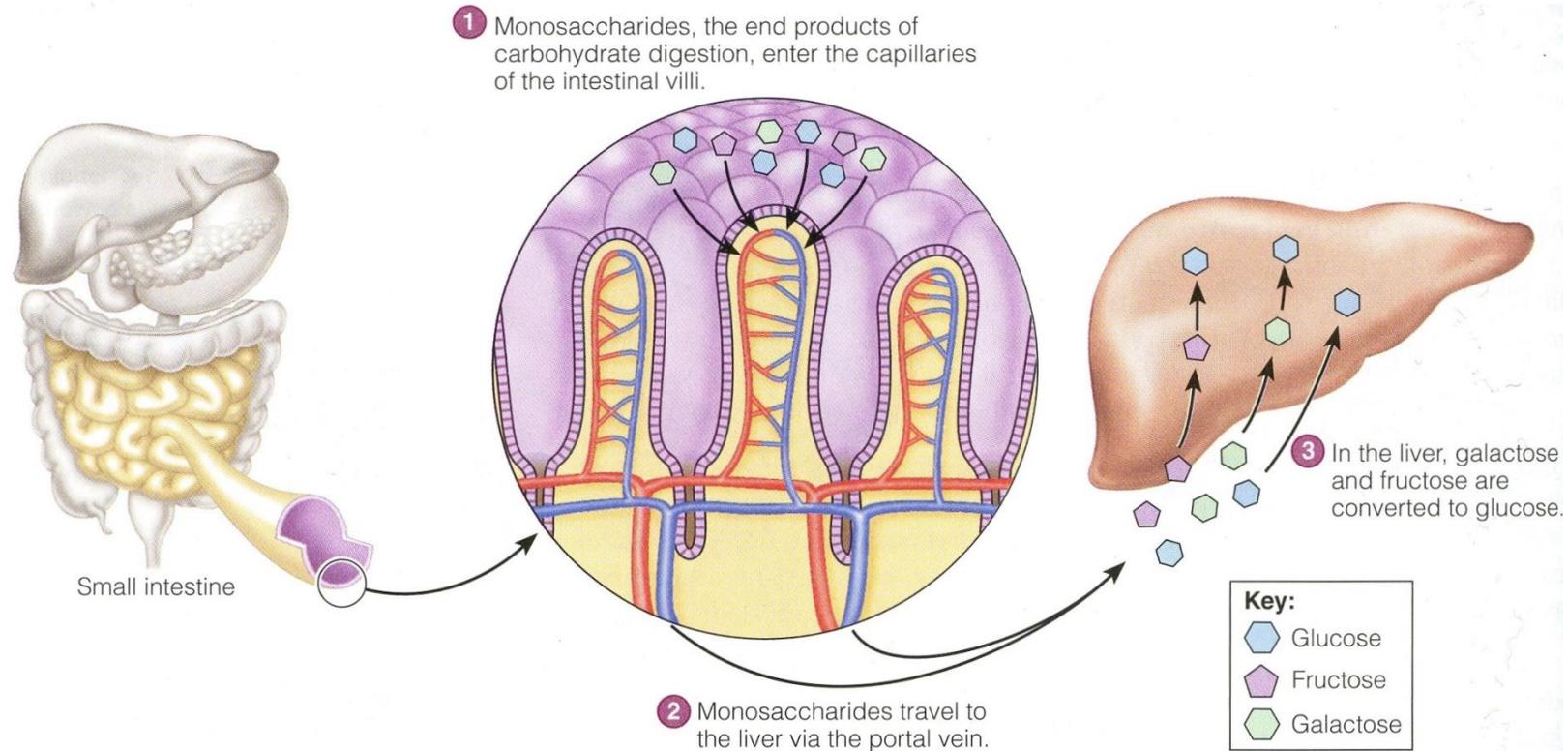


# RALLENTATO ASSORBIMENTO DEL GLUCOSIO



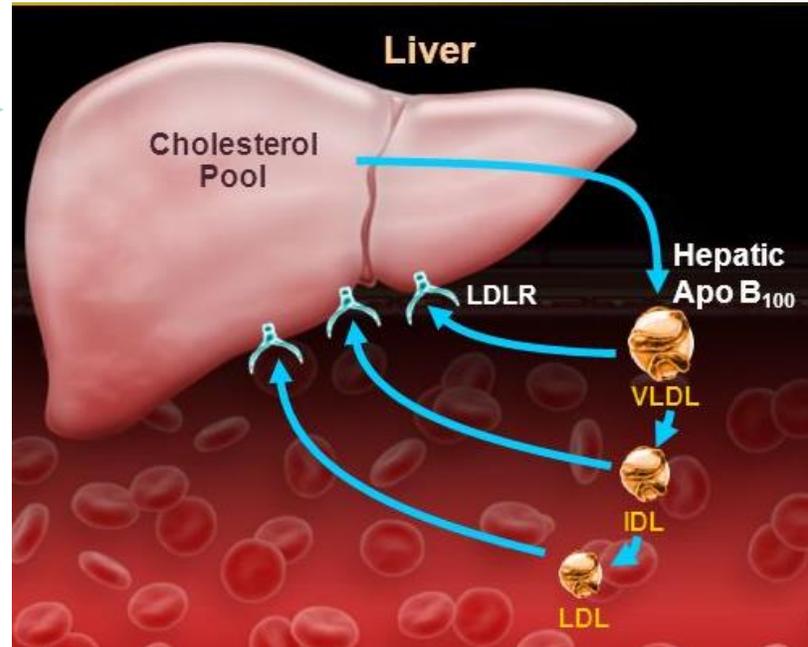
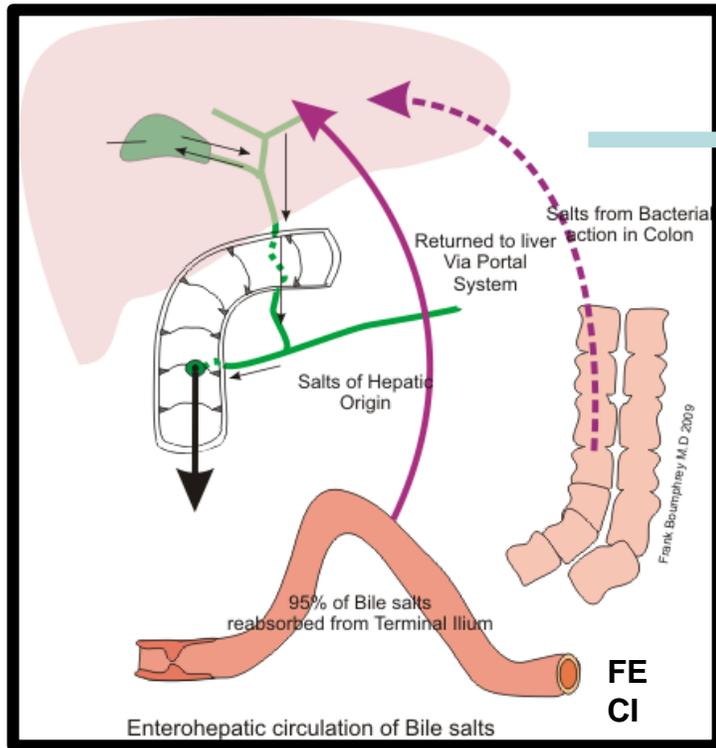
Gli stessi meccanismi descritti per la sazietà contribuiscono al rallentato assorbimento del glucosio introdotto con i pasti, con riduzione dell'indice glicemico e del picco ematico postprandiale del glucosio

# 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)

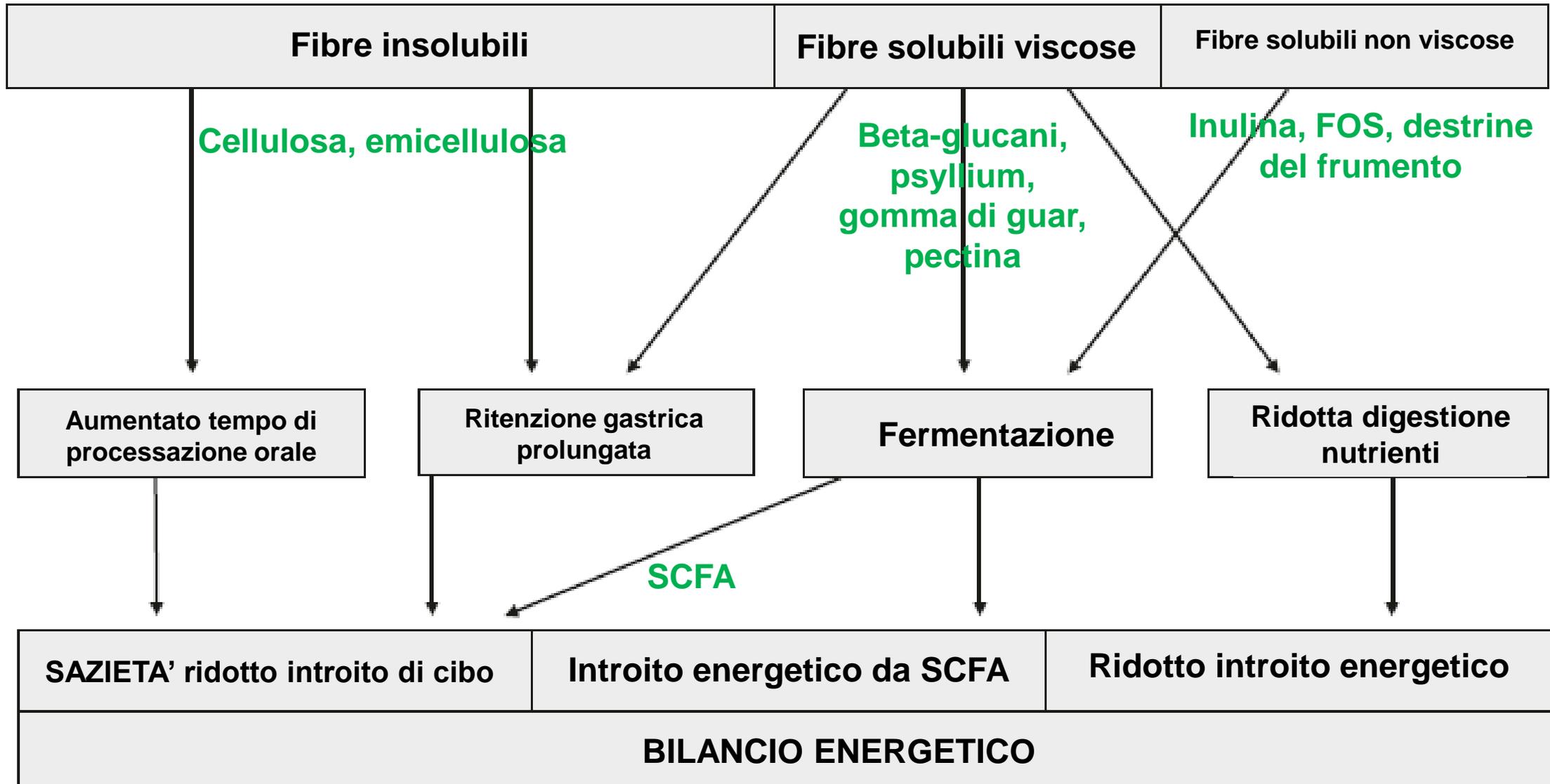
# REGOLAZIONE COLESTEROLEMIA



**Mediata da fibre solubili, viscosi/formanti gel (b-glucani, psyllium, gomma di guar cruda) ma non da fibre solubili, ramificate e non-viscosi (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

