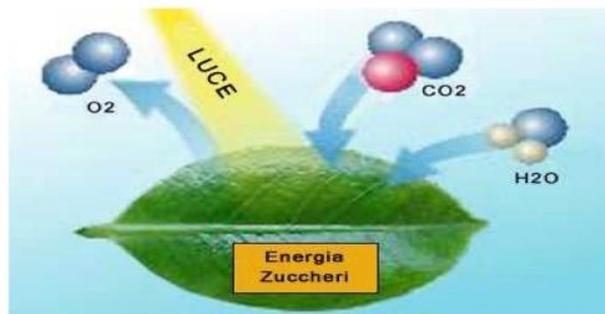
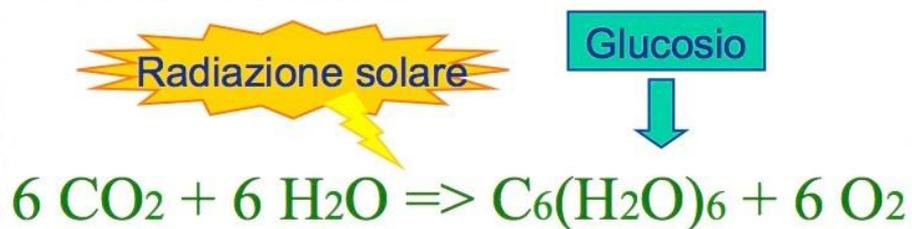


CARBOIDRATI o GLUCIDI

I **glucidi** o **glicidi** (dal greco *γλυκύς*, *glucùs*, cioè "dolce") sono dei composti chimici formati da atomi di carbonio, idrogeno e ossigeno. Più comunemente sono chiamati anche **carboidrati** (da "idrati di carbonio") o **saccaridi**.

Classe di molecole organiche più abbondante in natura. **Vengono sintetizzati nelle piante per mezzo della fotosintesi.** Dal loro catabolismo si ottiene l'energia che sostiene la vita animale

La reazione complessiva della fotosintesi può essere così riassunta:

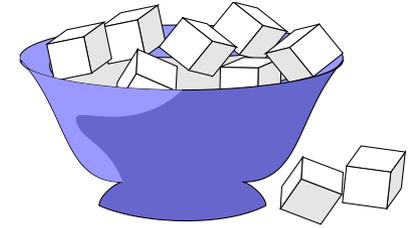


Energia luminosa \Rightarrow En. Chimica

CARBOIDRATI o GLUCIDI

- ❑ Sono i precursori metabolici di quasi tutte le biomolecole
- ❑ Si legano covalentemente con una grande varietà di molecole (glicoproteine e glicolipidi)
- ❑ Sono coinvolti nel processo di riconoscimento cellulare
- ❑ In forma di polimeri servono come elementi strutturali

