

# I MACRONUTRIENTI

## I Lipidi

## Problemi nella digestione dei lipidi

La digestione dei lipidi è complessa in quanto:

- ▶ i trigliceridi, che costituiscono la quota predominante, sono insolubili in acqua;
- ▶ i fosfolipidi e il colesterolo sono più solubili, ma hanno la tendenza a formare complessi sovramolecolari difficilmente assorbibili

**La digestione dei lipidi si può riassumere in 7 fasi:**

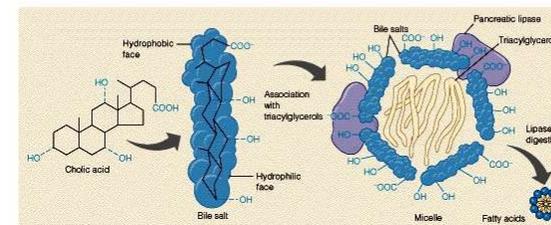
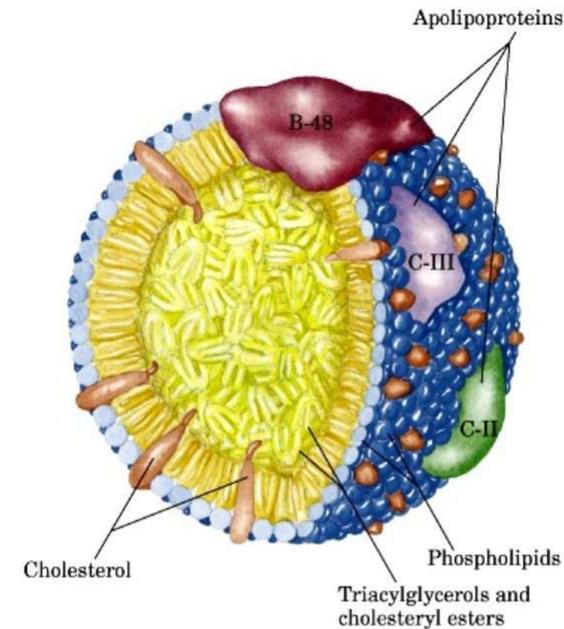
- **Emulsione dei Trigliceridi (TG),**
- **Formazioni di micelle miste con i Sali biliari, fosfolipidi e colesterolo**
- **Idrolisi dei trigliceridi ad opera della lipasi pancreatica**
- **Assunzione dei prodotti di idrolisi da parte delle cellule intestinali**
- **Ri-sintesi dei trigliceridi da parte delle cellule intestinali**
- **Formazione dei chilomicroni da parte delle cellule intestinali**
- **Esocitosi dei chilomicroni ed immissione nella linfa**

I chilomicroni appartengono alla classe delle lipoproteine. Sono costituite da un nucleo lipidico (totalmente idrofobico) circondato da un guscio di fosfolipidi e proteine.

I fosfolipidi, in singolo strato, espongono all'esterno le rispettive "teste" idrofiliche: in questo modo creano un rivestimento idrosolubile al nucleo lipidico.

La componente proteica è essenziale per il riconoscimento e l'ancoraggio alle cellule

## Chylomicron formation



## **CHILOMICRONI**      **P/L = 1/99**

Sito di sintesi:            intestino,

•Apoproteine :            B48, AI, CII, E

•Funzione:      trasporto di TAG alimentari dall'intestino ai tessuti periferici.

