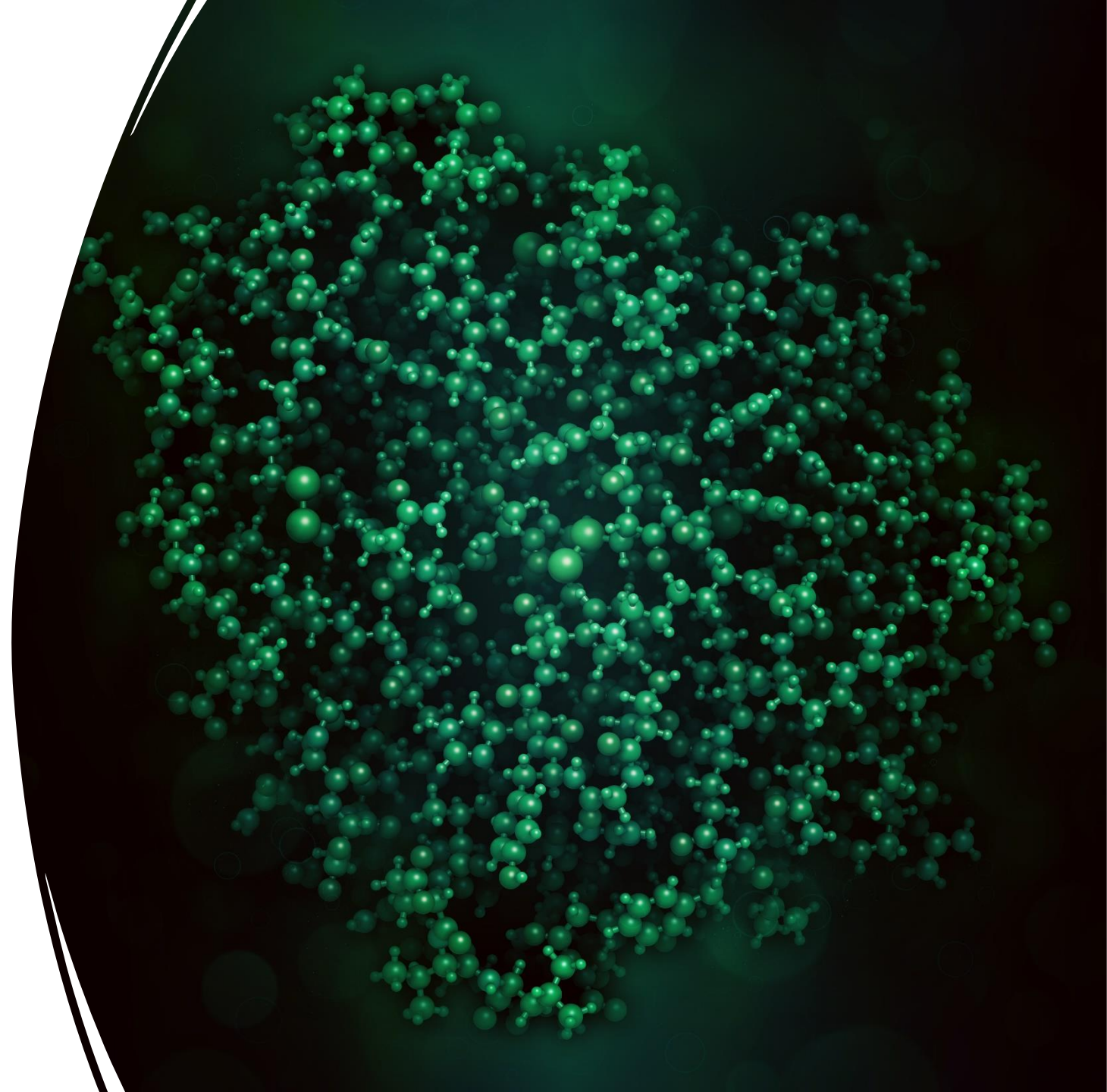


# ENZIMI PROTEOLITICI - caratteristiche e proprietà

---

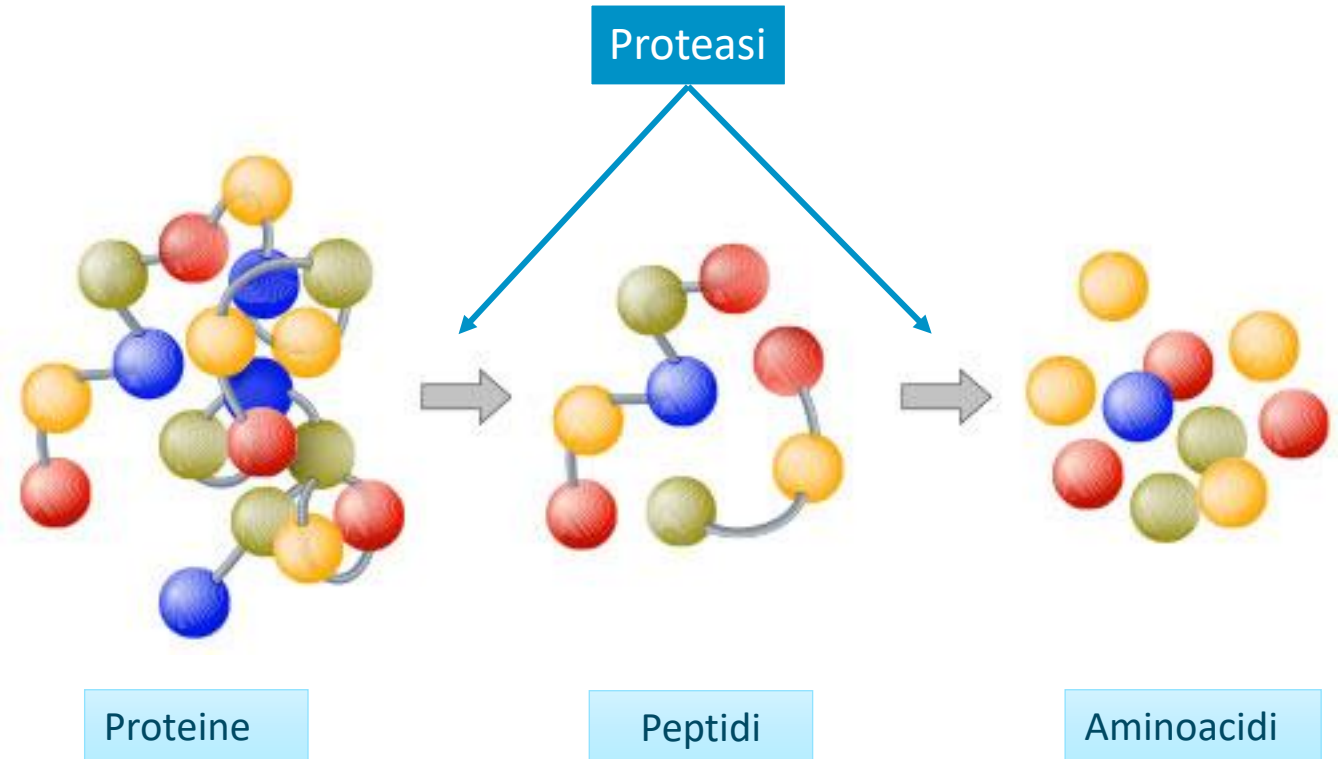


# Enzimi proteolitici: caratteristiche

Gli enzimi proteolitici (o PROTEASI), sono fondamentali per la **digestione delle proteine** a di- tri-peptidi o a singoli aminoacidi.