<b>Fibra alimentare</b>	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.
-------------------------	---

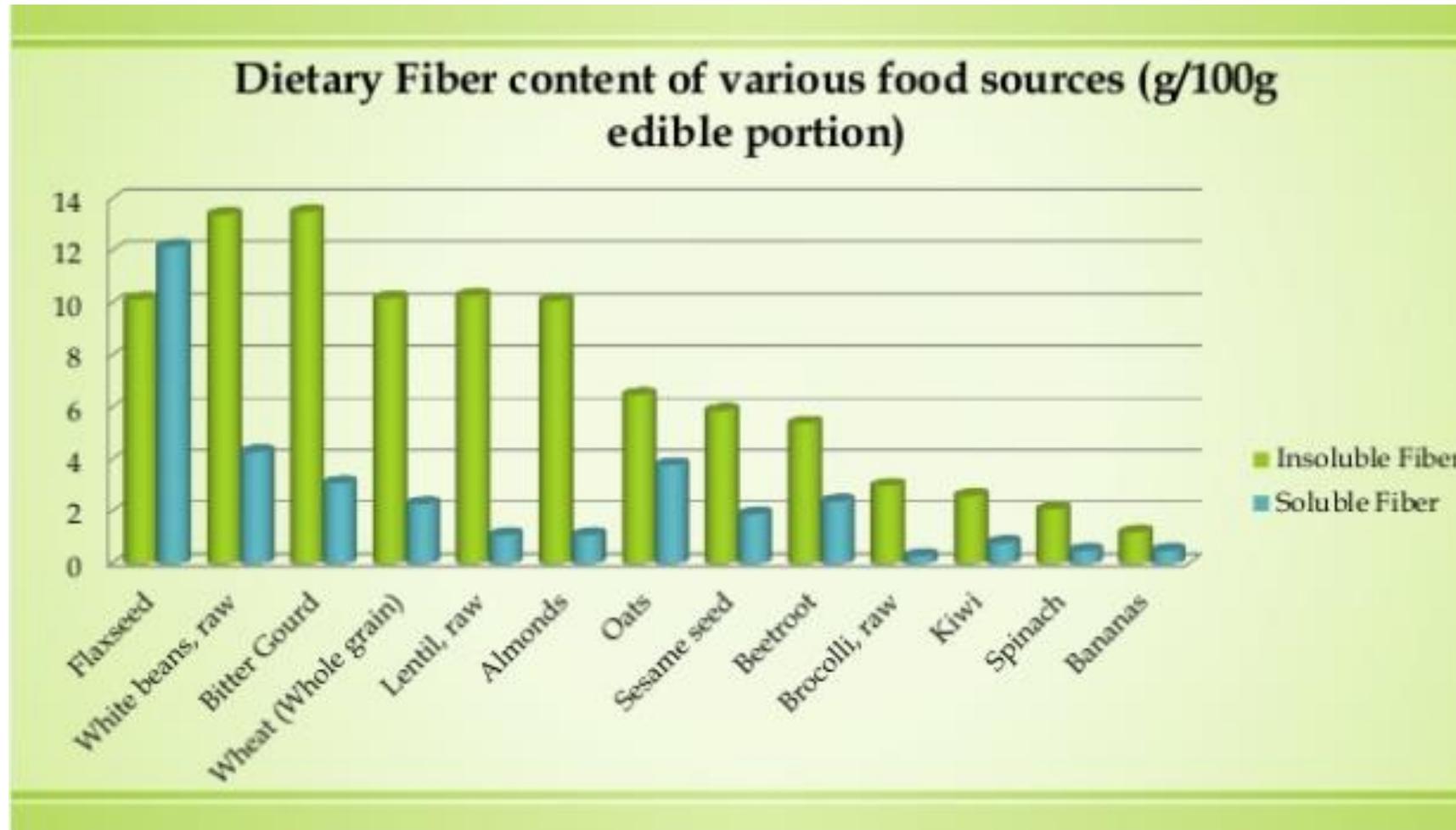
Età evolutiva: 8,4 g/1000 kcal (2 g/MJ)	Adulti: 12,6-16,7 g/1000 kcal (3-4 g/MJ)
---	---

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
<b>Solubilità</b>	<p><b>Solubili:</b> Beta-glucani, gomma di guar, destrine del grano, pectina, Inulina</p> <p><b>Insolubili:</b> 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>
<b>Fermentabilità</b>	<p><b>Fermentabili:</b> crusca di grano, pectina, beta-glucani, gomma di guar, fruttosio (inulina), amido "resistente".</p> <p><b>Non fermentabili:</b> Cellulosa, lignina</p>	<p>Frutta, vegetali, radice di cicoria, topinambur, cipolla, cereali</p> <p>Frumento integrale e crusca, radici vegetali, cavolo, semi, nuts.</p>
<b>Viscosità</b>	<p><b>Viscosi:</b> Pectina, beta-glucani, gomma di guar,</p> <p><b>Non viscosi:</b> 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	<b>9,2</b>
▶ Fiocchi d'avena	<b>8,3</b>
▶ Pane integrale	<b>6,5</b>
▶ Pasta integrale	<b>6,4</b>
▶ Biscotti integrali	<b>6</b>

### ■ Legumi



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

Fonte: **Tabelle INRAN**

### ■ Verdure



	Grammi
▶ Carciofi	<b>5,5</b>
▶ Radicchio rosso	<b>3</b>
▶ Porri	<b>2,9</b>
▶ Melanzane	<b>2,6</b>
▶ Finocchi	<b>2,2</b>

### ■ Frutta



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

# IN CONCLUSIONE LA FIBRA

## ❖NON VIENE DIGERITA NEL TENUE

ma viene fermentata nell'intestino crasso

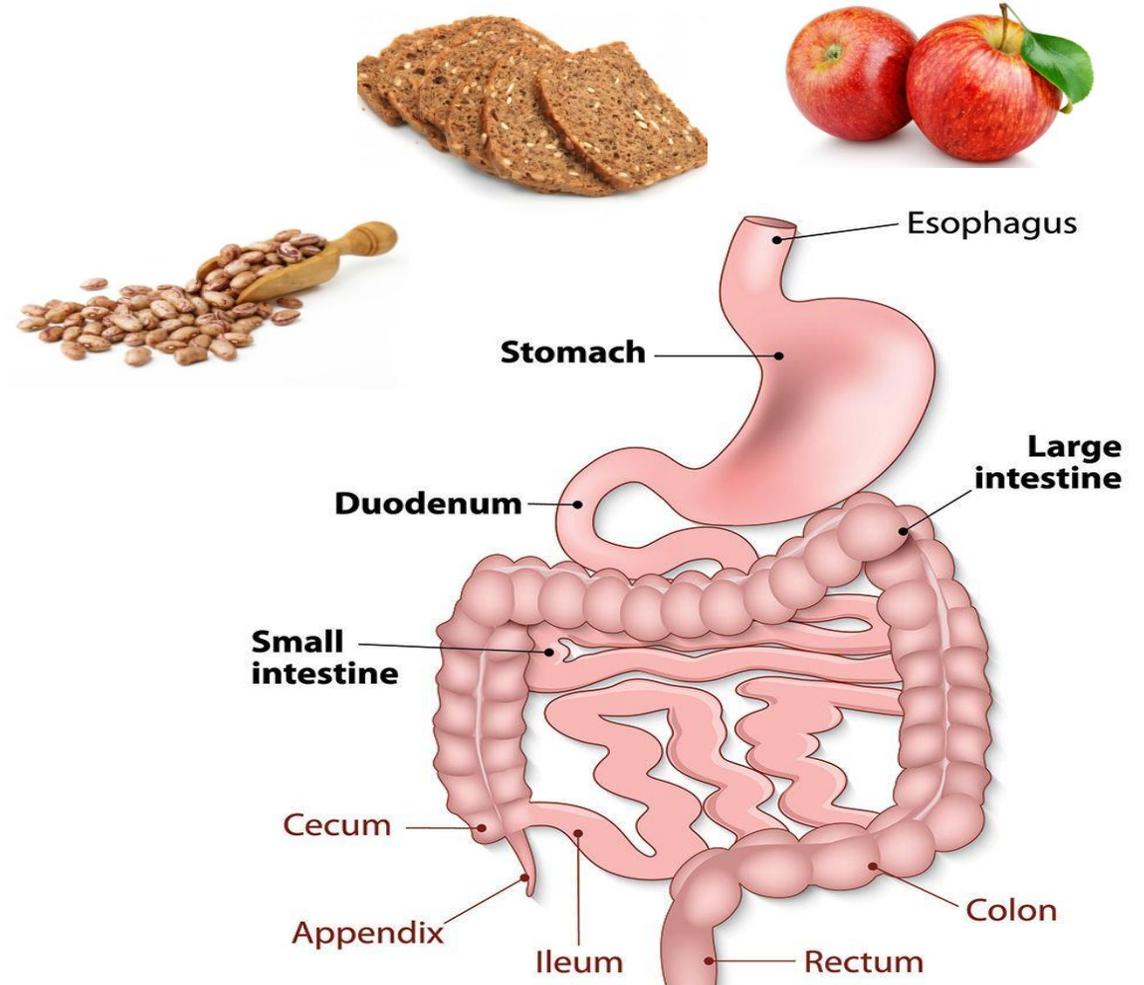
❖**Regola** i movimenti di stomaco e intestino modulando l'efficienza della digestione e dell'assorbimento delle sostanze nutritive, dopo i pasti

