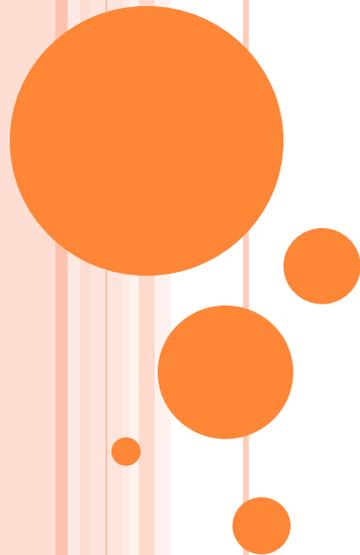


# **QUALITÀ DEL LATTE E DEI FORMAGGI**

**Marcello Mele**

**Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari  
ed Agro-ambientali**

**Università di Pisa**

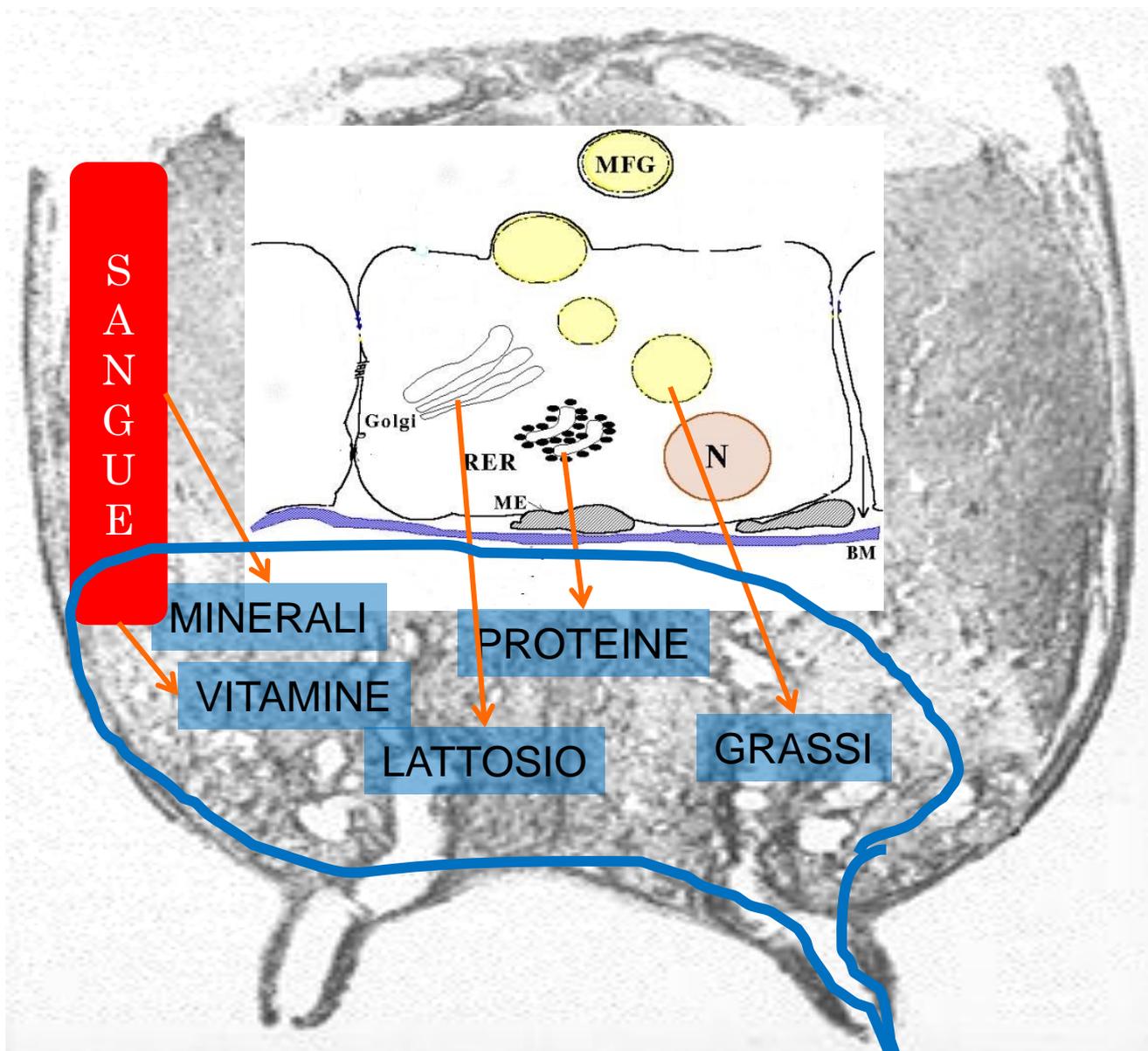


# Composizione del latte

- **Il latte ha composizione variabile in** relazione alla specie produttrice nonché allo stato di salute del soggetto, al periodo dell'anno, alle condizioni di mungitura ecc.

## ■ **Chimicamente consta di una miscela di acqua in cui sono presenti:**

- lipidi in emulsione (98-99% trigliceridi, 1-2% fosfolipidi, steroli, ed altre sostanze liposolubili);
- protidi (micelle caseiniche in sospensione colloidale e proteine del siero);
- glucidi (soprattutto lattosio);
- sali minerali (Na, K, fosfati e cloruri di calcio);
- vitamine, composti azotati non proteici, enzimi (in soluzione);
- batteri (lattici, enterici, proprionici, butirrici, proteolitici);
- cellule somatiche (inferiori a 200000/ml di latte).

