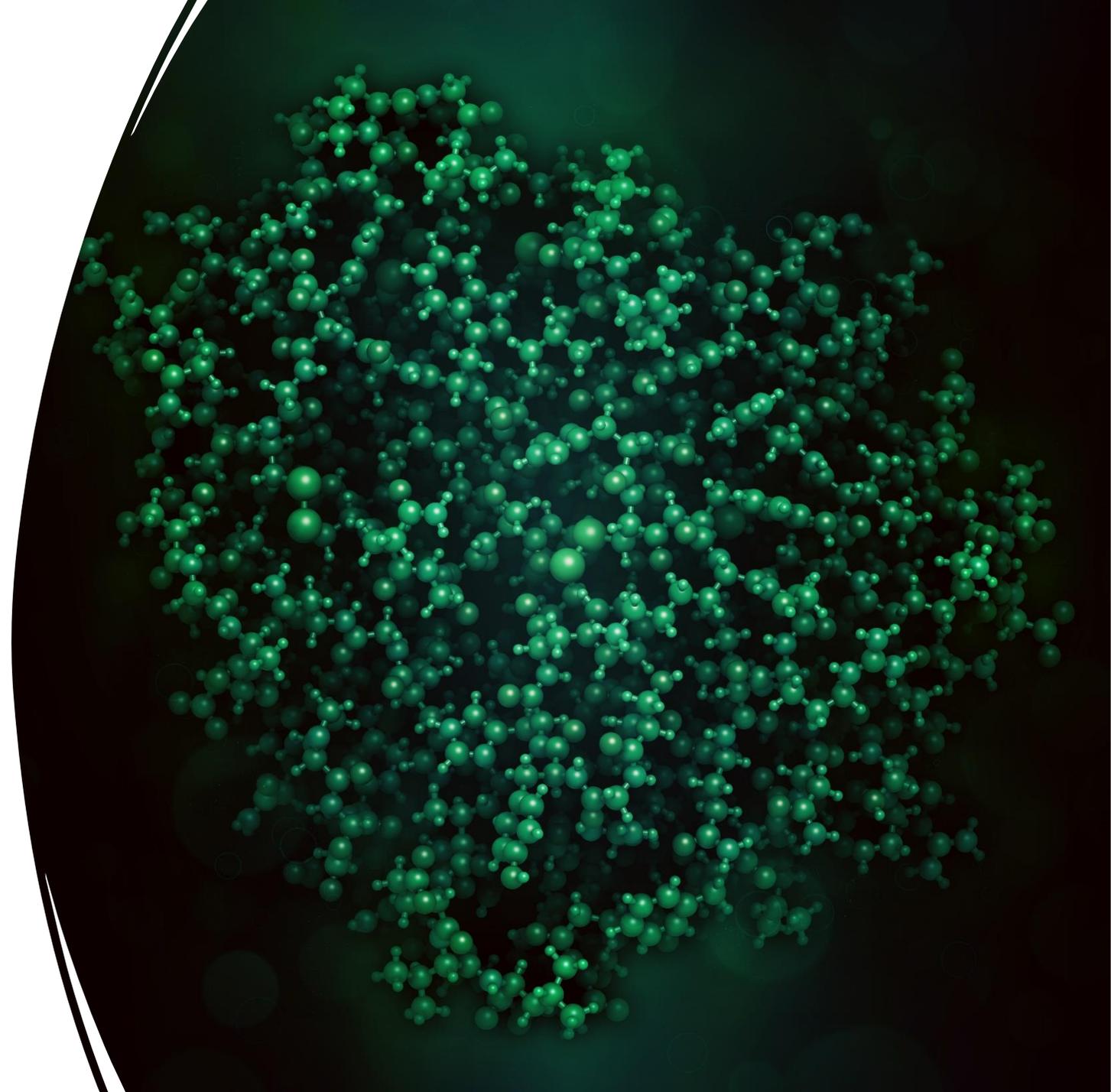


ENZIMI PROTEOLITICI - caratteristiche e proprietà

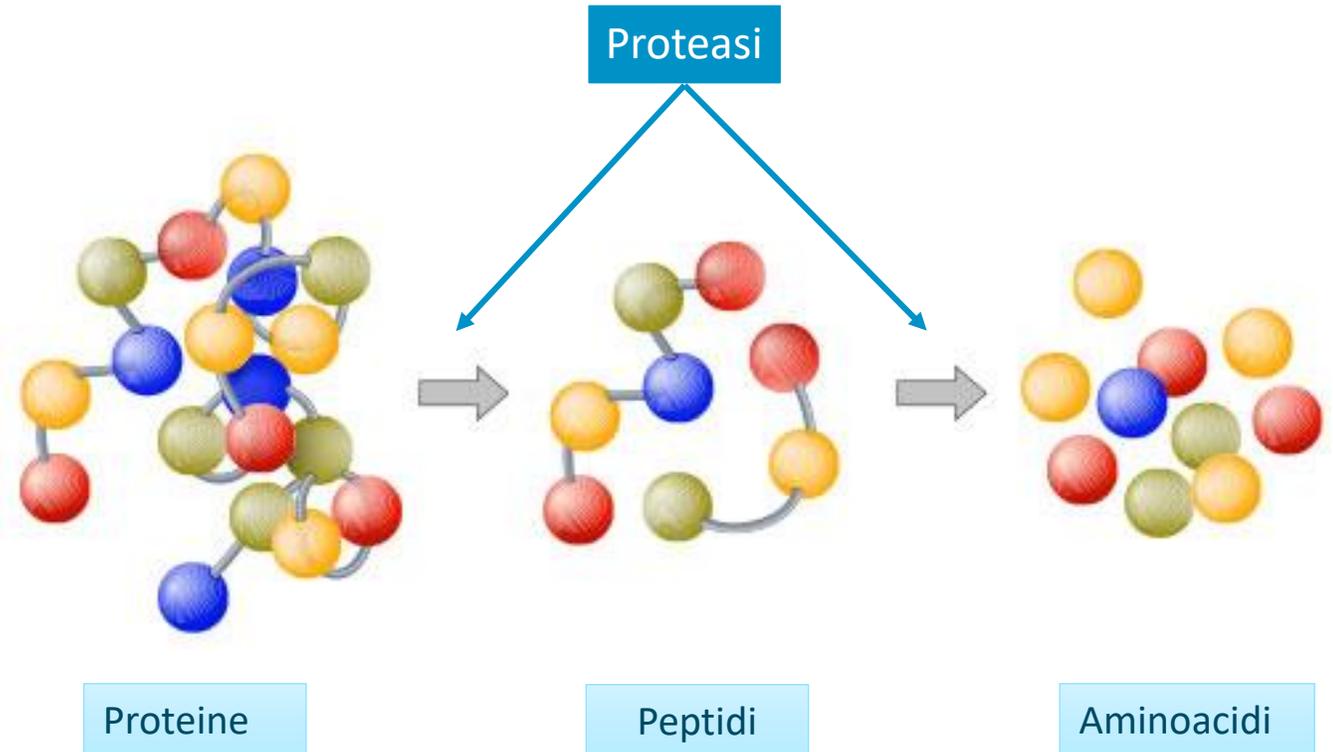


