



**Ordine
Nazionale
Biologi**

Ordine Nazionale dei Biologi

Commissione Permanente
Area Nutrizione
StudioSANA

Studio[®]
SANA

Scienza dell'Alimentazione
e Nutrizione Applicata

Carboidrati e fibra alimentare

Dott. R. Ciampaglia
Biologo Nutrizionista

Cultore della Materia in Scienza dell'Alimentazione,
Dipartimento di Chimica Farmaceutica e Tossicologica
Facoltà di Farmacia Università degli studi di Napoli Federico II
www.studiosana.it



Carboidrati

I glucidi, chiamati anche carboidrati, sono sostanze chimiche composte da

Carbonio, Idrogeno e Ossigeno

I componenti base di tutti i carboidrati sono gli zuccheri, che possono essere classificati in base al numero di unità zuccherine combinate tra loro in una molecola.



Carboidrati-Funzioni

La funzione primaria dei carboidrati è quella di *fornire energia*, ma questi nutrienti rivestono anche un ruolo importante in quanto entrano nella costituzione di strutture essenziali per gli organismi viventi

(es componenti strutturali della cellulosa nelle piante e della cartilagine negli animali)



Carboidrati-Classificazione

Principale fonte di calorie nella dieta umana

Monosaccaridi (singola unità)

Oligosaccaridi (2-12 unità)

Polisaccaridi (>10 unità)

Carboidrati-Classificazione

Monosaccaridi

principali principi nutritivi

sostanze cristalline, di colore bianco, con sapore dolce, solubili in acqua e insolubili nei solventi organici. Sono costituiti da singole unità di poliidrossialdeidi o poliidrossichetoni





Alcuni Monosaccaridi di interesse nutrizionale

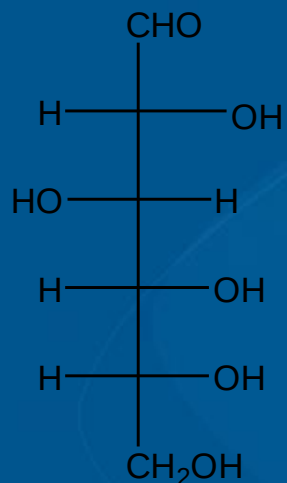
Classe	Specie	Significato
Triosi (3 atomi di carbonio)	D-gliceraldeide	Il suo estere fosforico è importante nella glicolisi e in altri processi
	Diidrossiacetone	Il suo estere fosforico è importante nella glicolisi e in altri processi. Precursore dei triacilgliceroli
Pentosi (5 atomi di carbonio)	L-arabinosio D-xilosio	Costituenti dei polisaccaridi della parete delle cellule vegetali
	D-ribulosio D-xilulosio	I loro esteri fosforici sono metaboliti nella via dei pentosi fosfati
	D-Ribosio	Costituenti RNA
	D-glucosio	Principale carburante cellulare, si trova libero nei fluidi corporei, costituente di molti polisaccaridi
Esosi (6 atomi di carbonio)	D-fruttosio	Carburante cellulare, presente nel saccarosio
	D-galattosio	Carburante cellulare, costituente del lattosio
	D-mannosio	Costituente di gomme e dei polisaccaridi della parte cellulare dei vegetali



Esosi di importanza fisiologica

Esoso	Fonti	Importanza
D-glucosio	Succhi di frutta , idrolisi di amido, zucchero da cucina, maltosio e lattosio	Zucchero fondamentale nel metabolismo. La sua concentrazione nel sangue è accuratamente regolata (<i>insulina</i>)
D-fruttosio	Succhi di frutta, miele , idrolisi dello zucchero da cucina	Può essere trasformato in glucosio, si forma nel metabolismo
D-galattosio	Idrolisi del lattosio	Può essere trasformato in glucosio. Sintetizzato nella ghiandola mammaria. Costituenti di glicolipidi e glicoproteine
D-mannosio	Idrolisi di mannani	Costituente di molte glicoproteine.

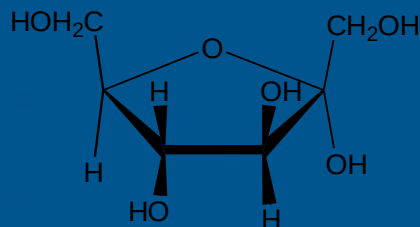
D-Glucosio



Componente della frutta e della verdura.
Presente nel sangue umano alla
concentrazione di 100 mg/ml.



D-Fruttosio



Molto diffuso nel regno vegetale,
presente anche in grandi quantità nel
miele.



GLUCOSIO ED ENERGIA



Il glucosio è l'energetica per
eccellenza

Esso viene metabolizzato
rapidamente
(minuti)

Indicato quando si richiede un
apporto di energia
(es.: durante uno sforzo fisico)

Carboidrati-Classificazione

Oligosaccaridi

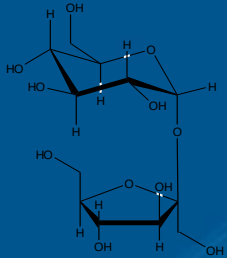
sostanze solide, solubili in acqua,
caratterizzate da sapore dolce.

Sono formati da 2 a 12 molecole
glucidiche unite con legame glicosidico.