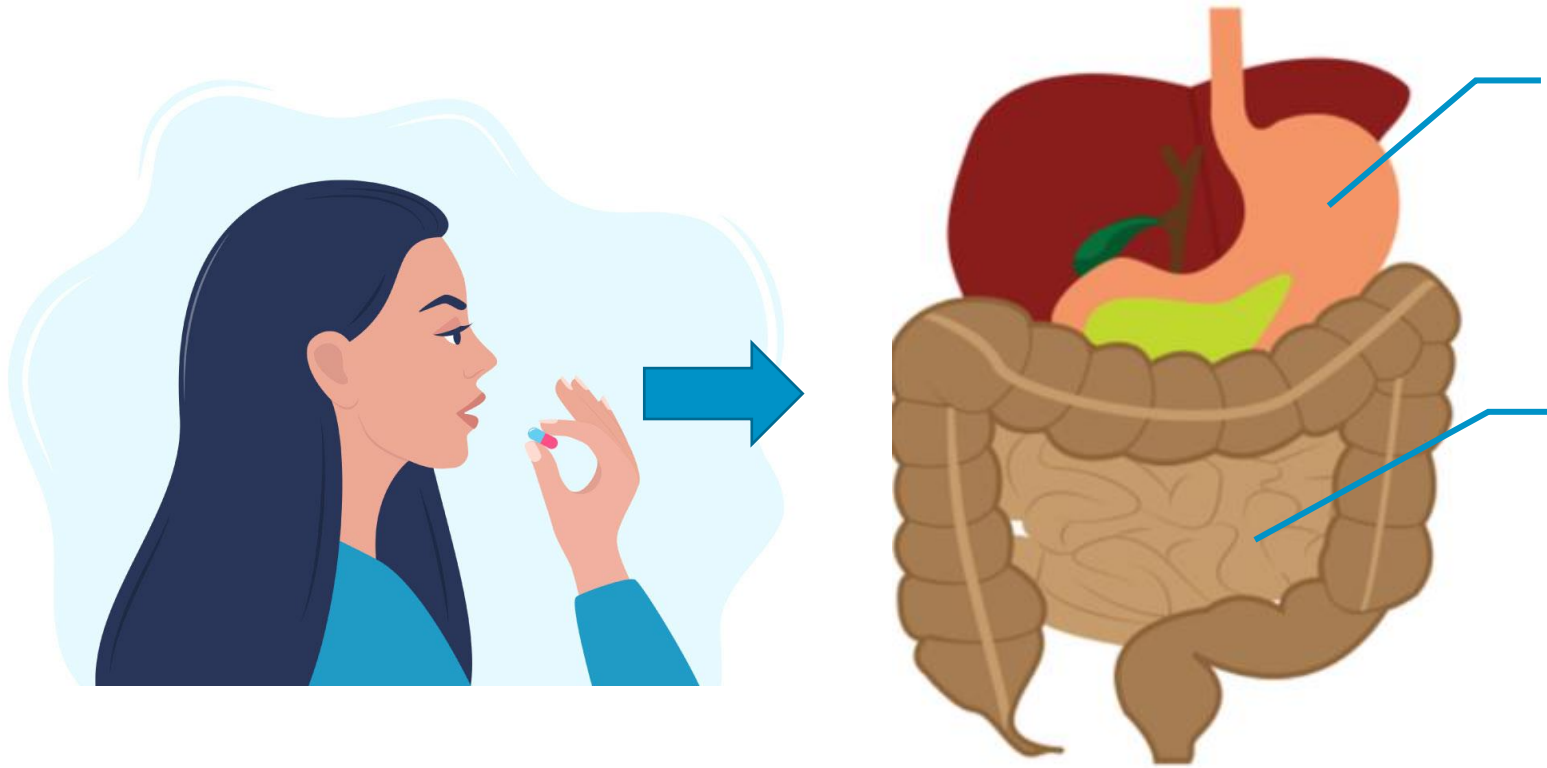
Nella **terapia enzimatica sistemica** possono essere utilizzati enzimi proteolitici di diversa origine:

- **animale** (es. **tripsina** e **chimotripsina** – prodotti dal pancreas)
- **vegetale** (es. **bromelina** – presente nel frutto e gambo dell'ananas).