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

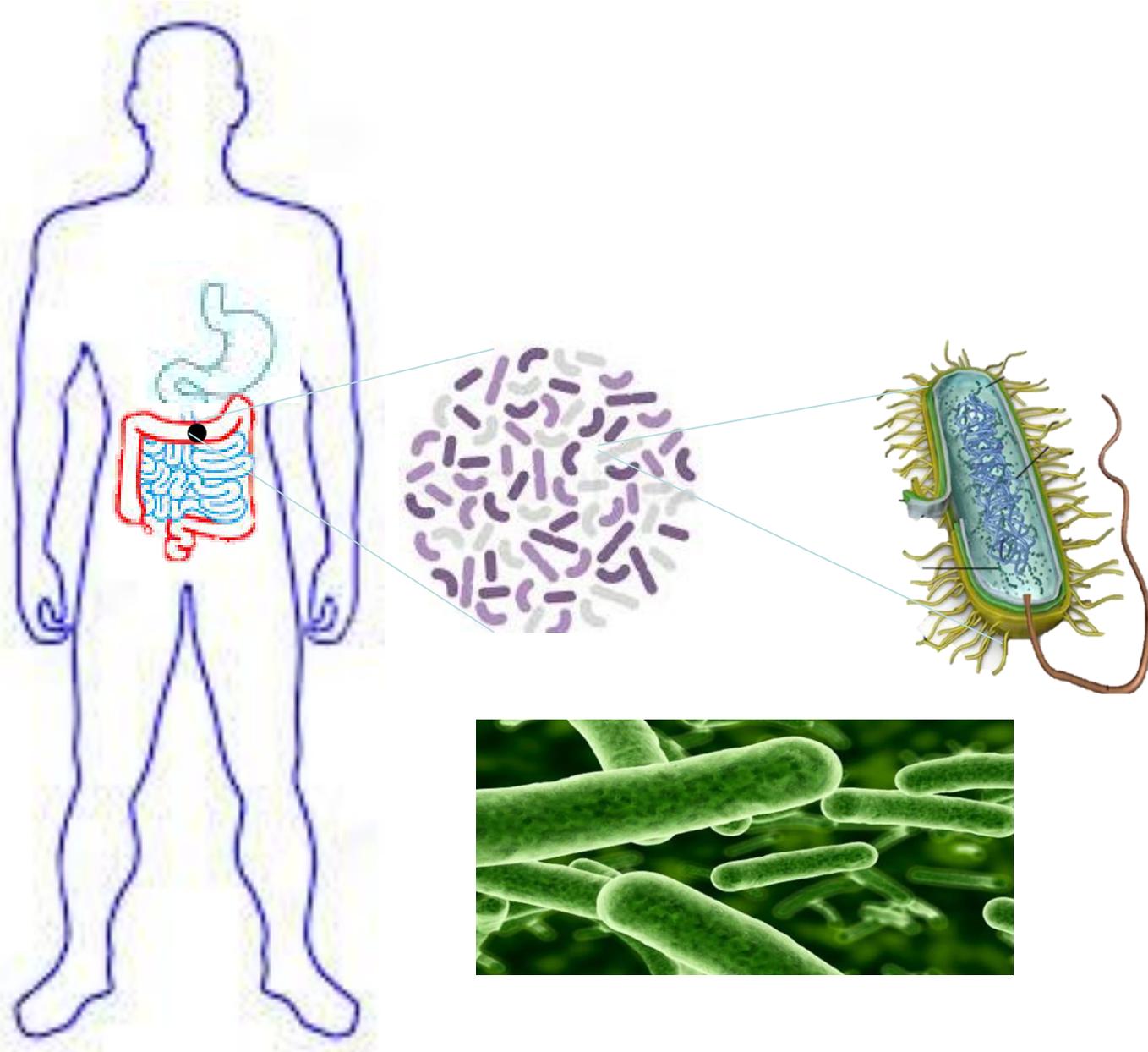
❖**Aumenta** la sazietà sia per azione diretta che indiretta via microbiota

❖**Favorisce** la regolarità dell'alvo

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



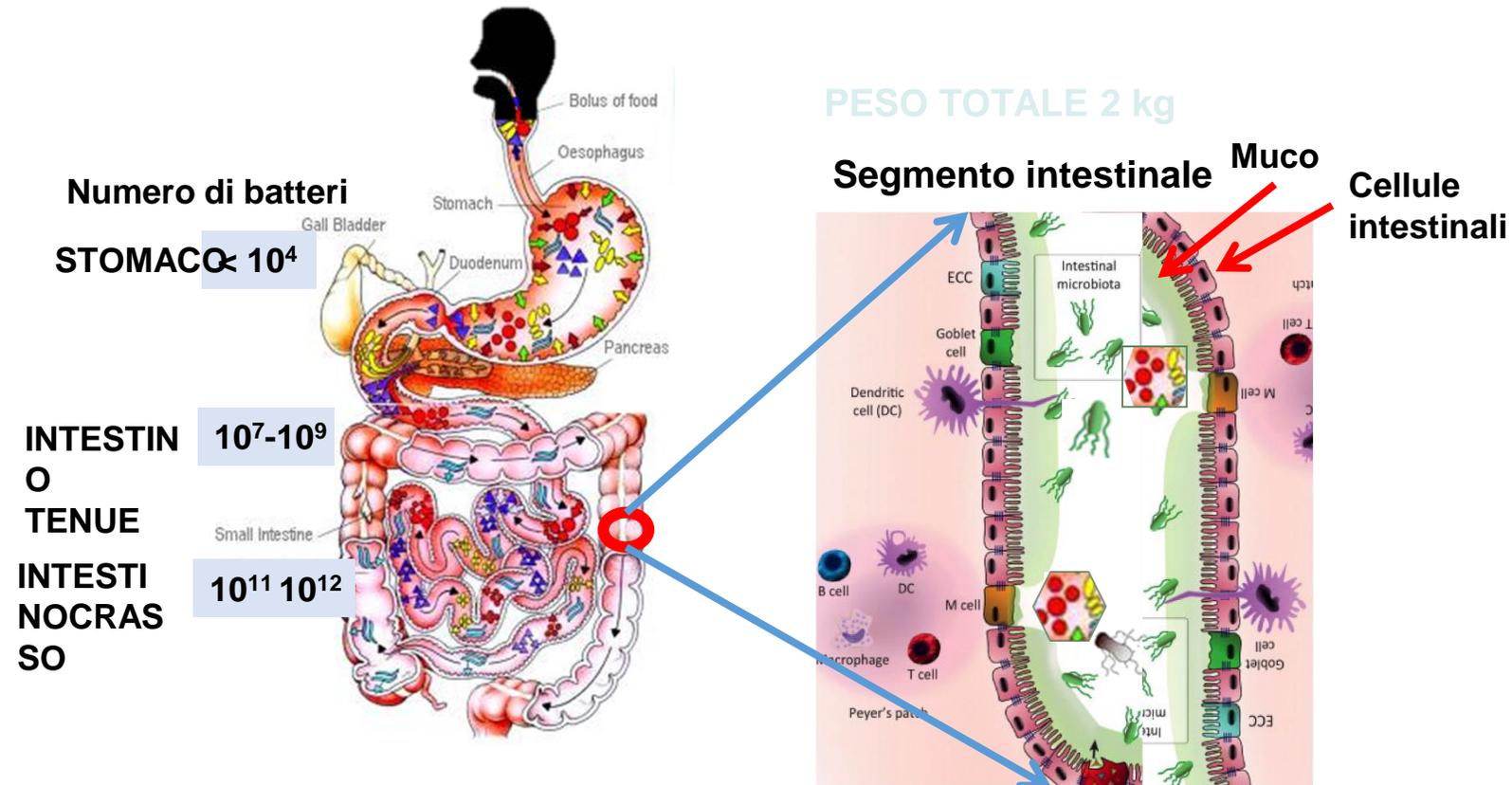
# CHE COS'E' IL MICROBIOTA?



**Insieme di microorganismi che vivono sulle superfici del corpo e nelle sue cavità tra cui soprattutto l'intestino crasso.**