Alcuni Disaccaridi (e derivati) di interesse nutrizionale

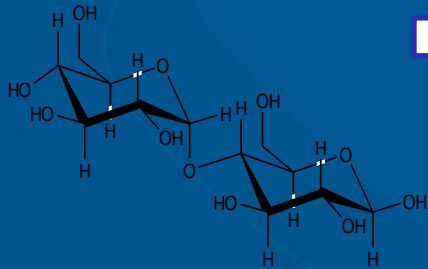
Classe	Specie	Significato
Disaccaridi	Saccarosio	Presente in frutta e verdura.
	Lattosio	Presente nel latte e in prodotti lattiero caseari
	Maltosiosio Isomaltosio	Costituente dell'amido
	Trealosio	Presente nei funghi. Usato come additivo alimentare
Polisaccaridi derivati da disaccaridi	Maltitolo	Dolcificante
	Lattitolo	Dolcificante

Saccarosio



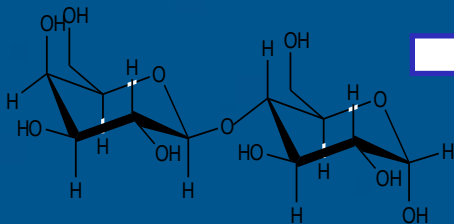
Comune zucchero da tavola formato da una molecola di **glucosio** e una di **fruttosio** uniti da legame β -1,2 glicosidico

Maltosio



Si ritrova nel malto o orzo. E' costituito da **2 molecole di glucosio** unite da legame α -1,4-glicosidico

Lattosio



Presente nel latte di origine animale. E' costituito da **galattosio e glucosio** uniti da legame β -1,4-glicosidico.

Carboidrati-Classificazione

Polisaccaridi

Sostanze solide poco solubili o insolubili in acqua e privi di sapore dolce. Sono formati dall'unione di numerose molecole di monosi, unite da legame glicosidico.

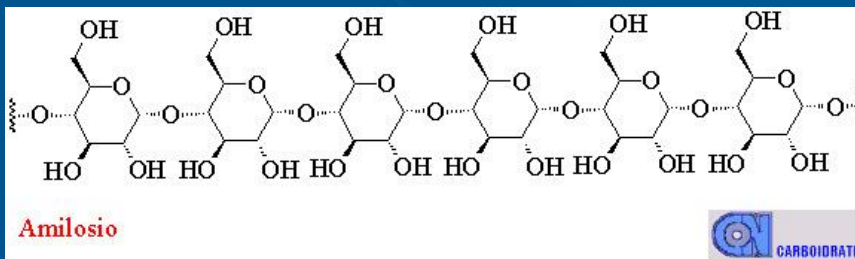
Polisaccaridi negli alimenti



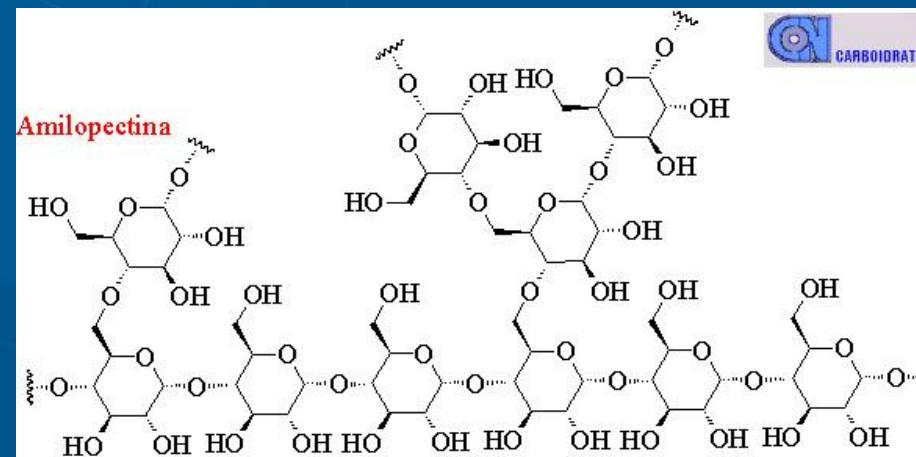
Amido

Si ritrova nei semi, nei tuberi e nelle radici delle piante fotosintetiche, è costituito da due polimeri del α -glucosio:

Amilosio



Amilopectina



AMIDO

AMIDO (insolubile in H₂O)

20% amilosio

80% amilopectina

AMILOSIO

- ❖ catena lineare di > 1000 unità β -D-glucopiranosiche;
- ❖ legami α -1,4-glicosidici;
- ❖ disposizione ad elica destrorsa della molecola.

AMILOPECTINA

- ❖ presenza di ramificazioni;
- ❖ legami nei punti di ramificazione: α -1,6-glicosidici;
- ❖ 1 catena laterale ogni 20-26 unità di β -D-glucopiranosio;
- ❖ struttura simile al glicogeno animale.

CELLULOSA

La cellulosa pura e' un omoglicano di alto peso molecolare, dalla sua idrolisi si ottiene il disaccaride cellobiosio ove le molecole di glucosio sono uniti da legami β (1 $\rightarrow$ 4) non attaccabili dal corredo enzimatico proprio degli animali superiori.

β -glucani: altri omopolisaccaridi del glucosio caratterizzati dal legame β (1 $\rightarrow$ 3). Abbondanti nel tegumento dei cereali (crusca).

CELLULOSA

CELLULOSA (insolubile in H_2O)
omopolisaccaride a catena lineare
unità di β -D-glucopiranosio
legami β -1,4-glicosidici
ciascuna unità di β -D-glucopiranosio è ruotata di
 180°

Differenze CELLULOSA - AMIDO

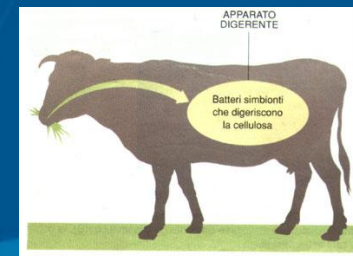
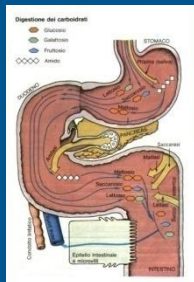
Nell'amido il disaccaride base è il maltosio, mentre nella cellulosa il disaccaride è il cellobiosio.

