DIGESTIONE DEI MACRONUTRIENTI

EDUCAZIONE NUTRIZIONE SICUREZZA ALIMENTARE

ORDINE NAZIONALE DEI BIOLOGI

Ordine Nazionale Biologi

info: 328 8978236
Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

L'APPARATO DIGERENTE

comincia con la

BOCCA — dove inizia la → digestione degli zuccheri

DEGLUTIZIONE

prosegue con

FARINGE ed ESOFAGO

CARDIAS

che portano il bolo allo

STOMACO — dove inizia la → digestione delle proteine

da cui segue un lungo canale detto

PILORO

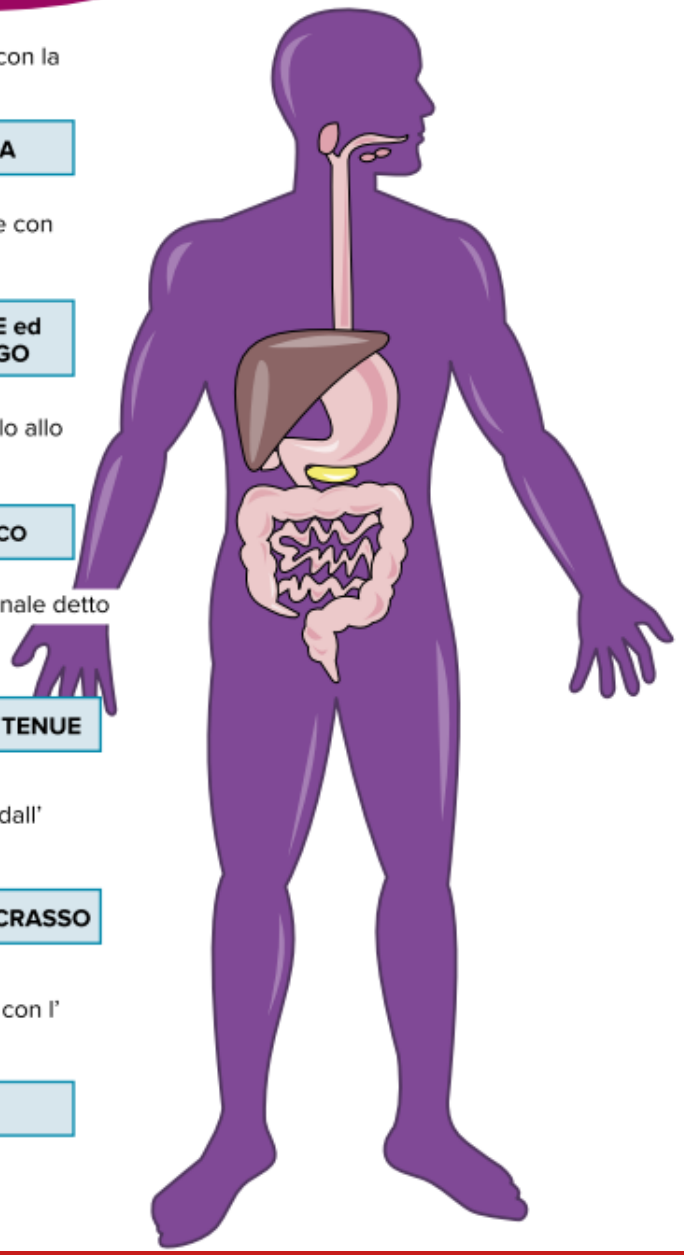
INTESTINO TENUE — dove avviene → l'assorbimento dei macronutrienti

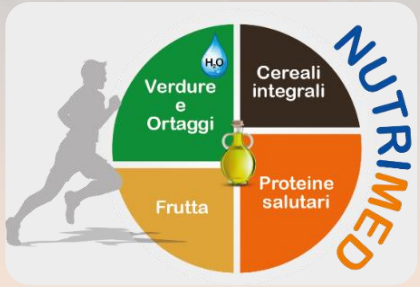
seguito dall'

INTESTINO CRASSO — dove si riassorbono → acqua, sali minerali, vitamine

e termina con l'

ANO — dove avviene → l'espulsione delle feci





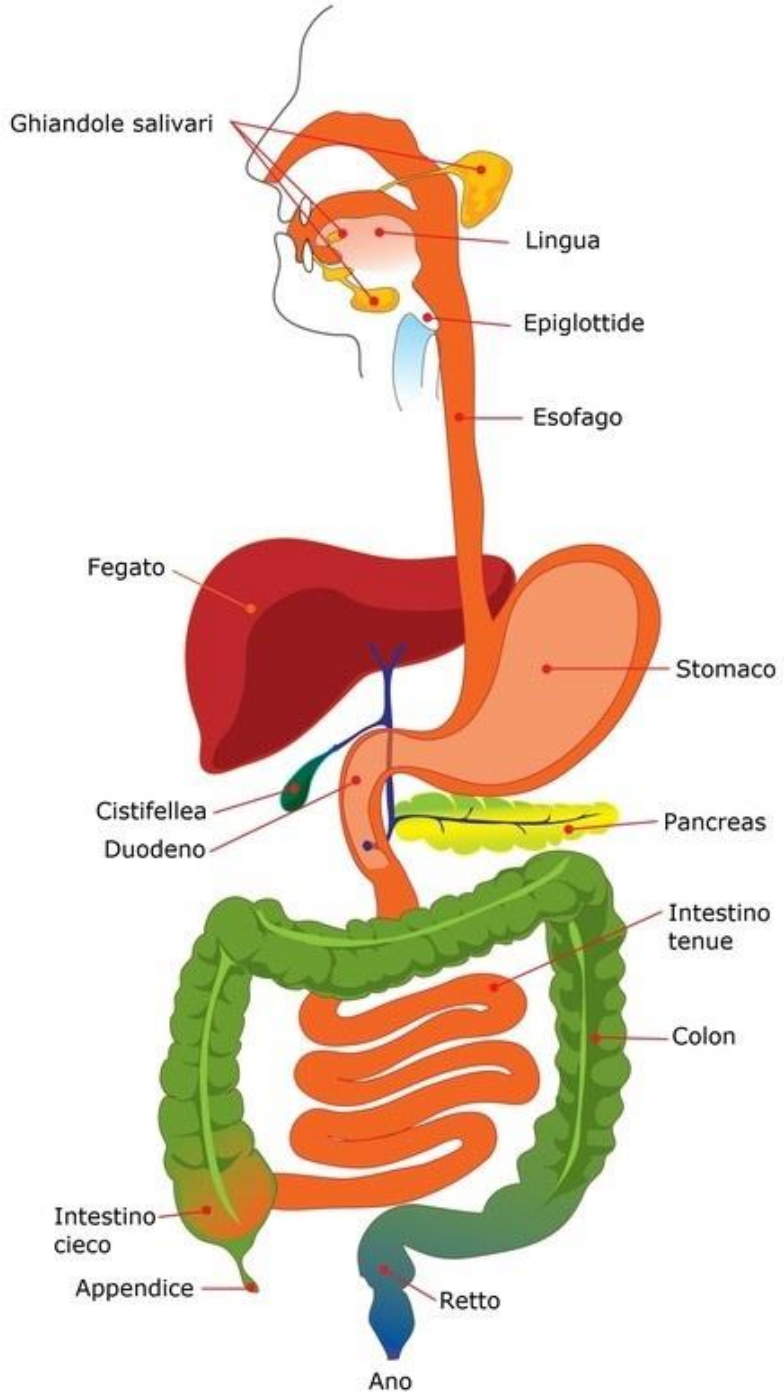
Gianluca Tiberino
info: 328 8978236
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