Shahid S. Review 2012

# Assorbimento e biodisponibilità



Il pH fortemente acido (= 1) nello **stomaco** tende a degradare gli enzimi proteolitici assunti per via orale.

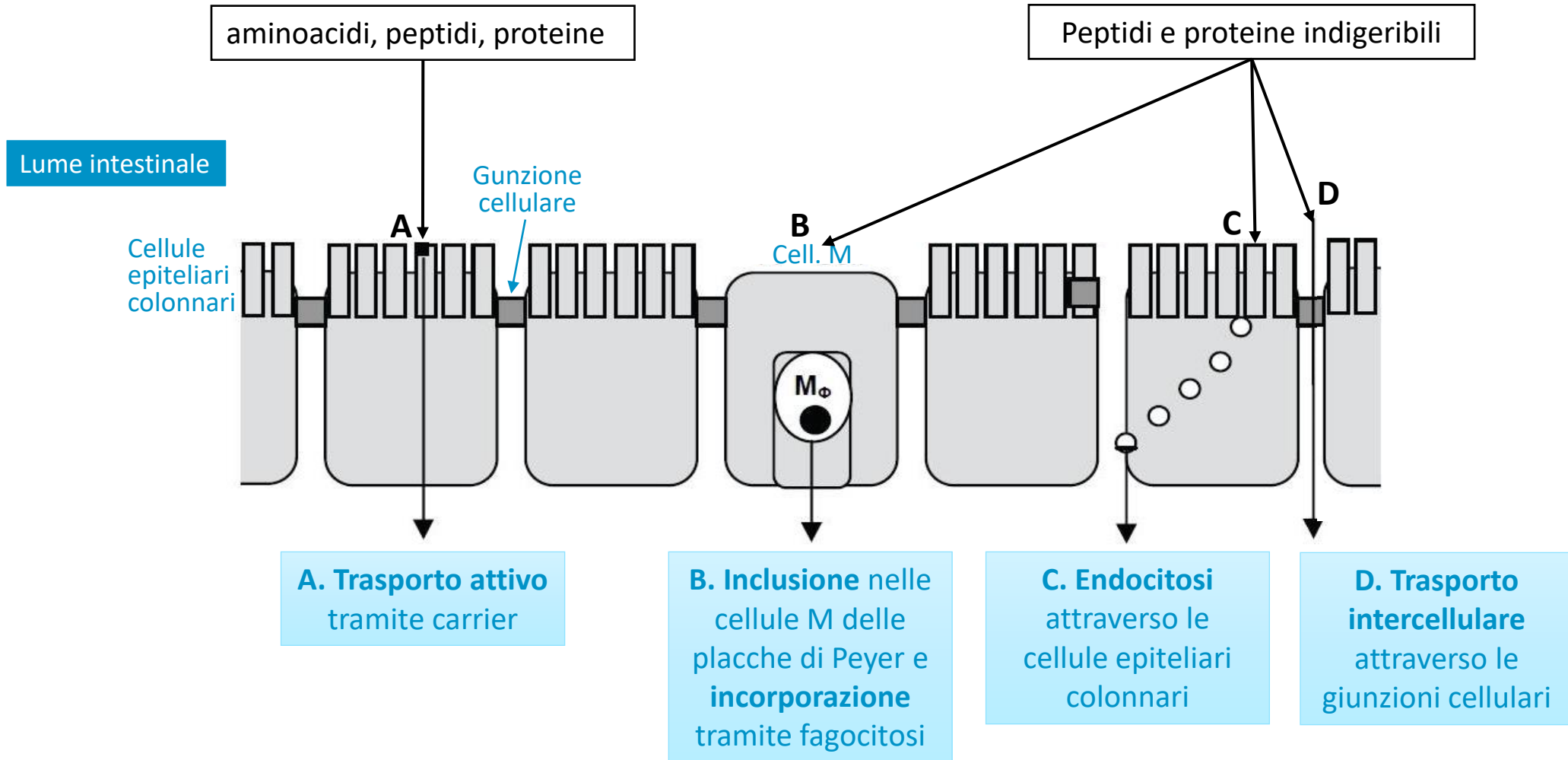
L'**assorbimento** degli enzimi inalterati avviene prevalentemente **nell'intestino tenue** a pH 3,5.