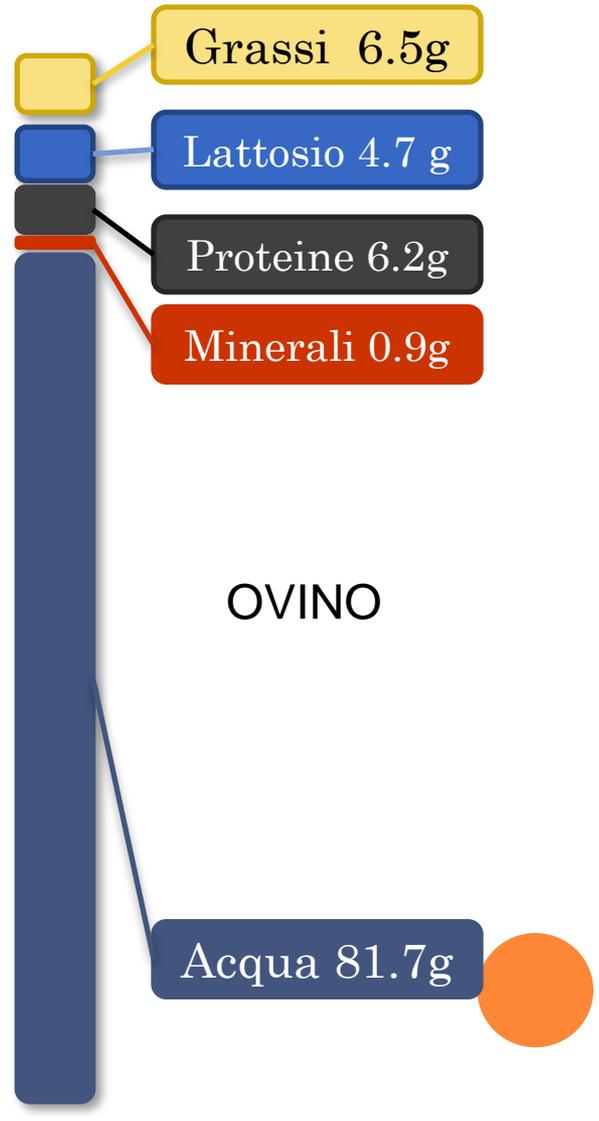


COM' È SI PRODUCE IL LATTE?

