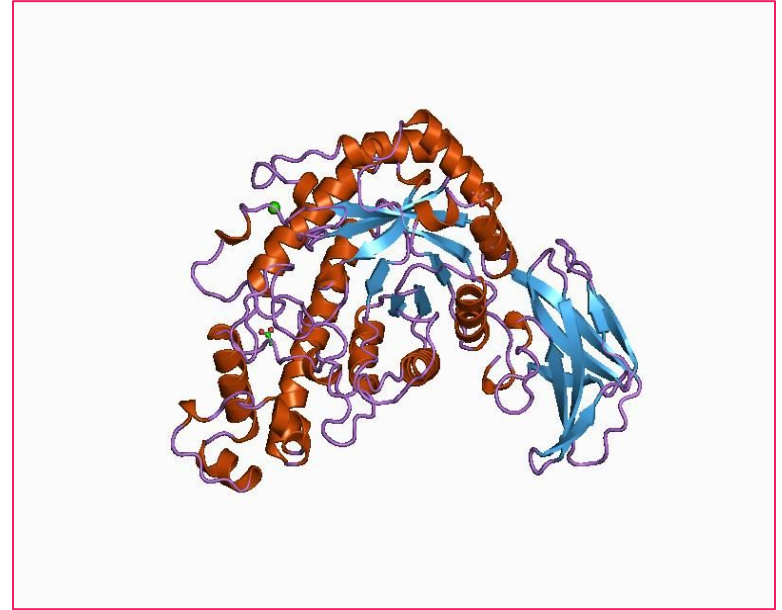


# ENZIMI DIGESTIVI

# AMILASI

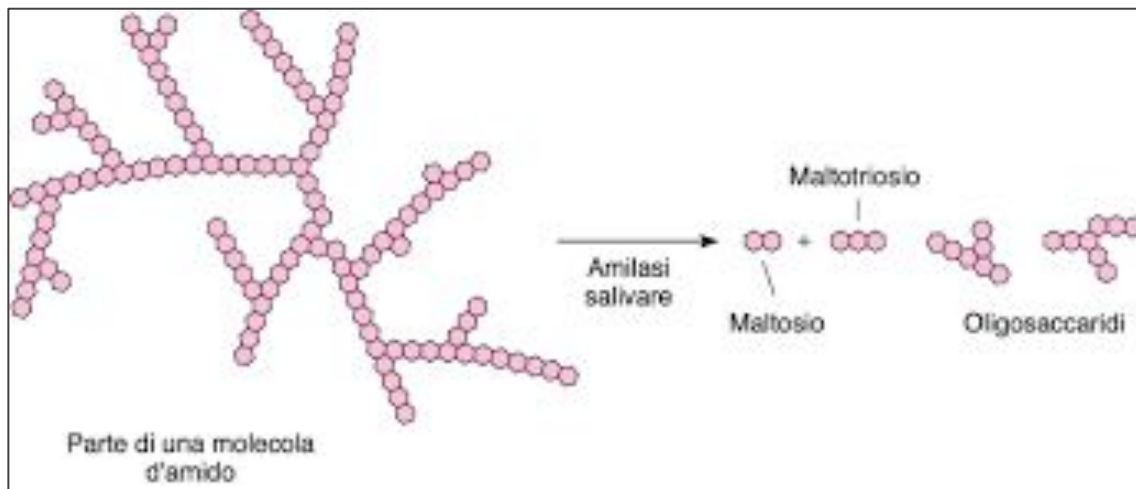


ALFA- AMILASI



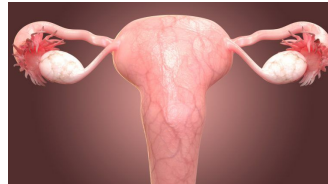
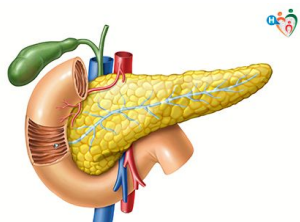
BETA-AMILASI