## **VERY LOW DENSITY LIPOPROTEIN (VLDL)**      **P/L = 10/90**

•Sito di sintesi:            fegato

•Apoproteine:            B100; CII, E

•Funzione:            trasporto di TAG endogeni dal fegato ai tessuti periferici

## **LOW DENSITY LIPOPROTEIN (LDL)\***      **P/L = 25/75**

Sito di sintesi:            fegato per conversione dalle VLDL

•Apoproteine:            B100

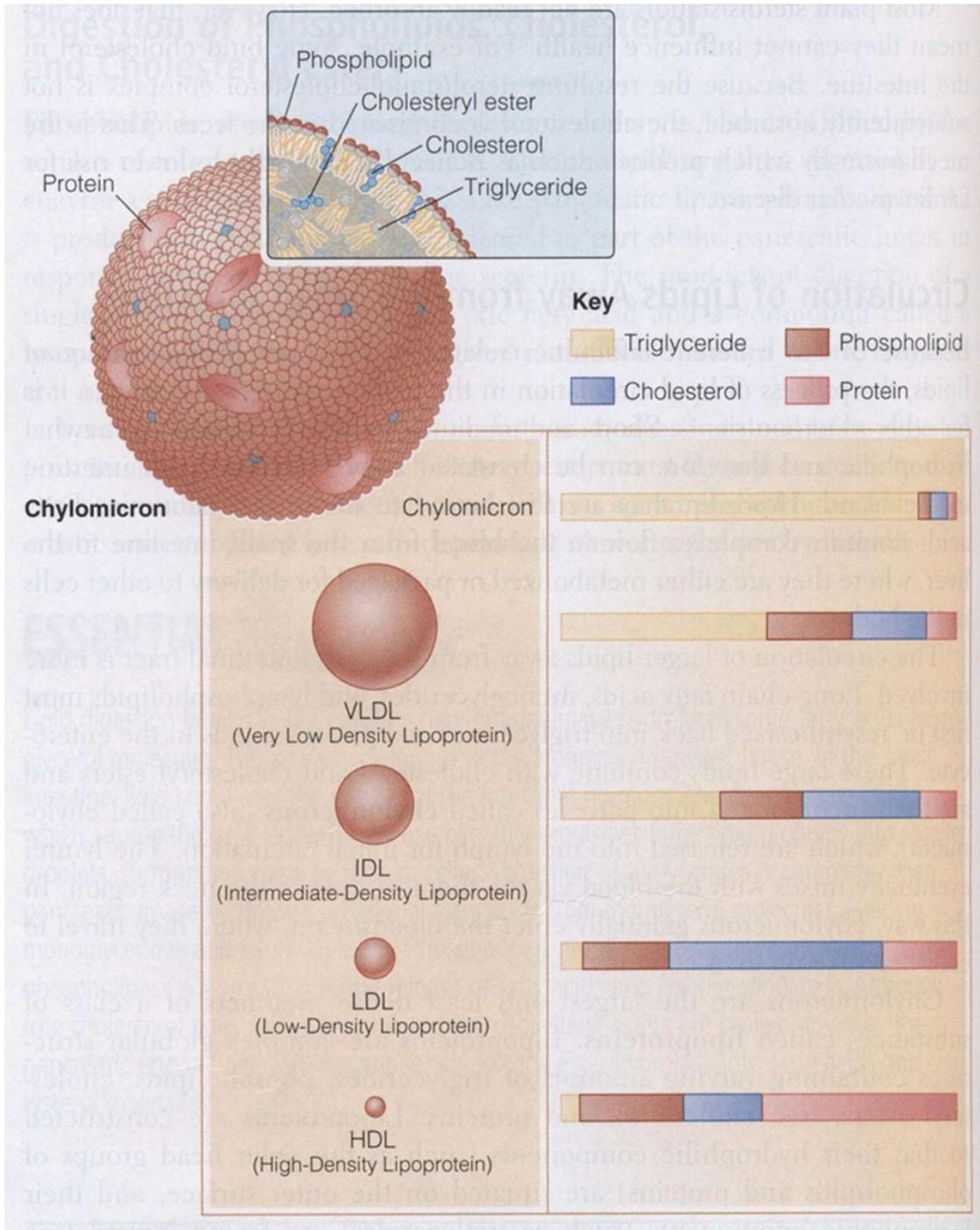
•Funzione:            trasporto di colesterolo dal fegato ai tessuti

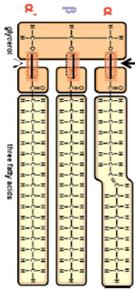
## **HIGH DENSITY LIPOPROTEIN (HDL)**      **P/L = 50/50**