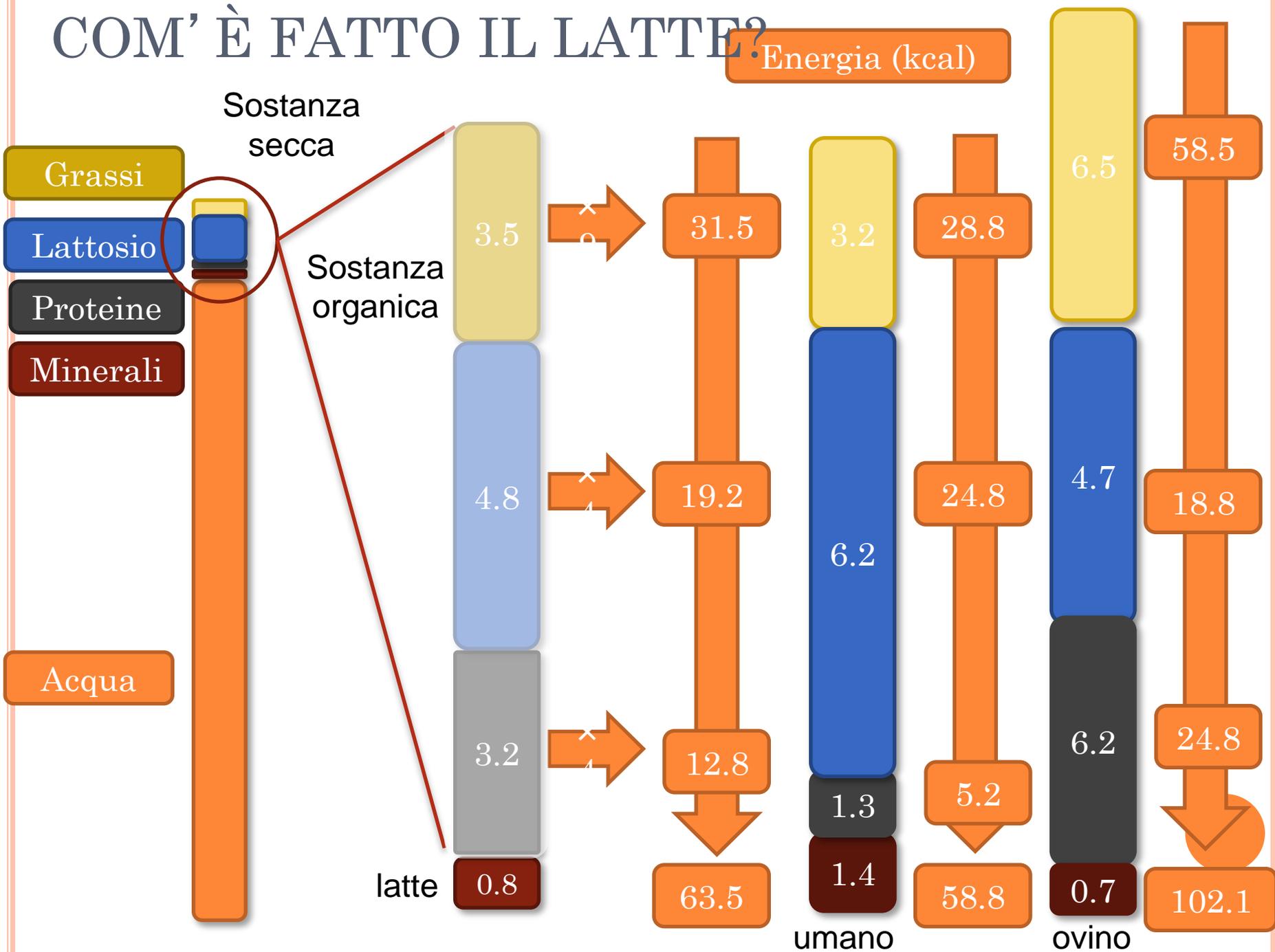
LATTE



# COM' È FATTO IL LATTE?



# COM' È FATTO IL LATTE?



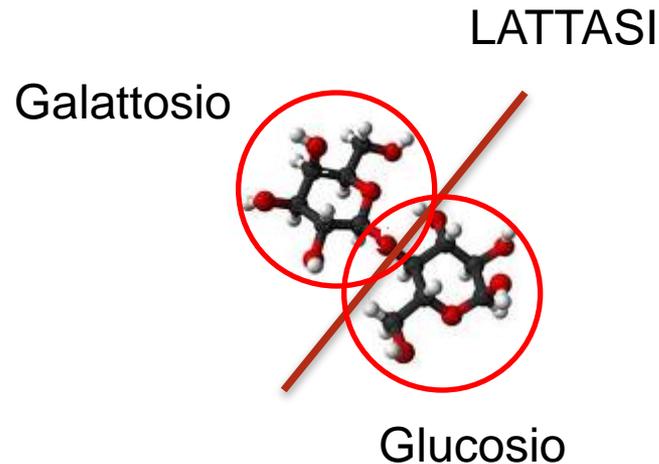
# Rapporti fra le componenti del latte e differenze con le altre specie

Specie	gg per raddoppiare il peso del neonato	Proteine g/100g di latte	Caseina g/100g di latte	Lattosio g/100g di latte	Acqua g/100g di latte	Grasso g/100g di latte	Calcio g/100g di latte	Sali g/100g di latte
Donna	180	1,64	0,85	6,69	87,57	3,38	0,033	0,22
Cavalla	60	2,6	1,25	6,26	90,48	0,85	0,090	0,35
Vacca	47	3,43	2,8	4,71	87,62	3,46	0,119	0,78
Asina	-	1,74	0,95	6,23	90,93	1,21	-	0,43
Capra	22	3,41	2,7	4,47	86,77	4,62	0,141	0,73
Pecora	15	6,17	4,5	4,89	80,48	7,54	0,180	0,92
Bufala	-	3,77	2,8-4,2	4,73	83,59	7,16	-	0,75

- Questa caratteristica è molto importante perché il latte di vacca rappresenta uno dei pochissimi alimenti alternativi al latte umano per i neonati che non possono usufruire di quello materno. Questa differenza può creare dei problemi al neonato così come la  $\beta$ -lattoglobulina, presente nel latte bovino ma non in quello umano.

# COM' È FATTO IL LATTE? IL LATTOSIO

Se il lattosio permane come tale nell' intestino e costituisce un substrato per fermentazioni batteriche; inoltre, essendo il lattosio, una sostanza osmoticamente attiva, richiama a livello del colon acqua e sodio impedendo la formazioni delle feci solide