Gianluca Tiberino
info: 328 8978236

NUTRIMED

TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA

Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)



Gianluca Tiberino
info: 328 8978236

NUTRIMED

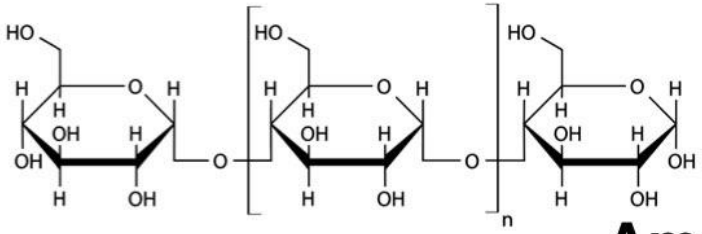
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA

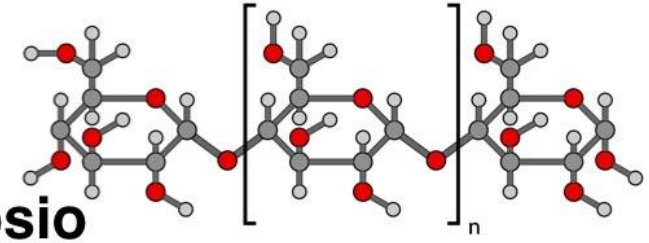
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

GLUCIDI	PROTEINE	LIPIDI
AMIDO	POLIPEPTIDI	TRIGLICERIDI
DESTRINE	OLIGOPEPTIDI	DIGLICERIDI
MALTOSIO	DIPEPTIDI	MONOGLICERIDI
GLUCOSIO	AMINOACIDI	GLICEROLO
		A. GRASSI

GLUCIDI BOCCA - INTESTINO	PROTEINE STOMACO - INTESTINO	LIPIDI INTESTINO
ALFA AMILASI SALIVARE ALFA AMILASI PANCREATICA	HCl - PEPSINOGENO – PEPSINA PEPTIDASI PANCREATICA AMINOPEPTIDASI	SALI BILIARI – EMULSIONE LIPASI PANCREATICA
AMIDO	POLIPEPTIDI	TRIGLICERIDI
DESTRINE	OLIGOPEPTIDI	DIGLICERIDI
MALTOSIO	DIPEPTIDI	MONOGLICERIDI
GLUCOSIO	AMINOACIDI	GLICEROLO
		A. GRASSI

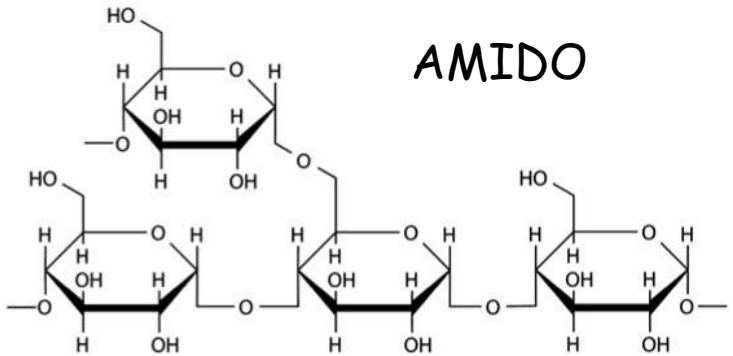
info: 328 8978236 Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