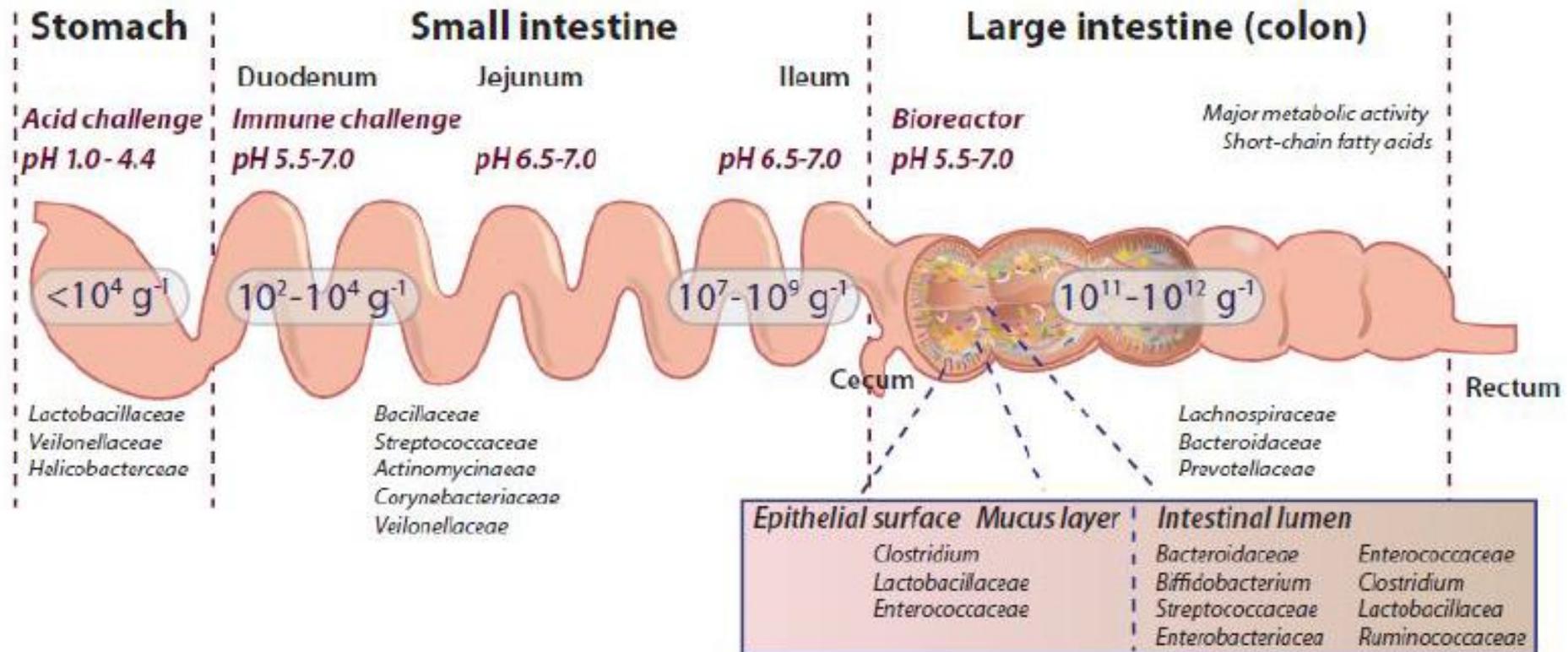
**Rapporto di simbiosi con gli umani**

# IL MICROBIOTA INTESTINALE



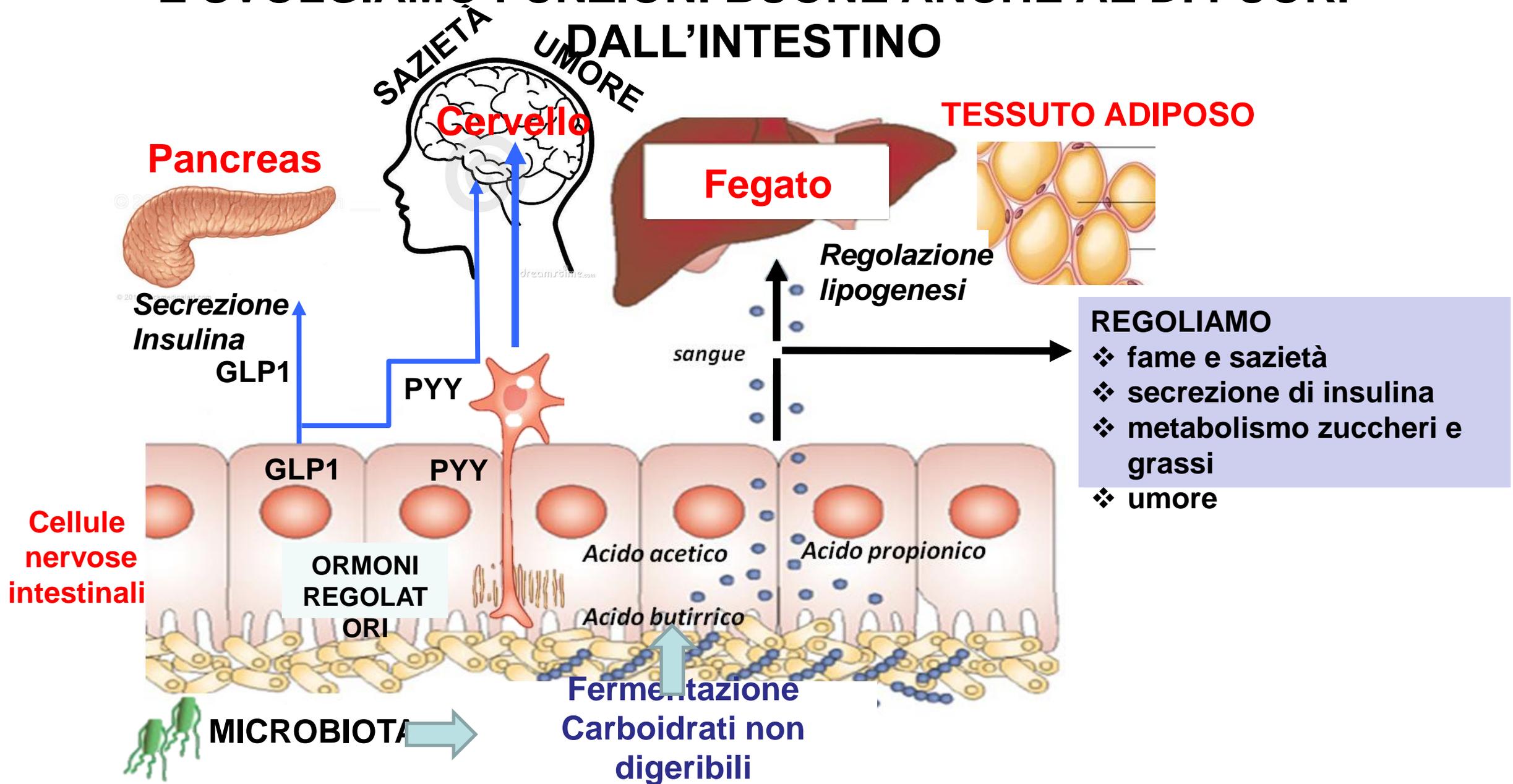
**70% dei batteri del corpo si trova nell'intestino crasso**

# LA COMPOSIZIONE DEL MICROBIOTA VARIA LUNGO IL TRATTO GASTROINTESTINALE



**Gram negativi** Bacteroidetes  
**Gram positivi** Firmicutes

# E SVOLGIAMO FUNZIONI BUONE ANCHE AL DI FUORI DALL'INTESTINO

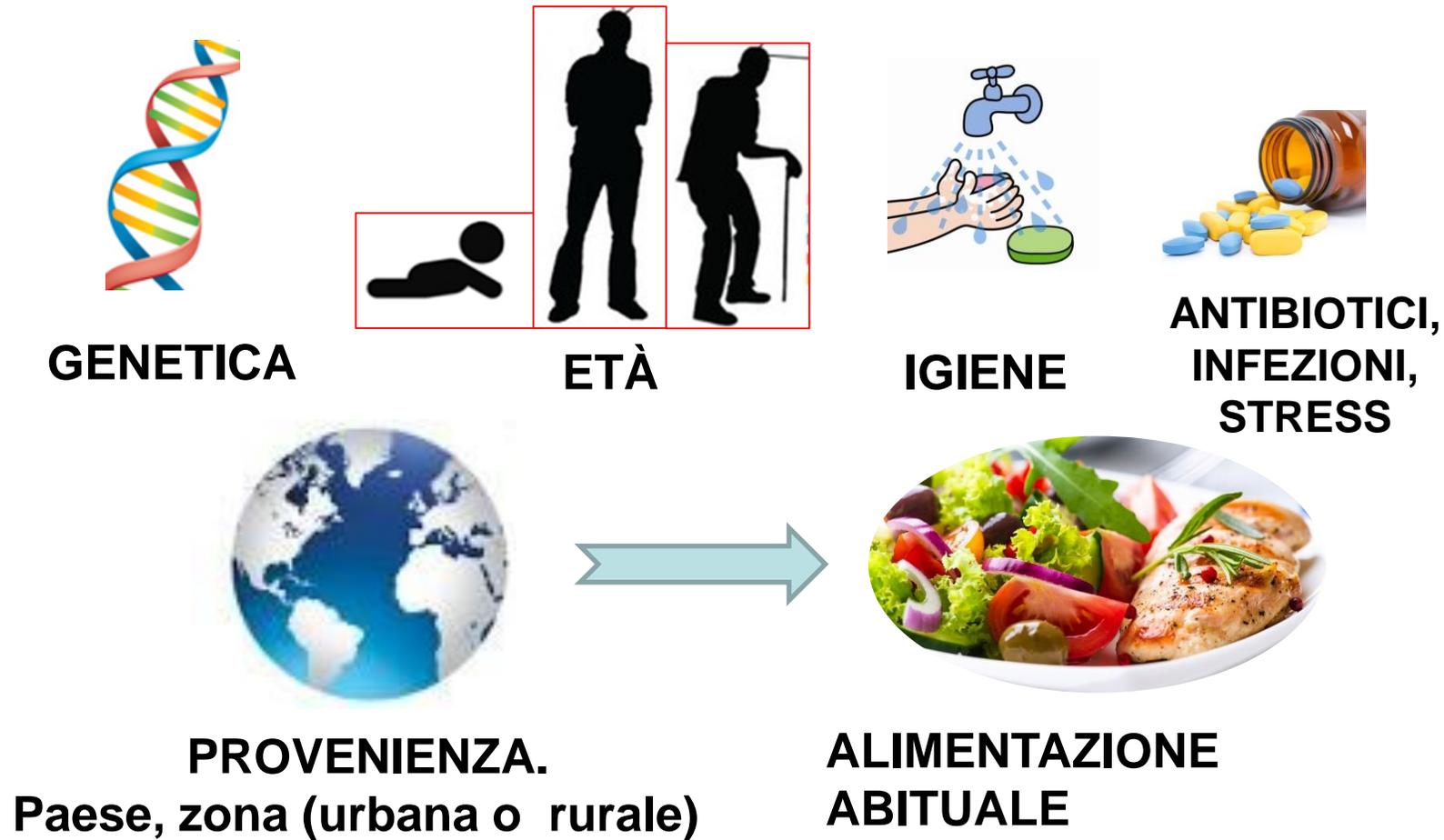


# FATTORI CHE INFLUENZANO LA COMPOSIZIONE DEL MICROBIOTA

## Tipologia, varietà

- ❖ **Fattori genetici**
- ❖ **Nutrizione fetale**, la via di nascita (naturale vs taglio cesareo) e tipo di allattamento (al seno vs artificiale)
- ❖ **ALIMENTAZIONE** può modificare rapidamente la composizione del microbiota
- ❖ **Ambiente** (ad esempio città vs campagna), **convivenza** (persone che convivono hanno batteri intestinali più simili, in quanto condividono stile alimentare, igiene ambientale)
- ❖ **Età**
- ❖ **Farmaci** (in particolare antibiotici)
- ❖ **Patologie**

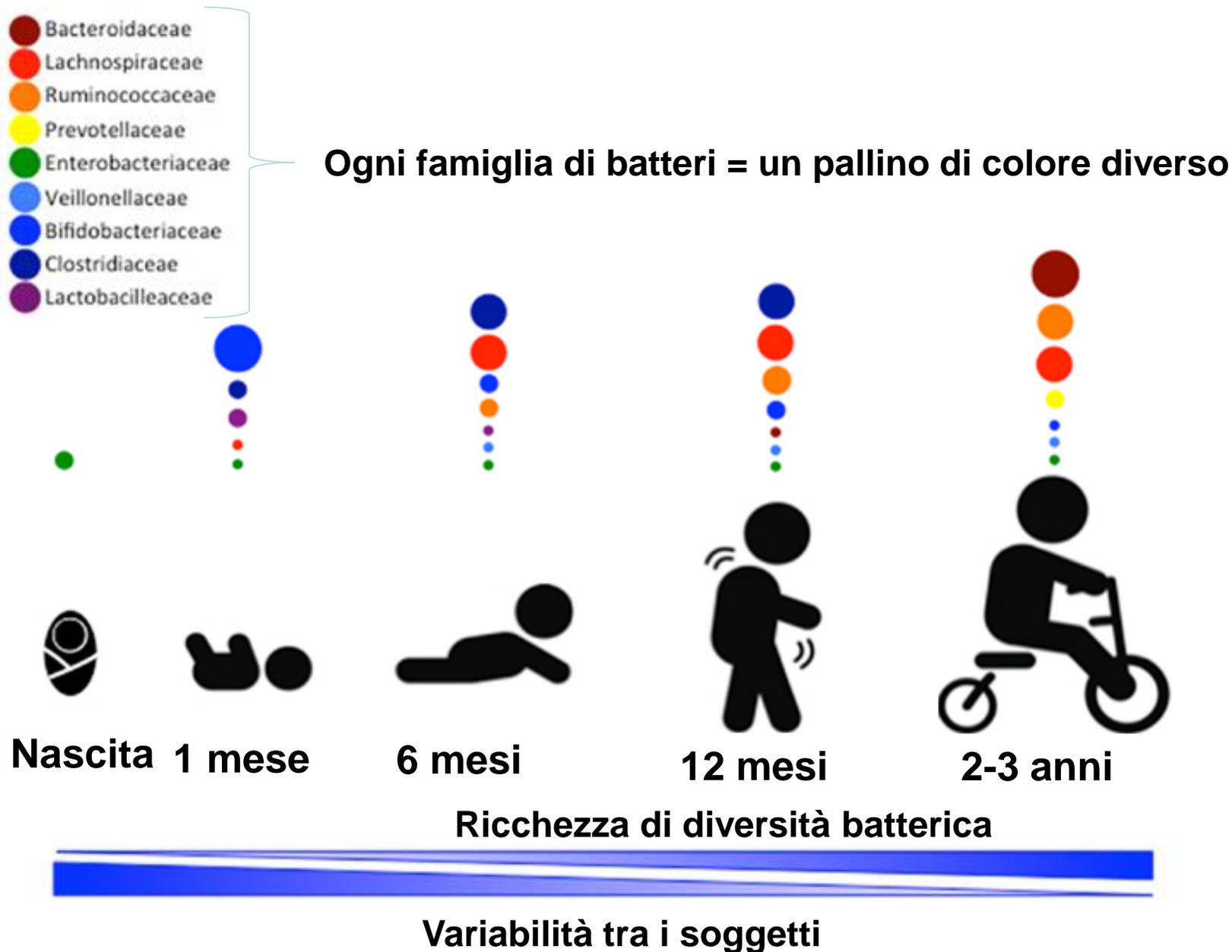
# CHE COSA INFLUENZA LA COMPOSIZIONE DEL MICROBIOTA INTESTINALE?