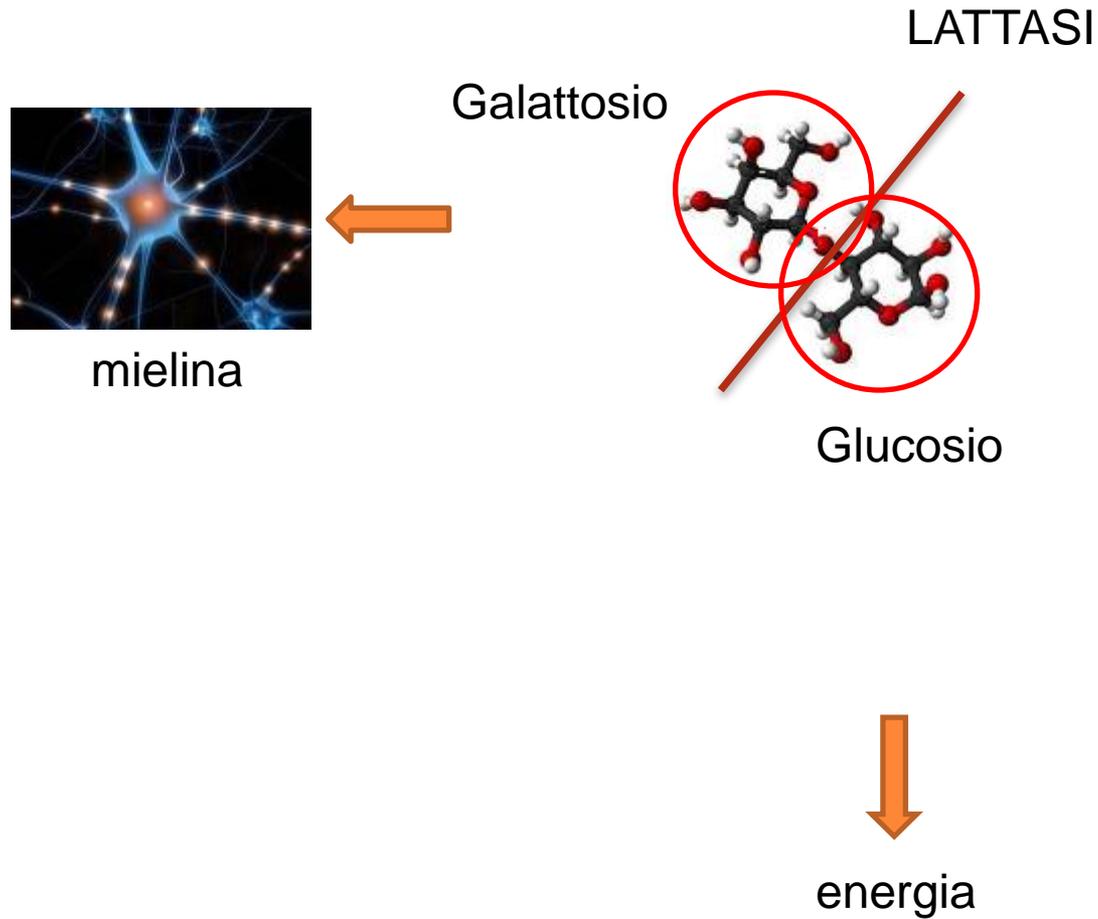


Circa il 75% della popolazione mondiale perde l' attività enzimatica della lattasi dopo lo svezzamento.

Circa il 70% degli americano di origine africana, il 90% degli americani di origine Asiatica, il 53% degli americani di origine Messicana ed il 64% dei Nativi sono risultati intolleranti al lattosio.



# MA PERCHÉ NEL LATTE C'È UNO ZUCCHERO COSÌ "STRANO" COME IL LATTOSIO?





La guaina mielinica riveste i neuroni e contiene in grande quantità zuccheri complessi detti Galactocerebrosidi (particolari galattolipidi). Il Glucide dei galattolipidi è il galattosio

### Sviluppo neuronale nel bambino

neonato    1 mese    6 mesi    2 anni

Il latte è un alimento fondamentale anche per il corretto sviluppo neuronale del bambino



# LE PROTEINE NEL LATTE BOVINO

- Con il termine “proteina del latte” ci si riferisce in realtà a differenti gruppi di proteine che spesso presentano attributi e proprietà molto eterogenei tra loro.
- **Le caseine** diventano insolubili a pH 4,6 e, perciò, possono essere determinate tramite precipitazione per aggiustamento del pH.
- Ciò che rimane in soluzione dopo l'aggregazione delle caseine sono le **proteine del siero** ( $\alpha$ -lattoalbumina e  $\beta$ -lattoglobulina) e altri composti minori.



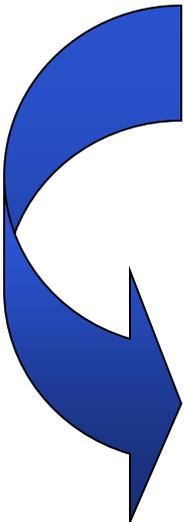
# Perché la frazione proteica del latte riveste un'importanza fondamentale

- Importanza delle proteine del latte all'interno del "mercato mondiale delle proteine".
  - Principali responsabili del processo di caseificazione.
  - Ingredienti fondamentali per l'industria alimentare. (Salumi, bevande isotoniche per lo sport ecc.).
  - Svariate applicazioni tecnologiche e nutraceutiche.

Queste considerazioni hanno spinto l'industria agro-alimentare a porre più attenzione agli aspetti nutrizionali e tecnologici delle proteine con il risultato che negli ultimi 40 anni c'è stato un consistente sviluppo di questo mercato.

# Il ruolo dei polimorfismi proteici

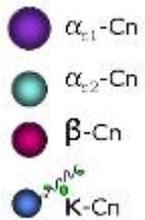
- Nell'ambito della definizione delle proprietà delle proteine del latte, un ruolo importante è svolto dallo studio dei loro “polimorfismi”.
  - Le proteine del latte non esistono soltanto in una forma (una sola sequenza fissa e determinata di aminoacidi), bensì presentano almeno due o più forme determinate geneticamente da autosomi e alleli codominanti.



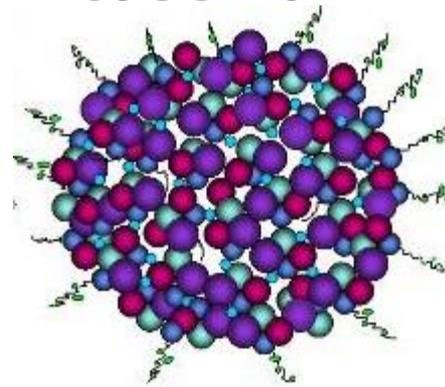
Ciò può determinare alcune lievi differenze nelle proprietà che giustificano il termine di “**varianti alleliche**” con il quale queste “nuove” proteine vengono chiamate.

# LE CASEINE

- La caseina è in realtà un grosso **aggregato di molecole** appartenenti a quattro tipi di frazioni proteiche complesse ovvero tre fosfoproteine calcio-sensibili ( $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ -caseina) e una glicofosfoproteina detta k-caseina.