Classificazione chimica



Monosaccaridi

Disaccaridi

Polialcoli

Oligosaccaridi

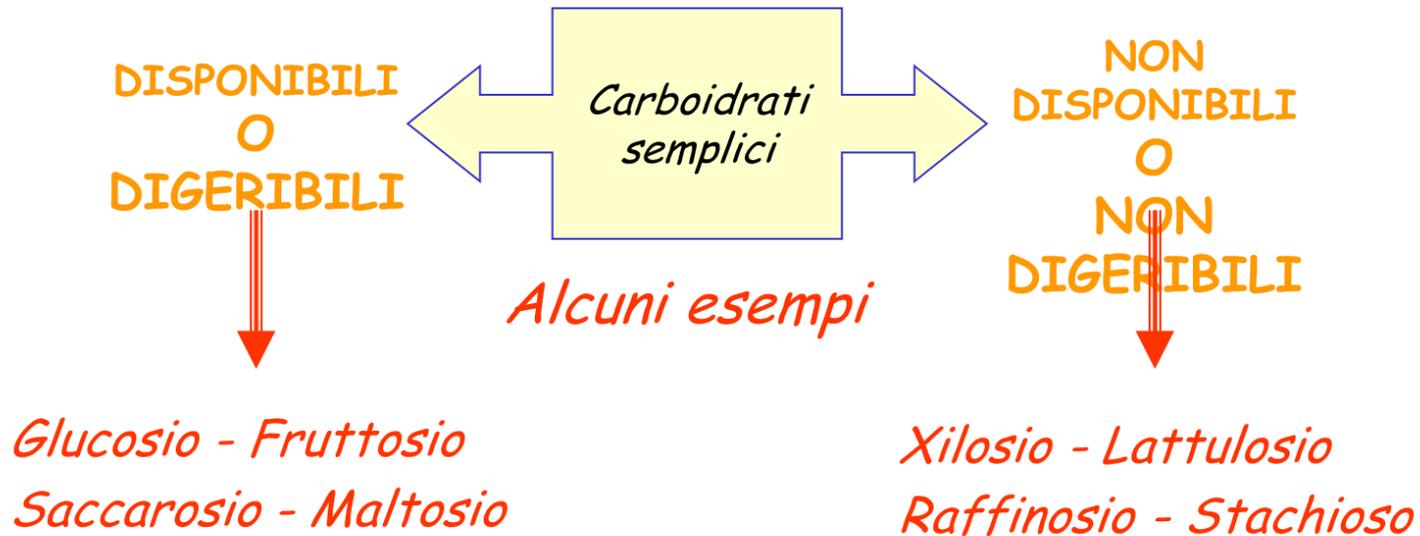
Polisaccaridi

Il termine ZUCCHERI si riferisce a monosaccaridi, disaccaridi e polialcoli

Classificazione fisiologica



I carboidrati semplici da un punto di vista fisiologico possono essere distinti in



I mono, di- e polisaccaridi vengono suddivisi in **disponibili** (zuccheri e amido), che possono essere utilizzati direttamente dalle cellule per il metabolismo energetico, e **non disponibili** (fibra alimentare), non digeribili e non assorbibili, pertanto, neppure direttamente utilizzabili per i processi metabolici, ma fermentati dalla flora batterica intestinale e trasformati in acidi grassi a catena corta.

MONOSACCARIDI

I più importanti sono a 5 (pentosi) o 6 (esosi) atomi di carbonio

PENTOSI



Ribosio (e desossiribosio): acidi nucleici – ATP - coenzimi



Chetopentoso – anello a 5 atomi

ESOSI



Glucosio: piante (fotosintesi) – sangue – carburante cellule



Aldoesoso – anello a 6 atomi



Fruttosio: miele - frutta - presente nel saccarosio



Chetoesoso – anello a 5 atomi



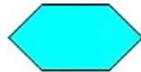
Galattosio: strutture nervose – presente nel lattosio