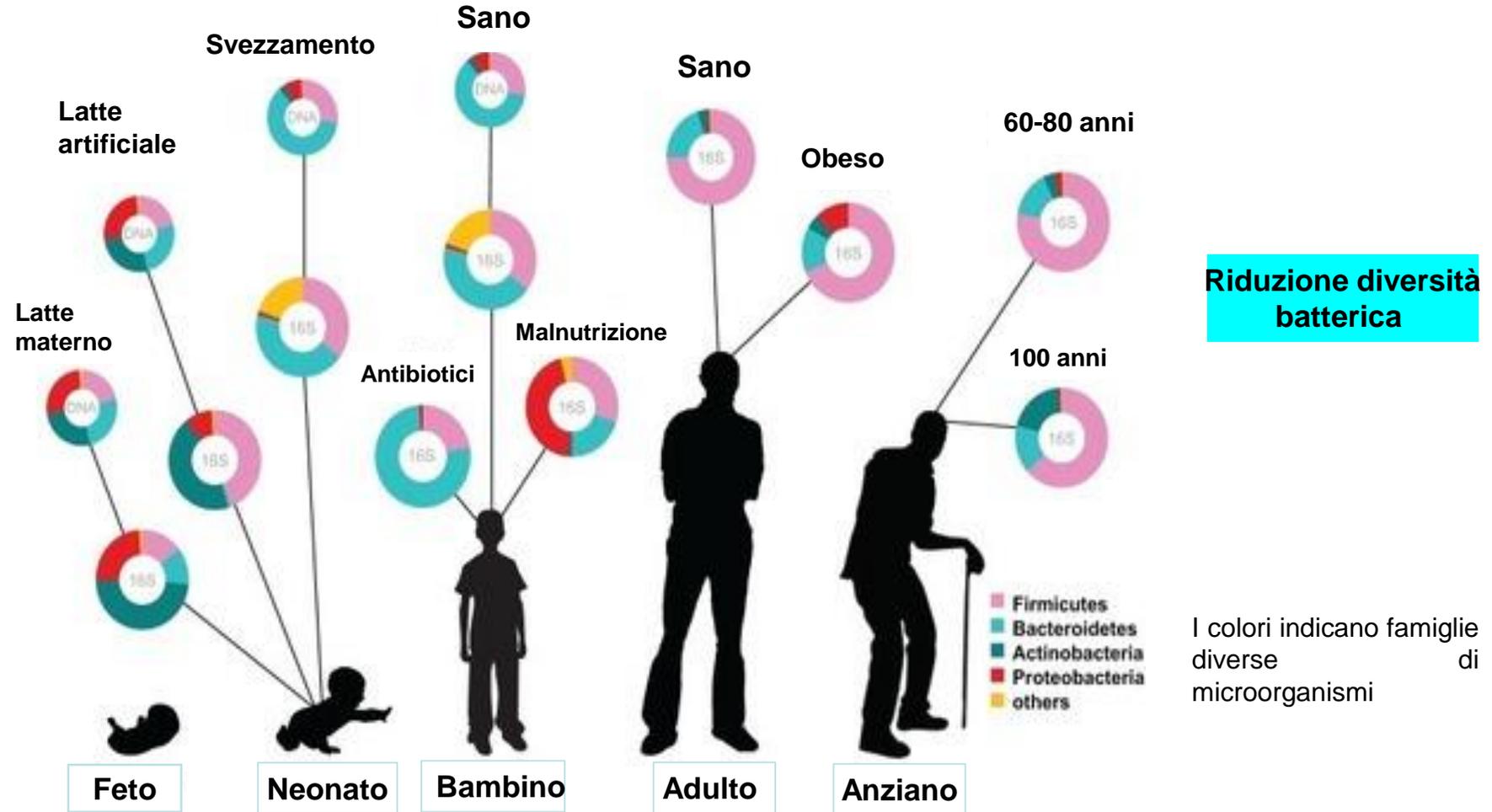
Ci sono microbioti di campagna e di città, italiani e africani, americani e giapponesi, di famiglia, **DEL SINGOLO**, dei bambini e dei vecchi



# IL MICROBIOTA CAMBIA CON LA CRESCITA DEI BAMBINI



# VARIAZIONI DELLA COMPOSIZIONE DEL MICROBIOTA CON L'ETA'

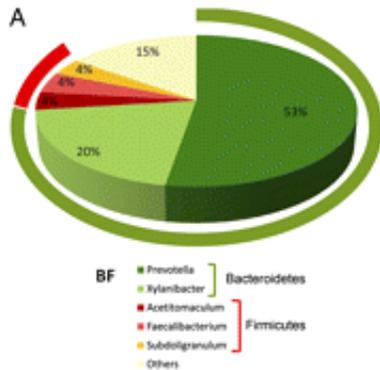
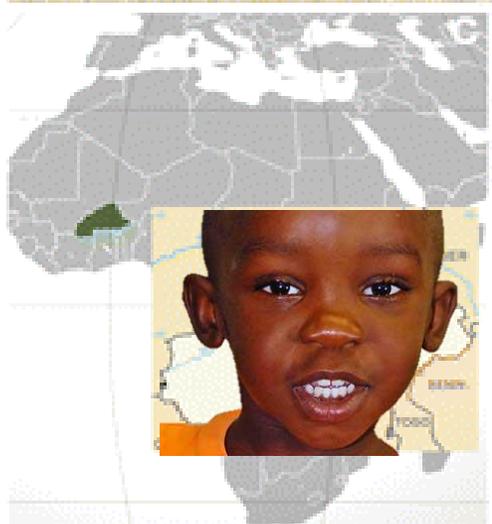


Possibile traslocazione dall'intestino materno attraverso la placenta in gravidanza e poi dall'intestino alla mammella

Nyanghau DD, Clinical and experimental immunology, 2019

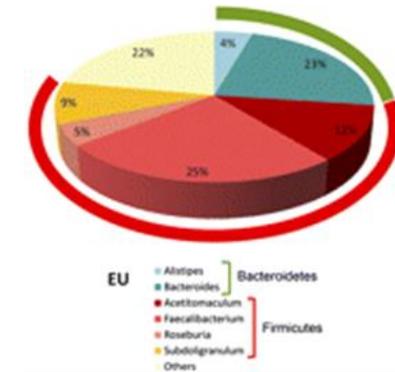
# MICROBIOTA E PROVENIENZA GEOGRAFICA (e alimentazione)

## AFRICA, BURKINA FASU



- ❖ **BATTERI- Prevalenza di PREVOTELLE**
- ❖ **ALIMENTAZIONE**  
Cereali integrali, sorgo, legumi, poche proteine animali

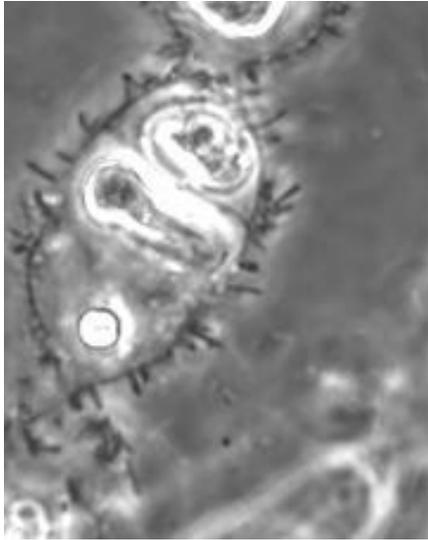
## ITALIA, FIRENZE



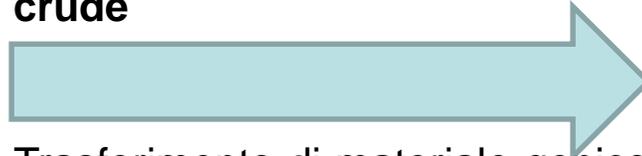
- ❖ **BATTERI- Prevalenza di FIRMICUTES**
- ❖ **ALIMENTAZIONE.**Cereali raffinati, pochi legumi, poca fibra, più proteine animali e grassi

Tipologie di batteri indicate da colorazioni diverse

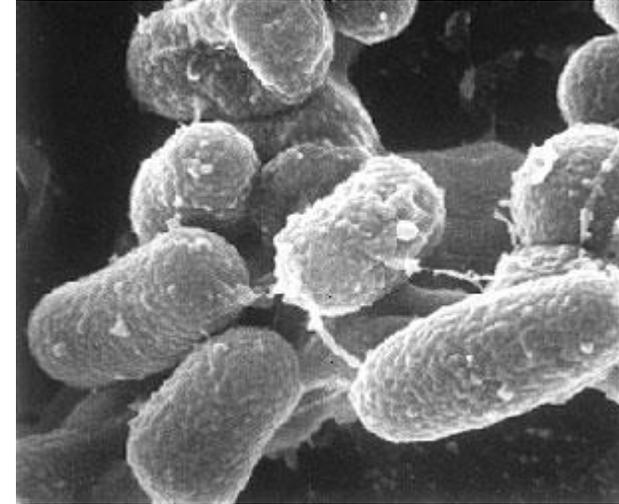
# PAESE CHE VAI CIBO E MICROBIOTA CHE TROVI



La zobellia entra nell'intestino con il consumo di alghe crude



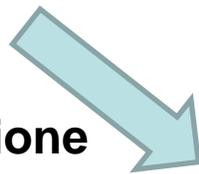
Trasferimento di materiale genico dalla Zobellia a batteri intestinali



I Bacteroides Plebeius diventano capaci di digerire le fibre delle alghe. Questi batteri sono presenti nell'intestino dei Giapponesi, assenti negli occidentali.