Sub micella  
(10 nm)



Micella  
(20-300 nm)

- Le caseine riescono a restare in sospensione nel latte poichè sono organizzate all'interno di una **struttura micellare**.
- La k-caseina è una proteina determinante per il processo di caseificazione.

○ **La ricerca sul polimorfismo delle proteine del latte è in piena crescita, ed è finalizzata a:**

- scoprire ulteriori nuove varianti;
- caratterizzarle da un punto di vista genetico e strutturale;
- capire il ruolo che ogni variante può avere sulle singole proprietà nutrizionali e tecnologiche del latte.

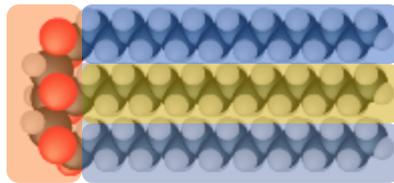


Il grasso del latte:  
perché è importante studiare la  
composizione in acidi grassi?

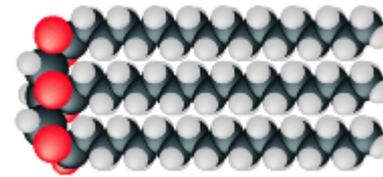


Glicerina

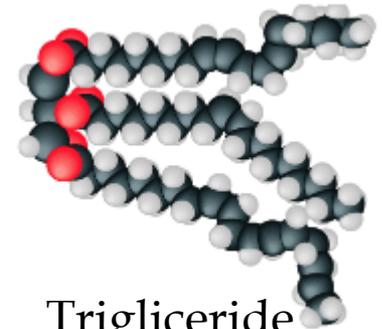
Acidi grassi



Trigliceride



Trigliceride  
satturo



Trigliceride  
insatturo

Satturi



Stearico

Monoinsatturati

i



Oleico

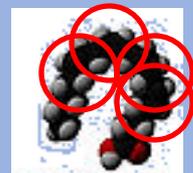
Polinsatturi



linoleico



linolenico



arachidonico

Atomi di C

18

18

18

18

20

Doppi legami

0

1

2

3

4

° C di fusione

69.6

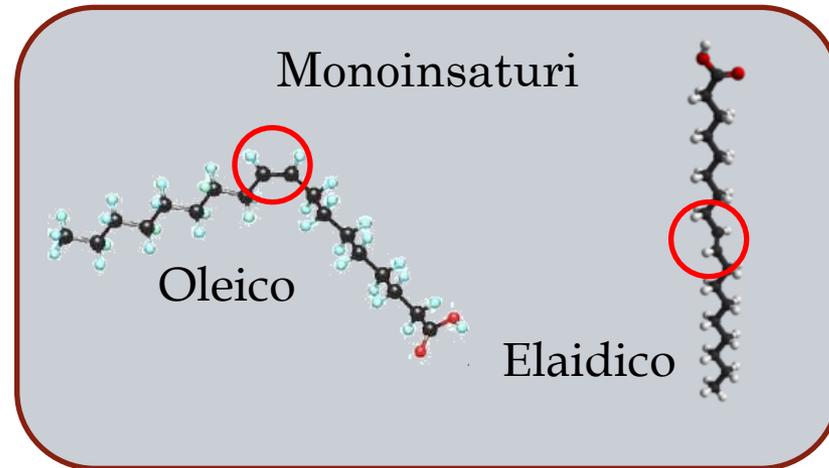
16

-5

-11

-49.5

# Effetto del legame in configurazione *trans*



Atomi di C

18

18

Doppi legami

1

1

Configurazione legame

*cis*

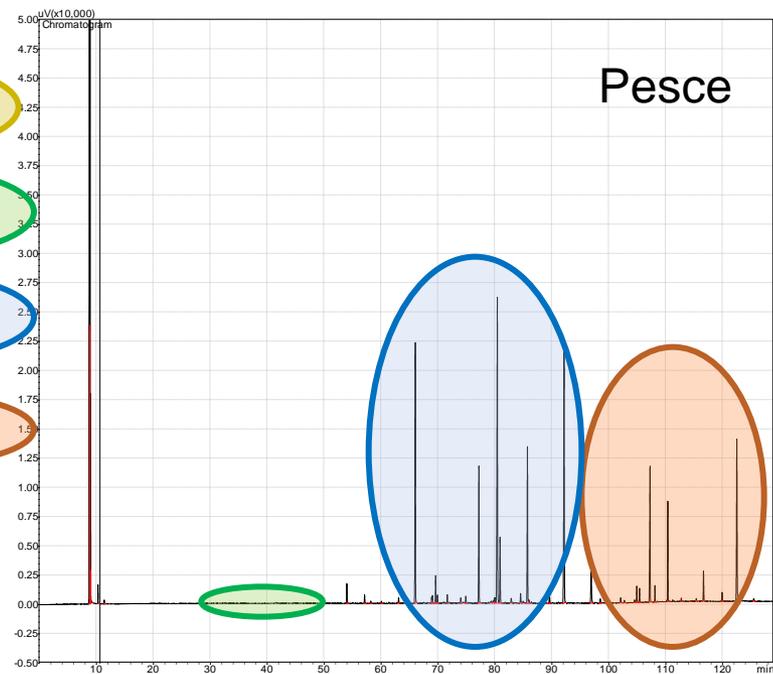
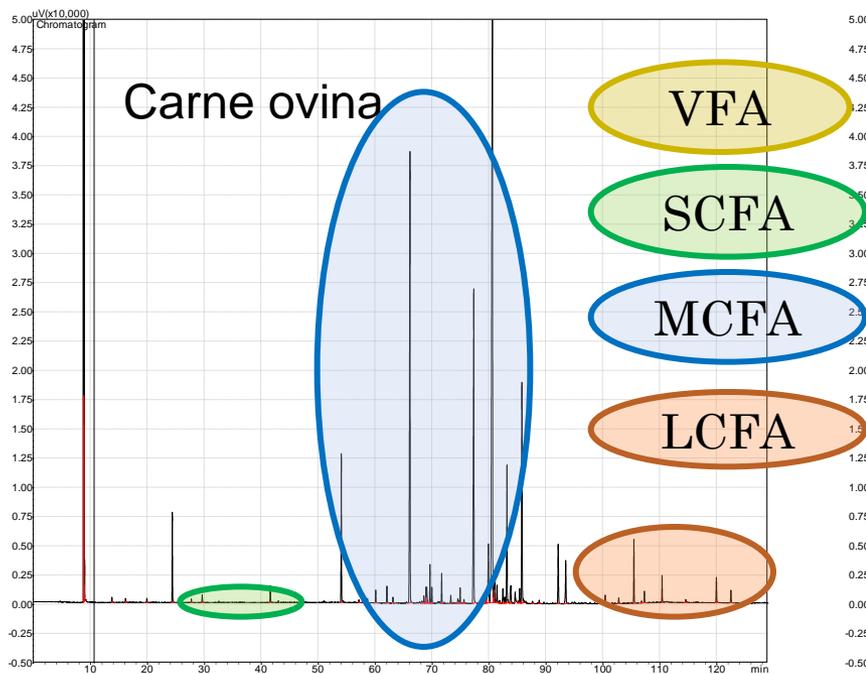
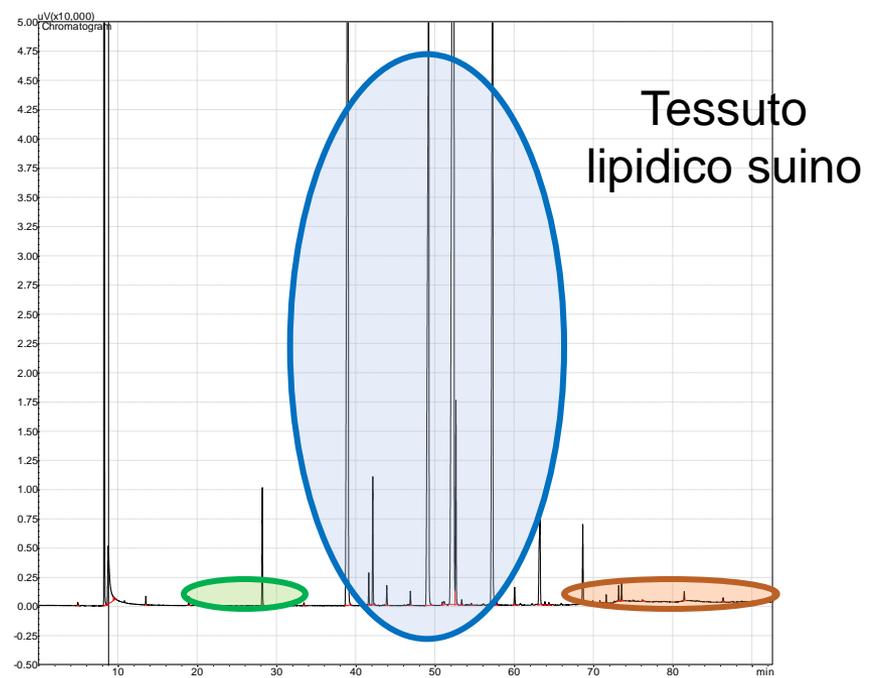
*trans*