Il monomero dell'amido è l' α -glucosio, diverso dal monomero della cellulosa che è invece il β -glucosio.

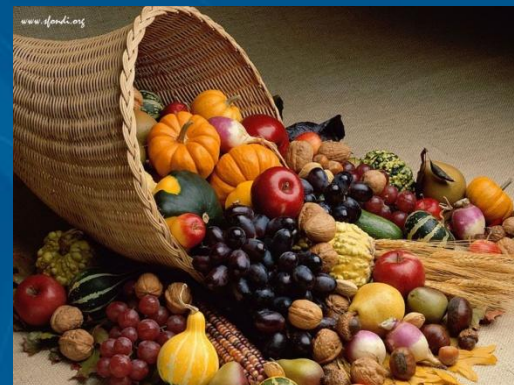
La cellulosa è un polimero del β -glucosio a catena lineare con diverse decine di migliaia di molecole del monomero.

La cellulosa è un polimero del glucosio e rappresenta una materia strutturale della cellula e non una sostanza di riserva come l'amido.

La cellulosa che la pianta deposita nella parete non è più disponibile per la pianta in quanto la pianta stessa non è più capace di idrolizzarla, al contrario di quanto può avvenire per l'amido.



Il glucosio e il fruttosio sono zuccheri semplici o monosaccaridi e si trovano nella frutta, nei frutti di bosco, nella verdura e nel miele.



Saccarosio è una combinazione di glucosio e fruttosio ed è presente in natura nella barbabietola, nella canna da zucchero e nella frutta.



Il lattosio è il principale zucchero del latte e dei latticini e il maltosio è un disaccaride contenuto nel malto.



L'amido è un polisaccaride ed è la principale riserva di energia dei tuberi e dei cereali.



I polisaccaridi non-amidacei sono i principali componenti della fibra alimentare.

Comprendono: cellulosa, emicellulosa, pectine e gomme.

La cellulosa è il principale elemento costitutivo delle pareti delle cellule vegetali ed è composta da varie migliaia di unità di glucosio.



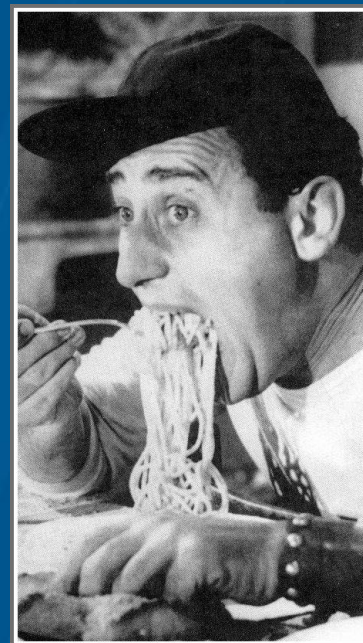
VALORE ENERGETICO

Il V.E. fissati dal DL 16 febbraio 1993 n.77 (G.U. n.69, 24/3/1993) che regola *l'etichetta nutrizionale* dei prodotti alimentari uniformando la legislazione Italiana con quella Europea

4 kcal/g (17/kj/g)

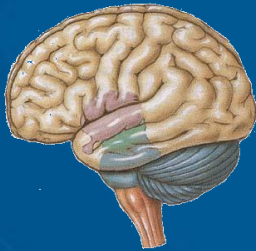
Carboidrati-LARN

E' stato calcolato che per un **soggetto adulto** in condizioni normali sono necessari circa **180 g/die di glucosio**, di qualunque origine metabolica, per soddisfare i **bisogni di energia** del sistema nervoso e degli eritrociti
(FAO, 1980)



180 g/die
di glucosio

140 g/die
di glucosio

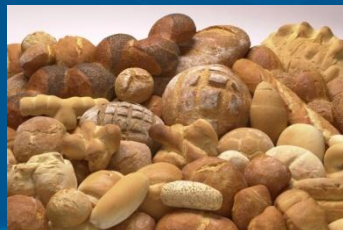


40 g/die
di glucosio



Una dieta priva di C_nH_nO quindi ricca di lipidi e proteine comporta un accumulo di corpi chetonici, un eccessivo catabolismo delle proteine tissutale e alla perdita di cationi quali Na^+

Ciò viene prevenuto con l'ingestione di 50-100 g/die di C_nH_nO
(Calloway 1970)