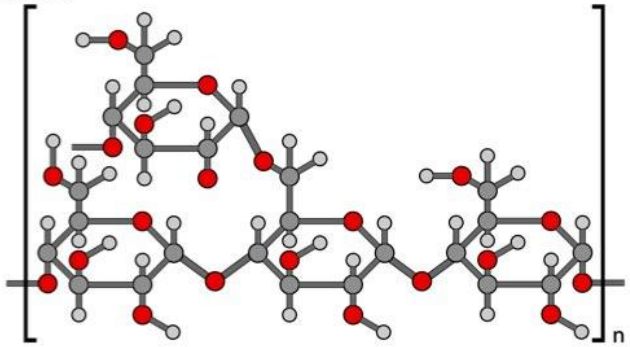




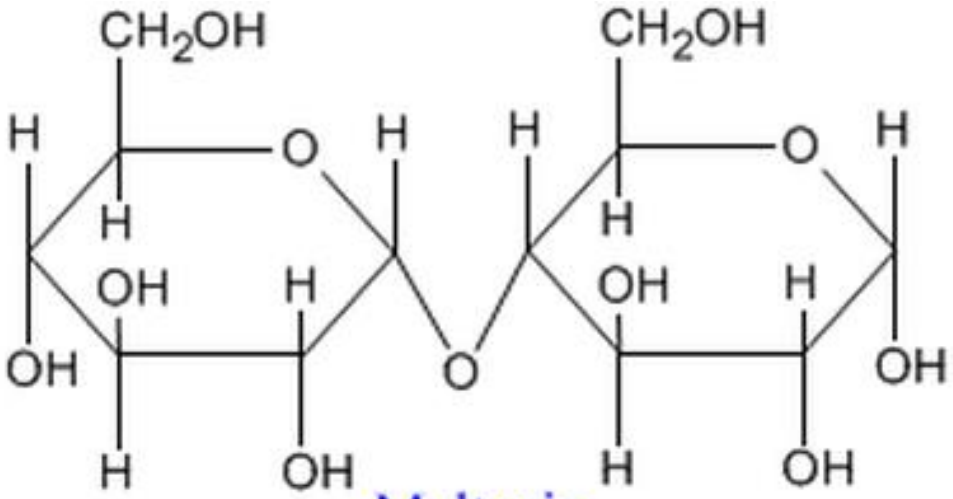
Amilosio

AMIDO





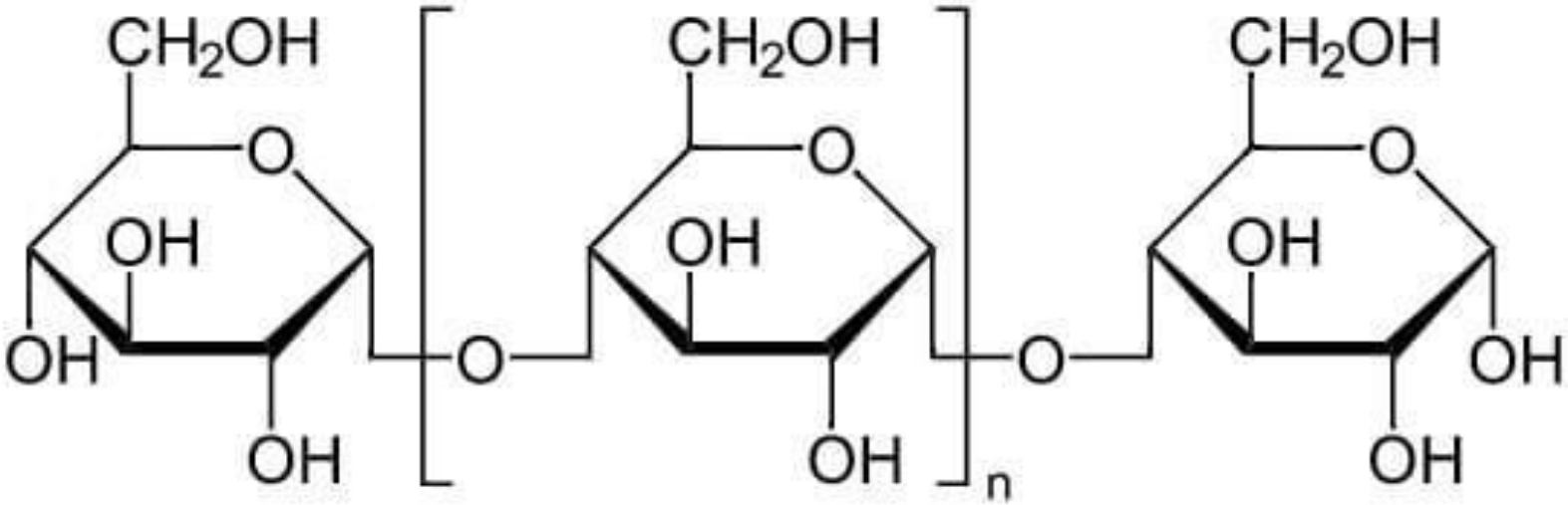
Amilopectina

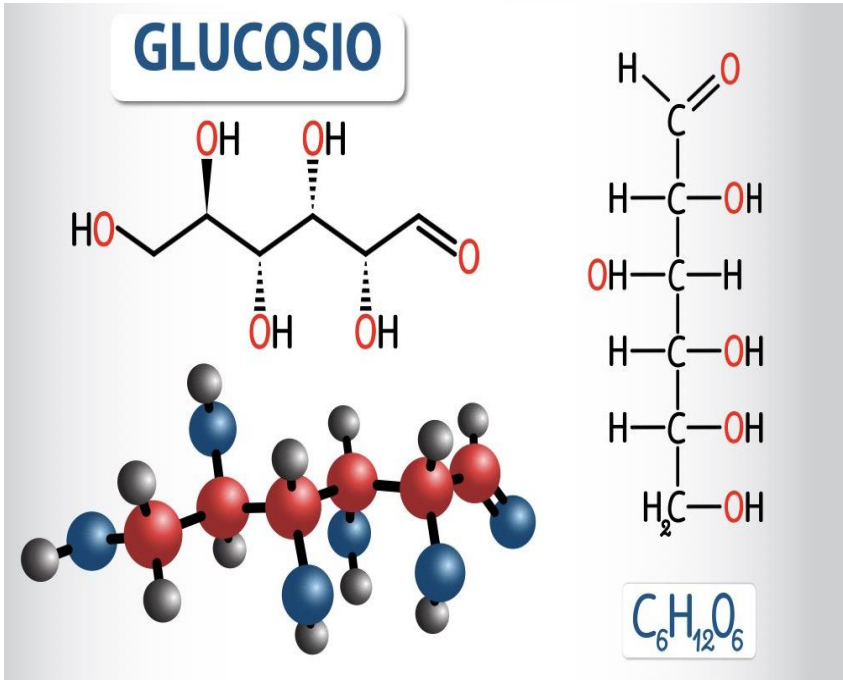


Maltosio

α-D-Glucosio(1→4)α-D-Glucosio

DESTRINE





PROTEINA = SEGUENZA DI AMINOACIDI – LEGAME PEPTIDICO

MACRONUTRIENTE FUNZIONE PLASTICA	**AMINOACIDI**
PROTEINA	> 50
POLIPEPTIDE	< 50
OLIGOPEPTIDE	> 10
DIPEPTIDE	2
AMINOACIDO	1

LIPIDI = TRIGLICERIDI

MACRONUTRIENTE FUNZIONE ENERGETICA DI RISERVA	GLICEROLO + A. GRASSI
TRIGLICERIDI	GLICEROLO + 3 A. GRASSI
DIGLICERIDI	GLICEROLO + 2 A. GRASSI
MONOGLICERIDI	GLICEROLO + 1 A. GRASSI