Sito di sintesi:            fegato

•Apoproteine:            AI, AII, E, C

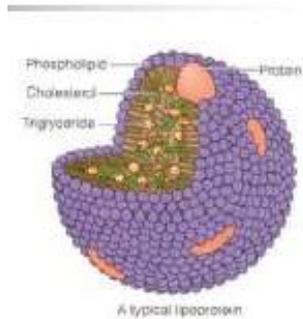
•Funzione:            trasporto di colesterolo (in eccesso) dai tessuti al fegato



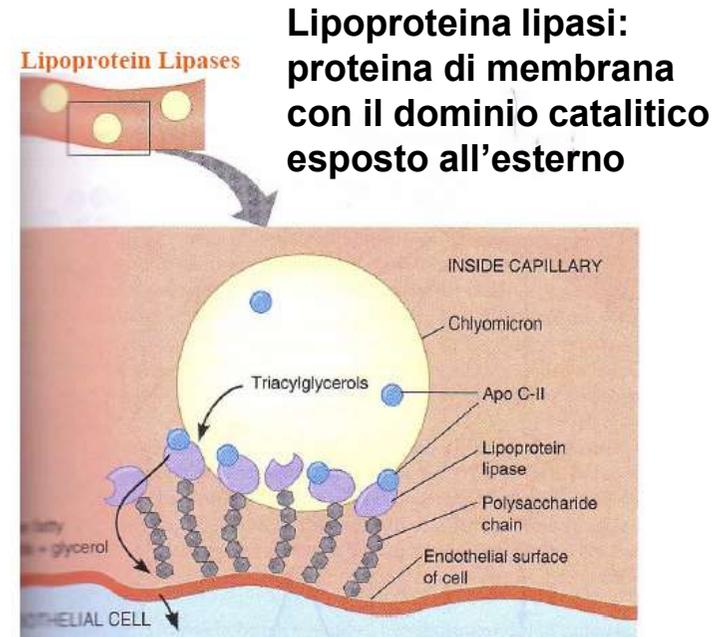


## 1. I TAG

- ☞ assunti con la dieta
- ☞ neosintetizzati da precursori non lipidici nel fegato



vengono distribuiti ai tessuti periferici sotto forma di **lipoproteine**



**Lipoproteina lipasi:** proteina di membrana con il dominio catalitico esposto all'esterno

grazie alla **lipoproteina lipasi** dell'endotelio capillare vengono scissi in AG e glicerolo che i tessuti importano

All'interno dei tessuti vengono risintetizzati e formano gocce lipidiche

- Tessuto adiposo (deposito di TAG)
- Muscolo (fibrocellule rosse; piccoli depositi di TAG)
- Ghiandola mammaria (allattamento: TAG nel latte)

## Gli ACIDI GRASSI nell'alimentazione

Gli acidi grassi si differenziano:

a) in base al numero di atomi di C in:

- 1) a corta catena (1 - 4)
- 2) a media catena (5 - 10)
- 3) a lunga catena (> 10)

b) in base alla presenza o meno di doppi legami:

- 1) saturi
- 2) insaturi ( monoinsaturi (MUFA) e polinsaturi (PUFA)

Le membrane delle cellule eucariotiche includono i PUFA:  
Acidi grassi Omega-6 e Acidi grassi Omega-3.