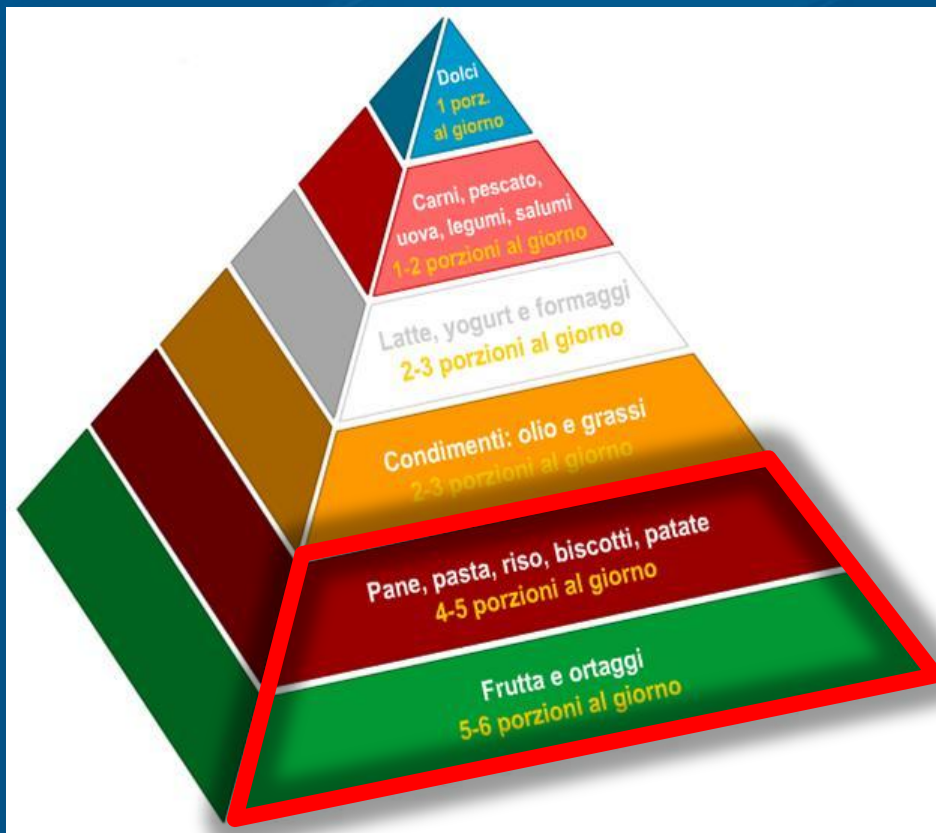
Carboidrati-LARN

Poiché l'organismo ha la capacità di **sintetizzare i glucidi da altri nutrienti (*gluconeogenesi*)**, i carboidrati **non** possono essere considerati propriamente **nutrienti essenziali**; esiste tuttavia **la necessità** di mantenere il livello di glicemia entro un intervallo di valori adeguato al fabbisogno del sistema nervoso centrale e degli eritrociti

L'assunzione complessiva raccomandata di carboidrati è intorno al 55-65% dell'energia totale.

Il consumo di zuccheri semplici non dovrebbe tuttavia superare il 10-12% delle calorie totali.

PIRAMIDE ALIMENTARE



**Pane, pasta, riso,
biscotti , patate
4-5 porzioni a giorno**

**Frutta e ortaggi
5-6 porzioni al giorno**

LINEE GUIDA PER UNA SANA ALIMENTAZIONE punto n.2



Più cereali,
legumi, ortaggi e frutta

- carboidrati (soprattutto amido e fibra)
- vitamine, minerali e proteine (cereali e legumi)



**Componenti non
nutritivi**

Fibra alimentare



Fibra dietetica: definizione

Fisiologica : polisaccaridi cellulari e di riserva delle piante che non possono essere idrolizzati dagli enzimi digestivi dell'uomo.

Analitica: materiale isolato dai metodi analitici AOAC (esclusi carboidrati a basso peso molecolare = frutto e galatto-oligosaccaridi)

La fibra alimentare: definizione

FIBRA ALIMENTARE

miscela di sostanze diverse, generalmente polimeri formati da monomeri a base glucidica, presenti in quantità variabile negli alimenti vegetali (in relazione alla specie, alla parte della pianta utilizzata ed al tempo di raccolta) **che resistono alla digestione enzimatica e pertanto raggiungono il colon sostanzialmente inalterate**: qui vengono parzialmente fermentati dalla flora microbica svolgendo un ruolo favorevole sull'assorbimento dei nutrienti e sulla motilità



Sebbene resistente all'idrolisi enzimatica, **la fibra alimentare può andare incontro a fermentazione batterica nel colon (eccetto lignina)** liberando:

CH_4 , CO_2 , H_2O + ac.grassi a catena corta

(acetato, propionato, butirrato)

La fibra alimentare: classificazione

Secondo Food and Nutrition Board distingue in:

-FIBRA ALIMENTARE :

carboidrati non digeribili e lignina presenti negli alimenti;

- FIBRA FUNZIONALE:

carboidrati isolati, non digeribili che possiedono effetti fisiologici benefici per la specie umana;

La fibra totale

fibra alimentare + fibra funzionale

La fibra alimentare: Composizione Chimica

Si distingue in:

```
graph TD; A[Si distingue in:] --> B[FIBRA ALIMENTARE INSOLUBILE:]; A --> C[FIBRA ALIMENTARE SOLUBILE:];
```

FIBRA ALIMENTARE INSOLUBILE:

leggermente
fermentabile

(lignina, cellulosa,
emicellulosa di tipo B);

FIBRA ALIMENTARE SOLUBILE:

quasi totalmente
fermentabile

(emicellulosa di tipo A, β -
glucani, pectina, gomme:
*tutte dotate di buona
viscosità*);

Fibra: proprietà fisico-chimiche

Capacità di ritenzione idrica (WHC)
(pectine, gomme, cellulosa, β -glicani)

Viscosità

(gomme, polisaccaridi da alghe, β -glicani)

Capacità di adsorbimento

(crusca di grano, gomma guar, lignina)

Suscettibilità alla fermentazione

(lignina)

Capacità di scambio cationico

(pectine)