Zobellia galactanivorans batterio marino, capace di digerire le fibre di alcune alghe

Digestione delle fibre

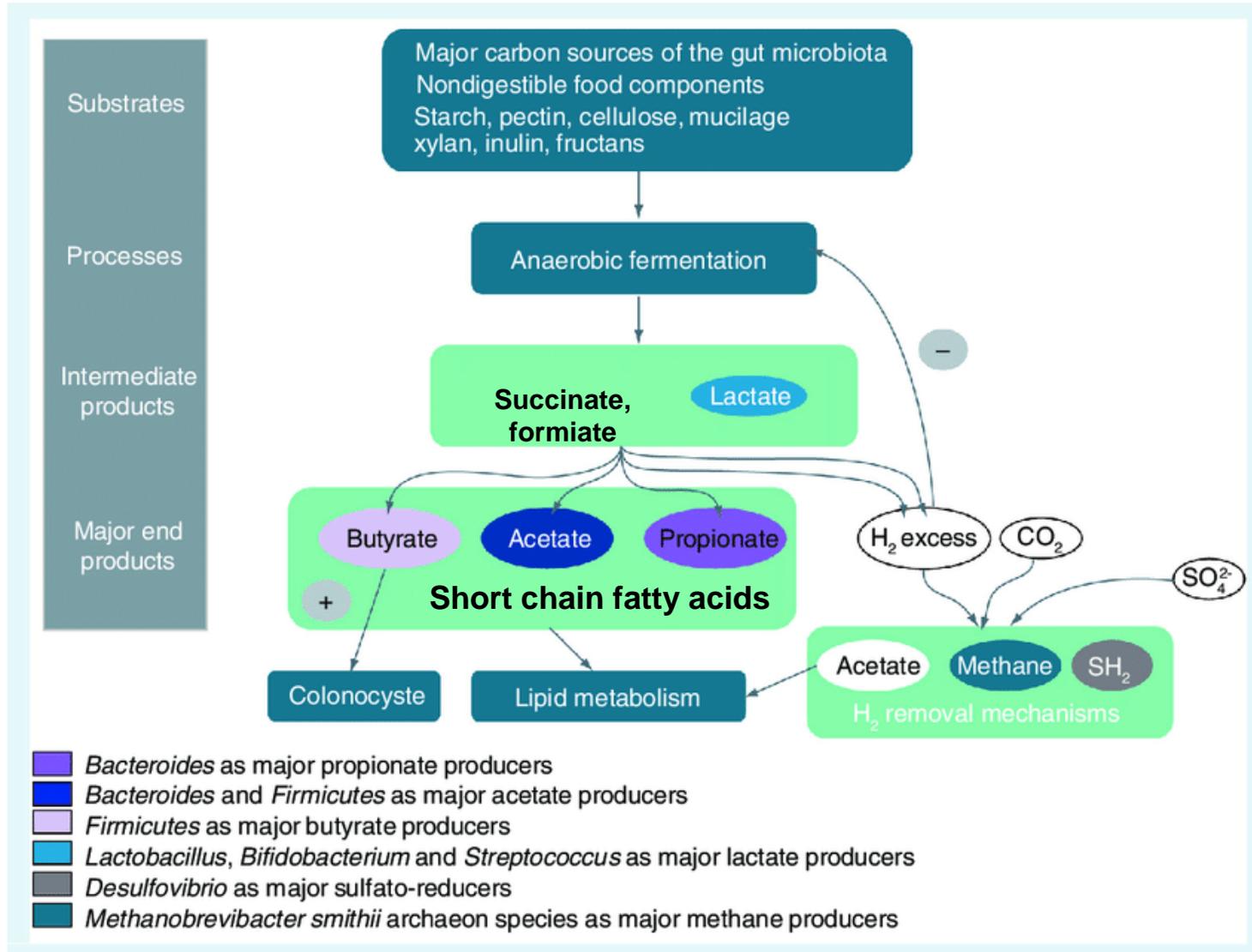


Porfiria. Alga rossa per il sushi



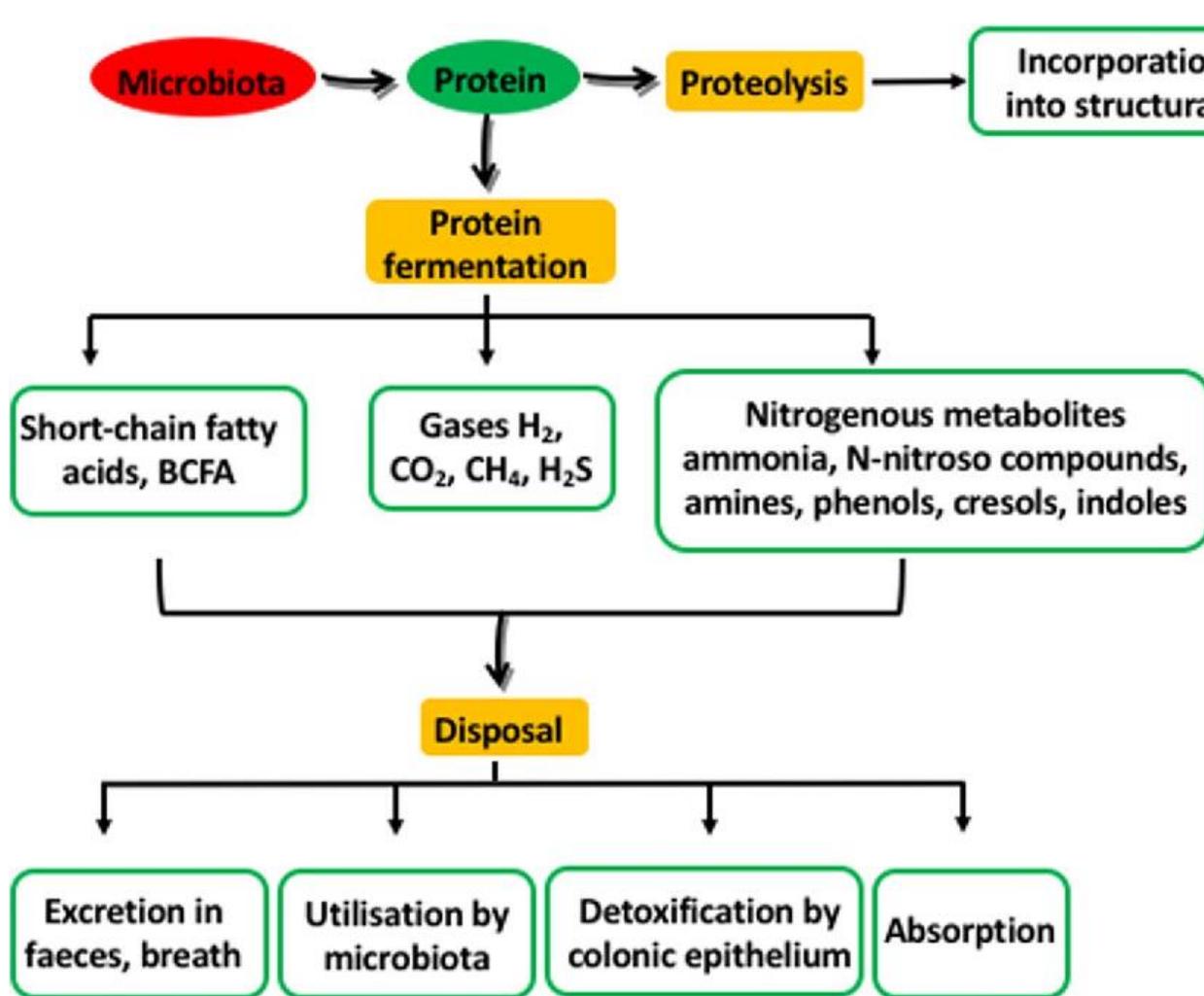
# ALIMENTAZIONE E MICROBIOTA

## Carboidrati



# ALIMENTAZIONE E MICROBIOTA

## Proteine



Utilizzo degli amminoacidi da parte del microbiota per le sintesi proteiche

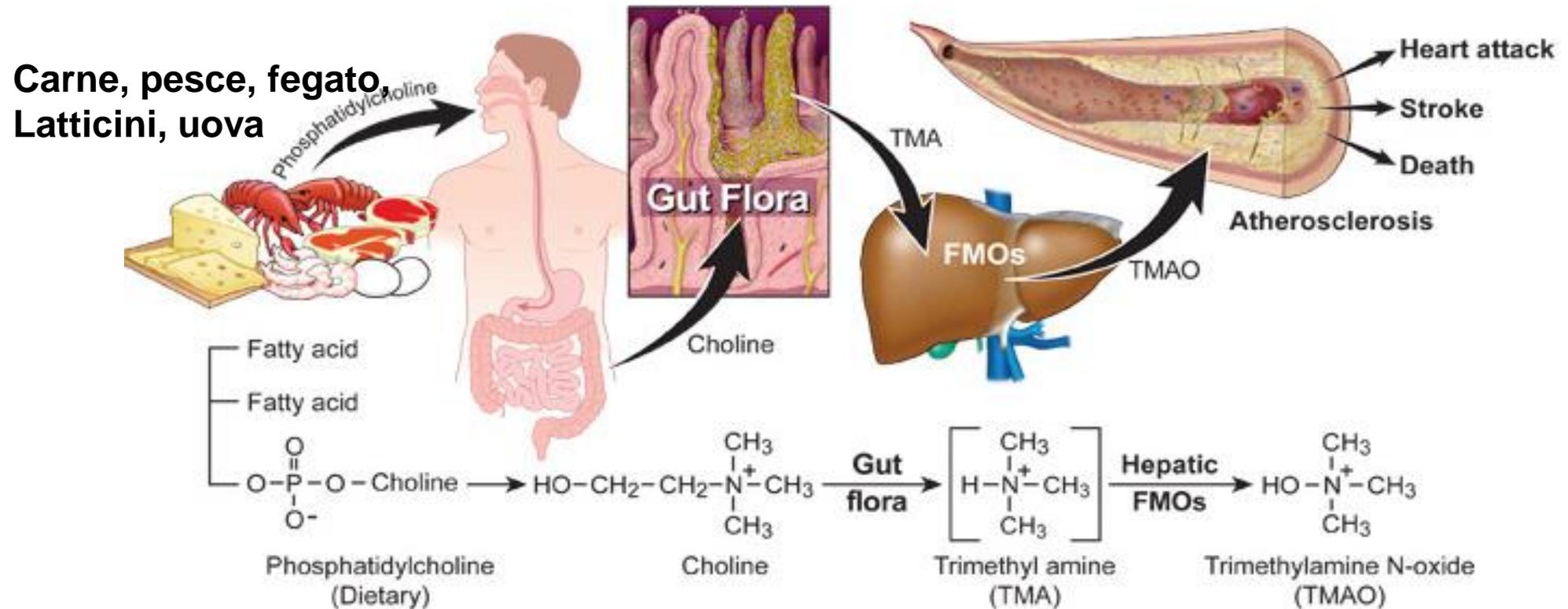
- ❖ **Composti fenolici (acido fenilacetico, fenolo e cresolo)** vengono generati da numerosi batteri intestinali anaerobi obbligati o facoltativi del genere Bacteroides, Lactobacillus, Enterobacter, Bifidobacterium e Clostridium, tramite **degradazione parziale degli amminoacidi tirosina e fenilalanina**. I composti vengono rapidamente assorbiti e detossificati tramite coniugazione soprattutto con solfati nei colonciti e nel fegato
- ❖ **Indoli** derivano dal metabolismo del triptofano da parte di batteri quali l'Escherichia Coli che producono triptofanasi. Gli indoli assorbiti vengono metabolizzati a indossil-solfati nel fegato.