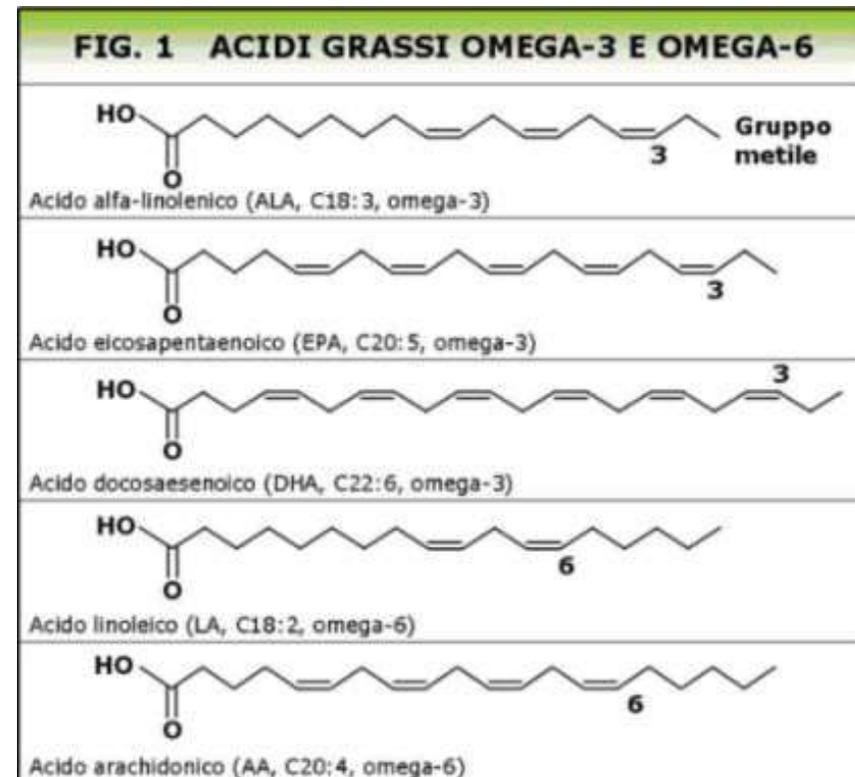
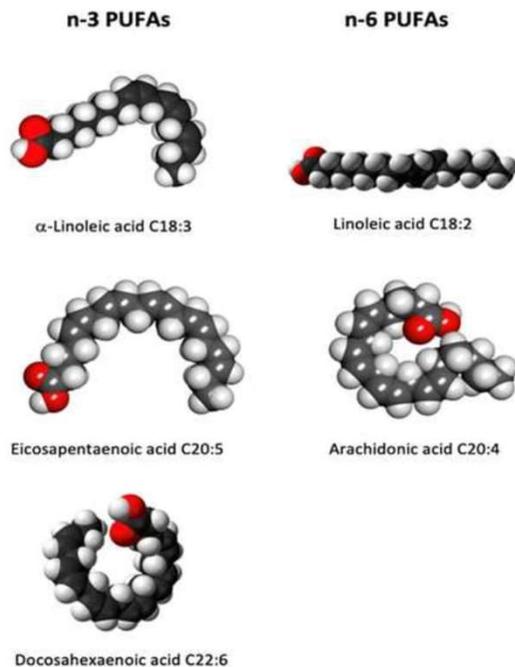
Gli acidi grassi PUFA sono anche detti ESSENZIALI (EFA) perché non possono essere sintetizzati e quindi provengono solo dagli alimenti.

# Acidi grassi essenziali

L'organismo ha la capacità di sintetizzare acidi grassi insaturi a partire da AcetilCoA, ma non ha la capacità di deidrogenare gli ultimi 6 atomi di H (dalla parte del metile terminale).

Gli acidi grassi con un doppio legame a 6 o a 3 atomi di carbonio dal fondo della catena (n-6 e n-3) non possono essere sintetizzati, ma devono essere introdotti con l'alimentazione

- Omega-3: l'ultimo doppio legame è in corrispondenza del terzo C a partire dalla fine
- Omega-6: l'ultimo doppio legame è in corrispondenza del sesto C a partire dalla fine



• *L'organismo umano non è in grado di sintetizzare ac. grassi con doppi legami vicini al metile terminale.*

Gli Omega-3 e Omega-6 sono definiti essenziali e devono essere assunti dall'organismo umano per mantenere un buono stato di salute