Enzimi proteolitici: caratteristiche

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

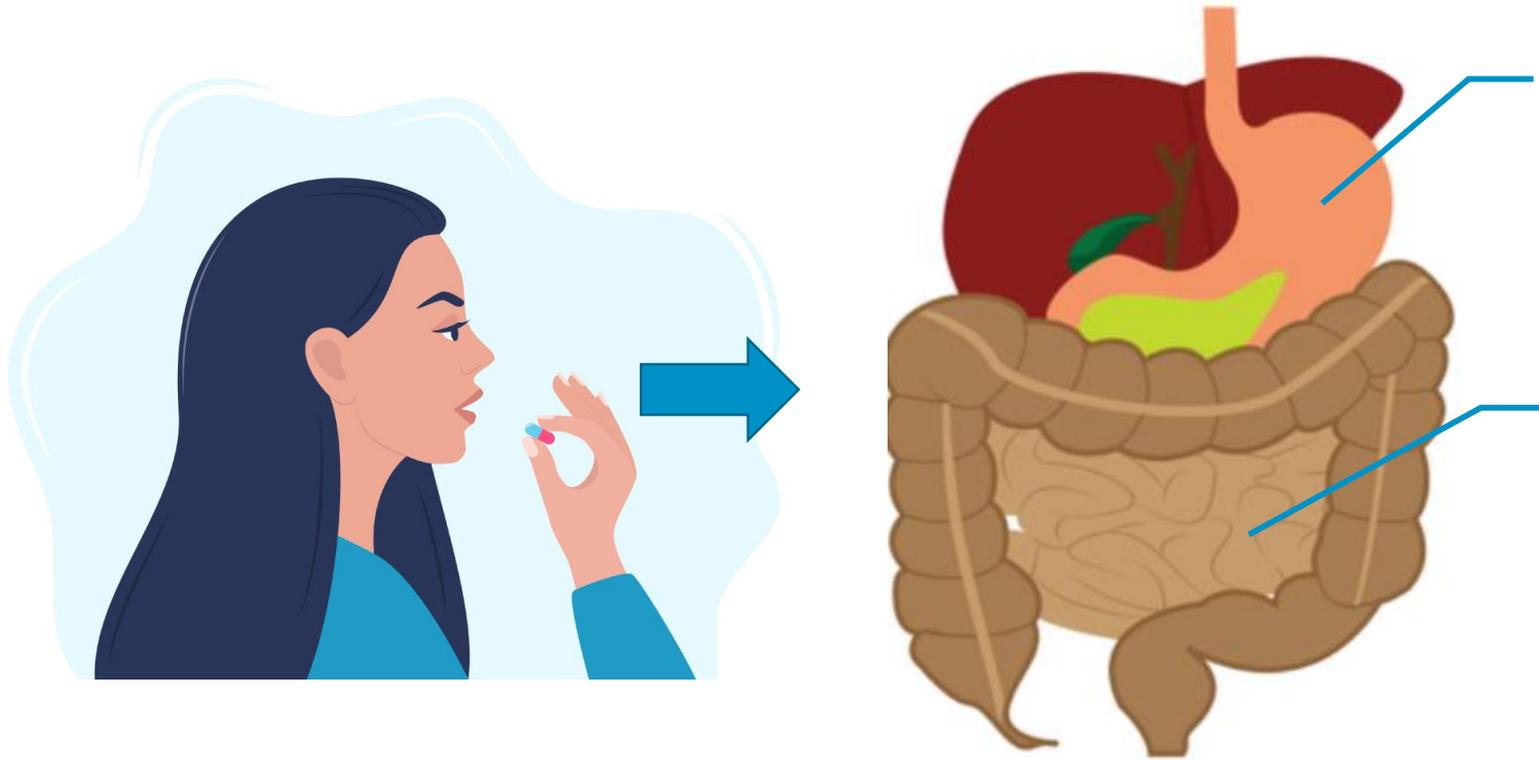
Nella **terapia enzimatica sistemica** possono essere utilizzati enzimi proteolitici di diversa origine:

- **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.