Questi composti, con apporti elevati di proteine e bassi di carboidrati, possono causare citotossicità, alterazioni DNA, e cancerogenesi .

# PROTEINE E MICROBIOTA

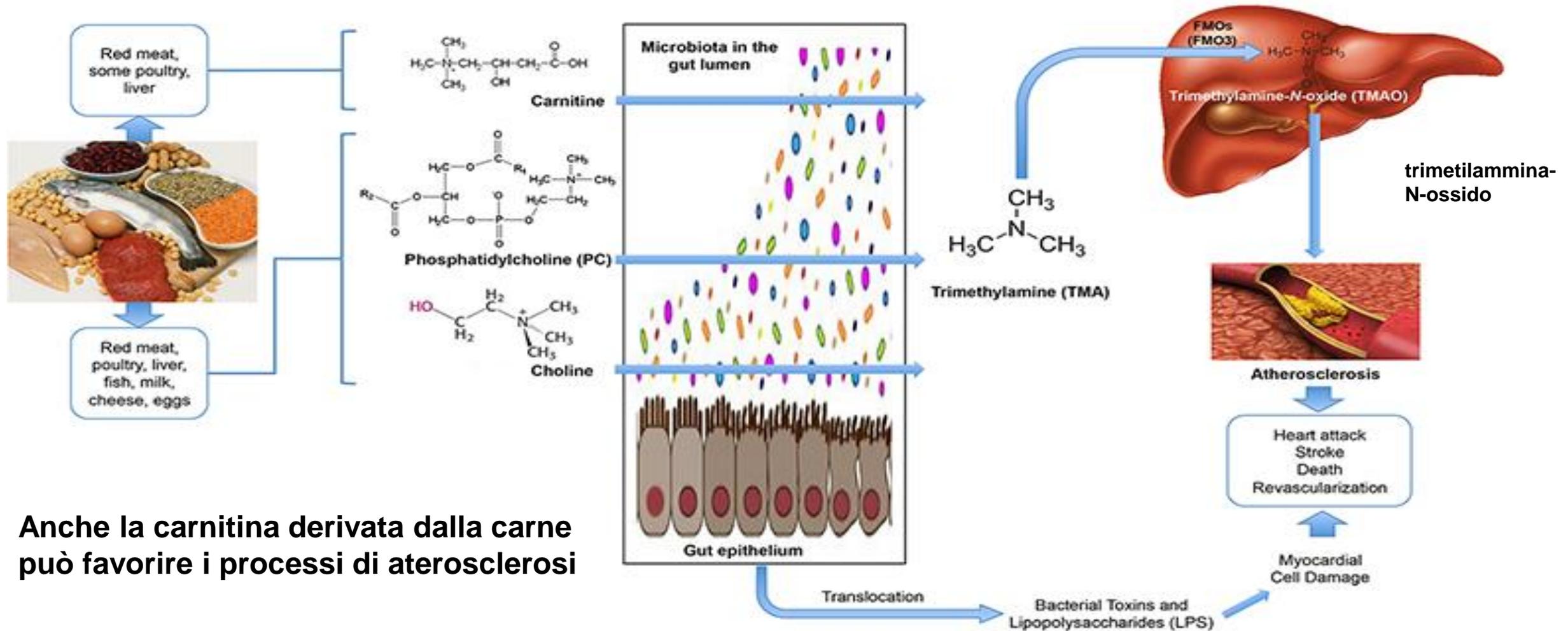
- ❖ L'utilizzazione delle proteine da parte del microbiota intestinale e le vie metaboliche associate **non sono del tutto definite**
- ❖ I metaboliti derivati dagli amminoacidi per azione del microbiota hanno effetti benefici ma anche alcuni negativi per l'ospite
- ❖ La **quantità/qualità di proteine ingerite possono modificare** sia la composizione, sia la diversità del microbiota
- ❖ Gli effetti della quantità e della tipologia di proteine sul microbiota richiedono ulteriori definizioni

# MICROBIOTA E FOSFATIDILCOLINA



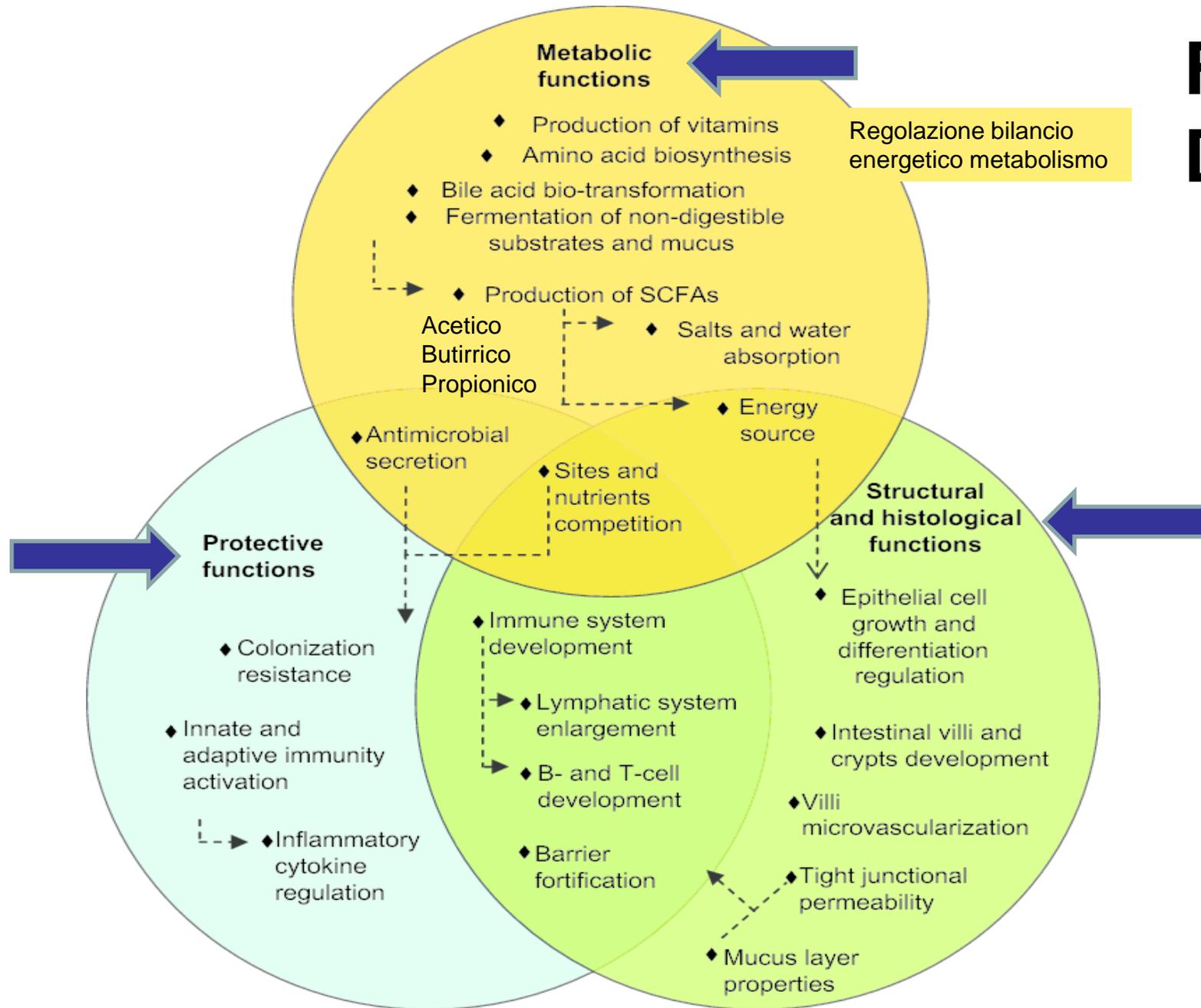
- Oltre ai composti indolici e fenolici anche altri prodotti della fermentazione batterica intestinale possono avere, se in eccesso, effetti negativi. I batteri possono metabolizzare la colina (derivata dal fosfolipide fosfatidilcolina) in trimetilamina che viene poi trasformata dal fegato per azione dell'enzima monossigenasi contenente flavina (FMOs Flavin monooxygenase) in ossido di trimetilammina (TMAO) ad azione aterogena.