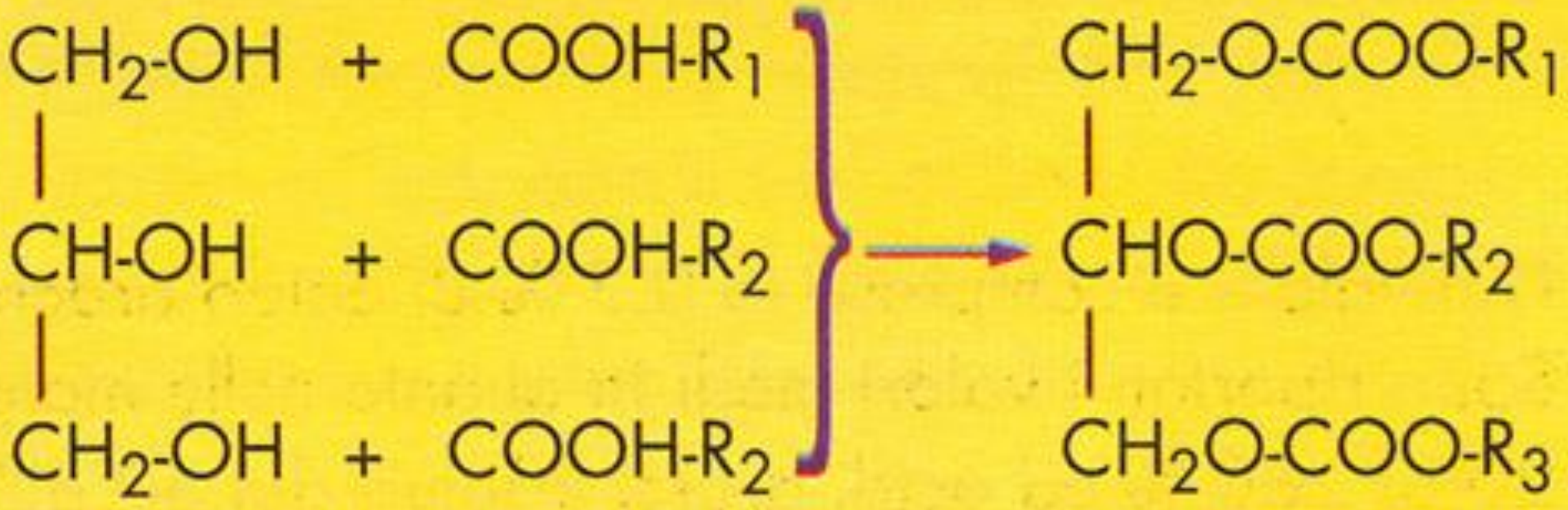
GLICEROLO - A. GRASSI

CONDENSAZIONE TRA GLICEROLO E A. GRASSO OTTENIAMO:

TRIGLICERIDI → 3 A. GRASSI
DIGLICERIDI → 2 A. GRASSI
MONOGLICERIDI → 1 A. GRASSO

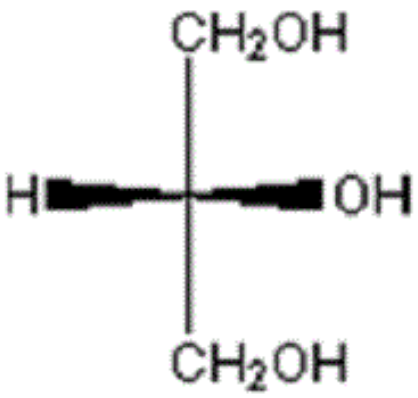
ACIDO GRASSO

- ✓ CATENA IDROCARBURICA NON RAMIFICATA
- ✓ CATENA DI ATOMI DI CARBONIO DI NUMERO PARI DA 4 A 28
- ✓ INIZIANO CON GRUPPO CARBOSILLICO
- ✓ ESTREMITA' GRUSSO METILICO
- ❑ SATURI SENZA DOPPIO LEGAME
- ❑ INSATURI PRESENZA DI DOPPI LEGAMI



Glicerolo **Acidi grassi** **Trigliceride**

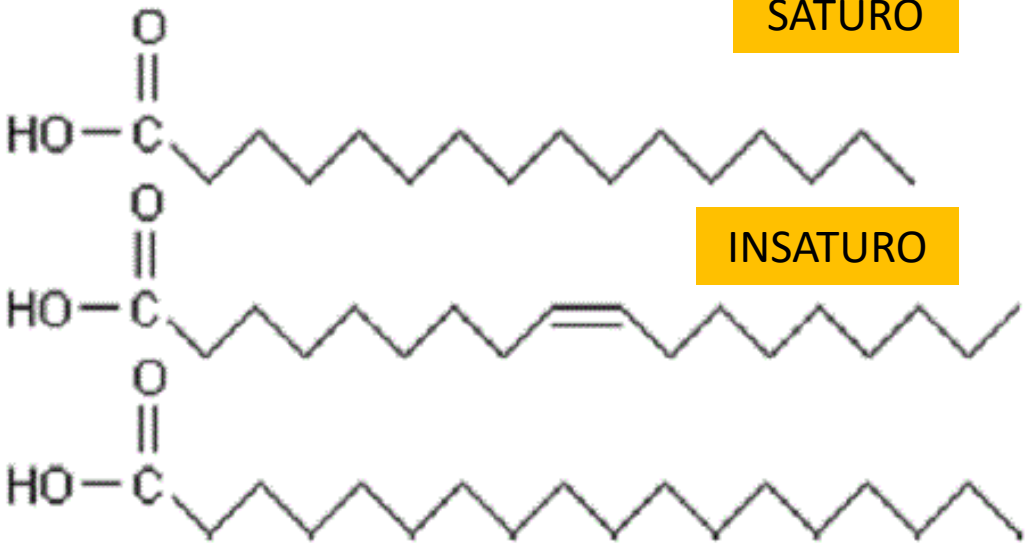
info: 328 8978236
Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)