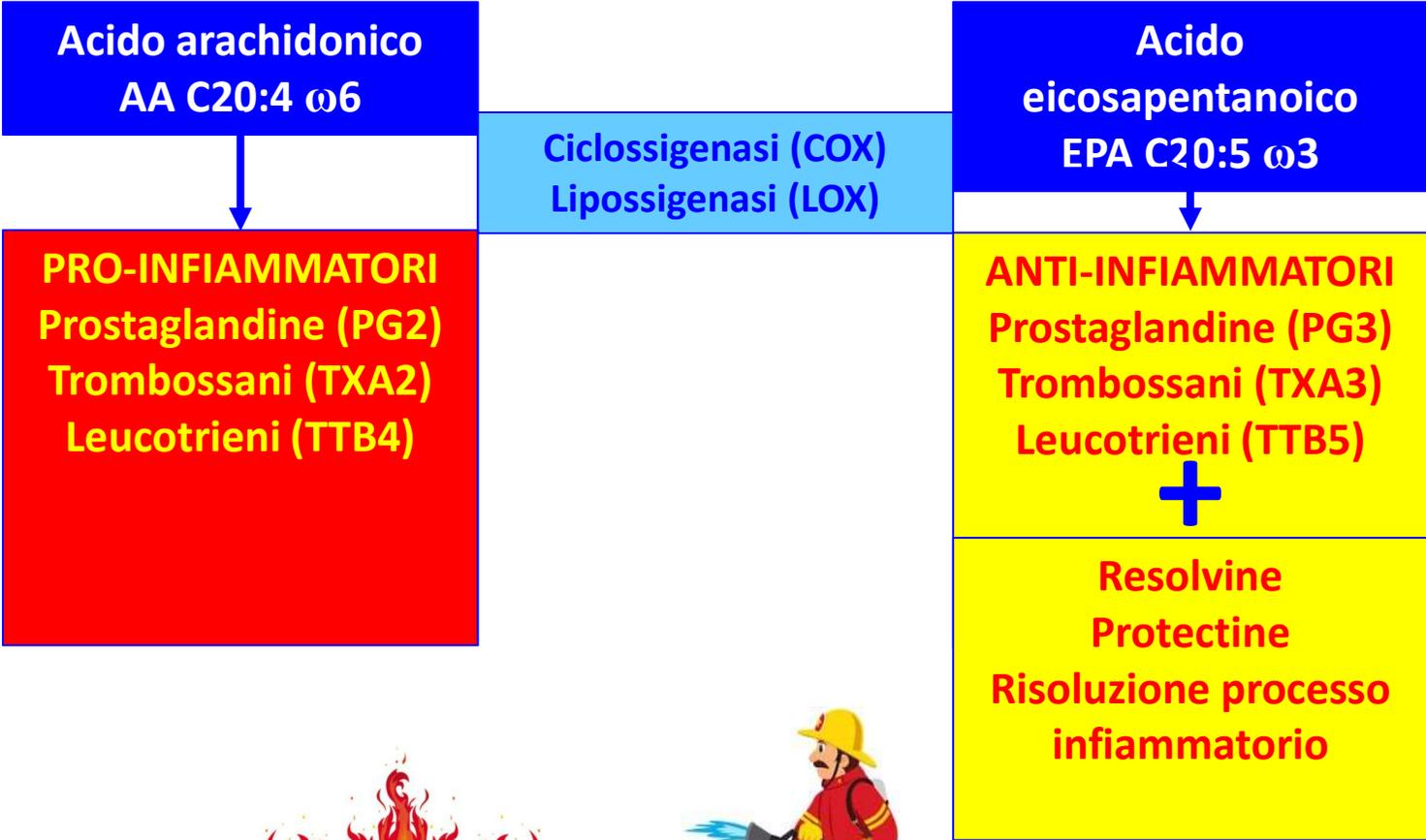
## **Rapporto ideale di $\omega 6:\omega 3$ pari a 4:1.**

Dieta «occidentale» (20:1 o più)

- Prevengono la deposizione di TGL e colesterolo nelle arterie
  - \* Sono antinfiammatori ( $\omega 3$ )
  - Stimolano la secrezione endocrina
  - Favoriscono il controllo del peso corporeo
- 
- Contenuti in: pesce, frutta secca, oli vegetali



# EICOSANOIDI



INFIAMMAZIONE



## REAZIONI CHIMICHE DEGLI ACIDI GRASSI INSATURI

A causa della predominanza di acidi grassi insaturi, i lipidi di origine vegetale risultano **più reattivi** rispetto a quelli di origine animale caratterizzati da un più elevato contenuto di acidi grassi saturi.