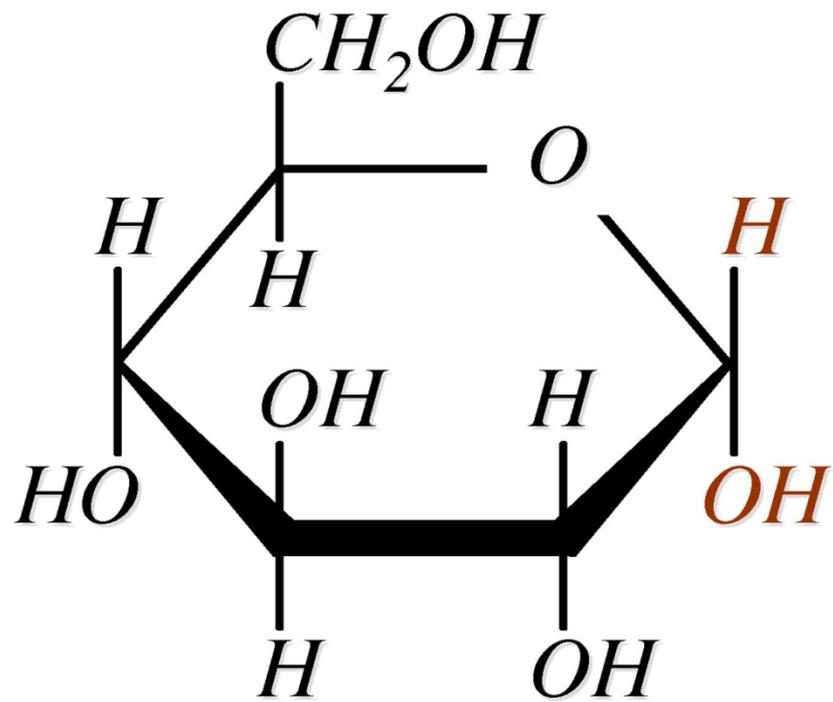
Aldoesoso – anello a 6 atomi



Mannosio: frassino della manna – presente in polisaccaridi



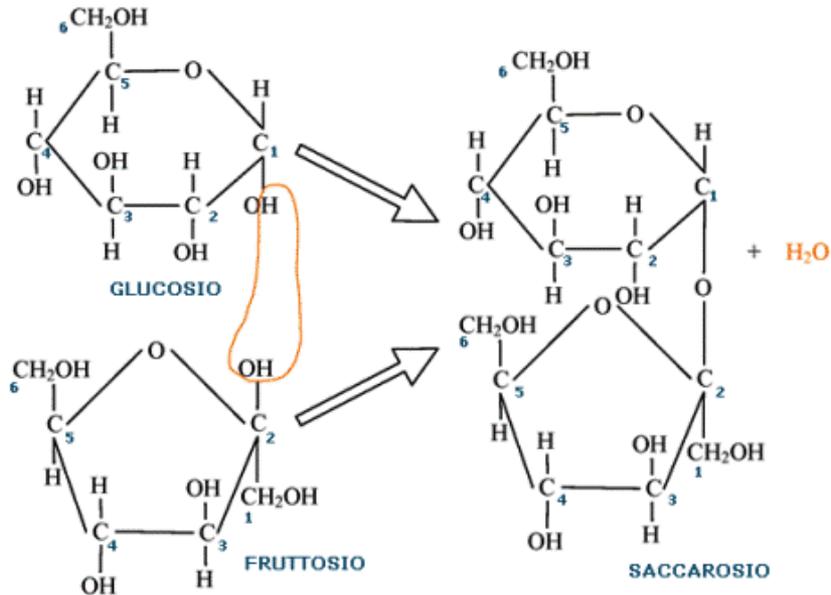
Aldoesoso – anello a 6 atomi



DISACCARIDI

SACCAROSIO - MALTOOSIO - LATTOSIO

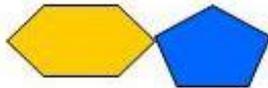
Sono la classe più semplice ma più importante degli oligosaccaridi



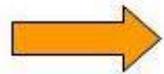
Un disaccaride si forma quando due monosaccaridi reagiscono fra loro eliminando una molecola di acqua e formando un legame glicosidico



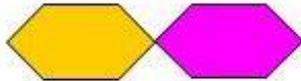
Saccarosio: comune zucchero da cucina – barbabietola e canna



Glucosio + Fruttosio



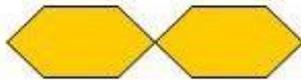
Lattosio: latte



Glucosio + Galattosio



Maltosio: malto di birra – degradazione amido



Glucosio + Glucosio – legame *alfa*

POLIALCOLI

I ***polialcoli*** sono glucidi con molecola simile ai monosaccaridi, ma con una funzione ossidrilica al posto di quella aldeidica o chetonica.

Sono prodotti che derivano da processi di idrogenazione catalitica dei corrispondenti zuccheri precursori

Si trovano come tali solo nella frutta (***sorbitolo***) in piccola quantità

Oltre, al *sorbitolo* la classe dei Polialcoli comprende *lactitolo*, *maltitolo*, *mannitolo*, *xilitolo*

Queste molecole sono digerite come gli altri zuccheri, ma hanno un limitato potere energetico. Ai polialcoli si attribuisce un valore calorico di 2,4 kcal/g.



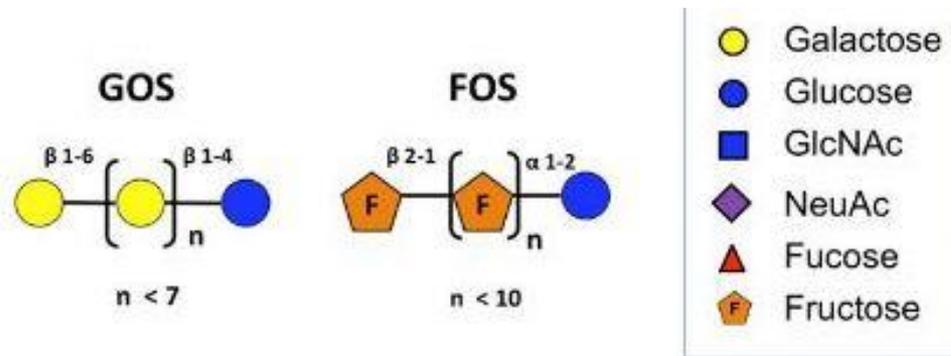
usati come dolcificanti

in un numero sempre crescente di alimenti ipocalorici o acariogeni (caramelle, gomme da masticare)