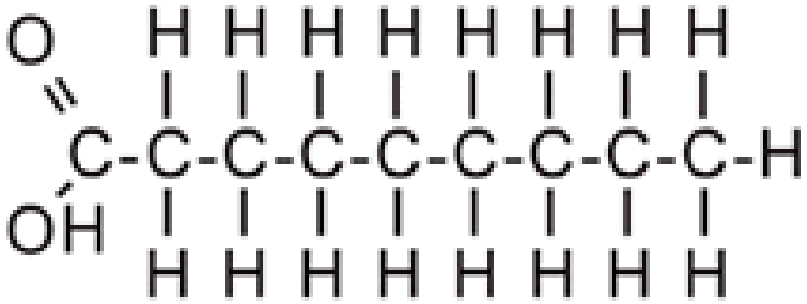
Glicerolo

SATURO

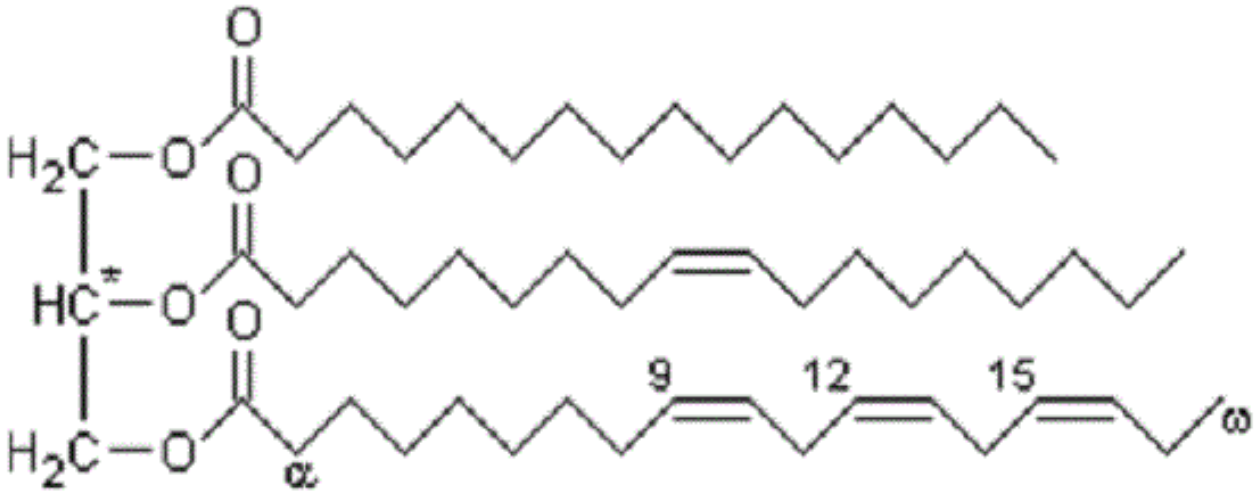
INSATURO



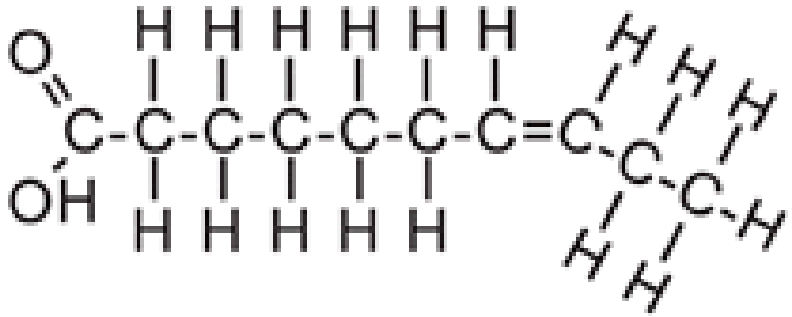
3 Acidi Grassi



ACIDO GRASSO SATURO



Trigliceride



ACIDO GRASSO INSATURO (MONOINSATURO)

SITO	CIBO	GLUCIDI	PROTEINE	LIPIDI
BOCCA BOLO ALIMENTARE	BOLO	**ALFA AMILASI SALIVARE** **PTIALINA** AMIDO IN DESTRINE MALTOSIO		
ESOFAGO BOLO ALIEMNTARE	PERISTALSI ONDE RITMICHE DI CONTRAZIONI MUSCOLARI	PASSAGGIO	PASSAGGIO	PASSAGGIO
STOMACO	CHIMO		ACIDITA' ATTIVA **PEPSINOGENO IN PEPSINA** PROTEINE IN PEPTIDI	
INTESTINO TENUO DUODENO DIGIUNO ILEO	CHILO CHILOMICRONI	**ALFA AMILASI** **PANCREATICA** DESTRINE MALTOSIO GLUCOSIO	**PEPTIDASI PANCREATICA** PEPTIDI IN OLIGOPEPTIDI **AMINOPEPTIDASI** OLIGOPEPTIDI IN AMINOACIDI	**LIPIDI EMULSIONATI** DALLA BILE PRODOTTA DAL FEGATO **LIPASI PANCREATICA** A. GRASSO – GLICEROLO MONGOLICERIDI

Digestione e assorbimento

La **digestione** dei **glucidi** inizia in **bocca**: la saliva contiene infatti l'enzima *ptialina* (*alfa-amilasi salivare*), che idrolizza l'amido liberando maltosio e destrine.

La **digestione dei glucidi** riprende nell'intestino, dove l'*alfa-amilasi pancreatica* trasforma l'amido non digerito in bocca in vari tipi di disaccaridi (maltosio, destrine); infine si completa a livello delle membrane delle cellule della mucosa intestinale ad opera di altri enzimi, che trasformano i disaccaridi nei monosaccaridi **glucosio**, **fruttosio**, **galattosio** e piccole quantità di altri monosaccaridi.

È interessante notare che il **glucosio** viene assorbito con un **meccanismo di trasporto attivo**, mentre il **fruttosio** viene assorbito passivamente: questo determina un più lento assorbimento del fruttosio e concorre ad abbassare il suo **indice glicemico**.

Gli zuccheri semplici arrivano quindi al **fegato**, e vengono trasformati tutti in **glucosio**. A questo punto il glucosio può seguire diversi destini metabolici: in sostanza, se le scorte di carboidrati sono piene il glucosio viene trasformato in grasso e immagazzinato, altrimenti le scorte vengono ripristinate trasformando il glucosio in glicogeno.