# FUNZIONE DELL'AMILASI



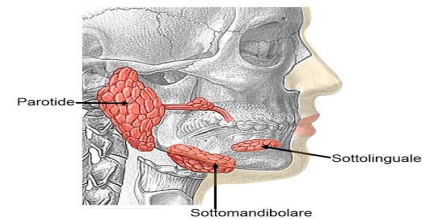
- l'amilasi è un enzima molto importante che catalizza l'idrolisi del legame  $\alpha$ -1,4-glicosidico dei polisaccaridi costituenti l'amido e il glicogeno.
- L'amilasi ha lo scopo di aiutare l'organismo a trasformare i carboidrati complessi ( **POLISACCARIDI** ) in zuccheri semplici ( **DISACCARIDI E MONOSACCARIDI** )
- Il pH ottimale d'azione dell'amilasi è 7.
- Viene inattivata nello stomaco 'amilasi può idrolizzare il **75 % dell'amido ingerito**

PANCREAS



OVAIE

GHIANDOLE SALIVARI



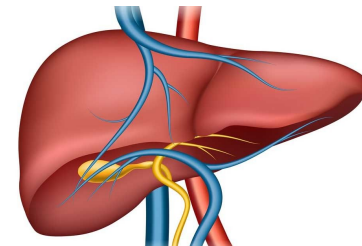
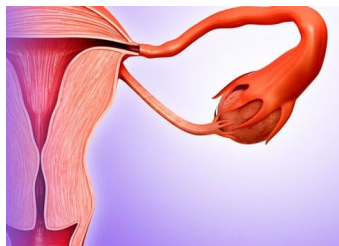
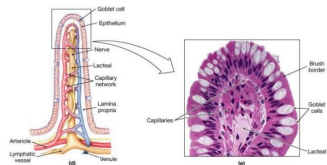
DOVE VIENE PRODOTTA L'AMILASI

MUCOSA DELL'INTESTINO TENUE

FEGATO

TUBE DI FALLOPPIO

Mucosa intestinale



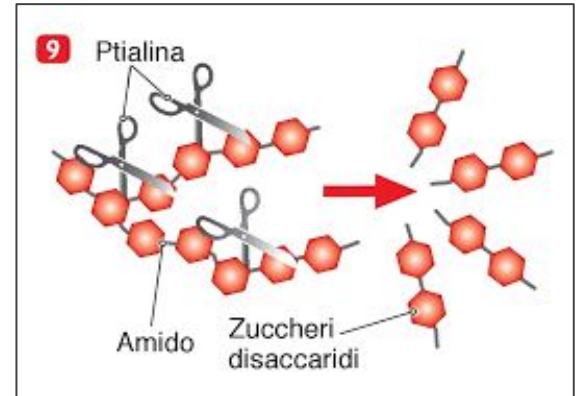
# PROCESSO DIGESTIVO DELL'AMILASI

---

1. L'amilasi salivare rilasciata in bocca è il primo enzima digestivo che aiuta a disgregare il cibo nelle sue componenti e questo processo continua dopo che il cibo entra nello stomaco.
2. Le cellule parietali dello stomaco vengono quindi attivate in acidi rilascianti pepsina ed altri enzimi, compreso l'amilasi gastrica e il processo di degradazione del cibo parzialmente digerito inizia.
3. L'acido ha anche l'effetto di neutralizzare l'**amilasi salivare**, permettendo all'**amilasi gastrica** di prendere il sopravvento.
4. Dopo circa un'ora, il **chimo** (massa semi-liquida di cibo parzialmente digerito) viene spinto nel **duodeno** (intestino tenue superiore), dove l'acidità acquisita nello stomaco innesca il rilascio dell'**ormone secretina**.
5. Quello, a sua volta, avvisa il pancreas di rilasciare **ormoni, bicarbonato, bile e numerosi enzimi pancreatici, di cui, i più rilevanti sono la tripsina, la lipasi, l'amilasi e la nucleasi**.
6. Il **bicarbonato modifica l'acidità del chimo da acido ad alcalino**, il che ha l'effetto non solo di permettere agli enzimi di degradare il cibo, ma anche ai batteri di non essere in grado di sopravvivere nell'ambiente acido dello stomaco per scomporlo ulteriormente.