OLIGOSACCARIDI

Composti da 3 fino a 9 unità di monosaccaride. Alcuni presenti nelle piante, nei vegetali, nella frutta, nei cereali come i:

GOS GALATTO OLIGOSACCARIDI
FOS FRUTTO OLIGOSACCARIDI



Sono resistenti alla digestione; hanno azione fisiologica simile alla fibra; promuovono crescita microflora

POLISACCARIDI

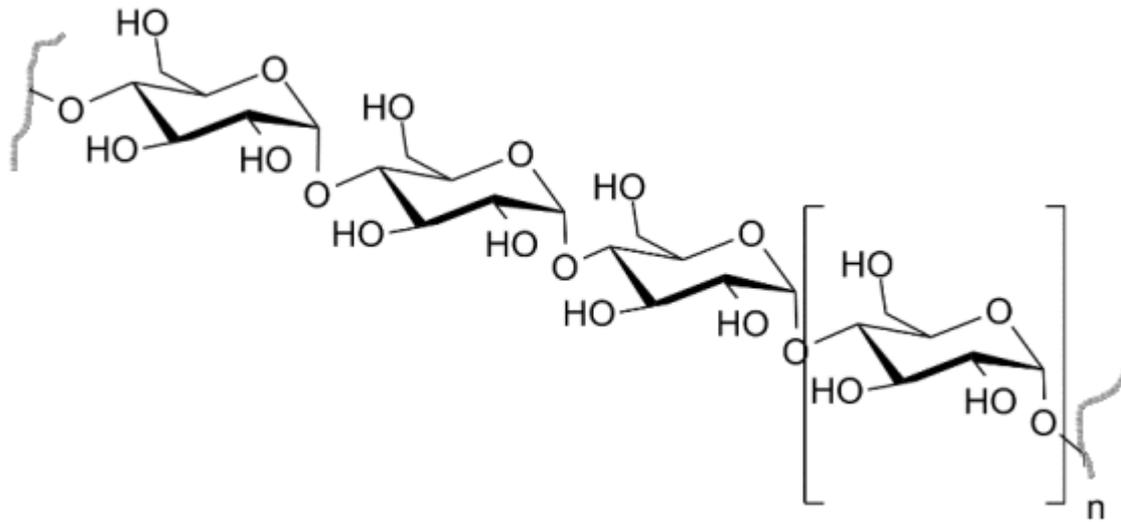
Amido

L'**amido**, polimero del glucosio è il polisaccaride di riserva dei vegetali. E' formato da due tipi di molecole l'**amilosio** e l'**amilopectina**, presenti in proporzioni variabili a seconda dell'origine.

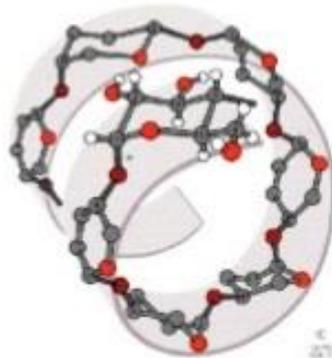
L'**amilosio** è un polimero lineare costituito da glucosio, il cui grado di polimerizzazione è all'incirca di **500÷600 unità**.

L'**amilopectina** è un polimero ramificato del glucosio. Il grado di polimerizzazione è molto più elevato di quello dell'amilosio, raggiungendo in alcuni casi anche le **50.000 unità**.