- Queste sostanze non vanno incontro a modificazioni di rilievo finché rimangono racchiuse, all'interno della cellula, nel loro **tessuto originale**. In questa sede si conservano integri fino a quando non vengono innescati i processi biologici legati alla germinazione oppure quando gli alimenti sono sottoposti a processi di lavorazione che arrecano danno alle particelle contenenti il grasso.
- I lipidi non più protetti dalle membrane integre possono infatti entrare in rapporto diretto con **l'ossigeno atmosferico**, venire dispersi su un'ampia superficie e trovarsi a contatto con **tracce di metalli** presenti nei tessuti vegetali, che agiscono come catalizzatori del processo di **ossidazione**. Possono inoltre essere esposti alla luce e ad altri agenti **ossidanti esogeni**, la cui azione si somma a quella degli enzimi lipolitici endogeni, presenti nei tessuti dei semi e a quelli esogeni prodotti dai microrganismi ad essi associati.

# Autossidazione lipidica (irrancidimento)



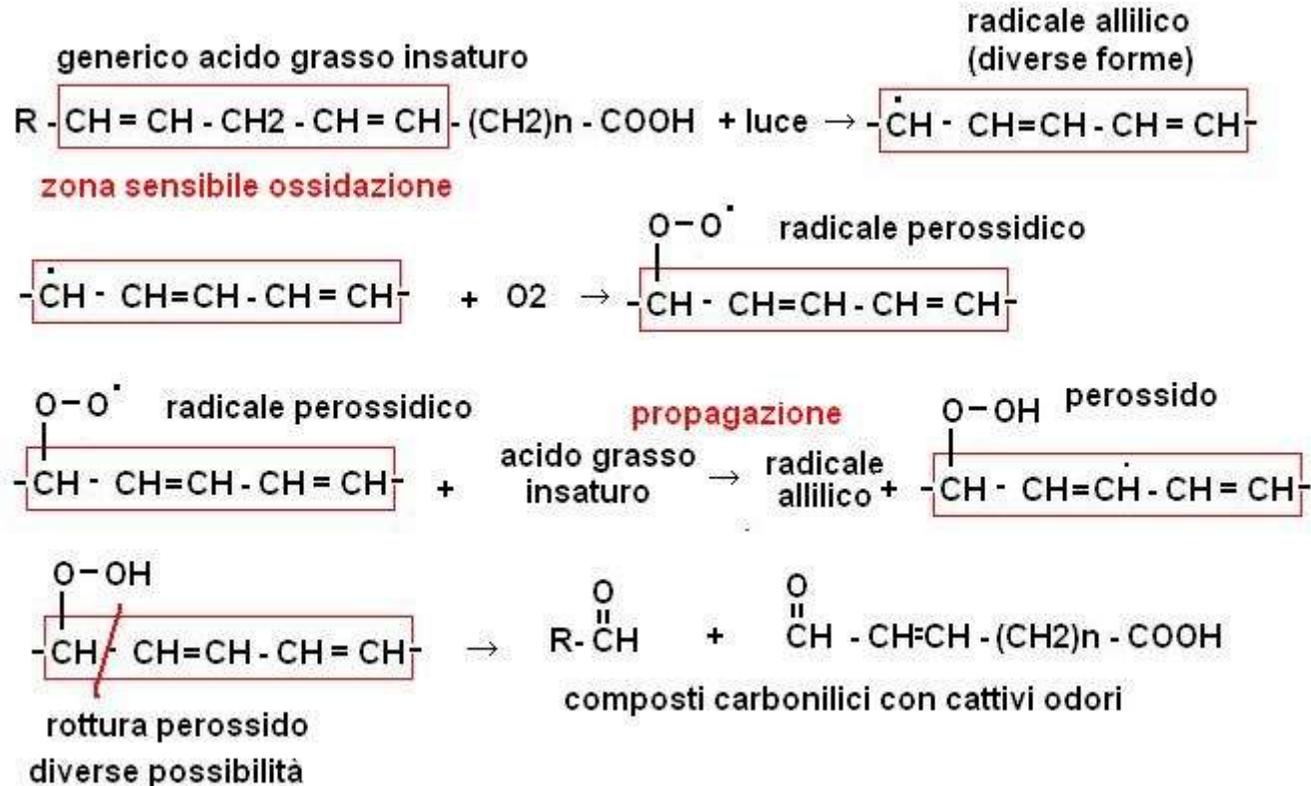
- La catena di reazioni tra ossigeno e lipidi chiamata cumulativamente col nome di **ossidazione lipidica** riveste un ruolo chiave nell'alimentazione.