I **glucidi** sono importanti, in quanto svolgono le seguenti funzioni:

- **energetica**: forniscono energia di immediata utilizzazione;
- **protettiva**: sono importanti per il fegato, in quanto agiscono sul risparmio proteico e svolgono una attività antichetogena nei confronti dei lipidi. La riserva glucidica rende il fegato più resistente all'attacco di batteri, virus, tossine;
- **plastica**: sono i costituenti degli acidi nucleici, delle glicoproteine e dei glicolipidi.

Verdure e Ortaggi
Cereali integrali
Frutta
Proteine salutari
NUTRIMED
Gianluca Tiberino
info: 328 8978236
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

info: 328 8978236
Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

DIGESTIONE ASSORBIMENTO

SALIVA - BOCCA	*ENZIMA PTIALINA ALFA AMILASI SALIVARE IDROLIZZA AMIDO → DESTRINE*
INTESTINO	*ALFA AMILASI PANCREATICA AMIDO NON DIGERITO IN BOCCA MALTOSIO - DESTRINE*
MEMBRANE DELLE CELLULE DELLA MUCOSA INTESTINALE DISACCARIDI → MONOSACCARIDI	*GLUCOSIO FRUTTOSIO GALATTOSIO*
GLUCOSIO FRUTTOSIO	*TRASPORTO ATTIVO PASSIVAMENTE → ABBASSA I.G. BASSO*
ZUCCHERI SEMPLICI	*FEGATO → GLUCOSIO GRASSO GLICOGENO*

DIGESTIONE DELL'AMIDO

AMIDO

Amilasi salivare ↓

DESTRINE

Amilasi pancreatica ↓

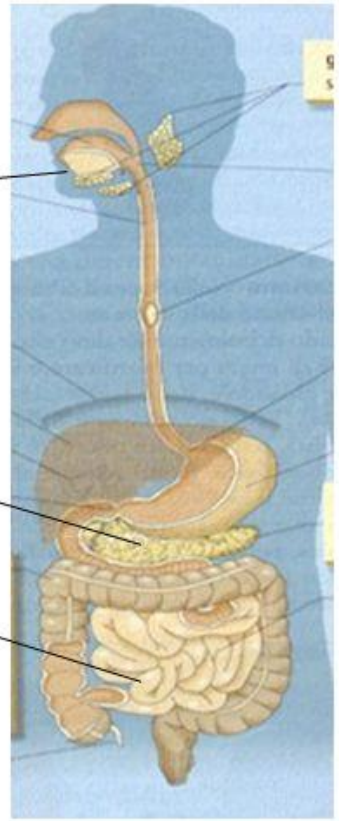
MALTOSIO

Enzimi parete intestinale ↓

GLUCOSIO

↓

Vena porta



DIGESTIONE DEI DISACCARIDI

DISACCARIDI

Enzimi parete intestinale ↓

MONOSACCARIDI

↓

Vena porta

info: 328 8978236
Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

- DIGESTIONE: SCISSIONE DELLE SOSTANZE COMPLESSE IN SEMPLICI
- ASSORBIMENTO: PASSAGGIO DELLE SOSTANZE SEMPLICI DALL'INTESTINO AL SANGUE
- ASSIMILAZIONE: PASSAGGIO DELLE SOSTANZE SEMPLICI DAL SANGUE ALLE CELLULE