# PTIALINA

- A livello salivare troviamo l'enzima comunemente detto **ptialina**, che inizia a degradare l'amido liberando **maltosio e destrine**
- Nelle cellule salivari si trovano abbondanti granuli di secreto costituiti da **zimogeno, il precursore dell'enzima**
- La ptialina agisce ad un **pH di 6,8** per cui la sua azione **viene a cessare nello stomaco a causa della forte acidità del succo gastrico.**
- L'azione della ptialina, che scinde i carboidrati in frammenti più piccoli, si limita essenzialmente al solo **amido cotto** presente in pasta, pane e patate

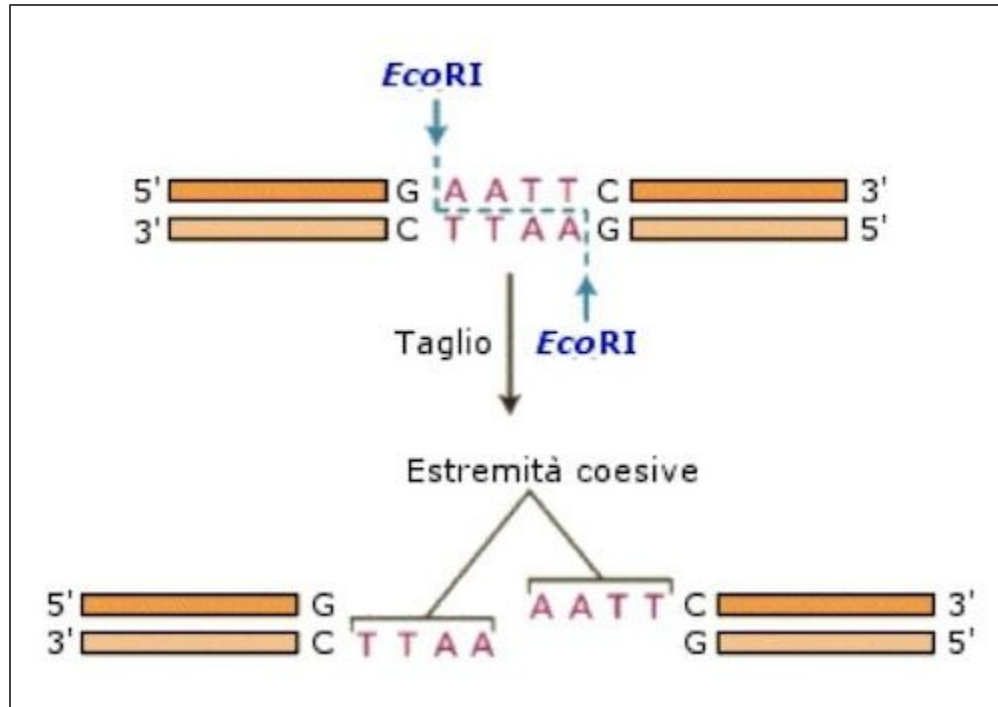


# GRUPPO ENZIMATICO NUCLEASI

- gruppo di enzimi che idrolizzano i **legami fosfodiesterici** tra i nucleotidi degli acidi nucleici, **DNA e RNA**
- **Ribonucleasi**: tagliano filamenti di RNA.
- **Deossinucleasi**: tagliano filamenti di DNA.
- **Endonucleasi**: tagliano RNA o DNA all'interno della molecola.
- **Esonucleasi**: tagliano RNA o DNA partendo dall'estremità 5' oppure da quella 3'.



# COME AGISCONO GLI ENZIMI NUCLEASI





# RUOLO BIOLOGICO DELLA NUCLEASI

— — —

Le nucleasi possiedono un importante ruolo biologico, perlopiù di carattere **difensivo**.

Nell'**apoptosi**, sono attivate per la distruzione del DNA cellulare e, di fatto, iniziano il **processo di morte cellulare programmata**.

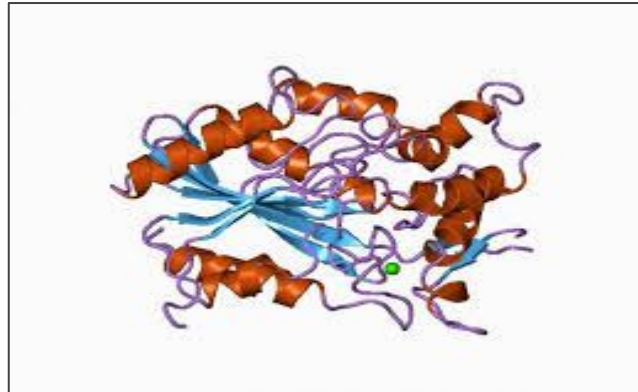
Le nucleasi servono anche per "riconoscere" e degradare il DNA esogeno, ad esempio quello virale, attraverso l'analisi del pattern di metilazione; queste nucleasi prendono il nome generico di **enzima di restrizione**.