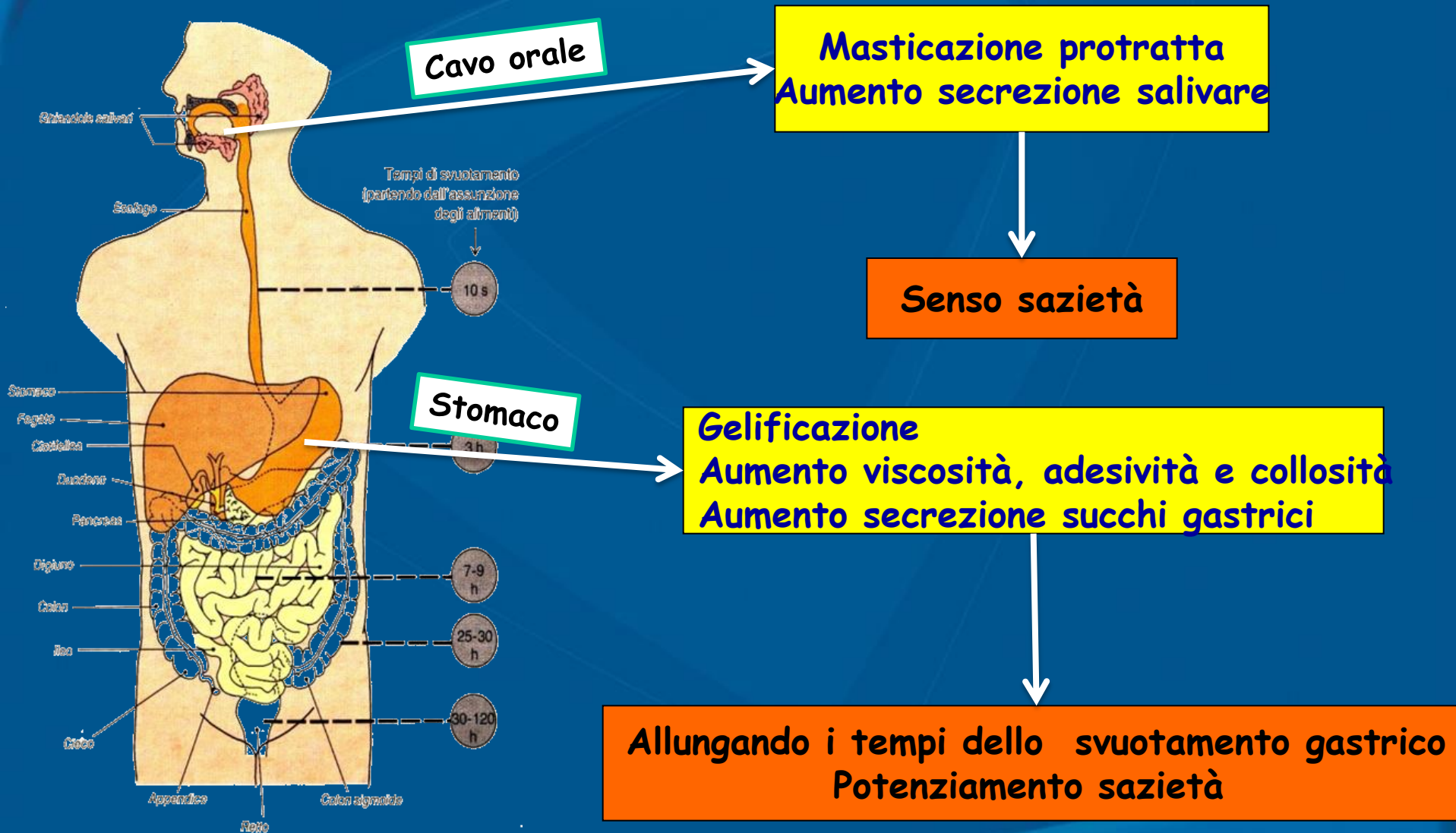
Fibra: proprietà fisico-chimiche

- ✓ Capacità di ritenzione idrica,
(aumento della massa del contenuto intestinale
facilitandone la progressione)
- ✓ Viscosità comporta uno svuotamento
gastrico, (sazietà)
- ✓ Capacità di adsorbimento con perdita di sali
biliari (effetto ipocolesterolemizzante)

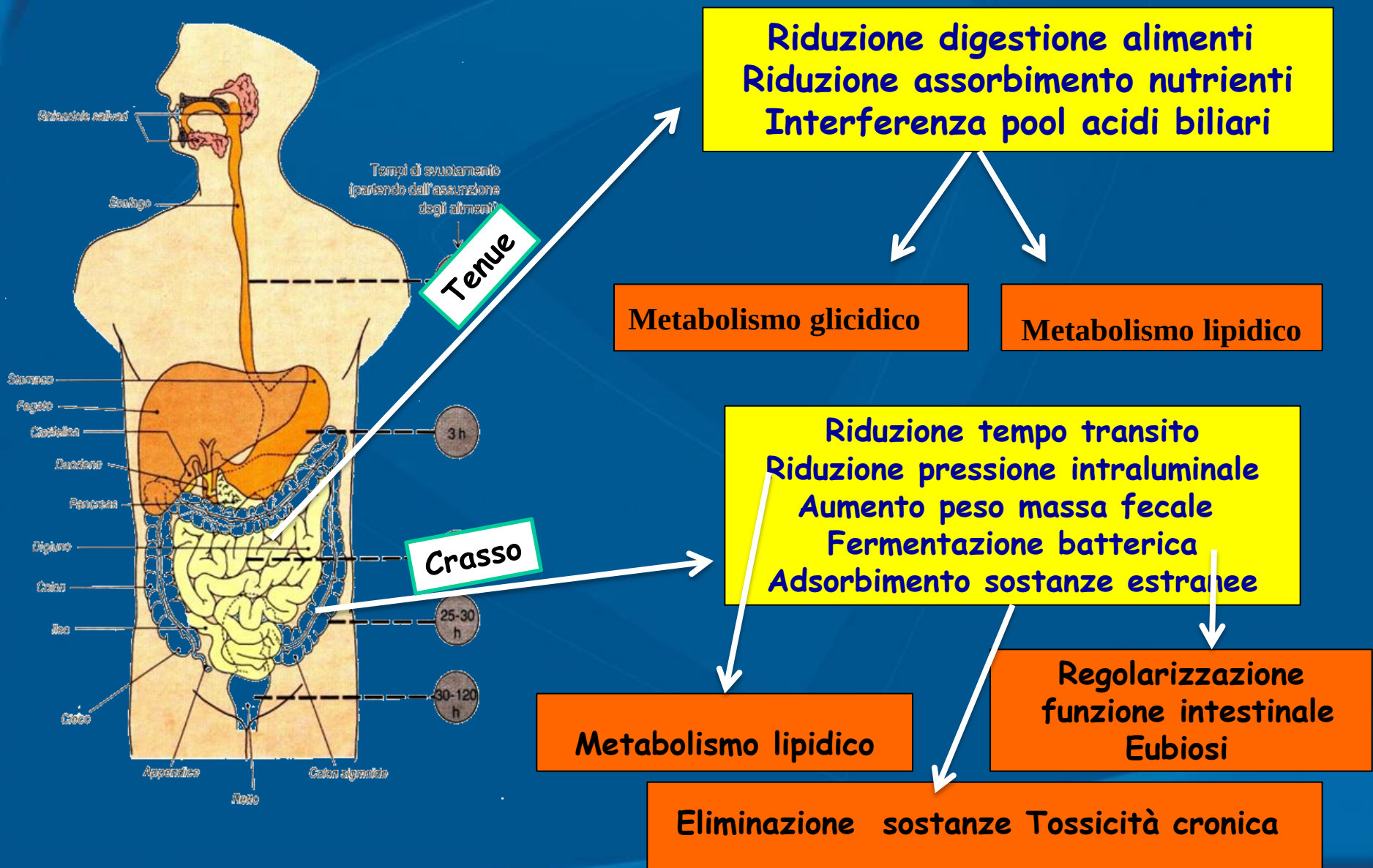
Capacità di scambio cationico (CEC)