Il **glicogeno** è un altro polimero molto ramificato del glucosio. Nell'uomo, il glicogeno funge da riserva energetica glucidica



AMILOSIO



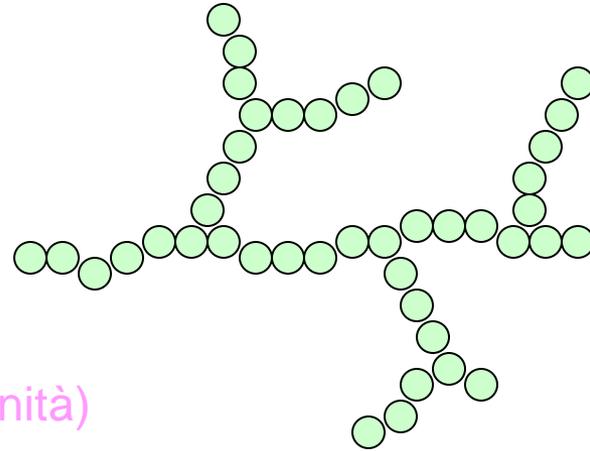
Amylosio: catena non ramificata di unità di glucosio unite da legami (α 1 \rightarrow 4). Contiene fino a 100 residui.

Amido e glicogeno

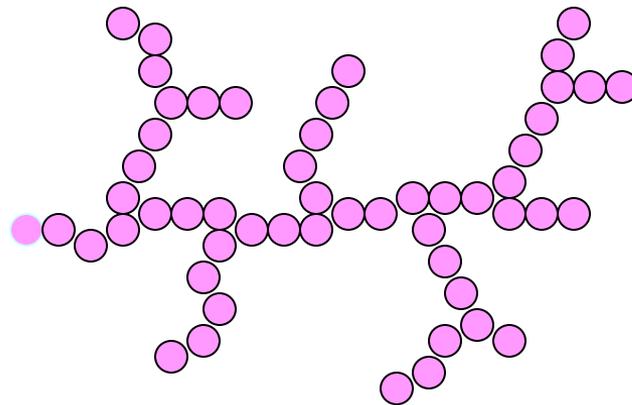
amilosio



Amilopectina (24÷30 unità)



Glicogeno (8÷12 unità)



DIDTRIBUZIONE DEL GLICOGENO IN VARI TESSUTI DELL'UOMO

TESSUTI	g/ 100g	Contenuto totale nell'uomo di riferimento (g)	Riserva mediamente disponibile nel digiuno (g)	Tempo di esaurimento (giorni)
Fegato	1.5/6.0	40-100	250	2.5
Muscolo	0.4-0.6	200-250		
Rene	0.4			
Pelle	0.08			
Lipidi		12000	10000	80
Proteine		12600	4000	

La maggior parte dell'amido viene digerito e assorbito nell'intestino tenue



Una parte minoritaria sfugge agli enzimi digestivi, arriva nel colon, dove può essere fermentata dalla microflora



La quota di amido NON DIGERITA prende il nome di

AMIDO RESISTENTE RS Resistant Starch

CLASSIFICAZIONE DELLE FRAZIONI DI AMIDO RESISTENTE ALLA DIGESTIONE

Tipo di amido	Definizione	Presenza negli alimenti
RS tipo I	amido fisicamente inaccessibile	cereali e legumi interi o solo parzialmente macinati
RS tipo II	granuli di amido non gelatinizzato	amidi consumati crudi (banana); amidi solubili a freddo (fecola di patate)
RS tipo III	amido retrogradato	alimenti ricchi di amiloso cotti e raffreddati (patate); alimenti sottoposti a processi a elevata temperatura (corn flakes); pane rafferma
RS tipo IV	amidi modificati	additivi alimentari (amidi: acetato, acetil-fosfato, mono/difosfato, idrossipropil-fosfato, idrossipropil-adipato, idrossipropil-glicerolo)

Digestione, assorbimento dei glucidi

Il **lattosio** è digerito a livello della mucosa intestinale ad opera della **lattasi**; il **saccarosio** dalla **saccarasi**; **l'amido** dall' **α -amilasi salivare** (nel cavo orale) e **pancreatica** (intestino tenue).

L'assorbimento dei monosaccaridi avviene nell'intestino tenue attraverso due meccanismi: per il **glucosio** e **galattosio** avviene per trasporto attivo mediato da un trasportatore **Na-dipendente**, ma quando la concentrazione è elevata **l'assorbimento è passivo**.

L'assorbimento del **fruttosio** avviene per diffusione facilitata, mediato dal trasportatore **GLUT-5**.

Il metabolismo glucidico è regolato da un complesso e fine meccanismo al centro del quale stanno due ormoni l'*insulina* e il *glucagone*.