Un ruolo importante è quello relativo alla risposta all'**interferone**, una molecola prodotta da cellule infette da un **virus**.

**L'interferone media la produzione di nucleasi RNA-specifiche che degradano rapidamente l'mRNA potenzialmente virale**, sia nella cellula infetta, sia - attraverso una segnalazione paracrina, nelle limitrofe cellule.

# CARATTERISTICHE DEL GRUPPO ENZIMATICO LIPASI

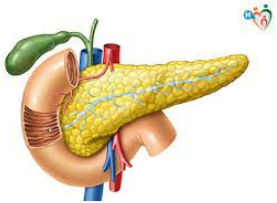
- Le lipasi sono enzimi idrosolubili che catalizzano la **digestione dei lipidi** alimentari, scindendo il legame estereo che lega i gruppi ossidrilici del **glicerolo** agli **acidi grassi** a lunga catena.



# CLASSIFICAZIONE LIPASI

LIPASI SALI BILIARE

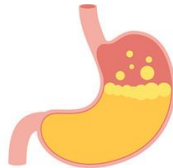
aiuta la digestione dei grassi



PANCREAS

LIPASI PANCREATICA

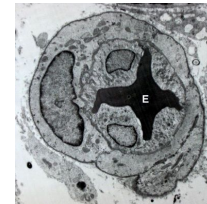
Per poter funzionare, richiede la presenza di una proteina, definita colipasi



SUCCHI GASTRICI

LIPASI EPATICA

La lipasi epatica agisce sui lipidi trasportati dalle lipoproteine nel sangue per rigenerare le LDL