Pectine ed alginati legano
magnesio calcio, zinco, ferro
(funzione del grado di metilazione)
Contemporanea azione di eventuali
fitati presenti

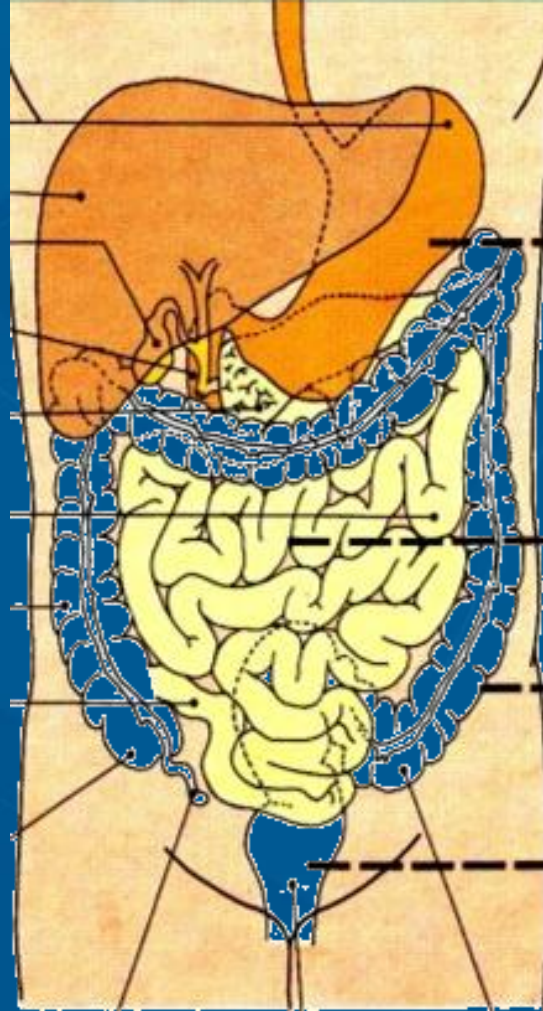
Fibra: azioni fisiologiche



Fibra: azioni fisiologiche



Funzione della fibra



Funzione della fibra

FIBRA SOLUBILE

(emicellulosa A, β -glucani, pectina, gomme)

La fibra solubile agisce prevalentemente:

Forma soluzioni viscosi (gel) che rallentano:

- i tempi di svuotamento intestinale
- crea un ambiente viscoso nell'ileo che impedisce la diffusione dei nutrienti e rallenta il transito
- l'assorbimento dei nutrienti (modulando la risposta glicemica e con funzione ipocolesterolemizzante)

Funzione della fibra

- Ridotto assorbimento dei grassi
- Maggiore tolleranza al glucosio
 - Ridotta risposta al glucosio
 - Ridotta insulinemia

Funzione della fibra

FIBRA INSOLUBILE

(cellulosa, emicellulosa B, lignina)

- parzialmente degradate dai batteri della flora intestinale, sviluppano gas che attivano la motilità intestinale
- a contatto con il succo enterico, si rigonfiano determinando un aumento della massa fecale (>volume e peso delle feci, <densità, feci + morbide)



stipsi, diverticolosi, emorroidi, prevenzione del cancro al colon

Fibra solubile ed insolubile

La fibra solubile agisce prevalentemente nel primo tratto del digerente (**stomaco e tenue**)



La fibra insolubile è più **attiva** nella parte terminale del digerente (**crasso**)

Funzioni fisiologiche della fibra

La fibra influenza lo svuotamento gastrico

viscosità della fibra

incrementata sazietà
o ridotta "fame" che si
verifica in seguito ad un
pasto ricco di fibre

effetto tampone
sulla secrezione
acida dello stomaco



Funzioni fisiologiche della fibra

La fibra influenza il transito nell'intestino tenue

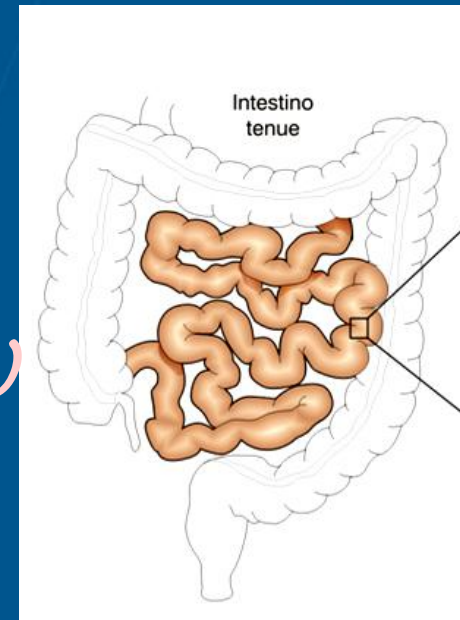
Riduzione disponibilità nutrienti

Inibizione diretta degli enzimi digestivi

- *lipasi pancreatici (crusca e germe di grano)*
- *amilasi (crusca di grano, gomma guar, psillio)*
- *inibitore proteasi (cereali e legumi)*