I carboidrati dopo loro digestione e assorbimento stimolano un aumento di glucosio nel sangue



RISPOSTA GLICEMICA

Natura dei carboidrati assunti
Tasso di assorbimento
Tasso clearance dal circolo ematico
Presenza di altri componenti (grassi, proteine, fibra)



Funzione di

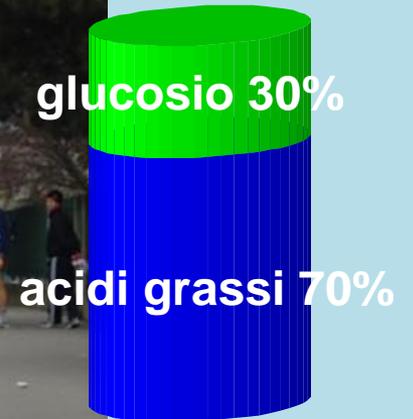
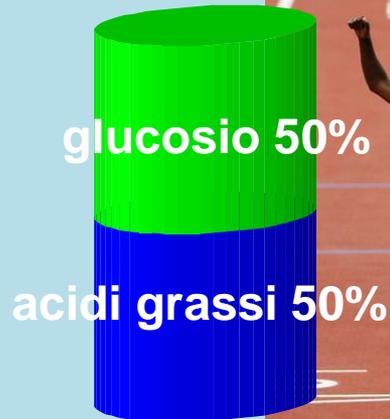
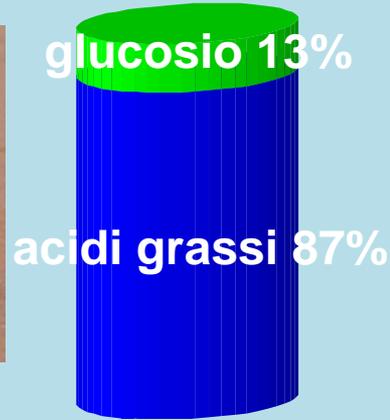
IG INDICE GLICEMICO parametro molto dibattuto

Ruolo dei glucidi

I **glucidi** a differenza dei **lipidi** e delle **proteine** quando sono catabolizzati **non producono sottoprodotti o intermedi metabolici dannosi** come **corpi chetonici** o **urea**, per non dire dell'**acetaldeide** (alcol).

Un adulto in condizioni normali necessita di circa **180 g/die** di **glucosio** per soddisfare i bisogni di energia del **sistema nervoso** e degli **eritrociti**.

Carburante utilizzato nelle diverse attività



Ruolo dei glucidi nell'esercizio fisico

Nell'attività fisica intensa il glucosio è il substrato preferenziale se non addirittura esclusivo. Nel mezzofondo e nel fondo diventa quantitativamente meno importante, ma seppur in quantità inferiore, è fondamentale per ossidare i lipidi

Il muscolo quindi utilizza i nutrienti energetici nelle diverse situazioni di attività motoria ma i carboidrati rappresentano la fonte prediletta.

Una dieta povera di glucidi oltre a danneggiare la salute compromette la prestazione, poiché riduce le scorte di glicogeno, fonte principale di energia nell'attività aerobica e indispensabile in quella anaerobica.

La risintesi di glicogeno muscolare dopo uno sforzo lungo e intenso è piuttosto lenta e dura almeno 24 ore.

FUNZIONE DEI GLUCIDI NELLA DIETA E NELL' ORGANISMO UMANO

I glucidi costituiscono la sorgente di energia più pronta ed economica da poter essere utilizzata a livello di tutti i tessuti

**Valore energetico dei GLUCIDI ALIMENTARI disponibili,
espressi come monosaccaridi**

AMIDO	4.15 kcal/g
SACCAROSIO	3.96 kcal/g
FRUTTOSIO	3.76 kcal/g
GLUCOSIO	3.75 kcal/g
POLIALCOLI	2.40 kcal/g

Razione consigliata di glucidi

La razione consigliata di **glucidi**, secondo i livelli di assunzione raccomandati di energia e nutrienti per la popolazione italiana (**LARN**), deve essere:

- pari ad un valore compreso tra il **45 e il 60% delle calorie totali giornaliere**;
- nel caso di **attività fisica intensa** il **limite superiore** può essere pari al **65% delle calorie totali giornaliere**;
- Il livello di **glucidi semplici** deve essere **inferiore al 15% delle calorie totali giornaliere**, se si raggiunge il **10÷12%** è meglio;

Una dieta a ridotto contenuto di grassi (25-30% dell'energia) e moderatamente elevata di carboidrati (50% dell'energia) è in grado di prevenire l'aumento di peso in soggetti normopeso e di indurre perdita di peso in individui sovrappeso, rispetto alle diete con il 35% dell'energia da grassi e tra il 40-50% dell'energia da carboidrati.