La **maggior concentrazione ematica** viene registrata **dopo 1 h** dalla somministrazione orale.

**Per aumentare la biodisponibilità è opportuno che le formulazioni orali a base di enzimi proteolitici siano protette con film gastroresistenti.**

Shahid S, 2011; Lorkowski G, 2012.

# Vie di assorbimento degli enzimi proteolitici nell'intestino tenue



Modificata da fig. 1 Lorkowski G, 2012.

# Dalla ricerca alle applicazioni cliniche

## Infezioni e infiammazioni respiratorie

- La combinazione di tripsina e chimotripsina con antibiotici è risultata utile nella gestione di broncopolmoniti non-tubercolari acute o croniche.
- La Bromelina è efficace e salutare nelle sinusiti acute. Riduce il dolore a livello di seni paranasali e gola. Svolge azione mucolitica.

## Infezioni microbiche

- Diversi studi evidenziano l'effetto benefico della terapia enzimatica in caso di infezioni virali (es. *Herpes Zoster*), batteriche (es: *Escherichia coli*), micotiche (es. *Candida*) e parassitarie.

## Infezioni di cute e mucose

- Sperimentate a livello topico per prevenire e tenere sotto controllo le aree cutanee interessate da ferite o ustioni, le proteasi (soprattutto tripsina e bromelina) si sono rivelate efficaci e sicure rispetto ai gruppi di controllo, fornendo una migliore risoluzione dei sintomi infiammatori e promuovendo un recupero più rapido di lesioni tissutali acute.

## Aggregazione piastrinica

- Ci sono evidenze che la Bromelina e altre proteasi interferiscano con la coagulazione del sangue, esercitando un'azione antiaggregante piastrinica ed antitrombotica.

# Le proteasi in odontoiatria

- Da circa 60 anni gli enzimi proteolitici vengono utilizzati in ambito odontoiatrico.
- Utilizzando una miscela orale di tripsina e chimotripsina in fase post-chirurgia dentale si scoprì che il tempo di guarigione veniva ridotto del 50% (Varney-Burch M,1962).
- La metanalisi di Mendes (Mendes ML, 2019) conferma l'effetto benefico della bromelina come **antinfiammatorio e antidolorifico**, soprattutto **dopo ablazione dentale chirurgica** del terzo molare.
- La bromelina ha dimostrato la medesima efficacia di diversi farmaci antiinfiammatori non steroidei (FANS - paracetamolo, diclofenac, ketoprofene) a diversi dosaggi, nel **ridurre l'infiammazione e l'edema** (non c'è ancora un *consensus* condiviso tra i ricercatori riguardo al dosaggio da utilizzare).
- L'utilizzo della bromelina, e di altre proteasi, come collutori, aiutano a combattere **gingiviti, carie dentali a ridurre la formazione della placca** - nei bambini e negli adulti -, grazie alla loro **attività antibatterica**.