Barriera fisica alla digestione

(per aumento massa, volume e viscosità del bolo)



Funzioni fisiologiche della fibra

La fibra lega gli acidi biliari nel lume dell'ileo

La fibra solubile

Non si formano le micelle, necessarie per l'assorbimento di colesterolo e grassi



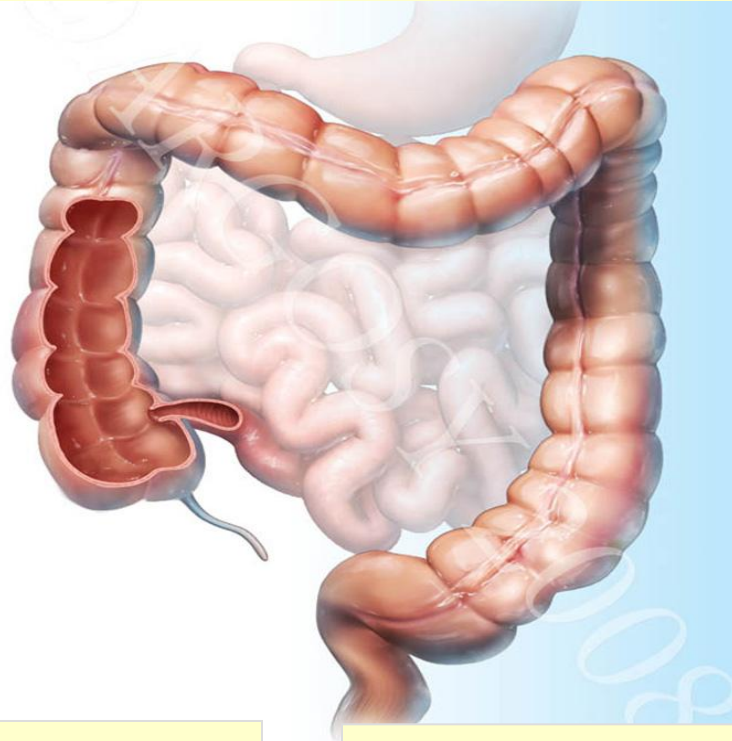
La fibra insolubile:
solo la **lignina** mostra una elevata capacità di legare acidi biliari

Attività
Cellulosa **scarsa**
Glucani, pectine,
gomme **moderata**



Cosa avviene nel tratto terminale del digerente (crasso)?

L'idrolisi e la fermentazione della fibra alimentare



Fibra insolubile

- lignina, attraversa immodificata il colon (↑ massa fecale)
- cellulosa ed emicellulosa parz.fermentate

Fibra solubile

- idrolisi e i prodotti dell'idrolisi sono fermentati dalla flora batterica del colon

↓
↑ massa batterica
↓
↑ massa fecale

Cosa avviene nel tratto terminale del digerente (crasso)?

- Aumento peso feci per:**
- massa cellulare microbica (frutta e verdura)
 - residuo fecale non digerito (crusca)



Riduzione pressione intralumilare



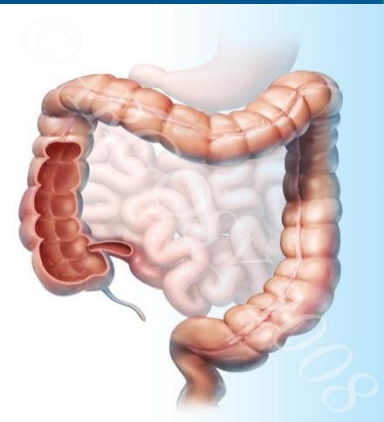
Riduzione tempo di transito



Ritenzione acqua



Fermentazione batterica



Fermentazione batterica



del pH intraluminale

Produzione di gas (H_2 , CH_4 , CO_2)

(eliminati con le feci o per via polmonare, *in grande quantità flatulenza e meteorismo*)



della massa batterica

Produzione acidi grassi a catena corta (SCFA)

Acidi grassi a catena corta (SCFAs)

Rapporto molare

Acetico 60

Propionico 20

Butirrico 15

EFFETTI SULLA MUCOSA INTESTINALE

Acido acetico

Acido propionico

Acido butirrico

circolazione sistemica

utilizzato dal fegato

**utilizzato dalle cellule della
mucosa del colon**



Acidi grassi a catena corta (SCFAs)

**Attivano motilità del tratto
gastrointestinale**

**Effetto trofico sulla mucosa enterica
(attività antineoplastica)**

Riduzione flora putrefattiva

Aumento della flora benefica

**Aumento digestione e metabolizzazione
lattosio**

Fibra e metabolismo lipidico

Effetti sui lipidi del sangue

Studi epidemiologici si sono focalizzati sulla relazione tra disturbi cardiovascolari, che si sa essere correlati al metabolismo dei lipidi, ed il consumo di fibre alimentari. I dati, raccolti da più di 20 paesi sviluppati, nel corso di più di 30 anni.

Gli effetti della fibra alimentare solubile sui lipidi del sangue sono stati largamente studiati, con pazienti normo e iperlipidemici. I dati ottenuti suggeriscono che l'assunzione di fibra alimentare solubile contribuisce a diminuire il colesterolo totale e quello LDL.