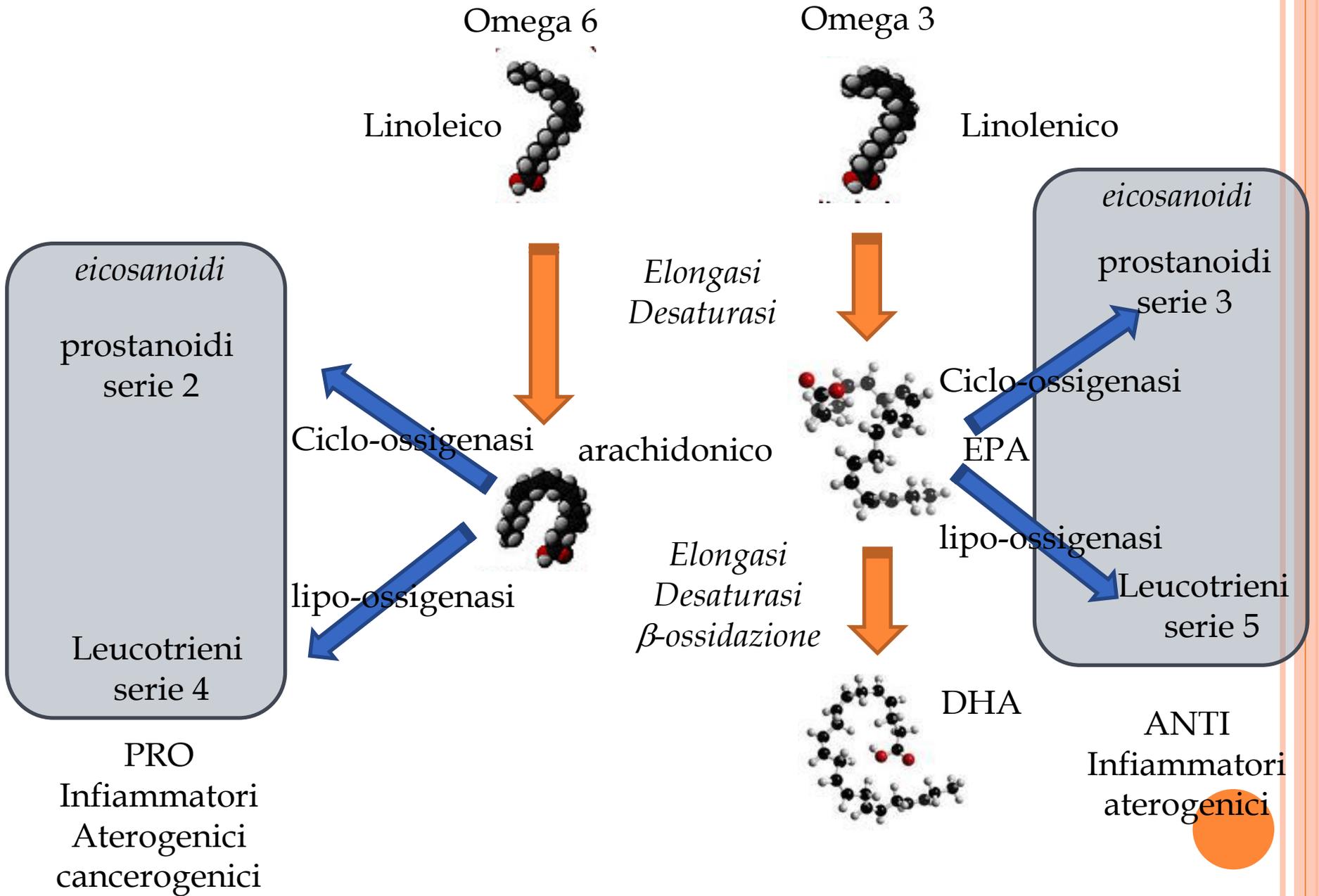
° C di fusione

16

43







*eicosanoidi*  
 prostanoidi  
 serie 2

Ciclo-ossigenasi

lipo-ossigenasi

Leucotrieni  
 serie 4

**PRO**  
 Infiammatori  
 Aterogenici  
 cancerogenici

Omega 6

Linoleico

↓

arachidonic

Omega 3

Linolenico

↓

EPA

↓

DHA

*eicosanoidi*  
 prostanoidi  
 serie 3

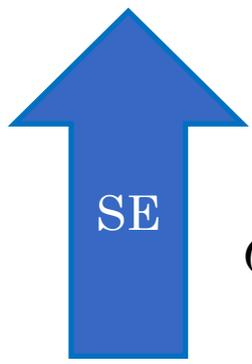
Ciclo-ossigenasi

lipo-ossigenasi

Leucotrieni  
 serie 5

**ANTI**  
 Infiammatori  
 aterogenici

$\beta$ -OX (Nell' uomo 90-92% (emken et. Al 1996; Burdge and Wooton 1994))



n6  
**C18:2 n-6**  
(linoleic acid)



alimenti

n3  
**C18:3 n-3**  
( $\alpha$ -linolenic aci)