---

1. BOCCA → DIGESTIONE GLUCIDI → AMILASI SALIVARE → AMIDO
2. ESOFAGO

   VALVOLA CONGIUNZIONE → CARDIAS (SFINTERE)
3. STOMACO

   VALVOLA CONGIUNZIONE → PILORO (SFINTERE)
4. INTESTINO TENUE → ALFA – AMILASI – PANCREATICA
5. INTESTINO CRASSO

DIGESTIONE DEI GLUCIDI → AMIDO – DESTRINE – MALTOSIO - GLUCOSIO

DIGESTIONE GLUCIDI

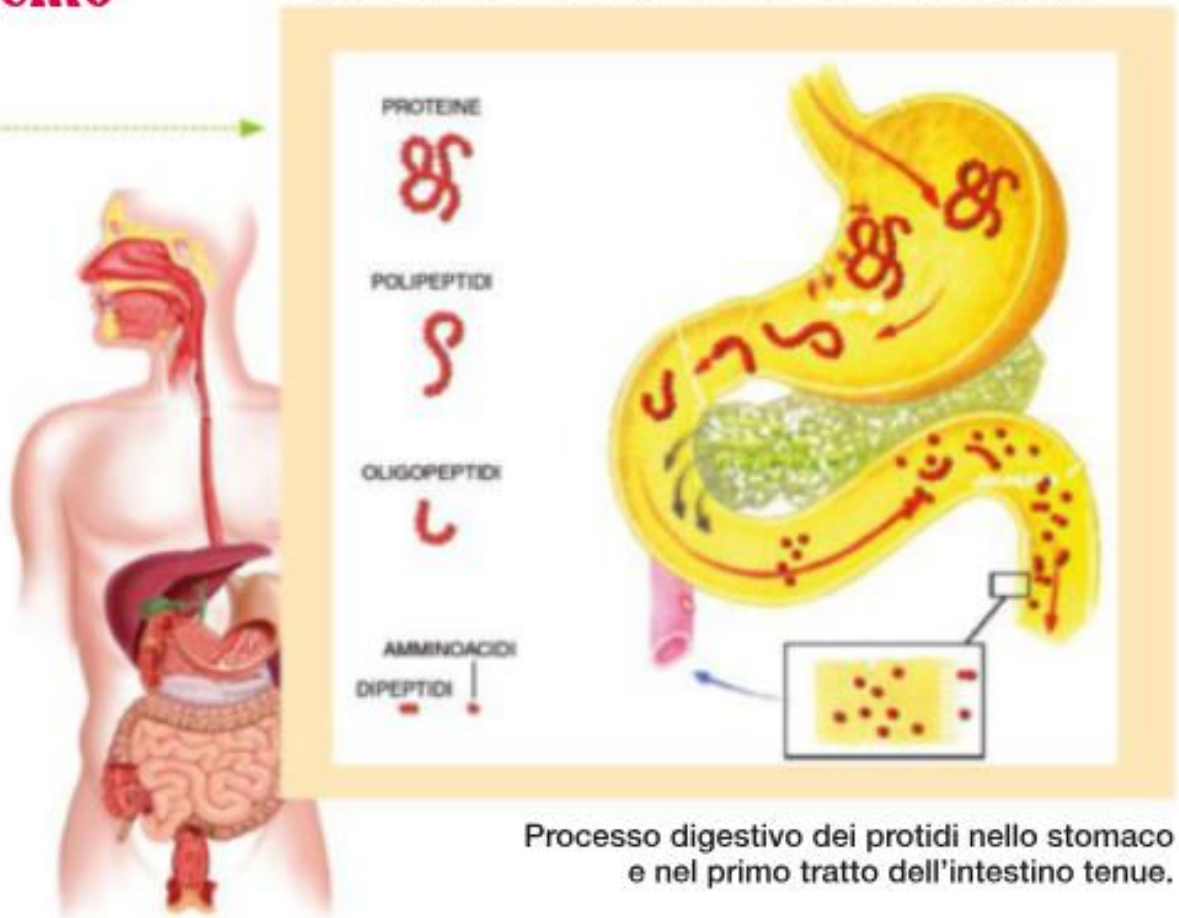
Digestione e assorbimento

La **digestione** delle proteine inizia nello stomaco ad opera della *pepsina*, che attacca le catene dall'interno riducendole in frammenti e facilitando così la successiva azione degli altri *enzimi*. L'*acido cloridrico* ha un ruolo importante, poiché attiva la pepsina, rende possibile la sua azione abbassando il pH e denatura le proteine, scoprendo i legami peptidici che possono così essere attaccati.

La fase successiva avviene nel duodeno ad opera delle *peptidasi pancreatiche*, enzimi che spezzano ulteriormente i peptidi. L'idrolisi finale dei peptidi in amminoacidi avviene tramite altri enzimi, le *amminopeptidasi*.

Gli amminoacidi giungono così al fegato, l'organo che regola il loro metabolismo, ovvero:

- la distribuzione degli amminoacidi in tutti i tessuti;
- la sintesi di proteine plasmatiche e di quelle utili alla stesse cellule del fegato;
- la sintesi di amminoacidi non essenziali;
- la degradazione degli amminoacidi in eccesso o provenienti dal catabolismo delle proteine muscolari.



Processo digestivo dei protidi nello stomaco e nel primo tratto dell'intestino tenue.

NUTRIMED
Verdure e Ortaggi
Cereali integrali
Frutta
Proteine salutari
Gianluca Tiberino
info: 328 8978236
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

DIGESTIONE PROTIDI

1. BOCCA
2. ESOFAGO
3. STOMACO → **DIGESTIONE DELLE PROTEINE**

   HCl, ABBASSA IL pH - ATTIVA IL **PEPSINOGENO IN PEPSINA** CHE DENATURA LE PROTEINE,

   SCOPRENDO I LEGAMI PEPTIDICI

4. INTESTINO TENUE → **DUODENO**

   PEPTIDASI PANCREATICA – **SPEZZA I PEPTIDI**

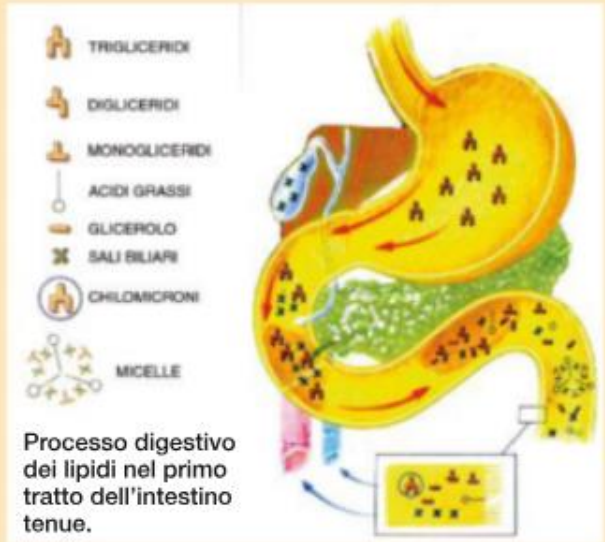
   AMMINOPEPTIDASI → IDROLIZZA I PEPTIDI IN AMMINOACIDI

DIGESTIONE DELLE PROTEINE → **AMMINOACIDI GIUNGONO AL FEGATO**, DIVERSI DESTINI:

1. DISTRIBUISCE GLI AMMINOACIDI IN TUTTI I TESSUTI
2. SINTESI DI PROTEINE PER IL FEGATO E PER IL SANGUE
3. SINTESI DI AMMINOACIDI NON ESSENZIALI
4. DEGRADAZIONI DEGLI AMMINOACIDI IN ECCESSO CHE PROVENGONO DAL CATABOLSIMO MUSCOLARE

Digestione e assorbimento

Digestione ed assorbimento dei lipidi



Processo digestivo dei lipidi nel primo tratto dell'intestino tenue.

I **lipidi alimentari** necessitano di un processo di **digestione** costituito da due fasi: una di natura fisica e l'altra di natura chimica.

I fattori fisici si rendono necessari in quanto i grassi sono insolubili in acqua, e quindi non si possono sciogliere nel succo intestinale per essere attaccati dagli enzimi. I lipidi vengono ridotti a particelle di dimensioni comprese tra 0,5 e 1 micrometro (1/1000 di millimetro) grazie alle proprietà tensioattive dei sali biliari prodotti dal fegato, che formano una emulsione con i lipidi alimentari. A questo punto i lipidi possono essere attaccati dai tre enzimi pancreatici che realizzano l'idrolisi, la fase chimica della digestione. L'enzima più importante è la *lipasi pancreatica*, che scinde i trigliceridi in monogliceridi e acidi grassi liberi. Gli acidi grassi a catena lunga (con più di 12 atomi di carbonio) vengono quindi assorbiti per semplice diffusione, trasformati nuovamente in trigliceridi e portati ai tessuti per mezzo delle *lipoproteine*. Prima di essere ceduti ai tessuti, vengono nuovamente scissi in acidi grassi liberi da un enzima (la lipasi lipoproteica), presente negli endoteli dei capillari. Gli acidi grassi liberi vengono quindi utilizzati per produrre energia. Gli acidi grassi liberi a catena corta e media, invece, vengono direttamente trasportati al fegato per mezzo delle albumine, e quindi la loro digestione risulta molto più veloce.