ENDOTELIO

LIPASI GASTRICA

Agisce su acidi grassi a corta o media catena con un pH ottimale a 3-4

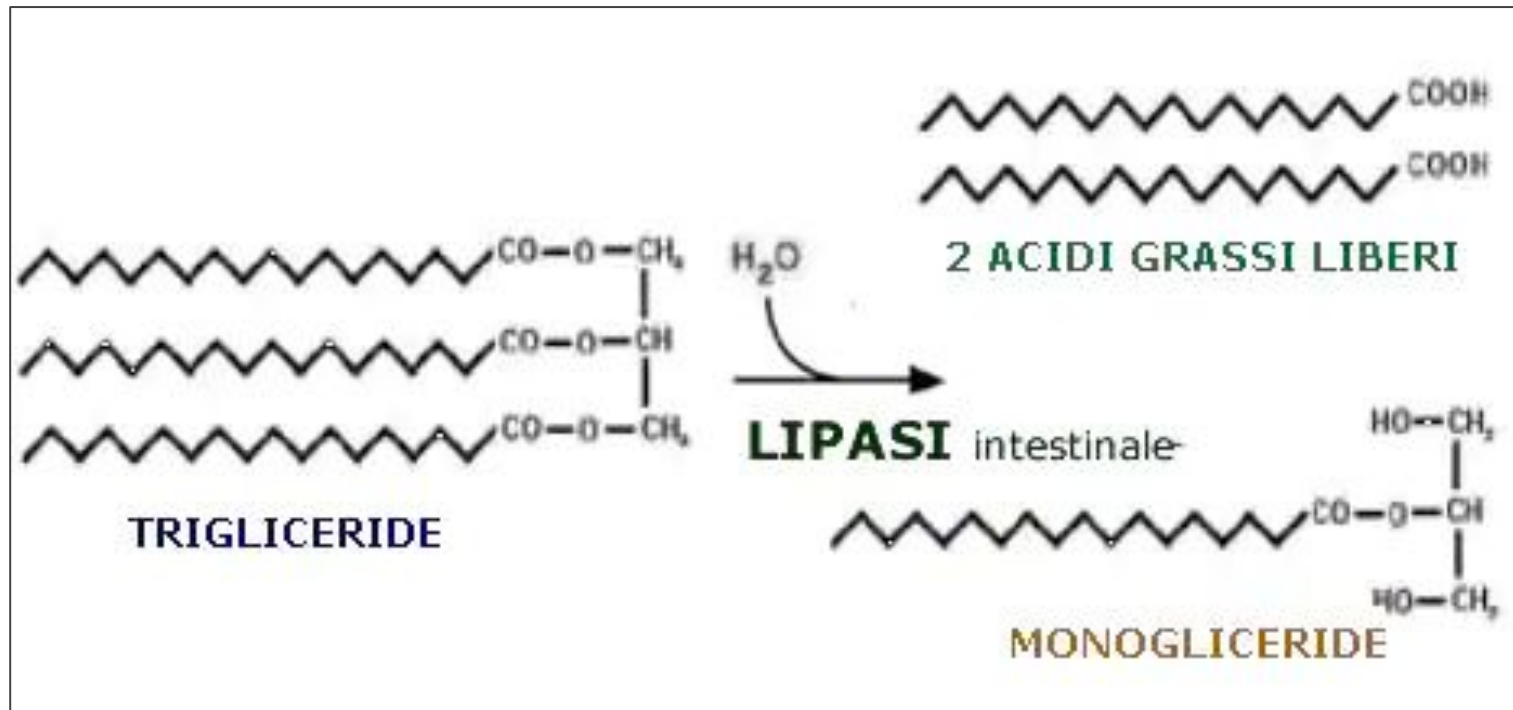


SUCCHI GASTRICI

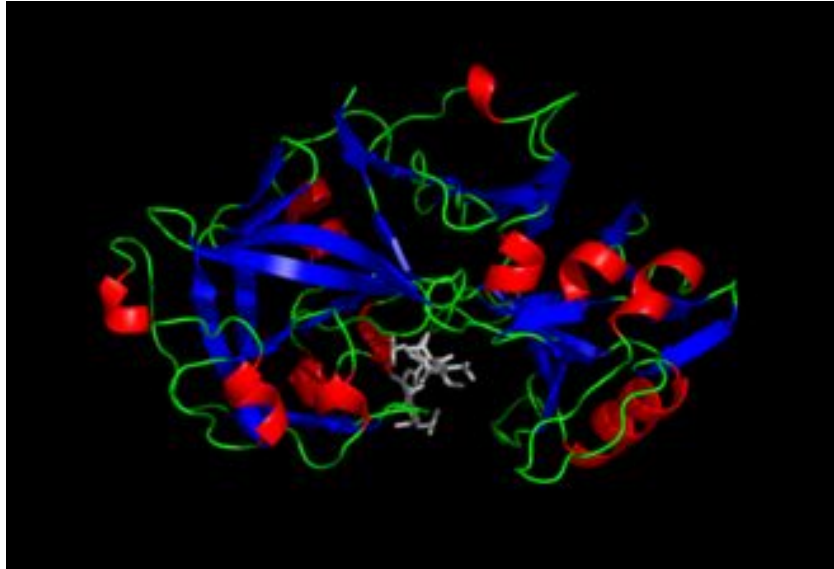
# DIGESTIONE DEI GRASSI

- Le lipasi gastriche e linguali attaccano i trigliceridi, staccando un acido grasso e producendo, quindi, **diacilgliceroli (glicerolo esterificato con 2 acidi grassi) ed acidi grassi liberi**.
- Nelle due o tre ore in cui il cibo permane nello stomaco, **le lipasi orali e gastriche sono in grado di scindere circa il 30% dei lipidi alimentari**.
- I prodotti finali derivanti dall'azione della lipasi pancreatico sono i **monogliceridi (2-acilgliceroli) e gli acidi grassi liberi**
- lipasi pancreatico può staccare **entrambi gli acidi grassi dagli ossidrili primari (carbonio 1 e 3) del glicerolo**.
- Il **2-acilglicerolo**, così ottenuto, isomerizza spontaneamente nella forma alfa (3-acilglicerolo) e può quindi essere nuovamente attaccato da una lipasi che lo scinde in **glicerolo più un acido grasso libero**.
- **La bile** è molto importante per la digestione degli acidi grassi in sinergia con i **movimenti peristaltici** - porta all'emulsione dei grassi, scindendo gli aggregati lipidici in **goccioline finissime** e facilmente aggredibili dalle lipasi.