Nell' uomo  
(Giltay et al. 2004)  
ALA

**C18:3 n-6**

$\Delta 6$  desaturase

**C18:4 n-3**

*Elongase*

**C20:3 n-6**

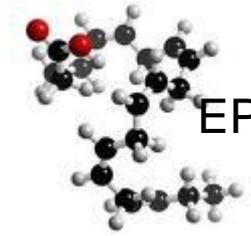
$\Delta 5$  desaturase

**C20:4 n-3**

**C20:4 n-6**

*Elongase*

**C20:5n3**



EPA 0.2%

arachidonico

**C22:4 n-6**

*Elongase*

**C22:5 n-3**

DPA 0.13%

**C24:4 n-6**

$\Delta 6$  desaturase

**C24:5 n-3**

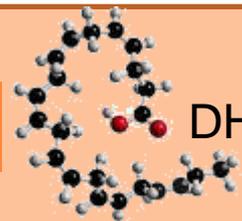
**C24:5 n-6**

$\beta$ -oxidation

**C24:6 n-3**

Perossisomi **C22:5 n-6**

**C22:6 n-3**

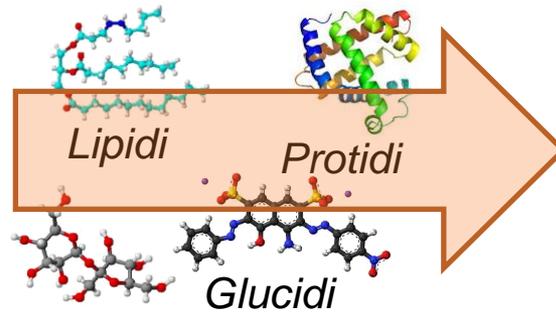


DHA

0.05%



Alimenti



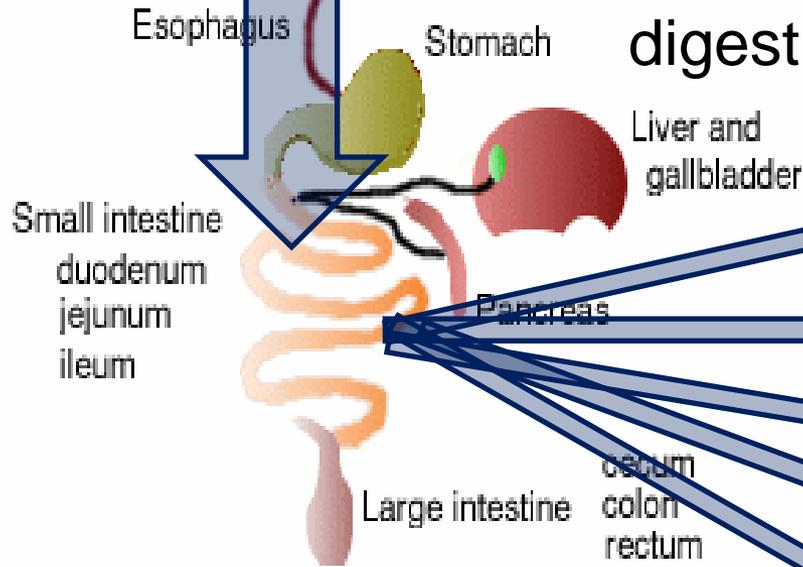
Principi alimentari



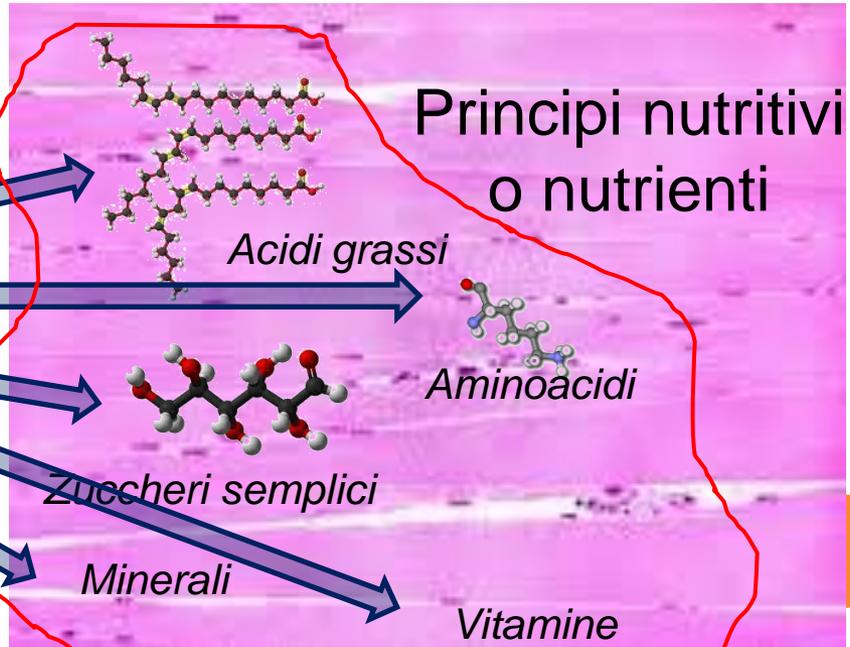
Salivary glands

Processi digestivi

Tessuti



Principi nutritivi o nutrienti



I PRINCIPI NUTRITIVI (o nutrienti) esplicano le proprie funzioni per il corretto sviluppo dell' organismo. Ad esempio gli aminoacidi consentono la sintesi delle proteine e ciò è condizionato dall' aminoacido essenziale presente in quantità limitante. Ciò è fondamentale per il corretto sviluppo dell' organismo ma non rappresenta (almeno in prima approssimazione) una limitazione dell' insorgenza di patologie



I nutraceutici sono sostanze che **POSSONO** essere contenute in un certo alimento e dei quali è stato **DIMOSTRATO** un effetto “protettivo” nei confronti dell’insorgenza di alcune patologie contribuendo a **LIMITARE E/O DIMINUIRNE IL RISCHIO DI INSORGENZA.**

Possono essere parti di proteine, acidi grassi, vitamine, composti appartenenti alla frazione insaponificabile dei lipidi, ecc.. che agiscono limitando l’insorgenza di alcune patologia a carico dell’apparato cardiovascolare, piuttosto che contro il diabete o contro alcuni tipi di tumore.

Gli alimenti che **CONTENGONO** tali **NUTRACEUTICI** si definiscono **FUNZIONALI**



QUALI LE COMPONENTI SU CUI AGIRE?  
COME AGIRE?

Le componenti bioattive del latte  
I Lipidi



## QUALI SONO I PUNTI PIÙ CONTROVERSI RELATIVAMENTE AL CONSUMO DI LATTE E FORMAGGI?

### Quantità e qualità dei grassi:

- Eccessivo contenuto di colesterolo
- Rapporto acidi grassi saturi/insaturi a favore dei primi
- Presenza di acidi grassi *trans*

Elevato contenuto di sodio (per alcuni formaggi)



# PERCHÉ?

- Acidi grassi saturi e *trans* associati ad ipercolesterolemia



- Un rapporto sbilanciato omega-3 associato a rischio infiammatorio e tumorale

## Aspetti negativi

- Colesterolo totale e ipercolesterolemia





Nel grasso del latte  
esistono delle sostanze  
con effetti positivi sulla  
salute dell' uomo?

**Acido butirrico**

**Acido linoleico coniugato**

**Acido oleico**

**Acidi grassi ramificati**

**Acidi grassi Omega-3**