Tuttavia diete a basso contenuto di carboidrati (< 40% dell'energia) consumate *ad libitum* possono avere un vantaggio in termini di perdita di peso fino ad un anno, ma a lungo termine si ha un aumento del peso maggiore del peso iniziale.

FIBRA ALIMENTARE

Per *fibra alimentare* si intende l'insieme di composti di origine vegetale, di natura chimico-fisica e complessità molecolare assai diverse, caratterizzati dall'essere senza alcuna distinzione **resistenti all'idrolisi** degli enzimi digestivi e all'assorbimento.

I polissacaridi non amido sono i principali costituenti della fibra

Queste sostanze possono essere fermentate dalla *flora batterica colica (microbiota)*, con produzione di *metano, anidride carbonica, acqua e acidi grassi volatili* (essenzialmente *acido acetico, propionico e butirrico*). Si stima che la produzione di *acidi grassi a catena corta (SCFA)* sia di circa *380 mmoli/die*.

L'*acido butirrico* è assorbito dai *colonociti* a scopo *energetico e integrità della mucosa*; l'*ac. propionico* dal *fegato* usato dagli *epatociti* per la *neoglucogenesi*; l'*ac. acetico* da diversi *tessuti* come substrato per il *ciclo di Krebs* o intermedio nella *sintesi dei lipidi*.

La fibra alimentare

La fibra alimentare si distingue in:

● **insolubile, idrofila**: costituita da cellulosa, emicellulose a elevato grado di ramificazione e lignina;

● **solubile, gelificante**: costituita da polisaccaridi non cellulosici (emicellulose, gomme, mucillagini, pectine, polisaccaridi algali).

L'apporto energetico della fibra alimentare è del tutto trascurabile, in quanto le poche calorie fornite (**1,5 kcal/g**) sono compensate dal ridotto assorbimento dei nutrienti energetici.

La ***fibra insolubile***, essendo ***idrofila***, assorbe rilevanti quantità d'acqua: aumenta così il volume delle feci, che si fanno ***abbondanti, poltacee*** e più ***morbide*** riducendo i tempi di transito intestinale.

La ***fibra solubile*** forma soluzioni ***viscose*** che allungano i tempi di svuotamento gastrico e rallentano l'assorbimento dei nutrienti e del ***colesterolo***.

Questo spiega perché la ***fibra solubile*** abbia, al contrario di quella insolubile, più azione ***costipante*** che lassativa.

DEFINIZIONE PIU' MODERNA DI FIBRA ALIMENTARE (EFSA 2010)

riassume i principali tipi di fibra

POLISACCARIDI NON AMIDO: cellulosa, emicellulosa, gomme, mucillagini, beta-glucani (polisaccaridi lineari costituiti da molecole di glucosio unite insieme mediante legami glicosidici $\beta(1-3)$ e $\beta(1-4)$).

OLIGOSACCARIDI RESISTENTI: FOS, GOS

AMIDO RESISTENTE: amido non fisicamente accessibile, amidi chimicamente o fisicamente modificati

LIGNINA: complesso polimerico organico composto principalmente da fenoli

RACCOMANDAZIONI

La quantità di fibra consumata nel mondo occidentale è ancora troppo bassa per il ridotto consumo di frutta, ortaggi e cereali integrali contro un elevato consumo di alimenti ad elevata densità energetica.

I LARN raccomandano un intake giornaliero di fibra alimentare compreso tra 12,6 e 16,7 g/1000 kcal (3-4 g /MJ) per la popolazione adulta tenendo conto degli effetti favorevoli sulle malattie non trasmissibili.

Per i bambini si suggerisce un intake di fibra alimentare pari a 8,4 g/1000 kcal (2 g/MJ) compatibile con un normale sviluppo corporeo.

La raccomandazione dei LARN relativa all'intake giornaliero di fibra alimentare per la popolazione adulta è compresa tra 12,6 e 16,7 g/1000 kcal (3-4 g /MJ)

LARN = livelli di assunzione di riferimento