Fibra e metabolismo lipidico

Riduzione concentrazione acidi grassi liberi,
colesterolo totale (LDL)

Aumento escrezione acidi biliari

Fibra e metabolismo lipidico

Meccanismi

Utilizzazione epatica degli SCFA
(inibizione della sintesi di colesterolo)

Adsorbimento acidi biliari e colesterolo

Fibra e metabolismo glicidico

Una dieta ricca in carboidrati (fibre) ma povera in grassi produce un significativo controllo metabolico nel DM2,
l'interesse per le fibre come possibili fattori che possono influenzare il metabolismo glucidico sulla base di due possibili meccanismi:

- il ritardo della digestione e dell'assorbimento degli zuccheri con conseguente ridotta risposta glicemica ed insulemica postprandiale.
- il possibile effetto degli acidi grassi a catena corta (SFCA), prodotti nel colon per fermentazione batterica dei carboidrati delle fibre, sull'output epatico del glucosio e sulla sintesi epatica del colesterolo.

L'aggiunta di fibre solubili ad un pasto, diminuisce la risposta glicemica ed insulemica postprandiale, **mentre tale effetto non si osserva con l'aggiunta di fibre insolubili come cellulosa e crusca**. Questo effetto può contribuire quindi alla regolazione del metabolismo energetico appiattendolo i picchi glicemici e dell'insulinemia.

Fibra e metabolismo glicidico

**Modulazione del livello glicemico
ed insulinemico postprandiale**

Controllo del profilo glicemico giornaliero

Fibra e metabolismo glicidico

Meccanismi

Rallentato svuotamento gastrico

Rallentata digestione amido

Rallentato assorbimento glucosio

Aumento del transito intestinale

Utilizzazione epatica degli SCFA

(azione sull'output del glucosio)

VALORE ENERGETICO

1,5-2,5 kcal/g

Dir 2008/100/CE 2kcal/g (8kj)

Fibre - LARN

Valore raccomandato 30g/die

INFANZIA ED ADOLESCENZA

0,5g/die/kg Peso corporeo

Iniziare dai 2 anni aumentando gradualmente fino a 20 anni

LARN- IBRE

Insolubili,

(pectine, gomme, mucillagini, galattani, glucomannani, guar, psyllium)

- azione di massa nella stipsi, analoga alle insolubili,
- con efficacia diversa, a livello intestinale **hanno anche benefici effetti sul dismetabolismo lipidico e glucidico con efficacia proporzionale alla viscosità del gel formato**

Il fabbisogno giornaliero di tali fibre è di 10-15 g/die ; di glucomannano è soltanto di 3 g/die

Solubili,

(oligosaccaridi, disaccaridi indigeribili come il lattulosio, amido resistente)

- gli oligosaccaridi e il lattulosio, hanno una benefica azione sull'intestino crasso, dove vengono completamente fermentate (classificati anche come prebiotici)

Il fabbisogno giornaliero va da 2-3 g/die - fino a 20 g/die

Consumi italiani

Media 21g/die di cui $\frac{1}{3}$ solubile

Regioni settentrionali 18g/die

Regioni centro-meridionali 22g/die

Perché le fibre?



g.30 fibra/die
+.....

Le abitudini alimentari non sempre garantiscono un equilibrio adeguato nell'apporto dei diversi fattori nutrizionali con

frequente ridotto apporto di fibre



alterazioni della normale fisiologia dell'apparato digerente

L'intestino ha bisogno delle **fibre** per la sua normale funzionalità e un loro **ridotto apporto** può **diminuire la peristalsi intestinale** e **favorire un maggior consumo di alimenti ad alta densità energetica**

Un **ricorso esagerato ad integrazione di fibre alimentari** può determinare **problemi di natura funzionale** ed incidere anche in maniera significativa, all'**esposizione a contaminanti chimici potenzialmente nocivi**

Principali alimenti RICCHI in FIBRA

FIBRA DIETETICA ORTAGGI



ALIMENTO	g/porzione (250g)	ALIMENTO	g/porzione (250g)
Cavolo broccolo verde	7.50	Carote crude	7.50
Fagiolini freschi	7.25	Cavolfiore	6.00
Broccoli di rapa	7.25	Pomodori maturi	5.00
Cavolo verza	7.25	Spinaci	4.75
Cicoria	6.75	Peperoni	4.75
Cavolo cappuccio verde	6.50	Patate	4.00
Melanzane	6.50	Lattuga	3.75
Rape	6.50	Zucchine	3.00

FIBRA DIETETICA FRUTTA



ALIMENTI	g/porzione 150g	ALIMENTI	g/porzione 150g
Lamponi	11.10	Banane	2.70
Castagne bollite	8.10	Mandarini	2.55
Fichi d'india	7.50	Fragole	2.40
Oliva da tavola conservate	6.60	Prugne	2.25
Olive nere	5.85	Uva	2.25
Pere fresche senza buccia	5.70	Albicocche	2.25
Mele fresche con buccia	3.90	Ciliegie	1.95
Mandaranci	3.30	Clementine	1.80
Nespole	3.15	Amarene	1.65
Fichi	3.00	Ananas	1.50

FIBRA DIETETICA LEGUMI



ALIMENTI	g/porzione
Piselli freschi crudi	3.30 (50g)
Ceci secchi	6.80 (50g)
Fave secche sgusciate	3.50 (50g)
Fagioli cannellini secchi	8.60 (50g)
Lenticchie secche	6.90 (50g)

FIBRA DIETETICA CEREALI



ALIMENTI	g/porzione
Pasta di semola integrale	5.12 (80g)
Pasta di semola	2.16 (80g)
Pane di tipo integrale	3.25 (50g)
Pane di tipo 00	1.60 (50g)
Crackers con crusca	2.06 (29g)
Crackers normali	0.81 (29g)
Riso integrale	1.52 (80g)
Riso normale	0,80 (80g)



GRAZIE