- **Essa rappresenta infatti la causa principale del deterioramento di aroma, gusto, aspetto e addirittura consistenza degli oli, nonché del decadimento di qualità e sicurezza nutrizionali.**

- Rivestono un ruolo importante anche in alimenti in cui queste molecole sono presenti in basse percentuali, quali i vegetali. Il motivo risiede nel fatto che alcuni prodotti dell'ossidazione incidono sulle caratteristiche dei cibi (aroma, in particolare) anche in ridottissime concentrazioni.

**L'ossidazione dei lipidi porta alla formazione di radicali liberi che concorrono a causare patologie croniche, infiammatorie e degenerative**

# Autossidazione lipidica (irrancidimento)



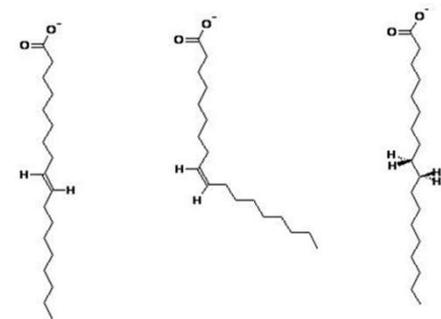
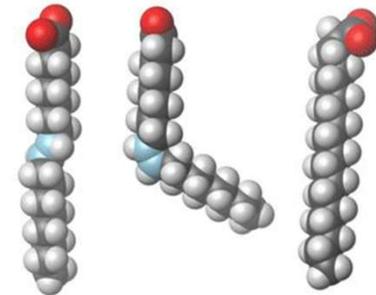
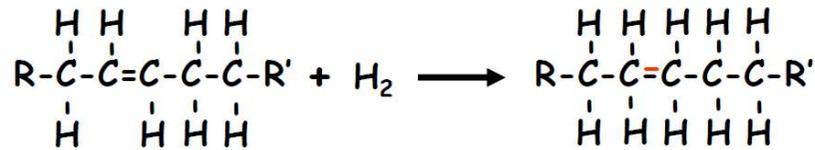
Reazione a catene innescata dalla luce e proseguita dall'ossigeno

- Necessità di contenitori scuri per alimenti contenenti grassi insaturi
- Necessità di evitare il contatto con l'aria

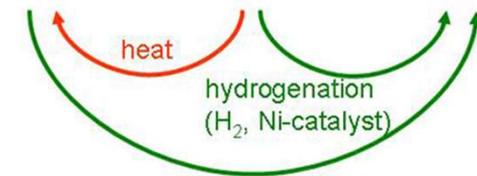
Per evitare l'irrancidimento, l'industria alimentare ha sfruttato la reazione di

# Idrogenazione

L'idrogenazione di un acido grasso consiste nella  **saturazione**  dei doppi legami presenti (i legami doppi vengono ridotti a legami semplici), in questo modo si cambiano sia le proprietà chimiche che quelle fisiche: il grasso idrogenato è più resistente all'irrancidimento e a T ambiente è solido



elaidic acid (trans unsat.)    oleic acid (cis unsat.)    stearic acid (saturated)