# MICROBIOTA FOSFATIDILCOLINA E CARNITINA

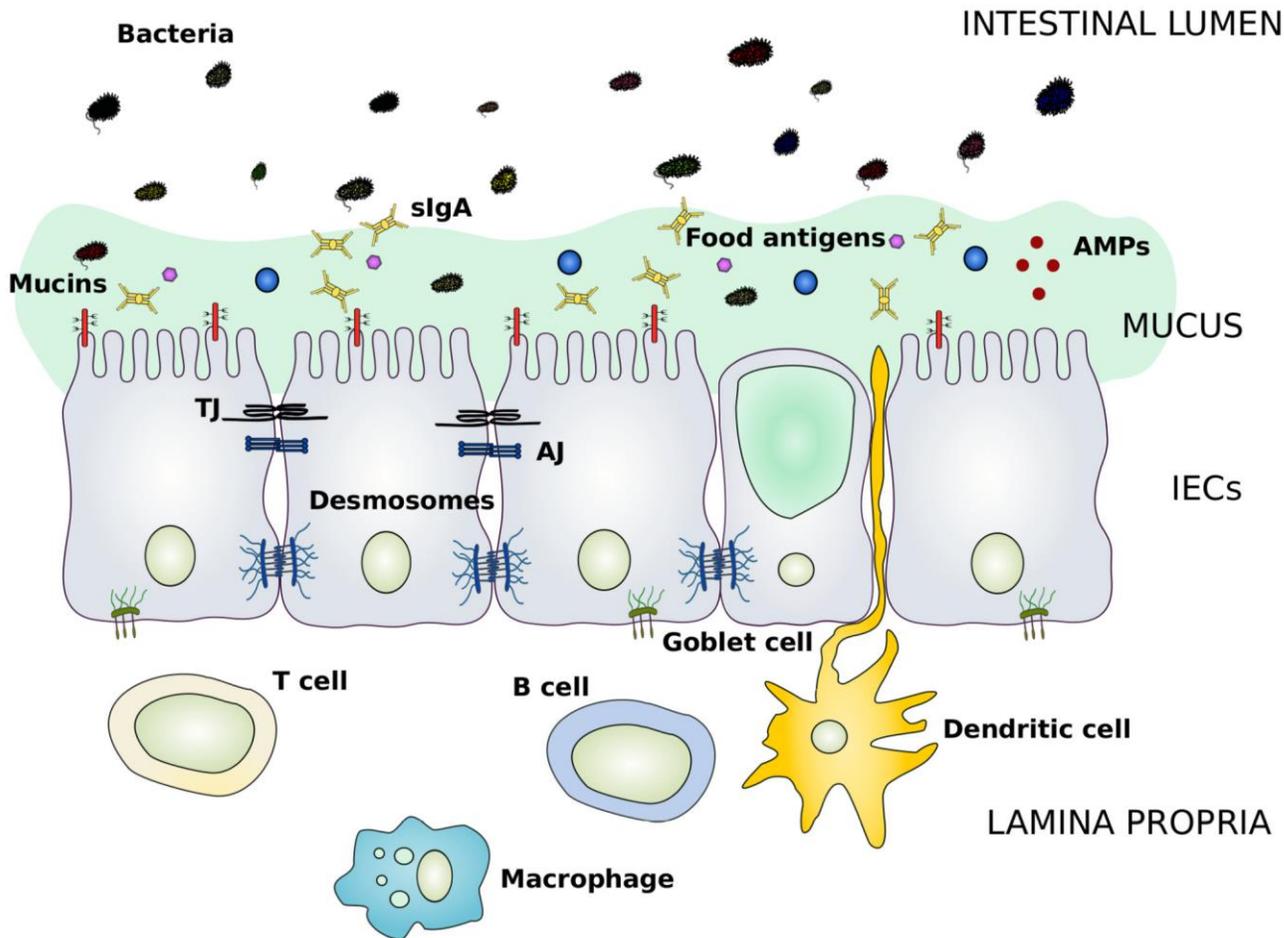


Anche la carnitina derivata dalla carne può favorire i processi di aterosclerosi

# FUNZIONI DEL MICROBIOTA



# FUNZIONI DEL MICROBIOTA



## FUNZIONI PROTETTIVE

- ❖ Esclusione competitiva dei batteri patogeni per la sede e per la disponibilità di nutrienti
- ❖ Resistenza alla colonizzazione da parte di batteri patogeni
- ❖ Secrezione di composti ad azione antimicrobica
- ❖ Regolazione immunità innata e adattativa

## FUNZIONI STRUTTURALI E ISTOLOGICHE

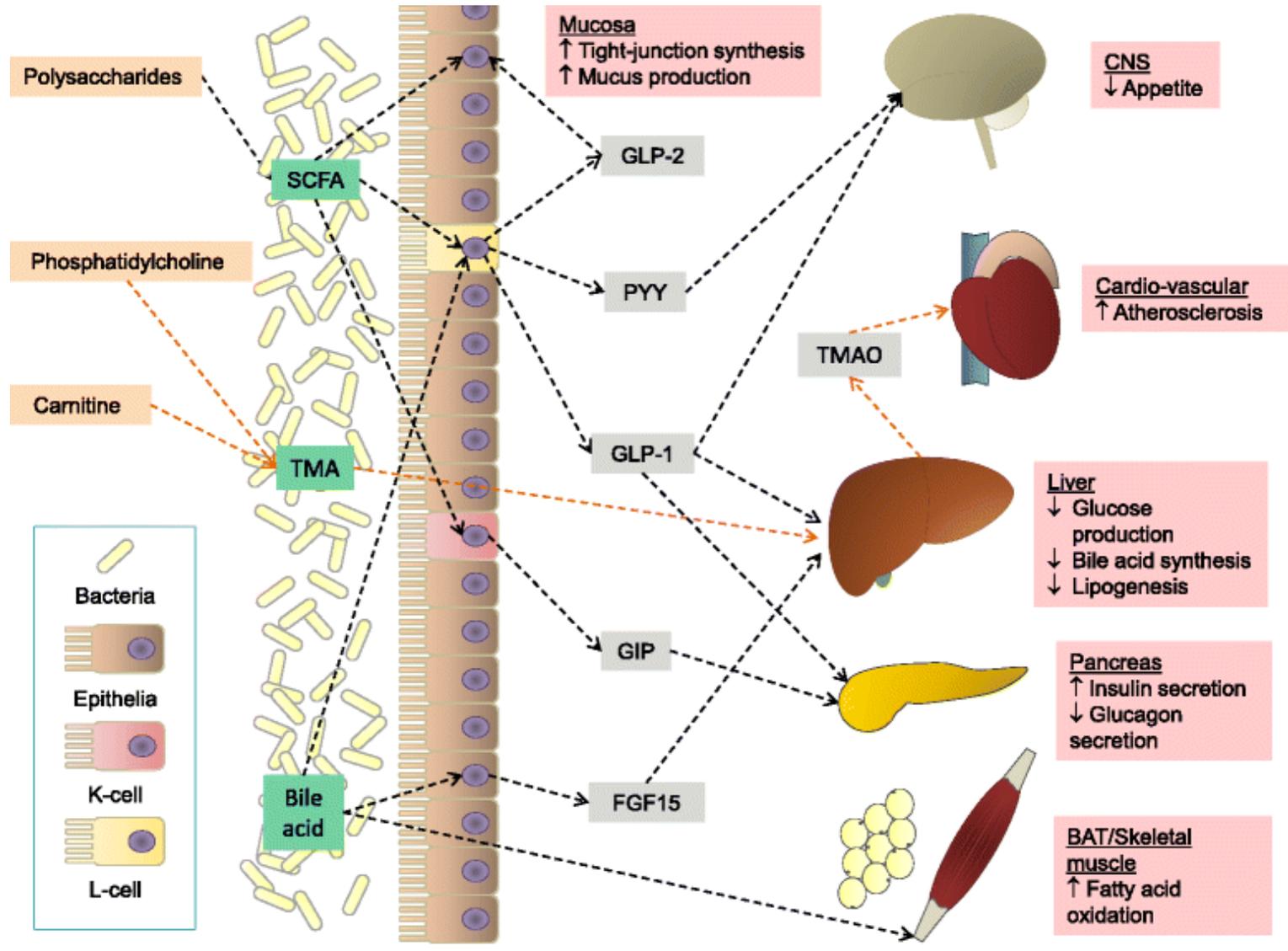
- ❖ Regolazione dell'architettura intestinale. Acidi grassi a catena corta (SCFA) modulano crescita e differenziazione cellule intestinali e il turnover, regolano la struttura e la vascolarizzazione dei villi
- ❖ SCFA regolano secrezione di muco da parte delle cellule caliciformi e il mantenimento delle giunzioni serrate, e adesive (tight e adherens junctions) e dei desmosomi (fondamentali per la funzione di barriera e la permeabilità della mucosa intestinale)

# FUNZIONI DEL MICROBIOTA

## METABOLICHE

- ❖ **Sintesi di vitamine K e B** ( biotina, riboflavina, tiamina, acido folico )
- ❖ **Sintesi di amminoacidi**
- ❖ **Deconiugazione e deidrossilazione acidi grassi biliari primari e trasformazione in acidi biliari secondari** (con effetti di regolazione metabolica )
- ❖ **Fermentazione carboidrati complessi** (fibre) non digeriti nel tenue (con produzione di acidi grassi a catena corta, SCFA, che sono substrato energetico sia per il microbiota (acido butirrico), sia per l'ospite (acetico e propionico). Valore energetico: 2,5 kcal/ g fibra.
- ❖ **Stimolo sintesi peptidi intestinali coinvolti nella regolazione bilancio energetico, glucidico e lipidico. *Vedasi slides successive***
- ❖ **Produzione di fitasi batteriche** che degradano l'acido fitico presente nei cereali con aumentata biodisponibilità di calcio, fosfati e magnesio
- ❖ **Metabolismo dei polifenoli** degradazione a composti fenolici più semplici bioattivi

# EFFETTI DEGLI SCFA MEDIATI DAI PEPTIDI secreti DALLE CELLULA INTESTINALI



❖ **GLP1**, Glucagon like peptide 1 e **PYY**, Peptide YY (sintetizzati da cellule intestinali L del colon)

- **stimolano secrezione pancreatica di insulina, riduzione fame a livello ipotalamico.**
- **Nel fegato: riduzione lipogenesi e della produzione e rilascio di glucosio.**
- **Nel muscolo: aumento ossidazione acidi grassi**

❖ **GIP** glucose-dependent insulinotropic peptide, prodotto dalle cellule K **stimola la secrezione di insulina**

❖ **GLP 2**, sintetizzato da cellule epiteliali L **stimola sintesi delle proteine della tight junction** (che mantengono unite le cellule epiteliali) e **la secrezione del muco** (funzioni di barriera e regolazione permeabilità intestinale)

# CHE COSA FANNO I BATTERI BUONI NELL'INTESTINO CRASSO DEGLI UMANI?



**REGOLANO FAME/SAZIETA' METABOLISMO UMORE**

**RECUPERANO CALORIE** che andrebbero perdute fermentando i residui dei cibi.

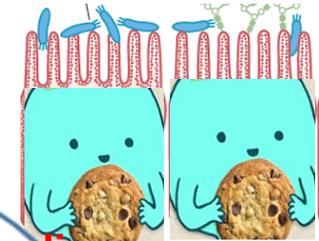


**MANTEGONO LA SALUTE DELL'INTESTINO E PROTEGGONO** da malattie intestinali, obesità, diabete mellito, fegato grasso, allergie

**BATTERI BUONI**

**ELIMINANO I BATTERI PATOGENI** con composti acidi o antibatterici  
**EFFETTO BARRIERA**

**NUTRONO le cellule intestinali** mantenendole sane e unite producendo vari composti (acido butirrico, ecc.) .  
**Producono vitamine**



**CELLULE INTESTINALI BARRIERA**

**STIMOLANO LA RISPOSTA IMMUNITARIA**

**ANTICORPI**