Mameli A, Review 2021



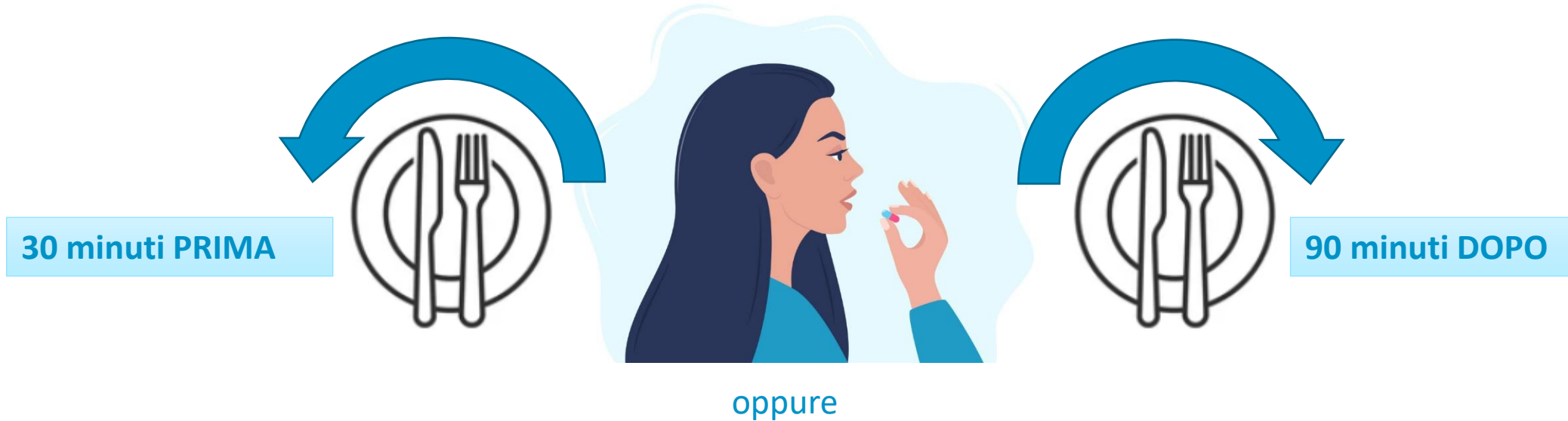


# Produzione industriale

- In passato, gli enzimi proteolitici di origine animale venivano ottenuti per estrazione dai **succhi pancreatici** di porcino (tripsina) e bovino (chimotripsina).
- Gli enzimi vegetali venivano invece ricavati dalle **piante**: la bromelina da frutto e gambo dell'ananas (*Ananas comosus*), la papaina dal succo della papaya (*Carica papaya*).
- Tecniche di **ingegneria genetica** (tecnologia del DNA ricombinante), hanno permesso la produzione e purificazione su larga scala di tutti gli enzimi con maggiore garanzia di qualità, sicurezza ed efficacia.
- Attualmente, tutti gli enzimi vengono prodotti industrialmente tramite **processi biotecnologici fermentativi** partendo da specifici microrganismi.

# Indicazioni per l'assunzione

LONTANO DAI PASTI



Gli enzimi proteolitici vanno assunti lontano dai pasti, altrimenti vengono utilizzati dall'organismo per metabolizzare le proteine di origine alimentare.



# Bibliografia

1. Shahid S. Role of Systemic Enzymes in Infections. WebmedCentral COMPLEMENTARY MEDICINE 2012; 3(1): WMC002504.
2. Lorkowski G. Gastrointestinal absorption and biological activities of serine and cysteine proteases of animal and plant origin: review on absorption of serine and cysteine proteases. Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol. 2012; 4(1): 10-27.
3. Goldberg M, Gomez-Orellana I. Challenges for the oral delivery of macromolecules. Nat Rev Drug Discov. 2003 Apr; 2(4): 289-95.
4. Mendes ML, et al. Efficacy of proteolytic enzyme bromelain on health outcomes after third molar surgery. Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2019, 24, e61-e69.
5. Mameli A, et al. Bromelain: an Overview of Applications in Medicine and Dentistry. Biointerface Research in Applied Chemistry. Review. 2021; 11(1), 8165 – 8170.
6. Dilip S, Kushal M. The Role of Trypsin and Chymotrypsin in Tissue Repair. Adv Ther. 2018 Jan; 35(1): 31-42.
7. Rathnavelu M, et al. Potential role of bromelain in clinical and therapeutic applications. Biomed Rep. 2016 Sep; 5(3): 283-288.