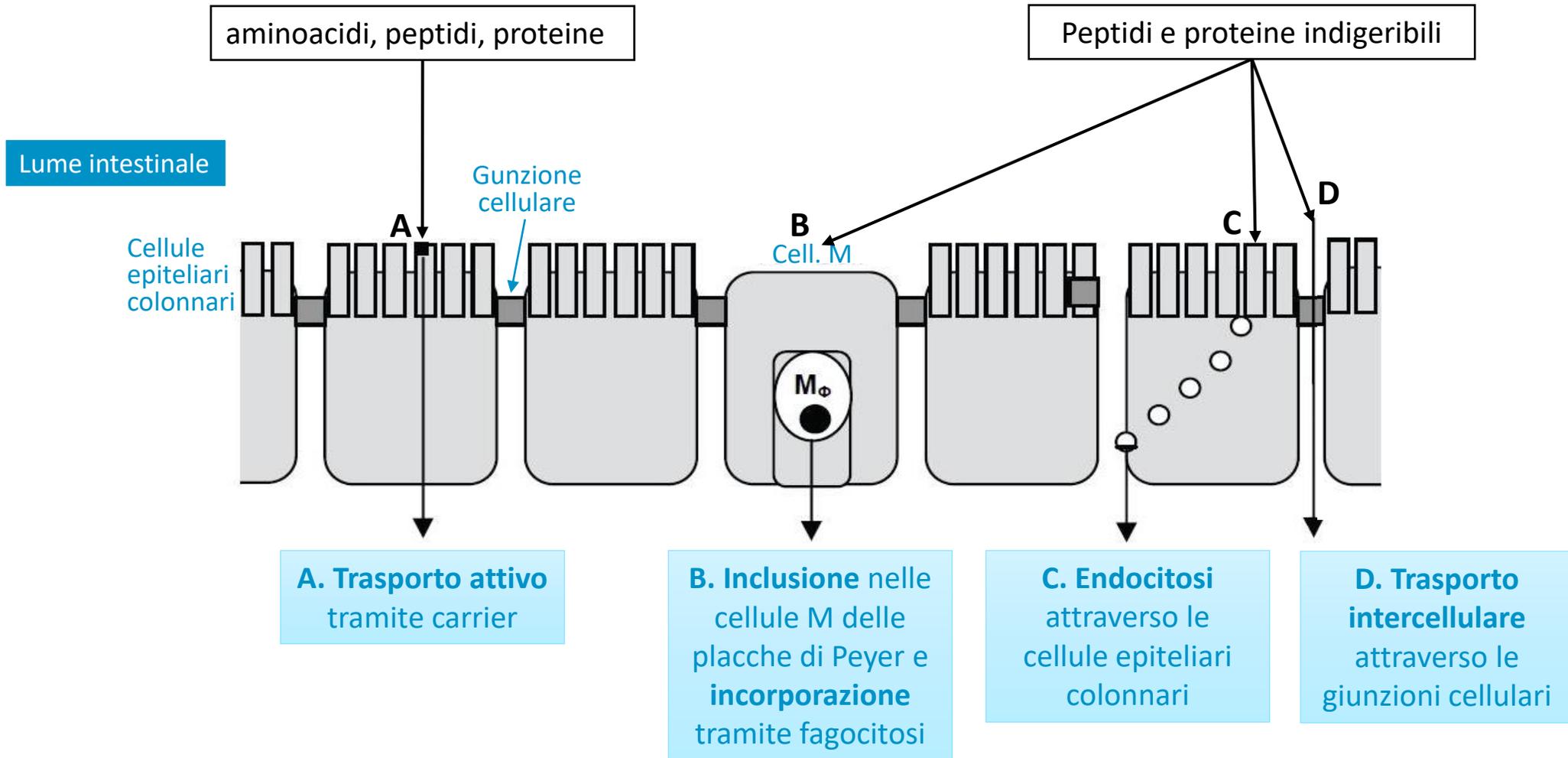
L'**assorbimento** degli enzimi inalterati avviene prevalentemente **nell'intestino tenue** a pH 3,5.

La **maggiore 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

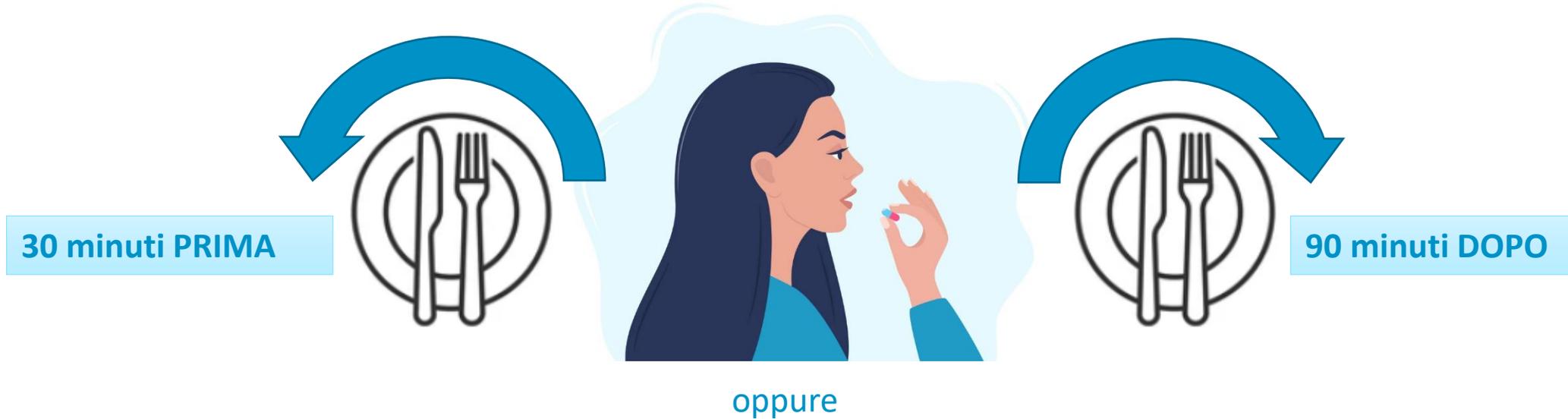


Produzione industriale

- 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.