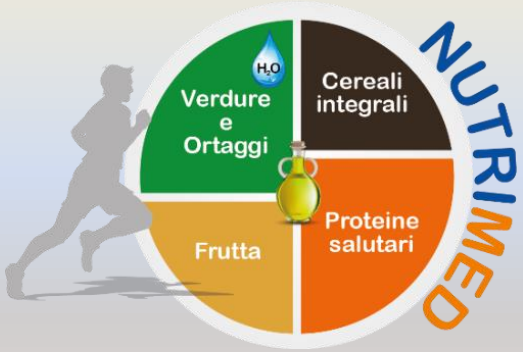
I **lipidi** sono importanti in quanto svolgono le seguenti funzioni:

- **energetica di riserva:**
forniscono energia. I lipidi di deposito (trigliceridi) si accumulano nel tessuto adiposo.
- **bioregolatrice:**
alcune sostanze come gli ormoni steroidei e le prostaglandine agiscono da composti bioregolatori del metabolismo.
- **strutturale:**
i lipidi cellulari sono i costituenti delle membrane cellulari e della guaina mielinica dei nervi.

Gianluca Tiberino
info: 328 8978236
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

I SALI BILIARI PRESENTI NELLA BILE PRODOTTI DAL FEGATO EMULSIONANO I GRASSI, RIDUCENDOLI A PARTICELLE DI PICCOLE DIMENSIONI.

LIPIDI EMULSIONATI DALLA BIL EPRODOTTA DAL FEGATO VENGONO ATTACCATI DALLA **LIPASI PANCREATICA** OTTENENDO: GLICEROLO, ACIDI GRASSI E MONOGLICERIDI



ACIDI GRASSI A CATENA LUNGA 12 ATOMI DI CARBONIO VENGONO ASSORBITI PER SEMPLICE DIFFUSIONE

- ✓ TRASFORMATI NEL SANGUE IN TRIGLICERIDI
- ✓ PORTATI AI TESSUTI MEDIANTE LE LIPOPROTEINE
- ✓ LIPASI LIPOPROTEICA (ENDOTELI DEI CAPILLARI) SCINDE DI NUOVO I TRIGLICERIDI PRIMA DI CEDERLI AI TESSUTI

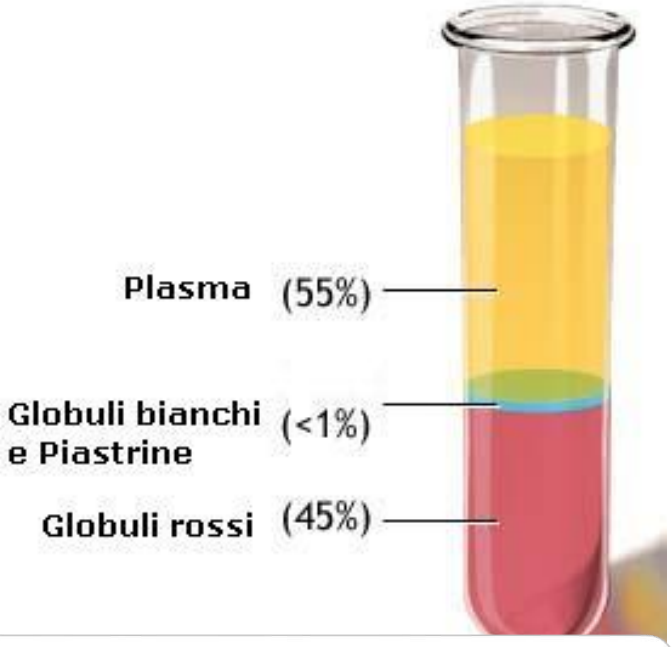
ACIDI GRASSI LIBERI A CATENA CORTA E MEDIA, ASSORBITI A LIVELLO INTESTINALE, VENGONO TRASPORTATI AL FEGATO PER MEZZO DELLE ALBUMINE

ALBUMINE (TRASPORTATORE) = PROTEINA DEL PLASMA (LA PARTE LIQUIDA - FLUIDA DEL SANGUE) PRODOTTA DAL FEGATO

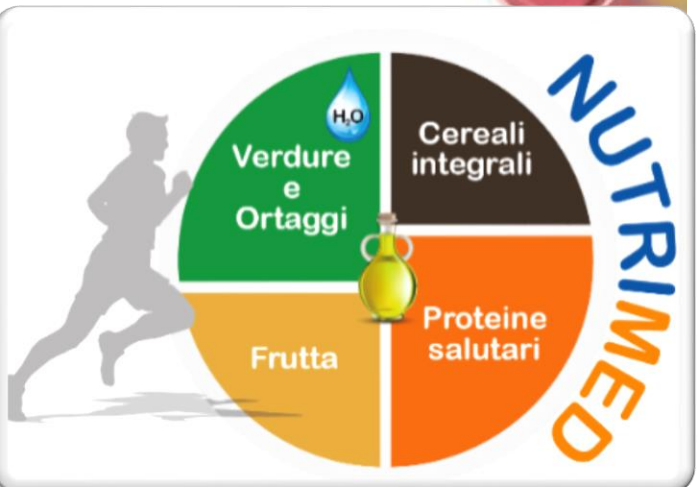
info: 328 8978236
Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)

DIGESTIONE LIPIDI

info: 328 8978236
Gianluca Tiberino
NUTRIMED
TECNOLOGO ALIMENTARE & BIOLOGO NUTRIZIONISTA
Nutrizione & Sicurezza Alimentare (HACCP)



55% plasma
- Acqua
- Proteine
  - Albumine
  - Globuline
  - Fibrinogeno
- Lipidi
- Glucosio
- Aminoacidi
- Ioni

~1% globuli bianchi e piastrine
- Neutrofili
- Linfociti
- Monociti
- Eosinofili
- Basofili

45% globuli rossi