IDROGENAZIONE degli acidi  
grassi polinsaturi ha come  
conseguenze

totale

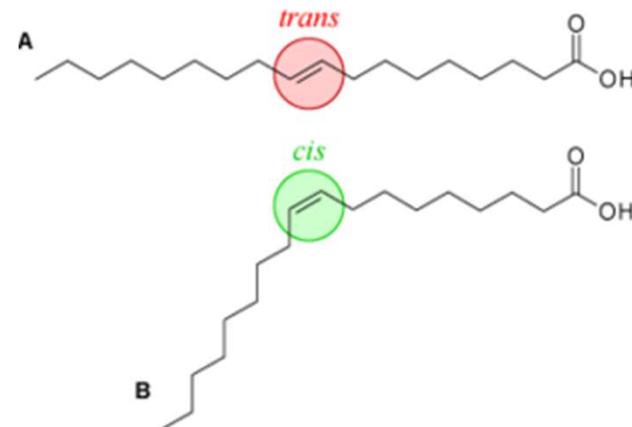
parziale

Acidi grassi saturi

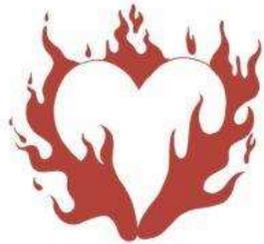
Acidi grassi insaturi TRANS

In tal modo **si innalza il punto di fusione** e il grasso idrogenato appare di "maggiore consistenza".  
Nella preparazione della margarina o di oli (girasole, mais, soia) viene effettuata una parziale idrogenazione ottenendo un grasso trans-insaturo.

- Burro, latte, carne: 4% dei grassi presenti
- Margarina non spalmabile: 20-50%
- Margarina spalmabile: 15-28%
- Oli vegetali raffinati: 2-7%
- Dolci di pasticceria con grassi vegetali idrogenati: 30-60%
- Oli parzialmente idrogenati usati nei fast food: 15%
- Patate fritte (fast food): 45%



## — Why Artificial Trans Fats Are So Bad —



Can cause inflammation and damage healthy organs and tissues



Increase risk of heart disease and stroke



Reduce HDL (good cholesterol)



Increase LDL (bad cholesterol), which can clog the arteries



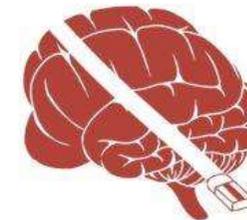
Increase risk of diabetes



Increase risk of certain cancers



Increase weight gain and belly fat



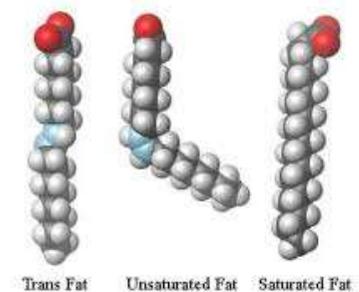
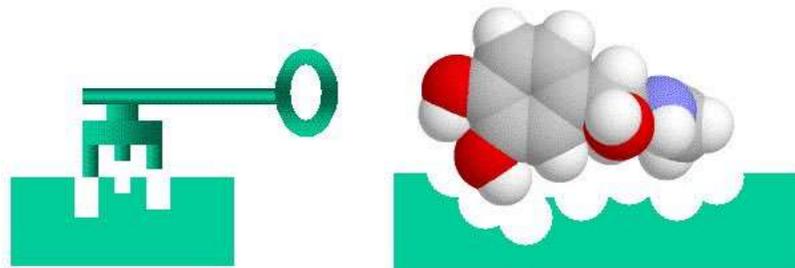
Increase risk of Alzheimer's disease

**PERCHE' I GRASSI TRANS ed IDROGENATI FANNO MALE?**

Una qualunque sostanza, per poter produrre un effetto sull'organismo, deve essere RICONOSCIUTA

RECETTORE

Il riconoscimento si basa sulla forma: il recettore ha una forma COMPLEMENTARE alla molecola



Quindi, se un'altra molecola ha una forma simile, viene riconosciuta altrettanto bene.

es: i recettori per le endorfine (molecole prodotte dal nostro organismo) riconoscono la morfina (molecola estratta dall'oppio grezzo):

Le due sostanze provocano gli stessi effetti