# SCISSIONE DEI TRIGLICERIDI



# PEPSINA



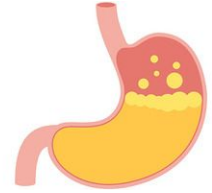
# CARATTERISTICHE DELLA PEPSINA

- Individuata inizialmente nel 1836 da **Theodor Schwann**, la pepsina è il **primo enzima animale** ad essere stato descritto.
- 
- La **pepsina** è un enzima prodotto e secreto dalle cellule peptiche della mucosa gastrica; appartiene alla famiglia delle proteasi e come tale gioca un ruolo importantissimo nella **digestione delle proteine**
- La digestione delle proteine deve per forza essere svolta con l'aiuto dell'**acido cloridrico** prodotto dalle **ghiandole dello stomaco**.
- 
- La pepsina viene secreta come **zimogeno**, cioè in una forma inattiva che acquisisce capacità funzionale soltanto dopo una precisa modifica strutturale
- 
- La pepsina è il più importante tra gli enzimi digestivi e, attivata dall'acido cloridrico, attacca le proteine e le scompone in frammenti detti **polipeptidi** che verranno successivamente scomposti nei singoli aminoacidi dalla **tripsina**.

**SALIVA**

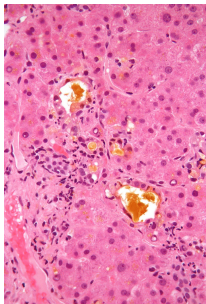


**SUCCO GASTRICO**

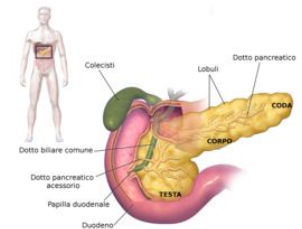


**DOVE SI TROVA LA PEPSINA**

**BILE**



**SUCCO PANCREATICO**





# PEPSINOGENO

- Il Pepsinogeno (PG) è un tipo di aspartato proteasi secreta dalla ghiandola digestiva.
- Costituisce il **precursore delle pepsine** che sono enzimi proteolitici presenti nei succhi gastrici rilasciati nello stomaco.
- Circa l'**1% del pepsinogeno è in grado di entrare nel circolo sanguigno attraverso la mucosa gastrica.**
- Per la diversa immunogenicità può essere distinto in due tipi: **Pepsinogeno I (PG I) e Pepsinogeno II (PG II).**
- Il PG I è prodotto dalle cellule della zona superiore dello stomaco (corpo-fondo) e il PG II è prodotto sia nel corpo-fondo dello stomaco che anche da piloro e ghiandole di Brunner.
- è rilasciato dall'ormone **GASTRINA**

# IMPORTANZA DELL'ACIDO CLORIDRICO

- L'acido cloridrico, oltre ad **attivare le prime molecole di pepsina**,
- garantisce le condizioni ottimali al loro operato, non solo mantenendo **il pH gastrico a valori francamente acidi, ma anche denaturando le proteine.**
- Le proteine sono avvolte in strutture complesse a mo' di gomitolo, l'acido cloridrico contribuisce a srotolarle, rendendo disponibili i **legami peptidici che le costituiscono all'azione enzimatica.**
- è rilasciato dall'ormone **GASTRINA**

VALORE OTTIMALE PH HCl



PH 1,5/ 2

# TRIPSINA E CHIMOTRIPSINA

## TRIPSINA

- enzima preposto alla **digestione delle proteine**
- enzima prodotto dal **PANCREAS**
- il precursore zimogeno della tripsina è chiamato **tripsinogeno**
- attacca i **legami peptidici** all'interno della catena aminoacidica, dando origine a frammenti molecolari più piccoli.
- La tripsina interviene soprattutto sui legami peptidici che impegnano aminoacidi basici (**come arginina e lisina**)
- questo enzima in un **ambiente estremamente acido**

## CHIMOTREPSINA

- enzima che si occupa della **digestione delle proteine**
- enzima prodotto dal **PANCREAS**
- Il precursore della chimotripsina prende il nome di **chimotripsinogeno**
- attacca i **legami peptidici** all'interno della catena aminoacidica, dando origine a frammenti molecolari più piccoli.
- la chimotripsina idrolizza prevalentemente legami che coinvolgono **tirosina, fenilalanina, triptofano, leucina e metionina**.
- questo enzima agisce in **ambiente molto acido**

# AMMINOPEPTIDASI E DIPEPTIDASI

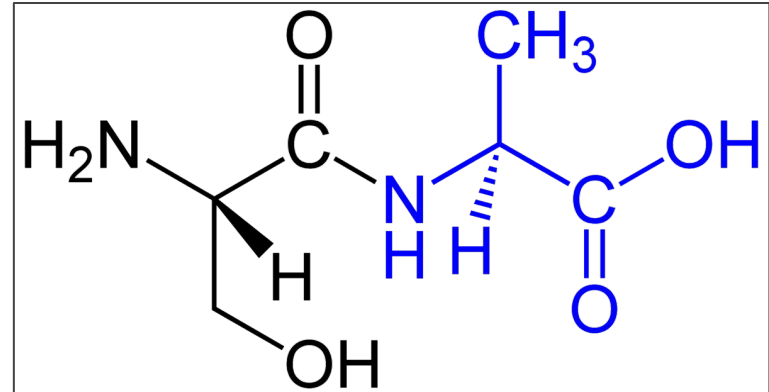
- L'amminopeptidasi (o aminopeptidasi) Enzima che idrolizza nei peptidi il legame adiacente all' $\alpha$ -amminogruppo terminale.
- si dividono in **l'amminopolipeptidasi, l'amminotripeptidasi, la leucina amminopeptidasi**
- Le amminopeptidasi sono presenti nel **rene, nel fegato, nel muscolo, nel siero, nella mucosa intestinale;**
- le amminopeptidasi dell'intestino tenue determinano la **conversione dei peptidi derivanti dalle proteine alimentari in amminoacidi.**

- Gruppo di enzimi di natura **metalloproteica** che provocano la **scissione idrolitica dei dipeptidi.**
- Sono presenti nei **tessuti animali e in alcuni microrganismi.**
- Le più note dipeptidasi sono la **glicilleucina-dipeptidasi, la glicil-glicina-dipeptidasi, la carnosinasi**, che scinde la carnosina in istidina e alanina, la **prolinasi**, che scinde i dipeptidi formati da prolina e da un amminoacido diverso.

## AMMINOPEPTIDASI



## DIPEPTIDI SCISSI DALL'ENZIMA DIPEPTIDASI



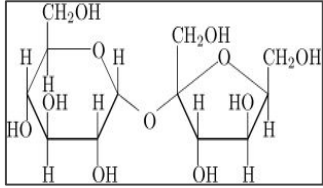
# SACCARASI

- L'**invertasi** o **saccarasi** è un **enzima** esocellulare che, attraverso la reazione di **idrolisi**, scompone il **saccarosio** in **glucosio** e **fruttosio**.
- il processo di produzione dell'enzima avviene a **pH 6** e temperatura ottimale dai **35 ai 40 °C**.

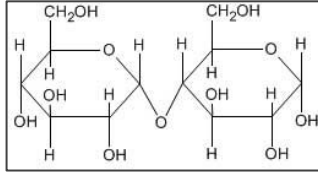


# DISACCARIDI

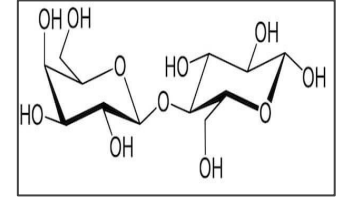
## SACCAROSIO



## MALTOSIO

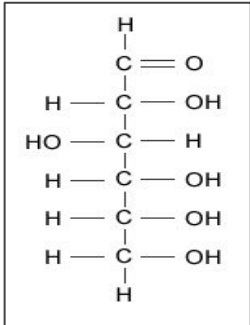


## LATTOSIO

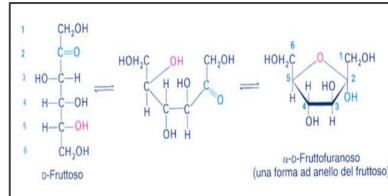


# MONOSACCARIDI

## GLUCOSIO



## FRUTTOSIO



## GALATTOSIO

